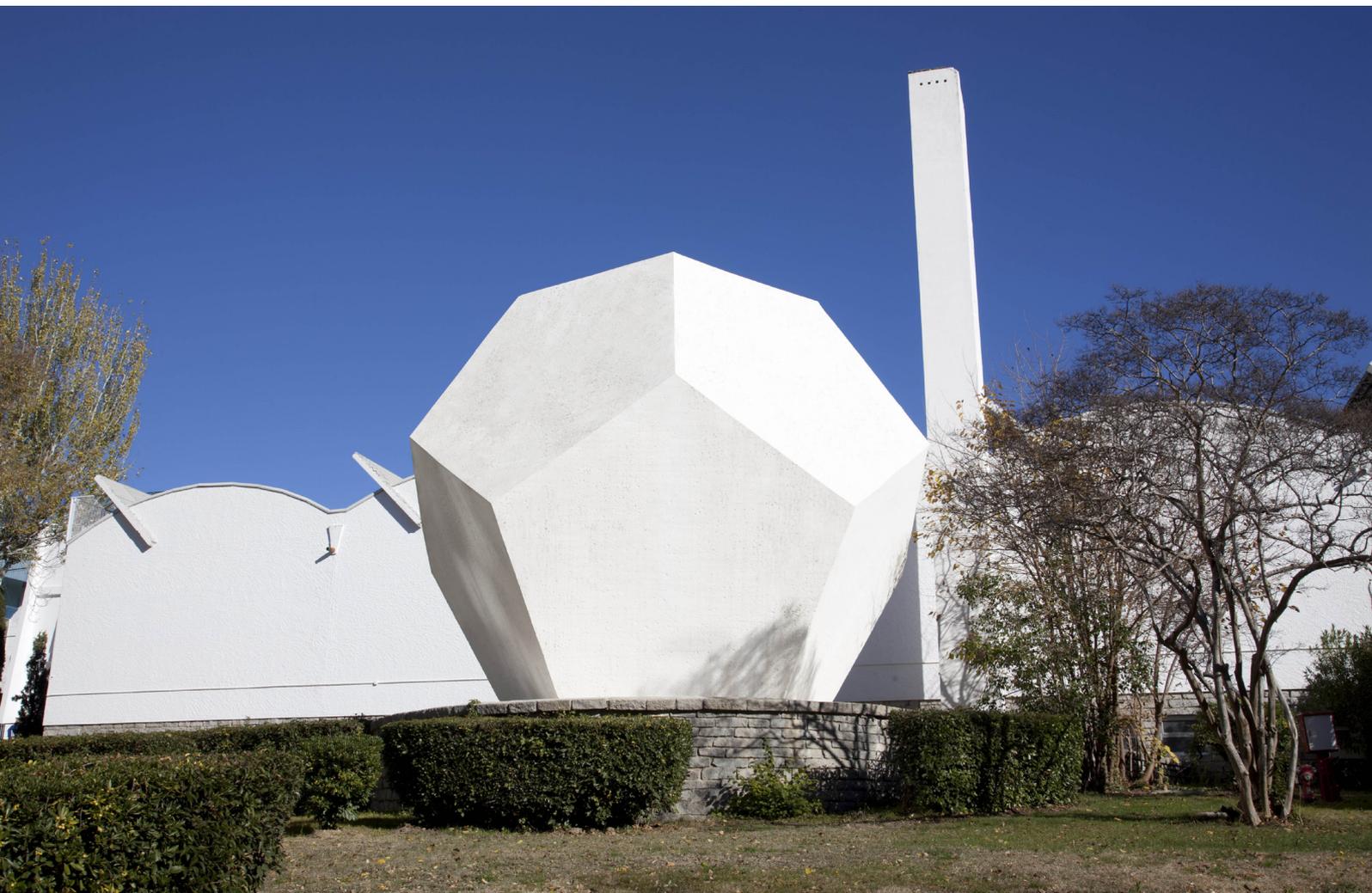


# LA PARTICIPACIÓN DEL USUARIO EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS:

Aplicación del método *Photovoice* en espacios de trabajo.



## **Autora:**

M<sup>a</sup> Teresa Cuerdo Vilches

## **Directores:**

Prof. Dr. Antonio García Martínez (Universidad de Sevilla)

Dr. Ignacio Oteiza San José (IETcc-CSIC)

Tesis doctoral

Sevilla, Junio de 2017







## **Universidad de Sevilla**

Escuela Técnica Superior de Arquitectura  
Departamento de Construcciones Arquitectónicas I

# **LA PARTICIPACIÓN DEL USUARIO EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS:** *Aplicación del método *Photovoice* en espacios de trabajo.*

### **Autora:**

M<sup>a</sup> Teresa Cuerdo Vilches

### **Directores:**

Prof. Dr. Antonio García Martínez (Universidad de Sevilla)

Dr. Ignacio Oteiza San José (IETcc-CSIC)

Sevilla, Junio de 2017



*“el cambio viene la mayoría de las veces de  
tierras de nadie no visitadas, entre dos disciplinas”*

*Norbert Weiner*

*Foto de portada: Archivo fotográfico del IETcc CSIC*



## Agradecimientos

Quisiera expresar mi gratitud en primer lugar al Dr. Antonio García Martínez, profesor colaborador de la Universidad de Sevilla, y director de esta tesis, por creer en mí y por tener siempre la palabra precisa. Tuviéramos el tiempo que tuviéramos sus palabras siempre han sido clave en el avance de esta tesis. Gracias por tenerme esa fe. Esta tesis sin duda necesitaba un director como tú. Dar las gracias también a mi codirector de tesis, el Dr. Ignacio Oteiza San José, por su paciencia infinita, por ofrecerme su equipo humano y sus recursos. Gracias por abrirme la posibilidad de investigar en el Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja (IETcc-CSIC), incluso cuando mi trabajo se debía ceñir a la Unidad Técnica de Evaluación de Productos Innovadores (DIT), y por mostrarme los pequeños tesoros del edificio y de la Institución.

Gracias al equipo TEP-130, en especial al Dr. Juan José Sendra Salas, catedrático del Área de Instalaciones del Departamento de Construcciones Arquitectónicas I de la Universidad de Sevilla, por haber sido un guía ejemplar en el periodo inicial de mi andadura en la investigación, y por tener siempre un minuto para cuestiones académicas o de investigación. Me siento agradecida también al Dr. Samuel Domínguez Amarillo, mi primer mentor, por ponerle nombre a mi vocación hace ya muchos años, y haberme aconsejado bien en este tiempo.

Por otra parte, debo mostrar mi gratitud al Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja, y a su Dirección, personalizada en la Dra. Marta Castellote Armero, por su generosa implicación en esta investigación, además de permitir incorporarme desde noviembre de 2016 a la investigación a través de la línea del Dr. Marcelo Izquierdo, al que también agradezco la formación en los entresijos de la ingeniería, la investigación y la transferencia del conocimiento. Agradecer también a los equipos de Mantenimiento e Infraestructuras y a la Unidad de Divulgación del IETcc su ayuda y participación.

Agradecer también a Héctor Bueno Durán la colaboración conjunta en el Trabajo Final de Máster que presentamos para el Máster de Energética del Edificio, de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Extremadura, por el cual obtuvimos la máxima puntuación con el estudio del análisis de estado actual y propuestas de mejora del IETcc-CSIC.

Quiero expresar mi gratitud al sociólogo del Instituto de Salud Carlos III, Miguel Ángel Navas Martín, por ofrecerme su conocimiento en investigación cualitativa, por cederme sus contactos en el mundo de la Salud y las Ciencias Sociales, y cuantos recursos estaban a su alcance, para poder llevar a cabo esta tesis. Mi gratitud se extiende al Investén-ISCI, así como a la Dra. antropóloga Carmen Lozano, por su consejo sobre la investigación participativa, y darme su apoyo.

También en el IETcc-CSIC quiero mostrar mi agradecimiento a los verdaderos artífices de esta tesis, los participantes del *Photovoice*: Alicia, Beatriz, Carmen Aragonés, Daniel, Eduardo, Fernando, Ignacio, Isabel, Juan, Julio, María, Marta, Miguel Ángel, Oscar, Rogelio y Carmen Alonso. Cada uno de ellos ha contribuido no sólo con las sesiones *Photovoice*, sino con su apoyo, con las conversaciones de cuantas incertidumbres me acechaban, dando siempre palabras de ánimo y creyendo en este proyecto, al que generosamente cedieron su tiempo.

Agradecer a mis padres el apoyo y cariño en todo lo que he hecho, y más en esta tesis. A mis hermanas y amigos, gracias por las muestras de afecto y ánimo. A mi marido Miguel, por mostrarme caminos que han posibilitado lo multidisciplinar en esta tesis, por compensar mis ausencias, y por retornarme al punto de partida cuando me perdía en el camino de la investigación.



**A mi hija Lucía**



# ÍNDICE

PRÓLOGO .....	19
RESUMEN .....	23
<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>25</b>
<b>2. OBJETIVOS Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>29</b>
2.1. Objetivos .....	29
2.2. Alcance del estudio .....	29
2.3. Hipótesis de partida .....	31
2.4. Metodología de la investigación .....	32
<b>3. ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO-TÉCNICO DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA Y DEL CONFORT AMBIENTAL DEL USUARIO EN LOS EDIFICIOS.....</b>	<b>35</b>
LA GESTIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO .....	35
3.1. Algunos conceptos básicos utilizados en esta tesis .....	35
3.2. Normativa y políticas energéticas .....	37
3.2.1. Panorama internacional .....	37
3.2.2. La normativa española .....	38
3.2.3. Políticas e incentivos energéticos en España para el sector terciario .....	39
3.3. Estado actual del conocimiento científico-técnico .....	40
3.3.1. Simulación energética .....	41
3.3.2. Cálculo de huella de carbono.....	42
3.3.3. Certificaciones para evaluación de la sostenibilidad. ....	42
3.3.4. Estrategias bioclimáticas. Climogramas y diagramas de bienestar .....	43
3.3.5. Auditoría energética .....	44
3.3.6. Monitorización y mediciones in situ .....	45
3.3.7. Otras propuestas: la rehabilitación integral de edificios existentes .....	46
3.4. Otros enfoques: el usuario y el confort térmico .....	46
3.4.1. Evaluación post-ocupación de edificios .....	46
3.4.2. Confort térmico. Modelos de Balance térmico .....	47
3.4.3. Confort térmico adaptativo. Enfoques basados en estudios de campo .....	49
EL PAPEL DEL USUARIO EN EL MEDIOAMBIENTE Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS .....	53
3.5. El usuario y su compromiso con el medioambiente .....	53
3.5.1. La conciencia medioambiental de la sociedad actual .....	53
3.5.2. El usuario y el medioambiente .....	54

<b>3.6. El papel del usuario en la investigación de impacto. Estado actual del conocimiento sobre el comportamiento del usuario y el ahorro de energía en edificios .....</b>	<b>56</b>
3.6.1. <i>Introducción .....</i>	56
3.6.2. <i>Procedimientos más comunes para caracterizar el comportamiento del usuario .....</i>	57
<b>Referencias .....</b>	<b>61</b>

## **4. ENFOQUES CUANTITATIVOS COMÚNMENTE USADOS PARA LA DIAGNOSIS Y MEJORA DEL USO DE LA ENERGÍA Y DEL CONFORT AMBIENTAL DEL USUARIO EN EDIFICIOS .....**

<b>4.1. Simulación energética mediante métodos de validación del cumplimiento normativo (Lider + Calener+ Herramienta unificada) .....</b>	<b>65</b>
4.1.1. <i>Introducción .....</i>	65
4.1.2. <i>Tipos de herramientas de simulación. Ventajas y limitaciones .....</i>	66
4.1.3. <i>Las herramientas de validación: LIDER, CALENER, y la Herramienta Unificada (HULC) .....</i>	68
4.1.4. <i>Metodología de cálculo (I): Limitación de la Demanda Energética mediante LIDER .....</i>	69
4.1.5. <i>Metodología de cálculo (II): Calificación Energética mediante CALENER GT .....</i>	70
4.1.6. <i>Obtención de resultados .....</i>	70
4.1.7. <i>Interpretación de resultados en LIDER-CALENER.....</i>	72
4.1.8. <i>Informe final y certificado .....</i>	73
<b>4.2. Procedimiento de cálculo de la huella de carbono .....</b>	<b>73</b>
4.2.1. <i>Definiciones.....</i>	73
4.2.2. <i>Huella de carbono de una organización. Alcances .....</i>	73
4.2.3. <i>Base metodológica del cálculo .....</i>	75
4.2.4. <i>Métodos para calcular la huella de carbono de organizaciones .....</i>	75
4.2.5. <i>Ventajas del cálculo de huella de carbono .....</i>	76
4.2.6. <i>Cálculo de la huella de carbono .....</i>	77
4.2.6.1. <i>Establecimiento de los límites .....</i>	77
4.2.6.2. <i>Contabilización de emisiones .....</i>	78
4.2.7. <i>Resultados .....</i>	81
4.2.8. <i>Elaboración de planes de mejora .....</i>	81
4.2.8.1. <i>Medidas de reducción de emisiones .....</i>	81
4.2.8.2. <i>Establecimiento de objetivos cuantificables de reducción de emisiones .....</i>	82
4.2.9. <i>Interpretación de resultados en la huella de carbono.....</i>	83
4.2.10. <i>Informe de la huella de carbono .....</i>	83
<b>4.3. Evaluación de la sostenibilidad mediante checklist: la herramienta LEED .....</b>	<b>84</b>
4.3.1. <i>Introducción. Las certificaciones y la sostenibilidad .....</i>	84
4.3.2. <i>La certificación LEED .....</i>	85
4.3.2.1. <i>Historia y fundamentos de LEED .....</i>	85
4.3.2.2. <i>Funcionamiento y evaluación mediante LEED. Aspectos generales .....</i>	86
4.3.2.3. <i>Tipos de certificación LEED .....</i>	87
4.3.2.4. <i>Proceso de certificación LEED .....</i>	89
4.3.3. <i>Metodología LEED .....</i>	89

4.3.4. Ventajas y limitaciones del método LEED .....	90
4.3.4.1. Ventajas .....	90
4.3.4.2. Limitaciones .....	91
4.3.5. Resultados .....	91
4.3.6. Interpretación de resultados en LEED.....	92
<b>4.4. Aplicación de criterios bioclimáticos a través del climograma de Givoni y módulos del software Autodesk Ecotect Analysis® (Weather and Solar Tools) .....</b>	<b>92</b>
4.4.1. Arquitectura bioclimática. Principios fundamentales .....	92
4.4.2. Antecedentes. El bienestar térmico: diagramas de confort y climogramas de bienestar .....	93
4.4.3. El Climograma de Givoni. Principios, construcción, desarrollo y funcionamiento .....	97
4.4.4. Metodología para determinar estrategias bioclimáticas con el Climograma de Givoni .....	99
4.4.4.1. Toma de datos .....	99
4.4.4.2. Análisis del factor de forma .....	100
4.4.4.3. Análisis de estrategias para alcanzar el confort, mediante el climograma .....	100
4.4.4.4. Estrategias bioclimáticas .....	101
4.4.5. Resultados .....	101
4.4.6. Interpretación de resultados en las estrategias bioclimáticas.....	102
<b>4.5. Tratamiento del confort ambiental y la participación del usuario en los distintos métodos cuantitativos evaluados .....</b>	<b>102</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>104</b>
<b>5. LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA. APROXIMACIÓN AL ENTORNO CONSTRUIDO Y A ESPACIOS DE TRABAJO DESDE LA PERSPECTIVA DEL USUARIO .....</b>	<b>107</b>
<b>5.1. Paradigmas, marcos teóricos y métodos .....</b>	<b>107</b>
5.1.1. Paradigmas .....	107
5.1.2. Marcos teóricos .....	108
5.1.3. Métodos .....	109
<b>5.2. La investigación cuantitativa y cualitativa. Técnicas de investigación social .....</b>	<b>111</b>
5.2.1. La investigación cuantitativa y cualitativa .....	111
5.2.2. Técnicas de recogida de datos en investigación social .....	113
5.2.3. Técnicas de recogida de datos cuantitativos .....	114
5.2.4. Técnicas de recogida de datos cualitativos .....	115
5.2.5. El Análisis de Contenido como técnica. La categorización .....	117
5.2.6. El análisis de los datos en la investigación cualitativa .....	120
<b>5.3. Criterios de calidad en investigación cuantitativa y cualitativa .....</b>	<b>120</b>
5.3.1. La calidad en la investigación .....	120
5.3.2. La calidad en la investigación cuantitativa .....	121
5.3.3. La calidad en la investigación cualitativa .....	121
5.3.4. La validez en la investigación cualitativa a través de la triangulación .....	123
<b>5.4. La investigación participativa .....</b>	<b>124</b>
5.4.1. La investigación-acción (IA) y la investigación comprometida con la comunidad (CER) .....	124

5.4.2. La investigación participativa basada en la comunidad (CBPR) .....	125
5.4.3. La investigación-acción participativa (IAP) .....	126
<b>5.5. Métodos y técnicas basados en la imagen .....</b>	<b>127</b>
5.5.1. El poder de la imagen .....	127
5.5.2. La imagen como herramienta metodológica .....	127
5.5.3. La foto-entrevista .....	128
5.5.4. La fotoelicitación (photo-elicitation) .....	129
5.5.5. Photonovella .....	129
5.5.6. Photovoice .....	130
<b>5.6. Evolución de Photovoice. Metodología y otros aspectos generales .....</b>	<b>131</b>
5.6.1. Introducción .....	131
5.6.2. Marco teórico, limitaciones y otras consideraciones del método original .....	132
5.6.3. Evolución del método Photovoice .....	134
5.6.4. Planificación del proyecto Photovoice .....	136
5.6.5. Ventajas y limitaciones del proyecto Photovoice .....	141
<b>5.7. Photovoice en la investigación de impacto. Estado actual del conocimiento sobre Photovoice aplicado al ambiente construido y espacios de trabajo .....</b>	<b>143</b>
5.7.1. Introducción .....	143
5.7.2. Proceso y criterios de búsqueda .....	143
5.7.3. Análisis de los estudios resultantes de la búsqueda .....	146
5.7.4. Otras consideraciones de interés en los estudios analizados .....	152
<b>Referencias .....</b>	<b>155</b>

<b>6. PROPUESTA METODOLÓGICA DE ADAPTACIÓN DEL MÉTODO CUALITATIVO EN EL ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE CONFORT EN LOS EDIFICIOS: APLICACIÓN DE PHOTOVOICE .....</b>	<b>161</b>
<b>6.1. Introducción .....</b>	<b>161</b>
<b>6.2. Metodología .....</b>	<b>162</b>
<b>6.3. Cuestiones previas .....</b>	<b>163</b>
<b>6.4. Objetivos de la aplicación del método Photovoice en espacios de trabajo .....</b>	<b>163</b>
<b>6.5. Ventajas de la aplicación del método Photovoice en espacios de trabajo .....</b>	<b>164</b>
<b>6.6. Limitaciones de la aplicación del método Photovoice en espacios de trabajo .....</b>	<b>165</b>
<b>6.7. Propuesta de planificación del proyecto Photovoice para el confort ambiental del usuario en espacios de trabajo .....</b>	<b>167</b>
6.7.1. Definición de los distintos roles: participantes, fotógrafos, facilitadores, audiencia objetivo .....	167
6.7.2. Organización de toma de datos .....	169
6.7.3. Recursos: material necesario y lugar de reuniones .....	169
6.7.4. Definición temporal del proyecto. Duración y periodo de interés .....	170
6.7.5. Planificación de las sesiones y agenda de Photovoice .....	171
6.7.6. Preparación del dossier informativo a los participantes potenciales .....	173
6.7.7. Gestiones para la sesión fotográfica y otros medios audiovisuales .....	173
<b>6.8. Propuesta de desarrollo del proceso Photovoice para espacios de trabajo .....</b>	<b>174</b>
6.8.1. Primer contacto con la audiencia objetivo y los participantes .....	174

6.8.2. Información y reclutamiento de los participantes potenciales .....	174
6.8.3. Información sobre el método Photovoice y objetivos del estudio. Información de consentimiento informado .....	175
6.8.4. Entrega de fotos de prueba. Entrega de consentimientos informados. Entrenamiento fotográfico .....	176
6.8.5. Primer debate sobre las fotografías. Presentación y adecuación de métodos de debate. El SHOWeD y otros métodos de reflexión sobre las fotos .....	178
6.8.6. Codificación alfanumérica de las fotos .....	179
6.8.7. Debate grupal (I): categorización temática de las fotografías usando aspectos, conceptos o temas relacionados con la cuestión principal de investigación .....	179
6.8.8. Debate grupal (II): selección de las fotos representativas para cada subgrupo .....	180
6.8.9. Debate grupal (III): propuestas de soluciones para cada una de las categorías temáticas consensuadas .....	180
<b>6.9. Recolección de datos .....</b>	<b>181</b>
<b>6.10. Análisis de datos .....</b>	<b>183</b>
<b>6.11. Acción social .....</b>	<b>185</b>
<b>Referencias .....</b>	<b>186</b>

## **7. CASO DE ESTUDIO: APLICACIÓN DE MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA EL ANÁLISIS DEL USO DE LA ENERGÍA Y DEL CONFORT AMBIENTAL DEL USUARIO EN EDIFICIOS .....**

<b>PRESENTACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO: EL EDIFICIO PRINCIPAL DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA (IETcc-CSIC) .....</b>	<b>190</b>
<b>7.1. Introducción .....</b>	<b>190</b>
<b>7.2. Actividades principales que desarrolla el IETcc-CSIC .....</b>	<b>190</b>
<b>7.3. Documentación disponible .....</b>	<b>191</b>
<b>7.4. El edificio. Características del complejo edificatorio y del entorno .....</b>	<b>191</b>
<b>7.5. El “espíritu” de Costillares .....</b>	<b>193</b>
<b>7.6. Situación actual y perspectivas de futuro .....</b>	<b>198</b>
7.6.1. Nivel de protección del IETcc-CSIC .....	198
7.6.2. El grado de protección del IETcc y la aplicación de normativa .....	199
7.6.3. Oportunidad estratégica del IETcc .....	201
<b>APLICACIÓN DE MÉTODOS CUANTITATIVOS AL CASO DE ESTUDIO. JUSTIFICACIÓN Y METODOLOGÍAS EMPLEADAS .....</b>	<b>202</b>
<b>7.7. Justificación de la elección de los métodos para el caso de estudio. ....</b>	<b>202</b>
7.7.1. Aplicación sobre el edificio principal del IETcc .....	202
7.7.2. Justificación de la elección de los métodos cuantitativos a aplicar en el caso de estudio .....	203
<b>7.8. Aplicación metodológica de simulación energética. Métodos de validación normativa: Lider y Calener GT ....</b>	<b>205</b>
7.8.1. Análisis propuesto .....	205
7.8.2. Justificación de aplicación .....	206
7.8.3. Cálculo: Limitación de demanda y calificación energéticas .....	206
7.8.3.1. Hipótesis de cálculo .....	207
7.8.3.2. Simplificaciones del modelo .....	208
7.8.3.3. Cálculos: Limitación de la Demanda con LIDER .....	212
7.8.3.4. Cálculos: Exportación a Calener GT. Calificación Energética .....	216
7.8.4. Análisis de resultados .....	221

<b>7.9. Cálculo de la huella de carbono del edificio</b> .....	222
7.9.1. Análisis propuesto .....	222
7.9.2. Justificación de la aplicación .....	222
7.9.3. Propuesta metodológica .....	223
7.9.4. Recopilación y organización de datos .....	223
7.9.4.1. Fase I: Límite temporal .....	223
7.9.4.2. Fase II: Límite de la organización: Enfoque .....	223
7.9.4.3. Fase III: Límite Operativo .....	224
7.9.5. Cálculo de huella de carbono .....	224
7.9.5.1. Cálculo de huella de carbono. Alcance 1 .....	224
7.9.5.2. Cálculo de huella de carbono. Alcance 2: Consumo de electricidad.....	225
7.9.5.3. Cálculo de huella de carbono. Total emisiones alcance 1+2 .....	225
7.9.5.4. Indicadores en sedes: Ratios de consumo y emisiones .....	226
7.9.6. Plan de mejora. Posibles medidas de reducción .....	226
7.9.7. Análisis de resultados .....	229
<b>7.10. Aplicación del método checklist a través de herramienta LEED v. 4 del U.S. Green Building Council (USGBC), para edificios existentes (BO&amp;M)</b> .....	230
7.10.1. Análisis propuesto .....	230
7.10.2. Justificación de la aplicación .....	230
7.10.3. Cálculo de créditos mediante certificación LEED Edificios Existentes (BO&M) .....	231
7.10.3.1 Checklist de estado actual .....	231
7.10.3.2. Propuestas de mejora según las estrategias ofrecidas por LEED .....	232
7.10.4. Análisis de resultados .....	238
<b>7.11. Aplicación de criterios bioclimáticos a través del climograma de Givoni y módulos del software Autodesk Ecofact Analysis ® (weather and solar tools)</b> .....	240
7.11.1. Análisis propuesto .....	240
7.11.2. Justificación de la aplicación .....	241
7.11.3. Aplicación metodológica: Toma de datos, entrada en climograma y elaboración de estrategias bioclimáticas .....	241
7.11.3.1. Emplazamiento .....	242
7.11.3.2. Orientación .....	247
7.11.3.3. Tamaño y factor de forma .....	247
7.11.3.4. Climograma y definición de estrategias para alcanzar el confort .....	248
7.11.3.5. Estrategias bioclimáticas .....	250
7.11.4. Análisis de resultados .....	255
<b>Referencias</b> .....	257
<b>8. CASO DE ESTUDIO: ANÁLISIS MEDIANTE MÉTODOS CUALITATIVOS. APLICACIÓN DEL PHOTOVOICE</b> .....	259
<b>8.1. Introducción</b> .....	259
<b>8.2. Cuestiones previas</b> .....	259
<b>8.3. Objetivos de la aplicación del método Photovoice en el caso de estudio</b> .....	260
<b>8.4. Justificación metodológica de la aplicación de Photovoice en el caso de estudio del IETcc</b> .....	260
<b>8.5. Adaptación metodológica del método Photovoice</b> .....	262

<b>8.6. Planificación del proyecto Photovoice en el IETcc</b> .....	263
8.6.1. Definición de los distintos roles: participantes, fotógrafos, facilitadores, audiencia objetivo .....	263
8.6.2. Organización de toma de datos .....	264
8.6.3. Recursos: material necesario y lugar de reuniones .....	264
8.6.4. Definición temporal del proyecto. Duración y periodo de interés .....	266
8.6.5. Planificación de las sesiones y agenda de Photovoice .....	267
8.6.6. Preparación del dossier informativo a los participantes potenciales .....	268
8.6.7. Gestiones para la sesión fotográfica y otros medios audiovisuales .....	269
<b>8.7. Estructura del Photovoice</b> .....	
8.7.1. Primer contacto con la audiencia objetivo y los participantes .....	269
8.7.2. Información y reclutamiento a los participantes potenciales .....	271
8.7.3. Información sobre el método Photovoice y objetivos del estudio. Información de consentimiento informado. Cuestionario demográfico .....	272
8.7.4. Entrega de fotos de prueba. Entrega de consentimientos informados. Entrenamiento fotográfico....	274
8.7.5. Primer debate sobre las fotografías. Presentación y adecuación de métodos de debate. El SHOWED y otros métodos de reflexión sobre las fotos .....	277
8.7.6. Codificación alfanumérica de las fotos .....	280
8.7.7. Debates por subgrupos (I): categorización temática de las fotografías usando aspectos, conceptos o temas relacionados con la cuestión principal de investigación .....	280
8.7.8. Debates por subgrupos (II): selección de las fotos representativas para cada subgrupo .....	282
8.7.9. Debates por subgrupos (III): propuestas de soluciones para cada una de las categorías temáticas consensuadas .....	283
<b>8.8. Recopilación de datos</b> .....	283
<b>8.9. Procedimiento de análisis de datos</b> .....	285
<b>8.10. Acción Social</b> .....	286
<b>8.11. Resultados de la aplicación del método Photovoice al caso de estudio</b> .....	286
8.11.1. Muestra participante .....	288
8.11.2. Imágenes .....	285
8.11.3. SHOWED de las imágenes .....	291
8.11.4. Discurso grupal. Debate de las sesiones. Categorización de primer nivel, por subgrupos, y propuesta de la investigadora-facilitadora .....	295
8.11.5. Resultados de la aplicación de Aproximación Sucesiva sobre los datos de Photovoice (I): Desarrollo de la categorización de primer nivel .....	300
8.11.6. Resultados de la aplicación de Aproximación Sucesiva sobre los datos de Photovoice (II): Desarrollo de la categorización de segundo nivel .....	304
<b>8.12. Análisis de resultados</b> .....	317
<b>Referencias</b> .....	320
<b>9. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	321
<b>9.1. Análisis de resultados obtenidos para el estado actual del caso de estudio</b> .....	321
<b>9.2. Análisis comparativo de resultados obtenidos en cada método para el caso de estudio</b> .....	323
9.2.1. Tabla comparativa .....	323
9.2.2. Análisis de la tabla comparativa. Valoración general .....	327
9.2.3. Análisis de la tabla comparativa. Información climática .....	329

9.2.4. Análisis de la tabla comparativa. Información del edificio .....	329
9.2.5. Análisis de la tabla comparativa. Actividad de la organización .....	333
9.2.6. Análisis de la tabla comparativa. Confort de los usuarios .....	335
9.2.7. Análisis de la tabla comparativa. Propuestas de mejora .....	336
9.2.8. Análisis de la tabla comparativa. Participación activa de partes interesadas .....	338
9.2.9. Análisis de la tabla comparativa. Caracterización del método .....	340
<b>9.3. Evaluación comparativa de parámetros de sostenibilidad y eficiencia energética en el edificio .....</b>	<b>341</b>
9.3.1. Datos de partida .....	341
9.3.2. Propuestas de mejora .....	344
<b>9.4. Evaluación comparativa de parámetros de confort del usuario .....</b>	<b>347</b>
9.4.1. Datos de partida: la categoría "confort del usuario" .....	347
9.4.2. Propuestas de mejora: categoría "participación activa de partes interesadas" .....	349
<b>9.5. Análisis de otros aspectos no reflejados en la tabla comparativa .....</b>	<b>351</b>
9.5.1. Algunas cuestiones sobre la evaluación de cada método .....	351
9.5.2. Algunas limitaciones del análisis comparativo de los distintos métodos .....	353
9.5.3. La concienciación del usuario y el empoderamiento. Resultados a largo plazo .....	356
<b>Referencias .....</b>	<b>359</b>
<b>10. CONCLUSIONES .....</b>	<b>361</b>
10.1. Introducción .....	361
10.2. Conclusiones basadas en el análisis de resultados expuesto en el capítulo 9 .....	362
10.3. Conclusiones generales sobre Photovoice y su aplicación en arquitectura .....	366
<b>11. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>371</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS .....</b>	<b>375</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>387</b>

## PRÓLOGO.

En cierta ocasión, Benjamin K. Sovacool<sup>1</sup>, se dispuso a enviar un artículo a ciertas revistas para su publicación, cuya elaboración conllevó seis años de intenso estudio y preparación. Una vez enviado a cuatro de las revistas más prestigiosas en materia de energía, no daba crédito cuando los editores de una de las revistas, sobre tecnología energética, rehusó enviar el borrador para su revisión por pares, argumentando que el artículo “se salía” de la temática de la revista, se “quedaba corta” en cuanto a los criterios de la publicación, y no resultaría de interés a la mayoría de lectores internacionales de la revista. Así le ocurrió en una, dos y hasta tres ocasiones más, por lo que su estudio fue rechazado en revistas relacionadas con política energética, economía energética y estudios energéticos, incluso habiendo recibido buenas valoraciones por parte de los revisores a los que logró llegar.

Estas revistas tenían pleno derecho a considerar que el artículo se encontraba fuera de los límites temáticos de esas revistas, y podría ser motivo suficiente para su rechazo. Con el paso del tiempo, Elsevier se fue dando cuenta de la necesidad de encontrar un espacio para este tipo de investigaciones, y entonces puso los recursos suficientes para su lanzamiento. Como resultado, Sovacool creó junto con Elsevier la revista *Energy Research & Social Sciences*, donde según él mismo argumenta “espera que la llamada de una investigación energética más amplia sea escuchada en las formas en las que no sólo se influya a los lectores de esta revista, sino que también llegue a revistas y a sus editores y colaboradores sobre estudios de energía en su totalidad”.

Actualmente, tan sólo tres años después de su creación, la revista *Energy Research and Social Sciences (ERSS)* registra una puntuación de citas de 5.14, con un SNIP de 1.338 y una puntuación en el ranking SCImago de 2.429<sup>2</sup>, además de situarse desde 2015 en el primer cuartil (Q1)<sup>3</sup>.

Como expresa uno de sus estudios, “El tiempo ha llevado a rehacer los estudios y la investigación en energía. Esta debería intencionada, sistemática e institucionalmente ser más orientada a los problemas, interdisciplinar, socialmente inclusiva, y heterogénea. Restringidamente, los estudios disciplinares aún tienen un sitio, por supuesto, en la investigación en energía. Pero, si como dijo una vez el matemático Norbert Weiner, el “cambio viene la mayoría de las veces de tierras de nadie no visitadas, entre dos disciplinas”, entonces urgentemente necesitamos explorar los espacios que ahora existen entre las ciencias sociales y los estudios energéticos”<sup>4</sup>.

Ellsworth-Krebs establece en su artículo sobre la energía en el hogar, extrapolable al problema del usuario en su lugar de trabajo, que “hay una necesidad para entender mejor el comportamiento, desgranando expectativa social y estrategias adaptativas, alejándonos de la confianza en normas universales o

<sup>1</sup> Experto en Políticas Energéticas y Justicia, Sovacool cuenta con una amplia trayectoria no sólo como asesor de gobiernos en todo el mundo, también como profesor universitario y profesional en materia energética.

<sup>2</sup> <https://www.journals.elsevier.com/energy-research-and-social-science/>

<sup>3</sup> <http://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=21100325067&tip=sid&clean=0>

<sup>4</sup> Sovacool, B. K., Ryan, S. E., Stern, P. C., Janda, K., Rochlin, G., Spreng, D., ... Lutzenhiser, L. (2015). Integrating social science in energy research. *Energy Research & Social Science*, 6, 95–99. doi:10.1016/j.erss.2014.12.005

*en investigación preocupada con el confort en relación con la productividad”<sup>5</sup>.*

Tras una trayectoria de más de dieciséis años vinculada a la investigación en Acondicionamiento de Edificios, y la Demanda y Eficiencia de energía, en los que he tenido oportunidad de participar en proyectos de investigación, congresos nacionales e internacionales, conferencias y actividades formativas, además de estudiar especializaciones y másteres relacionados con todos estos temas, llegué a una reflexión similar a la que establecen Sovacool y sus coetáneos.

De un lado, el arquitecto está al servicio del usuario, y parece que esa idea tan básica sobre nuestra labor en la sociedad ha quedado diluida tras la necesidad imperiosa del rigor al servicio, ya ni siquiera del confort ambiental del usuario, sino de unos objetivos de ahorro y eficiencia energéticos que nos han llevado a pensar en algoritmos, simulaciones iterativas en ordenador, y en general, verdades absolutas donde el usuario es un ente dinámico cuyas respuestas impredecibles y a menudo incómodas no llegan a ser desarrolladas en leyes universales.

Sin embargo, el usuario intercambia calor con el edificio y con su ambiente interior, y ese intercambio durante décadas se ha tenido en cuenta de forma tabulada, o estandarizada. No en vano, múltiples estudios han determinado su zona de confort térmico, e incluso tras la aparición del confort adaptativo como revolución que dejaba atrás el balance energético, el trasfondo sigue intentando aproximar al usuario a un patrón universalizable, o a la generación de leyes, al menos en un entorno más o menos determinado, con ciertas características en común.

Parece que el arquitecto olvida en ocasiones su labor de cercanía y servicio al usuario. Surge entonces la cuestión que aborda reiteradamente Sovacool en muchos de sus escritos, reivindicando el papel social y la necesidad de la transdisciplinariedad en las cuestiones energéticas. Si además el edificio es existente, parece más razonable aún plantear la posibilidad de preguntar al propio usuario si se siente confortable o no, y cuáles son las razones por las que no lo está, cuándo, y cómo cree que podría solucionarse.

Para ello el acercamiento a las ciencias sociales se hace básico, y casi urgente. No sin dificultad, puesto que la forma de entender los hechos sociales hace que se observe la realidad de un modo distinto. Despojarse de la herencia post-positivista es complicado, en un entorno tan técnico como son las instalaciones en edificios, a la postre física aplicada.

Es por esto que, cuando planteo la cuestión de la investigación cualitativa, se abre todo un universo para mí antes desconocido, infinito, y que me producía mucho respeto. Respeto además por el simple hecho de no tener la versatilidad de moverme entre términos conocidos, puesto que cualquier matiz podía añadir significados diferentes, lo cual puede advertir el lector en el capítulo 5 de esta tesis.

No obstante, el camino tomado por esta investigación ha sido muy fructífero, y gratificante, y es necesario, cada vez con más apremio, buscar sinergias que hagan encontrar caminos no explorados para responder a aquellas cuestiones que del modo convencional no han sabido ser del todo respondidas, o al menos de forma contundente.

---

<sup>5</sup>Ellsworth-krebs, K., Reid, L., & Hunter, C. J. (2015). Home -ing in on domestic energy research : “ House ,” “ home ,” and the importance of ontology. *Energy Research & Social Science*, 6, 100–108. doi:10.1016/j.erss.2014.12.003

El ser humano es complejo, dinámico, cambiante. Su intercambio energético con el ambiente exterior a su vez también lo es, y en todo ese dinamismo y complejidad, no caben simplificaciones o sesgos para entender la realidad. La clave la debe facilitar el propio usuario.

Por último, pero además como cuestión muy importante, el usuario debe implicarse activamente en la gestión energética del edificio, tomando parte consciente del uso de la energía en el edificio, y más aún, sintiéndose motivado por un fin común, como parte de una colectividad, a aportar su experiencia y su voluntad a cambiar la situación actual y contribuir a que la gestión eficiente en el edificio sea efectiva, y duradera.



## RESUMEN.

La cuestión energética ha sido objeto de estudio en las últimas décadas debido a la progresiva escasez de recursos naturales, especialmente fósiles, y otros efectos nocivos medioambientalmente, como el calentamiento global o el efecto invernadero. Para reducir el consumo de energía y recursos y realizarlo de forma eficiente, se han venido desarrollando normativas, planes estratégicos e investigaciones que permitan encontrar soluciones y fomentar actuaciones de contribución a esos objetivos de reducción y uso eficiente. En el ámbito edificatorio, muchos de estos esfuerzos sin embargo se han realizado sin tener en cuenta el papel del usuario y las repercusiones de su forma de actuar. Más allá de contribuir activamente en la demanda del edificio, el usuario, a menudo estandarizado bajo leyes o tablas que buscan generalizar y predecir su comportamiento, resulta decisivo para lograr intervenciones sostenibles exitosas en edificios existentes, así como para conocer cuáles son las necesidades reales de (dis)confort a la que están sometidos, y alcanzar una gestión energética eficiente del edificio en su vida útil, sin olvidar su bienestar.

Así pues se plantea una metodología de investigación social participativa, cualitativa, proveniente del ámbito de las ciencias sociales y de la salud, denominada *Photovoice*. En ella, es el usuario quien describe su percepción sobre el confort ambiental en el espacio de trabajo a través de sus fotografías, testimonios, y debates grupales; qué carencias o problemas detecta, las causas y consecuencias. Mediante la reflexión conjunta sobre esta realidad, es empoderado, establece mejoras y promueve la acción social para el cambio.

La investigación se ha estructurado en cinco etapas sucesivas, relacionadas directamente con los correspondientes capítulos de la tesis:

1. En primer lugar, se concretan los objetivos, el alcance de la investigación (capítulo 2), y se analizan las circunstancias científico-técnicas actuales en las que se enmarca el contexto de la investigación. Se definen además algunos conceptos básicos, así como el marco legal y teórico del tema de investigación - el confort ambiental de los usuarios y la gestión energética en los espacios de trabajo-, según se ha venido entendiendo de forma convencional por el ámbito académico correspondiente (capítulo 3).
2. Se presentan desarrolladas las herramientas metodológicas de análisis más extendidas sobre gestión eficiente de la energía y confort ambiental del usuario, utilizadas en la evaluación actual de edificios (capítulo 4).
3. Se exponen a continuación las diferencias entre la investigación cuantitativa y la cualitativa, y las perspectivas que ofrecen para el estudio del individuo social (usuario); se muestran diversas técnicas basadas en investigación participativa e investigación con imágenes. Se presenta el *Photovoice* como método de investigación-acción participativa basada en imágenes realizadas por los participantes, su relevancia en la investigación de impacto y su aplicación en espacios de trabajo y ambientes construidos (capítulo 5).
4. Se elabora una propuesta metodológica que adapta *Photovoice* al estudio del confort ambiental del usuario en espacios de trabajo (capítulo 6). A continuación, se presenta un caso de estudio, evaluado en estos

términos, utilizando los cuatro métodos cuantitativos presentados en el capítulo 4 (capítulo 7), y el método cualitativo *Photovoice* (capítulo 8).

5. Por último, se analizan resultados (capítulo 9), se extraen conclusiones (capítulo 10) y se apuntan líneas de investigación futuras (capítulo 11).

La cuestión energética se ha convertido en las últimas décadas en un objetivo prioritario a nivel global. El consumo excesivo de energías fósiles en edificación ha desencadenado un gran impacto, afectando no sólo a la escasez de tales recursos; también a nivel medioambiental las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) asociadas a la extracción, producción y consumo energéticos han constituido un desequilibrio en el medio con efectos tan nocivos para el planeta como el Cambio Climático.

Por otra parte, la crisis del sector de la construcción ha afectado a los distintos agentes intervinientes en el proceso edificatorio. En particular, la labor del arquitecto se ha visto modificada en busca de nuevas oportunidades, que lejos de la construcción prolífica de multitud de edificios en las pasadas décadas, ha tornado hacia la recuperación del parque construido que en muchas ocasiones se encuentra infrautilizado, y sin las prestaciones necesarias para lograr cualidades de habitabilidad, seguridad, accesibilidad y confort suficientes para el bienestar del usuario.

Este parque edificado se enmarca en un contexto donde la normativa relacionada con el acondicionamiento de edificios y de confort ambiental no estaba suficientemente desarrollada, e incluso en determinados ámbitos del ambiente interior era inexistente. Sobre las condiciones térmicas en particular, se marcan dos claros hitos nacionales a nivel normativo; uno, la Norma Básica de Edificación sobre las Condiciones Térmicas<sup>1</sup> de 1979, y otro con el Código Técnico de la Edificación, en su Documento Básico sobre Ahorro de Energía (BD-HE), que surge en 2006<sup>2</sup> y es revisado a la versión actualmente vigente de 2013<sup>3</sup>.

En Europa, la legislación más reciente en esta materia se ha acompañado de estrategias para incentivar los objetivos establecidos en el Horizonte 2020<sup>4</sup>, el cual se orienta en gran medida a conseguir ciertos objetivos de ahorro y eficiencia energéticos en edificios, donde los edificios públicos deben tener una función ejemplarizante. Estos edificios, y en general los edificios de uso no residencial, resultan grandes consumidores de energía, debido principalmente a iluminación, sistemas de climatización, y equipos.

A pesar de que el estado actual del conocimiento científico-técnico ha empleado muchos de sus esfuerzos en diseñar metodologías para predecir comportamientos energéticos de los edificios desde las fases previas de diseño, y en edificios existentes para rehabilitar con criterios de ahorro y eficiencia para la fase de uso, aún existe una cuestión que afecta directamente a la efectividad de estas estrategias, y es la participación del usuario y su relación real con el edificio.

---

<sup>1</sup> Real Decreto 2429/79, de 6 de julio por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE CT-79, sobre Condiciones Térmicas en los edificios.

<sup>2</sup> BOE. (2006). Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2006-5515>

<sup>3</sup> BOE. (2006). Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

<sup>4</sup> <http://www.eshorizonte2020.es/>

Esta relación entre el edificio y el usuario, compleja y dinámica -como lo es el propio intercambio energético del edificio con su ambiente exterior, debido al clima-, se ha tratado de expresar mediante algoritmos y fórmulas que buscan diseñar patrones de comportamiento del usuario, a fin de poder predecir con más exactitud las consecuencias de su relación con el edificio y cómo afecta esta al consumo energético del mismo.

Sin embargo, estos estudios a menudo resultan sesgados, y si bien parten de la búsqueda de mayor precisión con respecto al patrón de usuario, esto finalmente suele verse contrarrestado con la aplicación de estos algoritmos o funciones probabilísticas a entornos virtualizados o modelos simulados por ordenador, que añaden sus propias incertidumbres.

Estos métodos suelen además ir acompañados de equipos costosos, largos periodos de medición en laboratorio o *in situ* con estudios de campo, contratación de profesionales cualificados, y estudios iterativos en entornos simulados, que en ocasiones suponen además cierta molestia a los usuarios del edificio, puesto que es necesario realizar los estudios en régimen de ocupación.

Dado que aún no existe un criterio metodológico unificado que logre la armonía deseada entre un uso eficiente de la energía en el edificio y el confort ambiental real del usuario, surge la necesidad de investigar por otras vías, acercándose a otras disciplinas, que den respuesta a la cuestión del usuario, que asiste como espectador pasivo a la labor del profesional y del gestor energético, mientras que su comportamiento sigue afectando de forma continua y dinámica a los consumos de energía y emisiones asociadas al edificio.

Este hecho aún es más pronunciado en los espacios de trabajo, donde el usuario no sólo no está implicado en la gestión energética del edificio, sino que al no afectar a su economía particular, puede no ser consciente del consumo que supone, energético y económico, además del coste medioambiental asociado.

Cabe preguntarse entonces por qué el usuario, tan presente en la cuestión energética y de confort ambiental ante el técnico y la comunidad científica, no se pronuncia al respecto, en los casos de edificios existentes si el entorno construido (el edificio) es conocido, el usuario también, y quien sabe más sobre el confort ambiental en los espacios, es quien los ocupa. Otra cuestión importante sería aquella que plantease cómo lograr la participación del usuario de forma activa, reflexiva y motivada en la tarea del uso eficiente de la energía en estos espacios de trabajo.

Para responder a estas preguntas, la aproximación que se efectúa lleva a las ciencias sociales, que se presentan como una alternativa natural y lógica en la necesaria mirada multidisciplinar para poder hacer partícipe al usuario en las cuestiones energéticas y ambientales relacionadas con el edificio.

Desde el ejercicio de comprensión holística que supone para el arquitecto su aproximación a las ciencias sociales, surge la vía de aproximación al usuario utilizando la investigación cualitativa, y en particular la Investigación- Acción Participativa (IAP), cuya potencialidad reside en el acercamiento casi íntimo al usuario, para conocer de primera mano, en un clima de confianza y distensión, de forma detallada, cuáles son sus necesidades y los problemas detectados en el edificio, y cómo cree que podrían ser resueltos. Esta legitimación del usuario, de su propia experiencia, hace que no sólo se sienta útil, sino que además pueda aportar su visión, sintiéndose escuchado, empoderado, y motivado a contribuir al cambio del *status quo*.

Esta contribución resulta necesaria para el técnico, que de otra forma no podría conocer la problemática del edificio existente, puesto que la visión del profesional sobre el edificio existente y su problemática es necesariamente desde la mirada en cierto modo distante.

En concreto, la aplicación adaptada del método *Photovoice*, resulta innovadora y potente por dos cuestiones: una, la fuerza simbólica de la imagen, a través de las fotografías realizadas por los propios usuarios para transmitir sus necesidades; y dos, la narración que contextualiza la problemática existente y las propuestas de mejora que los usuarios establecen desde su propia experiencia.

Esta metodología, ampliamente aplicada en campos tan experimentales como las ciencias de la salud, donde no en vano surge en los años noventa, es adaptada en esta investigación como alternativa a los métodos cuantitativos utilizados hasta ahora.

Para validar su aplicación adaptada al campo de la arquitectura, y en concreto a la eficiencia energética y el confort ambiental, los resultados obtenidos se contrastan con aquellos ofrecidos por los métodos cuantitativos utilizados convencionalmente, y sobre ellos resaltar otras ventajas derivadas del acercamiento al usuario.

El interés principal reside además de ofrecer una alternativa metodológica, en profundizar en el comportamiento del usuario, con el objetivo no sólo de que sea consciente del uso de la energía en el edificio, sino de que disfrute del nivel de confort ambiental deseado, siendo partícipe en la gestión energética a lo largo de la vida útil del edificio.



## OBJETIVOS Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.

En el presente capítulo se identifican el objetivo de la tesis y la metodología utilizada para alcanzarlo. En primer lugar, se determinan el objetivo y el alcance de la investigación. En segundo lugar, se formulan las hipótesis y las preguntas a partir de las cuales se aborda la investigación. Por último, se describe la metodología aplicada en la presente tesis, y la parte del documento en la que se especifica el desarrollo de cada uno de los aspectos de la misma.

### 2.1. Objetivos

El objetivo fundamental de esta tesis es contribuir al desarrollo de un procedimiento eficaz y eficiente para mejorar las condiciones de confort ambiental de edificios existentes, a través de la aplicación de métodos cualitativos provenientes de las ciencias sociales y de la salud.

Los objetivos específicos, son:

- Comprobar la viabilidad del uso de métodos cualitativos en el ámbito de la arquitectura, como herramientas de diagnóstico y elaboración de propuestas de mejora sobre las condiciones de confort ambiental en edificios.
- Ofrecer y validar una herramienta metodológica a través de la cual el propio usuario detecta, reflexiona y comparte con otros usuarios qué aspectos de su confort en el lugar de trabajo no son satisfechos, cuáles son las posibles necesidades, así como causas, consecuencias, y cómo puede solventarlo.
- Ofrecer a los usuarios una vía efectiva de comunicación de sus necesidades, sencilla, creativa y motivadora, a través de la cual puedan expresar detalladamente los aspectos que de otra manera no pueden, relativos al confort ambiental en su espacio de trabajo, en un entorno participativo, con tiempo suficiente para reflexionar individual y grupalmente sobre sus necesidades, empoderándolos a través de la escucha activa, de la reflexión, de la motivación de sentirse útiles, y decididos a efectuar juntos las acciones necesarias para lograr cambios en su *status quo*.
- Contribuir con esta metodología a diagnosis más efectivas y eficientes, determinando las necesidades y los problemas reales que encuentran los usuarios de los edificios existentes para alcanzar el bienestar, y las soluciones que ellos mismos proponen, legitimando así su experiencia para facilitar al técnico las pistas sobre cómo actuar, utilizando estrategias más ajustadas para cada caso, sobre el uso eficiente de la energía en el edificio y del confort ambiental del usuario.
- Concienciar al usuario de la necesidad de su implicación activa en la gestión energética del edificio, no sólo haciéndolo participe del análisis de necesidades y de las propuestas de mejora desde la reflexión crítica, el grupo de debate, y la motivación por el cambio, sino fomentando esta participación y concienciación necesariamente durante toda la vida útil del edificio.

### 2.2. Alcance del estudio.

La tesis se limita a edificios existentes, y aunque puede aplicarse a edificios con

un tiempo de uso deseable de al menos un año, está indicada específicamente para edificios que llevan en funcionamiento un periodo de tiempo mayor. La metodología está orientada en esta investigación hacia espacios de trabajo, o asimilable a oficinas, aunque este término parece más restrictivo en cuanto a las tareas a realizar en los distintos espacios. No obstante, el método podría ser trasladable a otros usos, como el residencial por ejemplo, ante cuestiones vinculadas al edificio completo, con una comunidad de propietarios o más de una titularidad, o en general en ambientes contruidos donde haya un grupo de personas con una serie de objetivos en común.

El método propuesto se adapta bien a edificios con circunstancias específicas, entre ellos: edificios públicos, edificios con valor patrimonial, históricos o con otras peculiaridades, donde otros métodos quizás no puedan llegar, por ejemplo en el caso de edificios históricos. Muchos de estos edificios no forman parte del ámbito de aplicación de la normativa energética actualmente en vigor. En cambio, el método propuesto podría ser de aplicación. Esto se verá en detalle en los capítulos 3 y 4, así como en el capítulo 7 sobre el caso de estudio.

El método se centra especialmente en el tema del confort ambiental y la participación del usuario para la gestión energética en espacios de trabajo, por lo que la metodología es de aplicación especialmente en edificios existentes donde se necesite evaluar cualquiera de estas dos cuestiones, bajo la apreciación y experiencia de los usuarios de estos edificios. La razón de aplicar este método en espacios de trabajo, y especialmente en edificios públicos obedece a la mayor necesidad de concienciación del usuario en la necesidad de establecer estrategias de ahorro y eficiencia energéticas cuando los costes derivados de consumos energéticos se sufragan con dinero público, incidiendo además en las consecuencias medioambientales, como el cambio climático o la escasez de recursos naturales.

Por otra parte, estos edificios y sus gestores deben asumir el rol ejemplarizante de la aplicación de estas estrategias de eficiencia, ante la sociedad a la que dan servicio.

En este tipo de espacios el usuario a menudo no sabe cómo controlar su propio ambiente interior, o no le es posible, por lo que una aproximación que desvele cuáles son sus necesidades y sus preferencias con respecto al confort ambiental parece adecuada, oportuna y útil.

El caso de estudio se ubica en la ciudad de Madrid. Sin embargo, por la naturaleza de la metodología y su capacidad de adaptación a las necesidades de los usuarios, sería adaptable a cualquier otra ciudad.

Asimismo, el edificio del caso de estudio alberga unos 200 usuarios fijos, más aquellos en momentos puntuales como cursos de postgrado, jornadas técnicas, conferencias, u otros eventos de divulgación, formativos o temáticos. Dado que la metodología se adapta al usuario, también se podría establecer en edificios de menor o mayor capacidad de ocupación. No obstante, este método está especialmente indicado en espacios de trabajo con una ocupación pequeña o mediana, ya que en estas organizaciones no pueden establecer estudios pormenorizados de gestión energética. Este método puede ser de utilidad para establecer estrategias de ahorro y uso eficiente de la energía sin que suponga grandes inversiones de tiempo y dinero.

La aplicación metodológica de *Photovoice* sobre el caso de estudio se realiza en periodo de invierno, debido a la previsión de entrega de esta tesis durante 2017, lo cual supone una limitación en la evaluación de su potencial de diagnóstico y

propuestas de mejora sobre el edificio – ya que no condensa todas las posibles necesidades de sus usuarios, cuando lo ideal es cubrir entre 9 meses y el año-. Esto también es una limitación ante la comparativa con otros métodos, sobre análisis de resultados, establecida en el capítulo 9. Sin embargo, esta limitación se ha visto superada por el propio potencial de la herramienta, capaz de generar mucha más información que la esperada o prevista inicialmente por parte del investigador.

Esta temática también podría haber abarcado no sólo el confort ambiental del usuario, sino la sostenibilidad o la calidad ambiental interior, y así haber tratado más temas a lo largo de las sesiones grupales. Sin embargo todo esto es tratable en otras posibles sesiones, o en sucesivas aplicaciones del método propuesto. A su vez, se puede repetir el caso de estudio para la temporada estival, o bien realizar un nuevo estudio a modo de seguimiento (o en la nomenclatura inglesa, extendida, de *follow-up*), para comprobar el poder de acción para el cambio derivado de la concienciación y participación de los usuarios del edificio. La metodología puede permitir ciertas adaptaciones a las necesidades del edificio, así como a las de los gestores de las actividades y del uso de la energía en él.

### 2.3. Hipótesis de partida.

La hipótesis inicial establece que *es posible aplicar aproximaciones más ajustadas para diagnosticar y proponer mejoras sobre la eficiencia energética y el confort ambiental en los edificios existentes, desde la perspectiva del usuario, particularmente en los espacios de trabajo.*

Una de las hipótesis específicas determina que *es posible que esa aproximación, tratándose del usuario, se establezca desde el ámbito de las ciencias sociales, por lo cual el procedimiento utilizado puede provenir del conocimiento actual de tales ciencias.*

La última hipótesis específica afirma que *es posible que la aproximación se acometa desde enfoques cualitativos y participativos, que permitan la expresión, reflexión, participación y empoderamiento del usuario. Utilizando tales métodos, no sólo se obtendría información detallada y valiosa para los técnicos y gestores del edificio en torno al confort ambiental y el uso de la energía. Además permitiría que el usuario se implicase activamente a largo plazo, a través del empoderamiento, la conciencia crítica, y la motivación, velando por que los cambios que se deban realizar sean permanentes y duraderos.*

Al plantear la posibilidad de la aproximación para abordar el tema de la investigación desde las ciencias sociales, y, más concretamente, desde el enfoque cualitativo, las hipótesis se reformulan a través de las denominadas *preguntas de investigación*, que se pueden enumerar como sigue:

- *¿Son los métodos actuales eficientes para diagnosticar el confort ambiental real de los usuarios?*
- *¿El conocimiento científico técnico permite otros métodos más eficientes para diagnosticar las causas de este disconfort, y proponer soluciones de forma ajustada y eficiente?*
- *¿es posible efectuar un diagnóstico valorando y legitimando la experiencia del usuario sobre el confort ambiental en un edificio en concreto, y posteriormente motivarlo a participar en la elaboración de propuestas de mejora desde una perspectiva de ahorro y eficiencia de energía?*
- *¿puede el usuario, entenderse como un co-gestor del edificio, a lo largo de*

*su vida útil, velando por el uso eficiente de la energía y el confort ambiental interior, e interactuando para establecer las acciones necesarias para que las mejoras sean constantes, y duraderas?*

- *¿puede Photovoice dar respuesta a todas estas preguntas como herramienta metodológica?*

## **2.4. Metodología de la investigación.**

La metodología establecida para la consecución de los objetivos propuestos se realiza de acuerdo con las siguientes fases:

**Primera fase:** En ella se plantean las cuestiones iniciales desde donde parte la investigación:

En primer lugar se expone las cuestiones que llevan al planteamiento y la elaboración de esta adaptación metodológica procedente de las ciencias sociales, para hacer partícipe al usuario en la gestión energética del edificio en espacios de trabajo (Capítulo 1, "Introducción"). En segundo lugar, se establecen los conceptos, objetivos, alcance, hipótesis y preguntas de esta investigación (Capítulo 2, "Objetivos y alcance de la investigación").

**Segunda fase:** Constituye la parte central de la investigación, donde se sientan las bases de la misma de acuerdo a un estado actual del conocimiento, desde las aproximaciones de la energía en el edificio, y del usuario como individuo social:

En el capítulo 3, sobre "Estado actual del conocimiento científico-técnico[...]", se divide a su vez en dos subcapítulos. En el subcapítulo 1, se muestran los conceptos básicos utilizados en la tesis, el panorama actual político y normativo en materia de energía en edificación, así como las principales herramientas y métodos de análisis y mejoras para la eficiencia energética del edificio, con una consideración mayor o menor sobre el confort ambiental del usuario. En el subcapítulo 2, se hace hincapié en el usuario bajo una doble perspectiva: cómo el usuario percibe y participa en la cuestión medioambiental, y cómo la investigación más reciente sobre energía en los edificios aborda el comportamiento del usuario en el edificio, en relación al confort ambiental.

En el capítulo 4, sobre "Enfoques cuantitativos comúnmente usados para la diagnosis y mejora del uso de energía y confort ambiental del usuario en edificios", se abordan de forma detallada cuatro enfoques metodológicos utilizados habitualmente para la evaluación de la sostenibilidad energética, algunos de mayor aplicación particularmente en el ámbito de edificios terciarios.

En el capítulo 5, sobre "La investigación cualitativa. Aproximación al entorno construido y a espacios de trabajo desde la perspectiva del usuario", se sientan las bases epistemológicas que diferencian a su vez la investigación cuantitativa y la cualitativa, estableciendo las cuestiones necesarias para realizar una investigación cualitativa rigurosa y de calidad. A continuación se presenta la metodología utilizada en la tesis, el *Photovoice*, de manera genérica, y por último se revisa la literatura donde se aplica esta metodología al ambiente construido y en entornos de trabajo.

En el capítulo 6, titulado "Propuesta metodológica de adaptación del método cualitativo en el análisis de las condiciones de confort ambiental en los edificios: aplicación de *Photovoice*", se establecen las cuestiones de forma pormenorizada para adaptar este método a las particularidades derivadas de la gestión de la energía, y el confort ambiental del usuario, en el edificio.

**Tercera fase:** En esta parte se presenta el caso de estudio, sobre el cual se aplicarán una serie de métodos cuantitativos, anteriormente descritos en el capítulo 4 (capítulo 7), y posteriormente se aplicará el método cualitativo elegido, el *Photovoice* (capítulo 8).

**Cuarta fase:** En esta parte final se muestran en primer lugar el análisis de resultados obtenidos por el método cualitativo, comparado con los métodos cuantitativos, para darle validez, demostrando que es capaz de detectar problemas, realizar un diagnóstico y proponer mejoras al igual que cualquier otro método cuantitativo, además de tener otras ventajas (capítulo 9). Posteriormente se extraen las conclusiones (capítulo 10), y se sugieren líneas de investigación futuras (capítulo 11).



## ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO-TÉCNICO DE LA GESTIÓN ENERGÉTICA Y DEL CONFORT AMBIENTAL DEL USUARIO EN LOS EDIFICIOS.

El objetivo de este capítulo es dar a conocer el papel que ha tenido el usuario en la gestión energética del edificio y las condiciones ambientales interiores para lograr su bienestar, particularmente en los espacios de trabajo.

Para ello, en el primer subcapítulo se van a definir algunos conceptos básicos utilizados en esta tesis, así como el contexto normativo y político en tema energético y ambiental, y el conocimiento actual científico-técnico en la materia, con los métodos, estrategias y enfoques que se aplican para cumplir los estándares y objetivos establecidos sobre energía, recursos y emisiones de CO<sub>2</sub> sin menoscabar el bienestar del usuario.

En el segundo subcapítulo se presenta la perspectiva del usuario. Y esto a su vez se plantea desde dos puntos de vista diferenciados: el usuario y su relación con el medioambiente, y el comportamiento del usuario como parte de la investigación de impacto relacionada con el ahorro de energía en edificios.

### LA GESTIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO.

#### 3.1. Algunos conceptos básicos utilizados en esta tesis.

A continuación se citan algunos de los conceptos más utilizados en el ámbito de estudio de esta tesis:

**Envolvente (térmica) del edificio:** *la envolvente del edificio “está compuesta por todos aquellos cerramientos que delimitan los espacios habitables con el exterior, con el terreno o con otro edificio, y todas aquellas particiones interiores que delimitan los espacios habitables con espacios no habitables en contacto con el ambiente exterior” (BOE, 2013a)<sup>1</sup>. Por tanto, “los elementos que componen la envolvente térmica del edificio son: cubiertas, suelos, fachadas (muros y huecos), medianerías, cerramientos en contacto con el terreno y particiones interiores” (Ministerio de Fomento, 2016)<sup>2</sup>.*

**Demanda energética:** *se define como “la energía útil necesaria que tendrían que proporcionar los sistemas técnicos para mantener en el interior del edificio unas condiciones definidas reglamentariamente. Se puede dividir en demanda energética de calefacción, de refrigeración, de agua caliente sanitaria (ACS), y de iluminación, y se expresa en kW.h/m<sup>2</sup>.año, considerada la superficie útil de los espacios habitables del edificio” (BOE, 2013a)<sup>1</sup>.*

**Consumo energético:** *se entiende como “la energía necesaria para satisfacer la demanda energética de los servicios de calefacción, refrigeración, ACS, y en edificios de uso distinto al residencial privado, de iluminación, del edificio,*

<sup>1</sup> Definición extraída del Documento Básico sobre Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación (CTE DB-HE, Sección 1 Apéndice A. Terminología. Este documento normativo se publicó inicialmente por BOE en 2006, mientras que la versión vigente se publica en BOE en 2013.

<sup>2</sup> Versión del CTE DB-HE con comentarios, efectuados por el Ministerio de Fomento del Gobierno de España, disponible en la web <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-ahorro-energia.html>

teniendo en cuenta la eficiencia de los sistemas empleados". En el contexto del Código Técnico de la Edificación, se expresa en términos de energía primaria, aunque según este mismo documento especifica, "debe poder desglosarse en energía final dependiendo del vector energético utilizado (electricidad o tipo de combustible) y en unidades  $kW.h/m^2.año$ , considerada la superficie útil de los espacios habitables del edificio" (BOE, 2013a)<sup>1</sup>.

**Eficiencia energética, o uso eficiente de la energía:** utilizados en esta tesis con idéntico significado, se refieren a "la relación entre la producción de un rendimiento, servicio, bien o energía, y el gasto de energía" (DOUE, 2012)<sup>3</sup>.

**Instalaciones térmicas del edificio:** se consideran instalaciones térmicas del edificio, "aquellas instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación, en su acrónimo inglés HVAC), y de producción de agua caliente sanitaria (ACS), destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas" (BOE, 2013b). A menudo también son denominadas como "sistemas" o "sistemas y equipos", en referencia a estos sistemas y equipos que dan servicio dentro del edificio.

**Climatización del edificio (HVAC):** La climatización del edificio, se refiere al sistema o conjunto de sistemas relacionados con la refrigeración, calefacción y ventilación, a menudo designados con el acrónimo en inglés HVAC (*Heating, Ventilation and Air Conditioning*), que contribuyen a compensar la demanda energética del edificio, a fin de lograr el confort higrotérmico del usuario.

**Confort:** La Real Academia Española (RAE) describe el confort como "bienestar o comodidad material" (RAE, 2014). Esta definición sin embargo es algo ambigua para el contexto de esta tesis, puesto que comprende una componente psicológica o bien de comportamiento del ser humano que lo experimenta.

**Bienestar:** según la RAE, se define en su tercera acepción como "Estado de la persona en el que se le hace sensible el buen funcionamiento de su actividad somática y psíquica", entendiéndose, como se ha definido anteriormente para "confort" como un sinónimo de este (RAE, 2014).

**Confort térmico:** Según la norma americana ASHRAE 55<sup>4</sup>, el confort térmico "es el estado de la mente que expresa satisfacción con el ambiente térmico"<sup>3</sup>.

**Ambiente térmico:** Nicol lo define como "las características térmicas de un lugar particular, incluyendo condiciones de transferencia de calor, como la radiación, la convección y la evaporación" (Nicol et al., 2012).

**Factores ambientales:** Parámetros de las condiciones meteorológicas que determinan las características del clima de un lugar (AENOR, 2006). Los principales son: temperatura, humedad, y la radiación solar.

**Confort ambiental (interior):** Este difiere del confort térmico en que el ambiental suele tener en consideración, además del confort térmico, otros parámetros de calidad de ambiente interior, ya sean físicos, como la iluminación o el ruido, o de otra naturaleza, como contaminantes químicos o microbiológicos, por ejemplo.

**Sistema de gestión de la energía, o gestión energética:** según la Directiva sobre eficiencia energética, se entiende como "un conjunto de elementos relacionados entre sí o en interacción pertenecientes a un plan que establece un objetivo de eficiencia energética y una estrategia para alcanzarlo"<sup>3</sup>.

**Ambiente o entorno construido:** Davison and Lawson (2006) definieron el

<sup>3</sup> Directiva 2012/27/UE sobre Eficiencia Energética, Capítulo 1, Artículo 2, sobre Definiciones, publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea número 315, del 14 de noviembre de 2012.

<sup>4</sup> ASHRAE Standard 55 *Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. 2013.

ambiente o entorno construido (o físico) como “*las características objetivas y percibidas del contexto físico en el cual la gente pasa su tiempo (por ejemplo, el hogar, vecindario, escuela), incluyendo entre otros aspectos, el diseño urbano, cuestiones relativas al tráfico rodado, y espacios para el ocio y esparcimiento, así como otros relacionados con el clima y la seguridad, por ejemplo*” (Ferrer et al, 2015)<sup>5</sup>.

**Edificios terciarios:** se denominan edificios terciarios, o “de uso terciario” aquellos que no se dedican a usos asimilables a vivienda o residencial (entre los cuales pueden encontrarse además usos tipo alojamiento puntual, como hoteles o residencias de personas con necesidades especiales). Entre estos usos terciarios, se pueden encontrar edificios comerciales, administrativos o de oficinas, de educación, entre otros.

**Espacios de trabajo:** Se determinan como espacios de trabajo básicamente edificios destinados a terciario, especialmente los asimilables a oficinas (por contraposición a aquellos terciarios de ocio, esparcimiento, culto o similar, como pueda ser un centro comercial, una iglesia o un polideportivo). Aunque la definición de “edificio administrativo o de oficinas” puede ser demasiado generalista para determinados casos, como por ejemplo el caso de estudio que se presenta en el capítulo 7 de esta tesis, cuyos usos principales son despachos o laboratorios. Para eludir esa definición más específica, se definen como “espacios de trabajo”, concepto global más acorde con el planteamiento de este trabajo de investigación.

## **3.2. Normativa y políticas energéticas.**

### *3.2.1. Panorama internacional*

El Protocolo de Kyoto, auspiciado por la ONU<sup>6</sup> establece un convenio sobre Cambio Climático, el cual es adoptado en 1997, firmado por la Unión Europea en 2002. Es el primer documento que aúna a casi todos los países en el ámbito internacional, con el fin de sentar las bases políticas sobre la cuestión energética y medioambiental de forma coordinada (FENERCOM, 2006), vinculada a la reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

Posteriormente, a nivel europeo, se publica en 2003 en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas la Directiva 2002/91/CE de *Eficiencia Energética de Edificios*, como parte del *Plan de Acción de la Comisión para la mejora de la Eficiencia Energética*<sup>7</sup>, donde se solicita tomar medidas concretas sobre esta cuestión para el sector de la edificación, en los estados miembros. Esta Directiva quedaría refundida en la Directiva 2010/31/UE.

La Unión Europea (UE) establece en 2010 la estrategia decenal denominada “*Europa 2020*”<sup>8</sup>, entre cuyos objetivos está el conocido como “20-20-20”, consistente en reducir el 20% del consumo de energía (en relación con el

---

<sup>5</sup> En esta tesis se cita el entorno construido en el capítulo 5, ya que la aproximación metodológica abordada en esta investigación se presenta más próxima al ámbito de estudio desde este concepto. Las investigaciones del conocimiento actual analizadas desde la literatura contextualizan los estudios socio-sanitarios en un entorno construido, definido para cada uno de ellos como espacios de trabajo, vecindarios, distritos, ciudades, y en otros casos viviendas, por ejemplo. En muchos casos, estos entornos construidos son tratados en las investigaciones como una variable o conjunto de variables que intervienen en lo social, y son introducidas en el fenómeno estudiado, lo que genera unas consideraciones y conclusiones específicas en cada caso.

<sup>6</sup> Organización de Naciones Unidas.

<sup>7</sup> Actualmente es sustituido por el Plan Nacional de Acción de la comisión para la Eficiencia Energética 2017-2020, bajo las indicaciones de la Directiva 2012/27/UE. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-directive/national-energy-efficiency-action-plans>

<sup>8</sup> [http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/targets/index\\_es.htm](http://ec.europa.eu/europe2020/europe-2020-in-a-nutshell/targets/index_es.htm)

año 2010); reducir las emisiones de GEI al menos en un 20% con respecto a los niveles de 1990 (Kyoto); e incrementar el porcentaje de las fuentes de energía renovables en consumo final de energía hasta un 20%. En 2015 se realizó una revisión por parte de la UE, a fin hacer seguimiento y así alcanzar, en la medida de lo posible, los objetivos establecidos en 2010.

La Directiva 2006/32/CE sobre la *eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos*, queda entonces derogada por la Directiva 2012/27/UE, la cual refuerza el objetivo de alcanzar en 2020 un ahorro del 20% de la energía, e incluso favoreciendo que las nuevas mejoras de eficiencia vayan más allá del 2020, y complementa a la Directiva de 2010, en lo referente a la función ejemplarizante de los organismos públicos<sup>9</sup>.

Más recientemente se publica la Directiva UE 2015/1513 del Parlamento Europeo y del consejo de 9 de septiembre, por la que se modifica entre otras, la Directiva 2009/28/CE, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables (MINETUR, 2015).

Por otra parte, la *Carta Internacional de la Energía* de 2015 (*Energy Charter Secretariat*, 2015), firmada por países de todo el mundo, establece muchos de los desafíos más importantes a nivel energético de este siglo, entre los que se encuentran la relación entre seguridad energética, desarrollo económico y protección medioambiental; la necesidad de diversificar fuentes y rutas de suministro energético; la necesidad de reducir la pobreza energética y fomentar energías limpias, y otros muchos.

### 3.2.2. La normativa española

En España, el desarrollo reglamentario de la *Ley de la Ordenación de la Edificación* (LOE)<sup>10</sup>, derivó en el Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006), que contempla, dentro del capítulo de Habitabilidad, los Documentos Básicos de Ahorro de Energía, designados por el acrónimo DB HE. Estos documentos están orientados a la reducción de la demanda y el consumo de energía en los edificios, una mayor eficiencia en las instalaciones y el fomento del uso de energías renovables. Además, uno de estos Documentos Básicos, el DB-HE 2, relativo al rendimiento de las instalaciones térmicas, remite directamente al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE). Este Reglamento transpone parcialmente la Directiva anteriormente citada de 2002, a través del documento RD 1027/2007. Posteriormente, tras la refundición de la Directiva en 2010, adopta los cambios a través del RD 238/2013. En él se establecen las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización, y agua caliente sanitaria, para conseguir un uso racional de la energía<sup>11</sup>.

El Procedimiento Básico de Certificación de Eficiencia Energética de Edificios, RD 47/2007, también es una transposición de la Directiva 2002/91/CE, así como de la Directiva 2006/32/CE. La Directiva 2010/31/UE de mayo de 2010, refundición de Directiva de 2002, sobre la eficiencia energética de los edificios, queda transpuesta además por otras dos vías: mediante la Orden FOM 1635/2013 que

---

<sup>9</sup><http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/directiva2012/Paginas/directiva-2012-27UE.aspx2>

<sup>10</sup>Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. BOE núm. 266, de 6-11-1999

<sup>11</sup> <http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Paginas/InstalacionesTermicas.aspx>

modificaba el Código Técnico de la Edificación, y con el RD 235/2013, que modifica algunas aspectos sobre la Certificación de Eficiencia Energética de Edificios, entre otros ampliándola también a edificios existentes.

### 3.2.3. Políticas e incentivos energéticos en España para el sector terciario.

*“El elevado nivel de consumo del sector terciario (servicios) en edificación, responde a los usos energéticos. Las necesidades energéticas de los sectores oficinas y comercio en las instalaciones de iluminación, climatización, ofimática, Tecnologías de Información y Comunicación (TICs), explican la gran demanda eléctrica asociada. Sin embargo, se produce una gran diferencia con respecto a otros países que utilizan la cogeneración y redes de distrito para cubrir al menos una parte de sus demandas energéticas” (MINETUR, 2015).*

El **Programa de Ayudas para la Rehabilitación Energética de Edificios existentes (Programa PAREER-CRECE)**<sup>12</sup>, publicado en BOE en mayo de 2015, surge para incentivar y promover las actuaciones de reforma de edificios existentes, en el aspecto energético, fomentando el ahorro de energía, la eficiencia de los equipos, el aprovechamiento de energías renovables, y la reducción de CO<sub>2</sub>, con independencia de su uso y titularidad. Asimismo, se fomenta el cumplimiento de objetivos de la Directiva 2012/27/UE, relativa a la eficiencia energética, y del Plan de Acción 2014-2020<sup>13</sup>, por lo que se espera además crear oportunidades de crecimiento y empleo, especialmente en el sector de la construcción, favoreciendo la regeneración urbana. Para ello, el Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital (MINETAD), a través del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), pone en marcha un programa específico de ayudas y financiación. Las actuaciones dirigidas a mejorar la eficiencia energética podrán actuar sobre la envolvente térmica, las instalaciones térmicas y de iluminación, o sustituir consumo energético fósil por biomasa, o geotermia. Así, deberían mejorar la calificación energética inicial del edificio. Esta mejora de su calificación energética podrá obtenerse mediante la aplicación de una o más actuaciones de las citadas. Este programa es de aplicación a todo tipo de edificios, residenciales o no. Actualmente este programa ha publicado, según resolución del IDAE, la finalización del proceso de registro de nuevas solicitudes de adhesión al programa de ayudas, con fecha 3 de mayo de 2016.

Por otra parte, el **Modelo de Contrato de Servicios Energéticos para Edificios Públicos**, se basa en el potencial ahorro de fondos públicos que supone la estrategia de la eficiencia energética, por lo que propone la ejemplaridad del sector público a través de inversiones, mantenimiento y gestión energética de sus edificios, instalaciones y equipamiento.

La suma del consumo de edificios públicos representa en España el 20% del consumo de energía final, un porcentaje que tiende, además, a incrementarse<sup>14</sup>.

En el sector de edificios públicos se ha detectado un importante ahorro de energía en potencia. Sin embargo, no es fácil su consecución, por temas administrativos y legales, como por ejemplo la adjudicación de diferentes partidas de presupuesto del sector público, en tecnologías consumidoras de

---

<sup>12</sup> <http://www.idae.es/index.php/id.858/reلمenu.409/mod.pags/mem.detalle>

<sup>13</sup> Por el Plan Nacional de Acción de la comisión para la Eficiencia Energética 2017-2020, <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficiency-directive/national-energy-efficiency-action-plans>

<sup>14</sup> <http://www.idae.es/index.php/idpag.23/reلمcategoria.1030/reلمmenu.344/mod.pags/mem.detalle>

energía, y mantenimiento y suministro energético para esos mismos equipos y sistemas. Esto conlleva el problema de selección de este tipo de equipos nuevos más eficientes, puesto que se considera inversión pero no se tiene en cuenta el ahorro en factura y mantenimiento en su vida útil. Es por esta razón que el IDAE elabora este modelo de contrato, dirigido a servicios energéticos y de mantenimiento integral, para edificios de titularidad pública<sup>15</sup>.

### 3.3. Estado actual del conocimiento científico-técnico.

En las últimas décadas se ha generado una producción muy prolífica de conocimiento científico-técnico en materia de consumo de energía en los edificios, reducción de la demanda energética a través de los elementos de la envolvente, y sistemas eficientes para acondicionamiento ambiental. El fin de toda esta investigación ha sido lograr una mejor y más eficiente gestión de los recursos, reduciendo consecuentemente el consumo de energía, el coste económico, y las emisiones de gases efecto invernadero -GEI- (CO<sub>2</sub>, principalmente) a la atmósfera, en todas etapas del ciclo de vida del mismo.

En el ámbito de los espacios de trabajo, las empresas y organizaciones han utilizado múltiples herramientas metodológicas, principalmente vinculadas al ahorro energético y a estrategias económicas, si bien es cierto que otras muchas instituciones han adoptado enfoques más integradores, a modo de filosofía verde<sup>16</sup>, bajo criterios de sostenibilidad y responsabilidad corporativa, englobando además del tema económico, el social y el ambiental.

Existen por tanto diferentes aproximaciones metodológicas para evaluar la sostenibilidad y el uso eficiente de la energía de los edificios, el acondicionamiento y calidad ambientales de sus espacios, y los consumos y emisiones de GEI generados. Toda esta generación de conocimiento para la evaluación de la sostenibilidad y la calidad de los espacios, sin embargo, trata el confort ambiental del usuario de forma desigual, aunque sus premisas parten de que su bienestar es el objeto final del acondicionamiento de los edificios.

Debido a la variedad existente de herramientas y estrategias metodológicas de evaluación de estos aspectos, se presentan a continuación las diversas perspectivas o enfoques que las engloban:

#### 3.3.1. Simulación energética

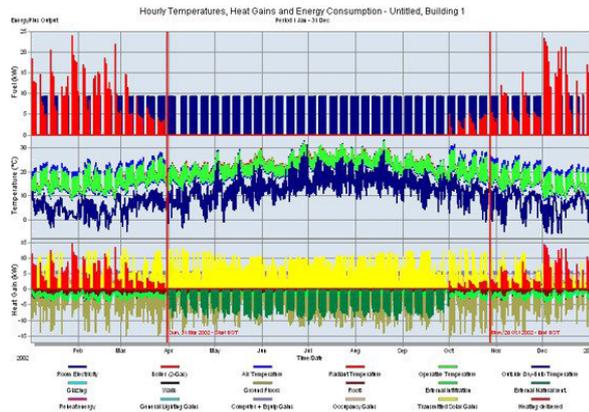
La simulación energética del edificio trata de estimar o predecir el comportamiento del mismo y sus diferentes zonas, así como las necesidades energéticas que demanda y las prestaciones de los sistemas y equipos utilizados para compensarla, en condiciones de trabajo puntuales por unidad de tiempo, con el fin de agregar todos los valores, calculados para el periodo de tiempo simulado. Los objetivos de la simulación pueden ser varios, entre ellos los más extendidos son conocer los consumos de energía y la producción asociada de CO<sub>2</sub>. Otras aplicaciones informáticas permiten más nivel de detalle en el comportamiento del edificio, que va más allá del balance energético<sup>17</sup>, e incluyen comportamientos dinámicos, como los programas de dinámica de fluidos computacionales (*Computational Fluid Dynamics*, o *CFD*).

---

<sup>15</sup> <http://www.idae.es/index.php/relecategoria.1030/id.662/reلمenu.357/mod.pags/mem.detalle>

<sup>16</sup> "Verde" según la RAE es sinónimo de "ecologista", y de ecológico, según la acepción. A su vez, "ecologista" es quien propugna el "ecologismo, o Movimiento sociopolítico que propugna la defensa de la naturaleza y la preservación del medio ambiente. (RAE, 2014).

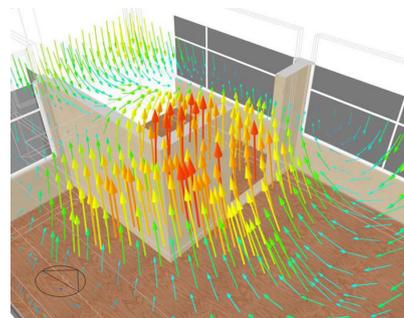
<sup>17</sup> (*heat balance*): modelo térmico del cuerpo humano construido sobre el balance entre la producción de calor metabólico en el cuerpo y la pérdida de calor proveniente de este. Es considerado una condición necesaria, pero no suficiente para el confort (Nicol et al. 2012).



**Figuras 3.1 y 3.2:** 3D con textura en programa de simulación informática Design Builder. Gráficos de salida de datos. Fuente: *DesignBuilder*.

3. ETIQUETA Y VALORES TOTALES			
	Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
	Energía Final (kWh/año)	435894.4	391285.3
	Energía Final (kWh/(m²·año))	38.1	34.2
	En. Primaria (kWh/año)	760438.9	995092.3
	En. Primaria (kWh/(m²·año))	66.5	87.0
	Emisiones (kg CO2/año)	154239.2	248373.0
	Emisiones (kg CO2/(m²·año))	13.5	21.7

El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependerán de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.

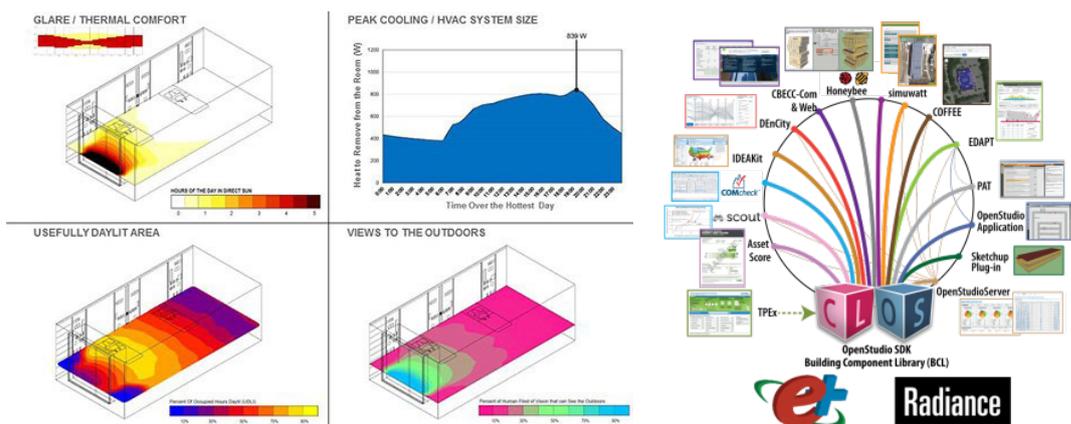


**Figuras 3.3 y 3.4:** Salida de datos de CALENER GT para cumplimiento normativo de Certificación Energética de Edificios. Fuente: *CALENER GT*. Aplicación de CFD. Fuente: *DesignBuilder*.

Sin embargo en los últimos años la simulación energética de edificios ha cobrado especial interés entre los proyectistas y técnicos debido a su implementación en la normativa nacional española para la justificación de su cumplimiento, lo cual se ha traducido en una expansión importante de este tipo de herramientas de simulación y un cambio en el modelo de trabajo, especialmente en el ámbito del ahorro y eficiencia energéticos, ya que permiten el cálculo iterativo tiempos de respuesta cada vez menores

Más recientemente se han generado también adaptaciones de determinados *software* que permiten conocer determinados aspectos específicos del confort higrotérmico o bien ambiental del usuario, y otros que integran todos aquellos parámetros de uso eficiente de energía, consumos y emisiones, al proyecto completo del edificio, en aplicaciones tipo *Building Information Modeling –BIM-* (para cuestiones energéticas, se denomina *Building Energy Modeling, -BEM-*).

En el epígrafe 4.1 del capítulo 4 se detallan más aspectos generales y metodológicos relacionados con los tipos de simulaciones disponibles actualmente.



**Figuras 3.5 y 3.6:** Programa de simulación de confort Ladybug. Fuente: Grasshopper. Aplicación Building Energy Modeling (BEM). Fuente: [www.energy.gov](http://www.energy.gov).

### 3.3.2. Cálculo de huella de carbono

El cálculo de la *huella de carbono* se ha extendido entre las organizaciones y empresas, aunque también es común para productos y otros usos, como método para el cálculo de los consumos de energía (básicamente combustibles fósiles y electricidad) y emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que la entidad genera debido a su actividad. Teniendo en cuenta que la gestión energética en las empresas está cobrando cada vez más importancia por las repercusiones económica y de responsabilidad social y medioambiental, es una metodología que ha ganado peso específico en las corporaciones. Sin embargo, no tiene en cuenta el confort ambiental del usuario inicialmente. No obstante, su metodología se desarrolla más detenidamente en el epígrafe 4.2 del capítulo 4.



**Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción**



**Figuras 3.7 y 3.8:** Registro de huella de carbono. Fuente: MAPAMA. Representación habitual de huella de carbono. Fuente: [www.ubu.es](http://www.ubu.es).

### 3.3.3. Certificaciones para evaluación de la sostenibilidad.

Las certificaciones para la evaluación de la sostenibilidad, a menudo presentadas bajo un cuestionario tipo “*checklist*”, son métodos de evaluación globales de aspectos relativos a la gestión del edificio y de su actividad, donde se valoran iniciativas de ahorro, gestión eficiente de los recursos y la energía, reducción de consumos y emisiones de GEI, para algunas o todas las etapas del ciclo de vida del edificio.

Estas certificaciones han ganado popularidad progresivamente a nivel internacional, especialmente en aquellos países donde la legislación sobre medioambiente está más avanzada.

Estas metodologías no tienen un esquema común; algunas están más enfocadas al Análisis de Ciclo de Vida de los productos, otras se centran más en la actividad

de la organización y los impactos resultantes, y otras son más específicas de la construcción sostenible o la ecoeficiencia.

Todas son voluntarias, pero su uso se ha extendido porque a menudo suelen ir vinculadas a una imagen corporativa que valora y cuida el medioambiente, responsable, seria, y comprometida con la sociedad. Muchas son las empresas de proyección internacional cuyos proyectos son elaborados y certificados bajo sus premisas de sostenibilidad.

En el epígrafe 4.3 del capítulo 4 se presenta una metodología concreta perteneciente a este tipo de certificaciones, la herramienta LEED.



**Figuras 3.9, 3.10 y 3.11:** Logotipo LEED®. Fuente: USGBC. Logotipo BREEAM. Fuente: [www.breeam.es](http://www.breeam.es). Logotipo herramienta VERDE. Fuente: GBC España.

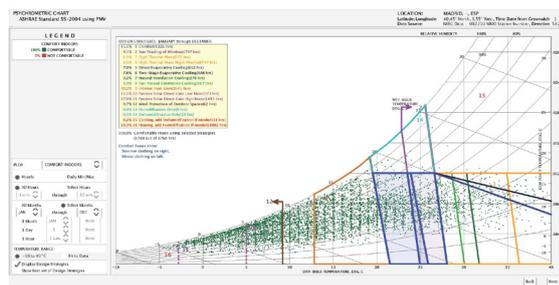
#### 3.3.4. Estrategias bioclimáticas. Climogramas y diagramas de bienestar.

La arquitectura bioclimática nace de la necesidad de valorar el entendimiento entre el clima exterior y las condiciones de confort ambiental que deben existir en los espacios interiores de un edificio. Para ello, estudiosos de la relación entre arquitectura y clima como los hermanos Olgyay, Givoni, Mazria, o más recientemente Neila, han tenido en cuenta estrategias de diseño y constructivas que permitan aprovechar los recursos energéticos y climáticos locales provenientes de la naturaleza, minimizando los consumos de energía fósil derivados del uso de sistemas de acondicionamiento mecánicos (Olgyay, 1963; Givoni, 1969; Mazria, 1983; Neila, 2004). Estos estudios se han elaborado utilizando diagramas de bienestar o climogramas, gráficos que aunaban criterios de confort ambiental y datos locales de parámetros climáticos, a los que se superponían efectos de confort según las estrategias bioclimáticas utilizadas.

Esta forma de diseñar los edificios, a menudo observada en muchas de las arquitecturas vernáculas de distintas localizaciones, han evolucionado hasta fomentar el uso de herramientas informáticas (*software*) que aplican los principios del diseño bioclimático a través de la informatización de estos diagramas de bienestar o climogramas.

La relevancia por la que se cita en este capítulo, no es tanto por la repercusión en los últimos años, donde el diseño ha retado al clima a favor de un uso más generalizado de sistemas de acondicionamiento mecánicos, sino por su valoración más representativa de las condiciones de confort para un determinado porcentaje de usuarios del edificio.

Se presentan más detalles sobre esta metodología en el epígrafe 4.4 del capítulo 4.



**Figuras 3.12 y 3.13:** Edificio típico del sur de España con protecciones solares. Fuente: Ayto. Fuentes de Andalucía. Climograma de Givoni. Fuente: *Climate Consultant 6.0*, 2017<sup>18</sup>.

### 3.3.5. Auditoría energética

La auditoría energética se define como “todo procedimiento sistemático destinado a obtener conocimientos adecuados del perfil de consumo de energía existente de un edificio o grupo de edificios, de una instalación u operación industrial o comercial, o de un servicio privado o público, así como para determinar y cuantificar las posibilidades de ahorro de energía a un coste eficiente e informar al respecto” (DOUE, 2012).

Estas actuaciones, destinadas a disminuir el consumo de energía y su coste asociado, a su vez pueden ser de diferentes tipos: bien corrección operativa de los sistemas, sustituciones por equipos más eficientes, o estrategias de uso y control que disminuyan el consumo. Asimismo, también pueden considerarse actuaciones sobre la envolvente, si se estima necesario.

Estos consumos, en las empresas y organizaciones, principalmente vienen originados por: iluminación, calefacción y aire acondicionado, equipamiento específico de la actividad (ordenadores, fotocopiadoras); equipamiento general (cocinas); y equipamiento compartido (motores, ascensores).

Para dar cumplimiento al R.D. 56/2016 de 12 de Febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, las auditorías energéticas en edificios están reguladas por las partes de la norma UNE-EN 16247-1:2012 (requisitos generales), y UNE-EN 16247-2:2014 (parte de edificios). Las técnicas y métodos utilizados serán principalmente mediciones *in situ*, con equipos calibrados, que garanticen la fiabilidad de los datos obtenidos. Estos datos pueden ser temperaturas, humedades; caudales; calidad eléctrica; termografías, etc. Estos datos a su vez podrán contrastarse o complementarse mediante facturas y otros documentos. Posteriormente, estos datos se analizan para elaborar una diagnosis energética, y finalmente se proponen, en un informe, las medidas de actuación para las mejoras, basadas en ahorro, plazo de la inversión y viabilidad, y periodo de retorno de la inversión.

<sup>18</sup> Software gratuito que facilita los datos climáticos a través de gráficas diferentes, como los climogramas de Givoni, entre otros. La versión última es de marzo de 2017. Se puede encontrar disponible en la siguiente web: <http://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu/climate-consultant/request-climate-consultant.php>

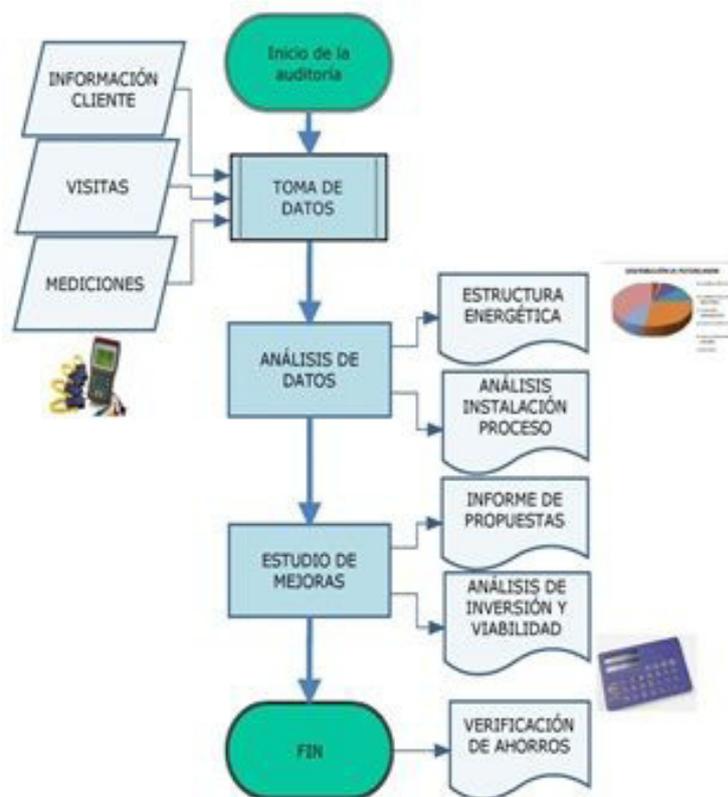


Figura 3.14: Flujograma de auditoría energética. Fuente: [www.solingesa.com](http://www.solingesa.com).

Las auditorías energéticas, muy aceptadas entre el sector de edificios no residenciales o terciarios, suponen una importante inversión organizativa, de tiempo, y económica, además de la inversión en correcciones y mejoras resultantes, puesto que necesita tanto capital humano cualificado para su ejecución, como hacer uso de muchas estrategias, conocer datos base para mejorar la eficiencia, consumos y emisiones asociadas, así como el tiempo que todas estas tareas requieran para su consecución.

### 3.3.6. Monitorización y mediciones *in situ*.

La monitorización y las mediciones *in situ*, son técnicas instrumentales que permiten conocer en tiempo real la variabilidad de distintos parámetros ambientales, de consumo o generación de energía, entre otros. Esto permite entre otras aplicaciones, la verificación y comparabilidad tanto en labores diagnósticas como de seguimiento e investigación de campo o en laboratorio. Normalmente estas técnicas se aplican en combinación con otras, para calibrar o validar los métodos como pueda ser la simulación o el cálculo probabilístico, por ejemplo. Por citar, las mediciones o monitorización de variables de calidad ambiente interior, como temperaturas, humedades, o concentraciones de CO<sub>2</sub>; de iluminación natural o artificial; termografías infrarrojas para múltiples usos; flujos térmicos, etc. Las mediciones *in situ* pueden ser más de origen puntual, mientras que las monitorizaciones pueden establecerse en periodos de tiempo determinados, con un objetivo específico.

Todos estos datos pueden centralizarse para su tratamiento posterior a través de registradores de datos electrónicos (*data loggers*) conectados con centralitas o servidores.

### 3.3.7. Otras propuestas: la rehabilitación integral de edificios existentes.

Debido a todas las vicisitudes vividas en los últimos años en torno a la edificación y el sector de la construcción, -un parque de edificios envejecido y no correctamente conservado; poca actividad de obra nueva; el efecto de recesión profesional tras la burbuja inmobiliaria; las crisis energéticas fósiles y la lenta y a veces dispar implantación de las renovables-, surgen de la mano de la normativa y de la necesidad de buscar horizontes profesionales y de negocio la idea de la rehabilitación integral (Ludevid, 2015).

Esta, basada en las leyes 8/2013 (conocida como la de las 3R: rehabilitación, regeneración y renovación urbanas), la LOE, la Ley del Suelo 2/2008 y las revisiones del CTE, persigue el planteamiento unificador de recuperar el patrimonio infravalorado o en decadencia; velar por los consumos energéticos; la conservación del patrimonio; además de los ya conocidos de salubridad, seguridad y accesibilidad. Es el caso de la propuesta sobre **el sello básico de rehabilitación integral de edificios**, inicialmente propuestos para edificios de viviendas de más de 50 años (Ludevid, 2015). Sin embargo, aunque se cita la calidad de vida de los ciudadanos al mejorar estos edificios con la hipotética implantación de este sello, nada se sugiere al menos sobre contar con las aportaciones personales de sus ocupantes sobre las experiencias de vivir o habitar estos edificios, lo cual sorprende tras haber citado incluso índices de pobreza energética en el propio artículo. Esto muestra una vez más, que se pretende resolver las necesidades del usuario, sin preguntarle a él, sino con estándares normativos o regulados por criterios academicistas, que no terminan de conocer todas las variables existentes en un edificio en fase de uso, y la actuación combinada de todas ellas. Lo cual además sería relativamente fácil, tratándose de edificios ya ocupados, en los que los habitantes o usuarios pueden ser conocidos, y permanentes al menos en un gran porcentaje.

### 3.4. Otros enfoques: el usuario y el confort térmico.

Al margen de la perspectiva de la investigación más academicista, ortodoxa, en cierto modo endogámica, dirigida a evaluar los parámetros intervinientes en el uso eficiente de la energía y los recursos en los edificios, y a reducir su impacto medioambiental, en las últimas décadas ha ido ganando cierta popularidad aunque de forma lenta, otra, más multidisciplinar, algo más alejada de leyes universales y generalizaciones, correspondiente al estudio del usuario y su relación con los espacios del edificio a nivel ambiental y energético, en términos de confort. A continuación se presentan las aproximaciones más destacadas bajo esta perspectiva.

#### 3.4.1. Evaluación post-ocupación de edificios.

La evaluación post-ocupación (en inglés *post-occupancy evaluation*, o *POE*), centra su interés en el edificio, a diferencia de los estudios de confort, que se ocupan más de sus ocupantes (Nicol & Roaf, 2005).

La evaluación post ocupación se fundamenta en tres aproximaciones:

- Una encuesta al usuario en la cual se le pregunta por su opinión del edificio usando preguntas del tipo “¿cuán a menudo se sobrecalienta en verano?”. La adecuación del edificio está siendo evaluada en términos de las impresiones de los habitantes, los cuales ejercen de “memoria” del edificio.

- Se tiene en cuenta la geometría del edificio, sus medidas, y el control de ocupación se estima, junto con cualquier característica o tecnología especial que tenga.
- Se realiza una auditoría energética al edificio en uso.

El POE, también denominado *Building Performance Evaluation (BPE)* en los Estados Unidos (Preiser & Vischer, 2005), permite al investigador identificar problemas en el edificio y localizarlos, a la vez que sugiere posibles soluciones. También permite al grupo de investigación medir el comportamiento del edificio frente a otros similares y sus niveles de comportamiento.

Este tipo de estudios se enfoca a un edificio en particular, para el cual se realiza la encuesta. La evaluación puede centrarse en el uso de la energía, la efectividad de cualquier estrategia de ahorro, así como del comportamiento del edificio al completo. Con este cuestionario post-ocupación, los usuarios evalúan, basados en su experiencia con el edificio, el éxito de su diseño por el comportamiento ambiental completo en la fase de uso. Los estudios post-ocupación han identificado que los ocupantes son más condescendientes y más eficientes en su trabajo en edificios que les gustan. Estos estudios destacan la importancia de los comportamientos y percepciones del usuario, así como el comportamiento del edificio, y una experiencia de confort global de las personas en los edificios (Nicol et al., 2012).

#### 3.4.2. Confort térmico. Modelos de Balance térmico.

Para determinar el confort térmico, muchos han sido los estudiosos que han investigado cómo establecer todos los aspectos que intervienen en la reacción humana frente al ambiente exterior, y al ambiente interior de un edificio. Una de las aproximaciones se establece a través del denominado balance energético (o balance térmico). Este enfoque se basa en leyes físicas, por la que las personas en confort equilibran el calor emitido con el producido. Esta afirmación es validada mediante experimentos en laboratorios, o cámaras climáticas, donde las variables del confort dependientes de las personas, esto es, indumentaria y actividad, son controladas en determinados valores (Nicol et al., 2012).

Actualmente dos son los modelos más conocidos que siguen las leyes del balance térmico: el PMV (*Predicted Mean Vote*, o voto medio previsto), de Fanger (Fanger, 1970), y el SET (*Standard Effective Temperature*, o temperatura efectiva estándar), o modelo bi-nodal De Pierce, desarrollado por Gagge y su grupo (Gagge et al., 1986). El más extendido, incluso adaptado por la normativa relacionada, es el PMV.

El PMV<sup>19</sup> establece que, para una determinada tasa metabólica o de actividad, la temperatura media de la piel de una persona y su capacidad de sudoración deben ser cuantificadas por valores concretos. Estos se han establecido mediante leyes basadas en los experimentos de laboratorio con cámaras climáticas anteriormente citados. Además, incluye el Porcentaje Previsto de Insatisfechos (*Predicted Percentage of Dissatisfied, PPD*), para determinar la proporción de personas que no se encontraban en situación de confort.

El SET se determina de forma análoga, aunque utiliza la temperatura efectiva estándar, y en lugar de utilizar la ratio de sudoración, establece el parámetro de humidificación de la piel ( $w$ ) (Nicol et al., 2012).

---

<sup>19</sup> El cálculo mediante fórmulas o elementos tabulados se encuentra en la ISO 7730 (2005).

### Normas internacionales

Actualmente, las normas internacionales y sus adaptaciones nacionales se basan en este enfoque. Actualmente existen tres estándares sobre confort térmico:

- La norma ISO 7730<sup>20</sup> se puede considerar la más global de todas las normas. Esta establece el cálculo y uso del índice PMV/PPD, pero también incluye algunos criterios sobre confort local. Por otra parte, la norma facilita tablas sobre valores medios de aislamiento térmico con indumentarias y prendas distintas, valores de tasas metabólicas y diferentes actividades. Finalmente establece una clasificación para los edificios atendiendo al valor de PMV: Clase A, B o C.
- Norma ASHRAE 55<sup>21</sup>, es en efecto la primera norma a nivel internacional que establece el enfoque adaptativo (Nicol et al., 2012). A pesar de ser una norma americana, se reconoce a nivel internacional, puesto que sus creadores, la *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers* (ASHRAE) tienen un innegable peso específico en la industria del acondicionamiento mecánico norteamericano. Esta norma es muy similar a la ISO 7730, al basarse igualmente en el PMV. La ASHRAE 55 se aplica sobre edificios acondicionados naturalmente. Utiliza la relación entre temperatura de confort interior y exterior, para delimitar zonas aceptables de confort para temperatura interior en este tipo de edificios. El estándar define zonas en las que el 80 o 90 % de los ocupantes del edificio se espera que encuentren condiciones aceptables (Nicol et al., 2012). Sin embargo, no contiene categorización alguna de edificios. Por último, resaltar la encuesta en la que basa esta norma el confort del usuario, estableciendo para ello una escala de 7 niveles de confort físico en ambientes interiores: -3 (muy frío); -2 (frío); -1 (fresco); 0 (neutro); +1 (ligeramente cálido); +2 (cálido); +3 (caluroso), lo que denomina la propia norma como *sensación térmica*, o sensación consciente escalada en los niveles establecidos (también aparece en la UNE-EN ISO 7730:2006, pto 4.1 tabla 1); esto requiere evaluación subjetiva.
- Norma europea EN15251<sup>22</sup>: Se desarrolla por el Comité Europeo de Normalización (CEN), como respuesta a la Directiva de Eficiencia Energética en los Edificios 2002/91/CE. La norma incluye consideraciones sobre aspectos ambientales, como calidad del aire, iluminación y acústica, ya que están implicadas en el uso de energía del edificio. Esta norma engloba tanto edificios mecánicamente acondicionados, como en libre evolución, para lo cual sigue lo establecido en la norma ASHRAE 55. Las categorías en esta norma están establecidas de acuerdo a la naturaleza del edificio, no en función de la calidad del ambiente interior (Nicol et al., 2012).

### Limitaciones de las normas

A continuación se determinan algunas de las limitaciones que observan Nicol y su grupo sobre los métodos de las normas y sus alcances (Nicol et al., 2012):

---

<sup>20</sup> Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local ISO 7730:2005 (2005).

<sup>21</sup> Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy (2013).<sup>1</sup>

<sup>22</sup> Parámetros del ambiente interior a considerar para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido, 2008.

La realización de las normas internacionales se basan en estudios determinados en climas muy específicos, como los del norte de Europa o de Norteamérica. Además, en dos de los tres casos citados se centran en edificios acondicionados mecánicamente. Debería cubrirse todo el espectro, mediante estudios de todos los climas del mundo, y todo tipo de edificios.

Para los edificios acondicionados mecánicamente, las normas ISO 7730 y EN 15251 establecen temperaturas exteriores que pueden ser adecuadas en unas determinadas circunstancias. Sin embargo, en sus datos subyacen determinadas asunciones, sobre la tasa metabólica, el movimiento del aire o la humedad relativa, o la definición exacta de "temperatura", para el caso de la EN 15251. La aceptación de estas asunciones realmente hace que la aplicabilidad de este tipo de normas sea relativa, alejándolas de la realidad.

Para los edificios acondicionados naturalmente, los estándares ASHRAE 55 y EN 15251, aun basándose en fuentes de datos muy diferentes, llegan a fórmulas de confort y a un rango de temperaturas aceptables muy parecidos. Sin embargo, reflejan enfoques distintos. Mientras que la ASHRAE expresa la temperatura exterior como la *temperatura exterior media prevaleciente*, la norma europea usa la *temperatura media de funcionamiento ponderada exponencialmente*.

Estos son algunas de las cuestiones que hacen que Nicol enuncie la escasa adaptabilidad de las normas existentes para motivar enfoques durables y robustos al diseño de climas interiores, lo cual se hace necesario en un momento en el que el precio de la energía y la temperatura global están en ascenso constante (Nicol et al., 2012). Nicol y su grupo establecen que una norma de confort que pretende limitar el uso de energía en los edificios, como pueda ser la EN 15251 no debería basarse en un índice del ambiente. Por otra parte, si el confort es un requerimiento esencial en estas normas, debería definirse de forma adaptativa.

#### 3.4.3. Confort térmico adaptativo. Enfoques basados en estudios de campo.

*"si un cambio ocurre, y este produce desconfort, la gente reacciona de tal forma que tienden a restablecer su confort"*(Nicol et al., 2012). Esta es la premisa de la que parte el confort adaptativo. La segunda, podría establecerse a raíz de la siguiente aseveración: *"Para conocer cómo se siente alguien en un momento dado, no hay mejor manera que ir y preguntarle"*(Nicol et al., 2012).

Estas dos afirmaciones establecen el punto de partida del confort adaptativo. En primer lugar, el confort adaptativo, como su nombre indica, establece que el proceso de adaptación al medio del ser humano, para volver al estado de confort, es un proceso dinámico (CIBSE, 2006). Este enfoque dinámico por tanto se aleja del planteamiento de que una u otra determinada temperatura diferente a la existente es la mejor. El enfoque adaptativo establece un contexto en el que los patrones se establecen asumiendo el cambio y el movimiento. A su vez, para poder adaptarse, es necesario que el usuario posea cierto control térmico, a través de recursos que le permitan ajustar el ambiente térmico a sus necesidades locales y momentáneas, ya sea mediante ventiladores, ventanas accesibles, o controles de temperatura por espacios (Nicol et al., 2012).

Al establecer la capacidad de adaptación, el confort adaptativo queda alejado del balance térmico (*heat balance*), puesto que difiere del significado de confort. Una persona puede tiritar, y su cuerpo alcanzar el balance energético, y sin embargo no estar en confort. Por lo que el confort adaptativo establece en dos fases, primero encontrar las condiciones de balance energético, y después,

seleccionar de ellas, cuáles son las necesarias para lograr el confort (Nicol et al., 2012).

El hombre puede recurrir a cinco tipos básicos de acciones adaptativas:

- regular la proporción de generación de calor interno
- regular la tasa de pérdida de calor corporal
- regular el ambiente térmico
- seleccionar un ambiente térmico diferente
- modificar las condiciones de confort fisiológicas.

(Nicol et al., 2012)

Para conocer mejor las capacidades de los usuarios, el enfoque adaptativo diseña su base de datos en función del *estudio de campo* (Humphreys, 1995; a través de Nicol et al., 2012). Nicol establece que no es posible basar sólo en modelos teóricos una comprensión del fenómeno complejo de confort local con personas, edificios y climas cambiantes (Nicol et al., 2012).

Un estudio de campo sobre confort térmico se formaliza a través de una encuesta de confort *in situ*, a una determinada población, junto con la toma de medidas simultáneas de las condiciones ambientales. A diferencia de los experimentos de laboratorio, en los estudios de campo las personas utilizan su ropa normal y va a su trabajo como siempre. Tras esto, el análisis estadístico estima la temperatura a la que el participante medio del estudio estará confortable, denominándola temperatura de confort o neutral, o aquella a la que el mayor número de participantes lo estarán Nicol et al., 2012).

Tales índices comparten el objetivo de los índices teóricos de balance de energía, para estimar las condiciones en las que la gente se siente confortable. A cambio sufren la limitación de que se aplican solo bajo las condiciones y contexto del estudio de campo, y es virtualmente imposible extrapolar de forma precisa esos resultados para ajustarse a condiciones de otra localización o lugar (Nicol et al., 2012). Algunos estudios más recientes han incluido otro tipo de datos, como parámetros de interacción entre los participantes y el edificio ocupado, o bien incluir otras variables ambientales, como el ruido, la iluminación, o la calidad del aire.

Las encuestas de recogida de datos para estos estudios de campo pueden ser de dos tipos: longitudinales, que estudian el confort sobre un grupo reducido de sujetos de forma repetida en un periodo extenso; o las transversales, que pueden admitir muchos sujetos, pero sólo se les pregunta en un periodo limitado.

Una de las críticas más extendidas sobre el modelo de confort adaptativo es la existencia de la denominada "caja negra" basada en observaciones empíricas. Esta "caja negra" no permitiría conocer los mecanismos adaptativos, no cuantificados o no medidos. Para dar respuesta a esto, el enfoque fue desarrollando modelos de patrones de operación, basados en mecanismos adaptativos individuales, como abrir ventanas, bajar persianas, adaptar la ropa o encender la calefacción. Muchos de los estudios que contribuyen a estos modelos, se basan en funciones de densidad probabilística, aplicando estrategias como la cadena de Markov, para desarrollar estos modelos, que posteriormente se pueden implementar en simulaciones dinámicas de ordenador (Nicol et al., 2012).

### Diferencias entre balance térmico y confort adaptativo.

Además de las ya señaladas, se establecen algunas diferencias destacables.

En primer lugar, se dan errores, provenientes de la formulación y de la medida. Los errores de formulación responden a que las variables ambientales establecidas para dar respuesta al confort, no se expresan de la misma forma, lo cual da lugar a interpretaciones. La limitación tiene su origen en el origen de los datos estadísticos y analíticos, puesto que los datos subjetivos proveen de estudios empíricos, a la postre laboratorios, y en estado estacionario.

Los errores de medida vienen dados de forma instrumental, puesto que el ambiente y las respuestas de las personas, varían en el tiempo.

A través de los estudios de campo se ha demostrado que las personas tienen mayor nivel de aceptación de ambientes térmicos, ante un clima en particular, frente a los datos tomados de forma experimental. De ser así, los modelos de balance térmico sólo sería de aplicación en edificios grandes capaces de producir climas interiores muy controlados con gran rango de temperaturas exteriores (Nicol et al., 2012).

Para los edificios naturalmente acondicionados, los dos enfoques localizan grandes diferencias entre la relación de temperatura exterior e interior. El PMV establece mayor grado de disconfort cuando el salto térmico entre ambas es mayor.

Otras posibles fuentes de error entre ambos métodos son: tipo y uso de las diferentes prendas para diferentes climas o culturas; dificultad para establecer tasas metabólicas mediante indicadores en estudios de campo; la percepción del confort en ambientes térmicos distintos, que varía según el orden en el que estos aparecen, - lo cual no se contempla en el modelo de PMV por basarse en un estado estacionario-. Por tanto, el modelo del balance energético es incapaz de tener en cuenta factores climáticos y sociales que sí están presentes en estudios de campo (Nicol et al., 2012).

Uno de los grandes retos del modelo de comportamientos, es trabajar cuando hay más de un modo en el cual lograr un mismo objetivo adaptativo, por lo que hay que decidir cómo permitir las distintas posibilidades y la tendencia de los usuarios para elegir una u otra. Uno de los enfoques es evaluar las restricciones que actúan sobre la persona para disuadirle de realizar determinada acción (Nicol et al., 2012).

### Algunas publicaciones sobre confort adaptativo

Como ejemplo de recientes publicaciones de impacto sobre el confort adaptativo, y muestra de que es un tema de gran interés general, se pueden citar los siguientes estudios:

- Damiati y otros, que aplican los principios y métodos del confort adaptativo a los climas en Malasia, Indonesia, Singapur y Japón, durante la estación cálida y húmeda, en edificios terciarios. Para ello además de aplicar la escala de la sensación térmica ya mencionada de la ASHRAE 55, adaptan una análoga sobre la humedad y la velocidad del aire parecían a priori poder influir en la percepción de sensación térmica. Este método de estudio de campo, encuesta y mediciones fue contrastado con el PMV (Damiati et al., 2016).

- Albatayneh et al. Plantean un estudio con módulos de edificios en los que estudian la repercusión de distintos tipos de cerramientos durante un año completo, en Australia. Utilizan el confort térmico adaptativo, y tomando lecturas durante todo el periodo con más de 100 sensores, elaboran el gráfico para la temperatura exterior media predominante, para todo el año, para un 80 y 90% de aceptabilidad. Los resultados se utilizaron para obtener una valoración de la eficiencia de los cerramientos a través del programa informático AccuRate Sustainability (Albatayneh et al., 2016).
- Buratti et al., plantean un nuevo algoritmo para calcular el PMV, usando la herramienta *Redes Neuronales Artificiales (Artificial Neural Networks)*, simulación nodal que no obedece a una programación convencional, y que por tanto puede resolver cuestiones no resueltas mediante la simulación habitual. Algunas investigaciones experimentales se llevaron a cabo en dos clases con alumnos, aplicando por un lado el modelo estacionario de Fanger, y enfoques adaptativos para la evaluación del PMV. Como datos experimentales de la red se consideraron la temperatura y la humedad relativa. Este algoritmo permite correlacionar la sensación térmica tir el índice PMV (Buratti et al., 2015).
- Sourbron y Helsen hacen un estudio comparativo entre el modelo de confort no adaptativo de Fanger y los modelos adaptativos de las diferentes normas EN 15251, ISSO 74 (holandesa), y ASHRAE 55, para el estudio de clima moderado de Maastricht (Holanda), y así comprobar cuál de ellos se ajusta más a los resultados de consumo de los sistemas de refrigeración y calefacción en edificios de oficinas para dicho clima, considerando datos climáticos de ficheros estadísticos, y datos reales. El objetivo principal era establecer si el mínimo consumo de energía para estos sistemas implica ser más condescendiente con los requisitos de confort, lo cual parece constituir una de las conclusiones más claras del estudio (Sourbron y Helsen, 2011).
- Ghahramani et al. establecen un enfoque de aprendizaje *online* para modelar y cuantificar el confort térmico personalizado. En este enfoque se ajusta una distribución de probabilidad para cada conjunto de datos de condición de confort y se define el confort global de un individuo combinando esas distribuciones en una red bayesiana. A fin de identificar variaciones de confort con el tiempo, el test de Kolmogorov-Smirnov se aplica sobre la unión de las distribuciones de probabilidad. Para identificar condiciones ambientales confortables, un clasificador bayesiano óptimo es entrenado usando aprendizaje *online*. Para validar el enfoque, se recogieron datos de 33 sujetos, y se halló un ajuste en torno al 70% (Ghahramani et al., 2015).
- Ricciardi et al., presentan una investigación efectuada sobre nueve oficinas de planta diáfana, donde comparan la evaluación objetiva de parámetros adquiridos experimentalmente, con la evaluación subjetiva de la distribución de cuestionarios multir-respuesta, el cual plantea a su vez tanto el modelo estacionario tradicional como el adaptativo, en las normas ISO 7730 y ASHRAE 55, respectivamente. Los valores para el PMV del cuestionario se compararon con los de temperatura operativa, obteniendo una correlación. Y la temperatura neutra, de confort térmico, se calcula y correlaciona con las temperaturas operativa y externa, mediante el método de regresión lineal (Ricciardi et al., 2012).
- Indraganti et al. Plantean en su estudio un estudio de campo térmico ante la falta de ajuste entre las normas actuales de confort interior y ciertos climas

y culturas diferentes. El estudio se realiza para dos climas de India, en 28 edificios de oficinas, durante 14 meses. Se propone un modelo de confort térmico adaptativo para el sur de India basado en los datos obtenidos. Se estableció una relación adaptativa entre la temperatura exterior predominante y las temperaturas de confort interior. La regresión lógica predijo el uso del ventilador en determinada proporción para edificios acondicionados natural y mecánicamente. Se prevé el ahorro energético en sistemas HVAC con el uso de ventiladores más eficientes (Indraganti et al., 2014).

- Halawa y Hoof presentan una revisión crítica sobre el enfoque adaptativo, sobre sus bases y asunciones subyacentes. Entre ellas, destaca la reducción de todos los parámetros intervinientes en el confort, a cartas de confort con dos magnitudes (normalmente la temperatura exterior y la considerada en el método o norma determinado), o bien el solapamiento que existe para ciertos climas entre el método de balance térmico (ISO 7730) y los adaptativos, por citar algunos (Halawa & Hoof, 2012).
- Shafaghat et al. proponen una evaluación de la satisfacción del usuario en la etapa de diseño del edificio basado en la eficiencia energética. Para elaborar este método de evaluación describe el método de satisfacción "Kano", el cual parece el más conveniente para la entrada de datos que mida la satisfacción del usuario teniendo en cuenta un comportamiento adaptativo. El método Kano establece una relación entre las necesidades del usuario y la satisfacción del mismo a través de una gráfica de ordenadas y abcisas. Para el método determina un cuestionario adaptado, que analiza posteriormente para cada estudio. Para determinar este método como el más idóneo, previamente realiza una comparativa de varios métodos, desde abordan la satisfacción del usuario desde las perspectivas del comportamiento del edificio, y de la percepción del usuario, ambos tipos extendidos entre la comunidad científica. En ellos, se utilizan cuestionarios/encuestas o entrevistas (Shafaghat et al., 2016).

## **EL PAPEL DEL USUARIO EN EL MEDIOAMBIENTE Y LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LOS EDIFICIOS.**

### **3.5. El usuario y su compromiso con el medioambiente.**

#### *3.5.1. La conciencia medioambiental de la sociedad actual.*

Una de las características que define a la sociedad es el desarrollo de la conciencia medioambiental. Si durante el último tercio del siglo XX, el medio ambiente sólo era una preocupación para algunos sectores de la comunidad científica, grupos ecologistas, y expertos que tomaban las decisiones en el ámbito político, hoy este panorama ha cambiado. La preocupación de la comunidad científica se ha unificado ante la gravedad del estado del medio ambiente; los grupos ecologistas se han consolidado a través de la acción de los movimientos y partidos verdes. La política medioambiental se ha convertido en un eje de la política pública (Sáiz et al., 2010).

En las sociedades contemporáneas, la protección del medio ambiente se ha convertido en un valor, en una referencia positiva y deseable. La población percibe el deterioro del medio ambiente como un problema serio y preocupante dependiendo, entre otras cosas, del grado de información, de la presencia de los problemas en los medios de comunicación o el grado de incertidumbre. La mayoría de las personas se declara interesada por dichos problemas,

considerando asuntos graves o muy graves el estado del medioambiente. El movimiento ecologista tiene entre la población un alto grado de aceptación (Sáiz et al., 2010).

La política medioambiental ha sufrido cierta adaptación hacia un modelo de sostenibilidad, lo cual implica la necesaria participación de los ciudadanos. No hay sociedad sostenible sin ciudadanos ecológicos y por ende, no hay una sociedad democrática sin ciudadanos comprometidos con su comunidad. Si bien la democracia va acompañada de muy bajos índices de interés y participación en ellas, el compromiso en la esfera pública es manifestado a través de rasgos o actitudes (búsqueda de información política, disposición al debate o deseo de participación entre otros). También es importante los rasgos y actitudes que se desarrollen en la esfera privada (comportamientos domésticos y privados) para llevar una vida sostenible, orientadas a conductas públicas para el beneficio comunitario (Sáiz et al. 2010).

Sáiz et al. establece tres tipos de disposición ciudadana hacia el medio ambiente:

Adhesión moral: expresión de conciencia medioambiental

- a) Cooperación voluntaria: adopción de conductas sostenibles y medioambientalmente responsables en la vida doméstica y en el ámbito privado
- b) Participación activa: desarrollo de un compromiso activo con la causa medioambiental, mediante distintas formas de participación política y cívica (Sáiz et al. 2010).

El ciudadano en ocasiones es un actor que se limita a adoptar un rol pasivo ante decisiones provenientes de las administraciones públicas, las empresas o la comunidad científica; sin embargo, resulta un actor decisivo, cuyo papel determinante está unido en la consolidación de la sostenibilidad (García, 2004).

### 3.5.2. El usuario y el medioambiente.

Para conocer los hábitos y la concienciación de los usuarios sobre el medioambiente en general, y el ahorro de energía en particular, se consultan los últimos datos registrados con esta temática por el *Eurobarómetro*<sup>23</sup>, el Barómetro del Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS)<sup>24</sup> y el *Instituto Nacional de Estadística (INE)*<sup>25</sup>.

#### Eurobarómetro 2014.

Sobre las actitudes ciudadanas de los europeos hacia el medioambiente, el Eurobarómetro de 2014 (European Comisión, 2014), recopila una importante muestra sobre sus preocupaciones en torno a él. En los datos mostrados para España, el 96% de españoles piensan que el medioambiente es un cuestión muy importante o bastante importante. En cuanto a los aspectos que más preocupan, por orden de prioridad, son: la contaminación del aire (58 %); la contaminación del agua -mares, ríos, lagos y aguas subterráneas- (57 %); el agotamiento de los recursos naturales (45 %); la escasez de agua potable (41 %), y por último el impacto sobre nuestra salud, con productos químicos utilizados en los productos de uso diario (40 %).

En cuanto a la relevancia del papel social en el medio ambiente, el 88% de

---

<sup>23</sup> <http://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/priorities/20160824TST40022>

<sup>24</sup> [http://www.cis.es/cis/opencm/ES/1\\_encuestas/estudios/ver.jsp?estudio=14312](http://www.cis.es/cis/opencm/ES/1_encuestas/estudios/ver.jsp?estudio=14312)

<sup>25</sup> [http://www.ine.es/ss/Satellite?L=es\\_ES&c=INECifrasINE\\_C&cid=1259925028717&p=1254735116567&pagenam e=ProductosYServicios%2FPYSLayout](http://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=INECifrasINE_C&cid=1259925028717&p=1254735116567&pagenam e=ProductosYServicios%2FPYSLayout)

españoles están totalmente o más bien de acuerdo con la afirmación de que el individuo puede jugar un papel importante en la protección del medio ambiente en España, y el 83% están totalmente de acuerdo o más bien de acuerdo en que las cuestiones medioambientales tienen un efecto directo en su vida cotidiana.

En consideración al comportamiento actual y prioridades esperadas, las 5 primeras respuestas sobre alguna de las acciones en el último mes son: separar la mayoría de sus residuos para reciclar (74 %); reducir el consumo de energía, por ej., bajando el aire acondicionado o la calefacción, no dejando electrodomésticos en stand-by, o comprando electrodomésticos de consumo energético eficiente (63 %); reducir su consumo de agua (55 %); elegir una forma de transporte más respetuosa con el medio ambiente -caminar, bicicleta, transporte público- (40 %); y elegir productos de origen local (29 %).

En cuanto las tres principales prioridades de la gente en su vida diaria para proteger el medioambiente sobresalen: usar el transporte público como sea posible en lugar de utilizar su propio coche (59 %); seleccionar la basura para que pueda ser reciclada (54 %) y reducir el consumo de energía en el hogar -electricidad, calefacción, electrodomésticos- (42 %); quedando en un cuarto puesto reducir el consumo de agua en el hogar (25 %).

Con respecto a la información que la ciudadanía cree que maneja sobre cuestiones medioambientales, sólo el 56% piensa que está muy bien informado o bastante bien informado, frente al 44 % que opina que está bastante mal informado o muy mal informado. Algunas de las cuestiones en las que se creen menos informados, son: El impacto sobre nuestra salud de productos químicos utilizados en los productos de uso diario (41 %); y el agotamiento de los recursos naturales (28 %).

En lo concerniente a la responsabilidad compartida para proteger el medio ambiente, los encuestados priorizan los criterios para medir el progreso: tanto en criterios sociales y medioambientales como económicos (61 %); principalmente por criterios sociales y medioambientales (17 %); principalmente en criterios económicos, como el PIB (15 %); no sabe/no contesta (7 %). Igualmente, sobre la implicación de los diferentes actores sociales, los ciudadanos piensan que no están haciendo suficiente para proteger el medio ambiente: las grandes empresas y la industria (89 %); el gobierno español (86 %); su región (72 %); los ciudadanos por sí mismos (68 %); su ciudad o pueblo (68 %), y la Unión Europea (67 %).

Por último, los españoles consideran medidas efectivas para reducir el problema medioambiental: introducir multas más elevadas (41 %); proporcionar más información (38 %); asegurar un mejor cumplimiento de la legislación existente (31 %); ofrecer incentivos financieros más elevados - reducciones fiscales, subvenciones- a la industria, a las empresas y a los ciudadanos que protejan el medio ambiente (30 %); introducir una legislación más estricta (29 %), o incrementar impuestos sobre actividades nocivas (14 %).

#### Barómetro del CIS

Según el barómetro de noviembre de 2016 del Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS) (CIS, 2016), los españoles mostraron su preocupación por el medio ambiente a nivel global como un problema serio o muy serio (91,2%). En cuanto a los hábitos medioambientales en su vida diaria, la mayoría habitualmente o algunas veces suelen comprar con envases reutilizables (71,6%), eligen electrodomésticos de bajo consumo energético (81,1%) o bien utilizan puntos limpios o servicios municipales para deshacerse de electrodomésticos

y/o aparatos eléctricos que ya no sirven (90,6%). En cuanto a los hábitos de reciclaje, siempre, a menudo o algunas veces separan vidrios (90,9%); plásticos, latas y bricks (89,5%) y papel y cartón (88%).

En cuanto a la predisposición de dedicar más recursos para proteger el medio ambiente, la mayoría están muy o bastante a favor (74,8%), aunque sólo un 38,7% está dispuesto a pagar precios más elevados por esta causa.

Por otro lado, se observa que el comportamiento medioambiental es de carácter individual, pues los españoles no pertenecen a ningún grupo o asociación que tengan el fin de conservar o proteger el medio ambiente (95,4%). Y en los últimos cinco años, no han firmado ninguna petición sobre algún tema relacionado con el medio ambiente (75,8%), no han hecho algún donativo a algún grupo ecologista (87,6%) o nunca han participado en algún acto de protesta o manifestación relacionado con el medio ambiente (89,3%).

### INE

Según la encuesta *Hogares y Medio Ambiente* elaborado por el Instituto Nacional de Estadística –INE–, en el año 2008 el 96,9% de los hogares españoles adoptaron algún tipo de hábito para ahorrar agua (INE, 2008).

En cuanto al aislamiento y protección en huecos en las viviendas, las principales medidas que han adoptado los hogares españoles son: instalación de persianas o contraventanas (94,0 %); doble cristal en las ventanas (39,3 %); toldos (23,0 %); dispositivos de rotura de puente térmico (11,4 %), y montaje de cristales tintados o protectores solares (4,1 %).

Con respecto al uso de luminarias, el 85,5% de las viviendas españolas dispone de luces de bajo consumo. Un 66,1% de ellas dispone de al menos un tubo o luz fluorescente, y un 67,1%, tiene alguna bombilla de bajo consumo (incluidas halógenas) (INE, 2008).

## **3.6. El papel del usuario en la investigación de impacto. Estado actual del conocimiento sobre el comportamiento del usuario y el ahorro de energía en edificios.**

### *3.6.1. Introducción.*

A continuación se presentan los resultados de la revisión bibliográfica relacionada con el modo de abordar el comportamiento del usuario (en su denominación anglosajona, *occupant behavior*) desde los estudios más recientes sobre el uso de la energía en los edificios. Para ello se realiza una búsqueda en *ScienceDirect*<sup>26</sup>, utilizando las búsquedas “*occupant behavior*”, “*occupant behavior building*” y “*occupant behavior building energy*”. Con estas búsquedas se pretende conocer la perspectiva que tiene actualmente la comunidad científica y los métodos de aproximación utilizados para conocer y desvelar patrones de comportamiento del usuario, y cuál es su relación con el edificio.

### *3.6.2. Procedimientos más comunes para caracterizar el comportamiento del*

---

<sup>26</sup> <http://www.sciencedirect.com>

usuario<sup>27</sup>.

El comportamiento del usuario es uno de los factores que más influyen en el consumo de energía del edificio y que contribuye a la incertidumbre en la predicción y simulación del uso de la energía en los modelos (Becchio et al., 2016; Hong et al., 2017; Sun & Hong, 2017; Yan et al., 2015), causando las mayores discrepancias entre lo estipulado por diseño y la energía consumida en la etapa de uso (Buso et al., 2015). El entendimiento sobre el comportamiento del usuario es insuficiente en todas las etapas de un edificio (diseño, uso y rehabilitación), llevando a simplificaciones erróneas en los modelos informáticos y de análisis (Hong et al., 2017).

Las investigaciones actuales tratan de solventar el vacío existente entre el comportamiento energético predecible y el real en los edificios sostenibles (D'Oca et al., 2015). Yan destaca la recopilación de datos como un proceso a menudo costoso debido a la estandarización mínima y la cantidad de equipamiento y tiempo requerido. También acentúa la necesidad de mejores procesos de racionalización de datos, que requieren mayor interrelación entre los agentes intervinientes en el desarrollo, recogida y tratamiento los mismos. Por último, se cita la importancia de las cuestiones éticas, ya que si bien tomar datos reales sin el conocimiento del usuario parece dar resultados más fiables (sin intervención del efecto *Hawthorne*<sup>28</sup>), cuestiones como privacidad y la ética se pueden ver afectadas.

#### Revisiones metodológicas

Yan et al., establecen una revisión metodológica, sobre la simulación de las prestaciones de los edificios, en los que interviene el comportamiento del usuario. Para ello, determinan y analizan según la bibliografía manejada, una serie de métodos y procedimientos para monitorizar al ocupante y recopilar datos: Estudios observacionales, distinguiendo a su vez entre monitorización de uso de equipamientos y ocupación, y monitorización de comportamiento adaptativo; uso de encuestas y entrevistas; estudios de laboratorio. Este estudio detecta la necesidad de cubrir aspectos no ambientales (contextuales) que influyen de forma combinada en el comportamiento de los usuarios, en lo que denominan entradas de modelo cualitativas, consistentes o bien en considerar diferentes parámetros intervinientes en el comportamiento en una sola ecuación, o bien tratarlo independientemente, en diferentes fórmulas, pudiendo así tener en cuenta factores discretos y/o no cuantitativos (Yan et al., 2015).

Jia et al. Establecen en una revisión metodológica, cinco metodologías bien diferenciadas para establecer el comportamiento del usuario para optimizar la energía en edificios: modelizado basado en agentes, en los que objetos autónomos (agentes) interactúan entre ellos y con el ambiente exterior siguiendo unas reglas; análisis estadístico; modelo de cadena de Markov (procesos probabilísticos o estocásticos); minería de datos del uso de la energía final; y otros, entre los que están la obtención de datos sobre el usuario a través de bases de datos, de monitorización con sensores, simulaciones, y modelos matemáticos. Todas estas estrategias a su vez pueden ser combinadas, como se observa en numerosos estudios citados (Jia et al., 2017).

---

<sup>27</sup> La clasificación de la aportación de datos, y tratamiento en su caso, que se da a continuación, responde al método de obtención de información sobre el comportamiento del usuario. En ocasiones esta clasificación puede ser parcial o responder a otra de las propuestas, pero para diferenciarlas ha primado la caracterización del método que sus autores han valorado o destacado en sus propios estudios.

<sup>28</sup> Este efecto es una reacción psicológica por la cual los sujetos estudiados en un experimento modifican de algún modo su conducta como consecuencia de saber que están siendo estudiados (McCarney et al, 2007).

Hong establece la necesidad de integrar enfoques cualitativos y datos a través de enfoques cuantitativos con modelos. Sin embargo, profundiza en la encuesta (cuantitativa) y en sus ventajas y limitaciones, para confeccionarla de forma óptima para la recopilación de datos no solo físicos, sino actitudinales y psicológicos de los ocupantes (Hong et al., 2017).

Chenari establece en la revisión de artículos que efectúa, la relación entre el comportamiento del usuario y su influencia en las tasas de ventilación y en el consecuente consumo de energía, y las distintas aproximaciones utilizadas para su estudio, como: estudios de campo unidos a encuestas y mediciones in situ; modelado de comportamientos y actividades utilizando simulación numérica; relaciones entre datos climáticos y comportamientos simulados de los usuarios; modelos de regresión logística para su modelización; encuestas codificadas para conocer los hábitos de los usuarios en determinadas acciones, como abrir y cerrar ventanas; o monitorización (Chenari et al., 2016).

#### Monitorización

Becchio, en su estudio sobre vivienda social, establece la comparación entre los valores relacionados con el consumo de energía obtenidos en la fase de diseño, con los recopilados a través de monitorización en fase uso, para lo que se ha utilizado modelos de simulación dinámica (Becchio et al. 2016).

Semprini et al. analizan cómo el uso de sistemas de medición de la energía crean una concienciación mayor en el usuario, afectando a los consumos finales de energía, especialmente ante operaciones de rehabilitación de envolvente e instalación de sistemas de termorregulación en viviendas (Semprini et al., 2015).

#### Minería de datos

D'Oca et al. plantean el uso del Descubrimiento de Conocimiento en Base de Datos (*Knowledge Discovery in Database*, -KDD-) o procesos de aprendizaje de minería de datos para extrapolar la ocupación en oficinas y patrones de comportamiento de uso de operación en ventanas. A través de procedimientos de *clustering*, modelos de árbol de decisiones y algoritmos inductivos de reglas, se emplean para segmentar los ocupantes en perfiles de trabajador, que podrán ser implementados en posteriores simulaciones (D'Oca et al., 2015).

Sun & Hong presentan un análisis en cinco aspectos del consumo de energía en edificios, relacionados con el comportamiento de ocupantes. Para ello utilizan la información recopilada y analizada mediante una *app* denominada *Occupancy Simulator*, por la cual se reciben datos a tiempo real relativos al movimiento del usuario y al espacio en el que se encuentra en cada momento. Estos datos se tratan de forma probabilística mediante cadena de Markov, para posteriormente incluirse en simulaciones del modelo del edificio, y así establecer propuestas de ahorro en los cinco ámbitos de consumo medidos (Sun & Hong, 2017).

#### Cálculos probabilísticos

Buso et al. Establecen la necesidad de edificios robustos en su diseño, aquellos que muestran pocas variaciones pese a los cambios de patrones de ocupantes. Para ello, el estudio se enfoca en la envolvente, incluidas partes opacas y transparentes, y cómo se ven afectadas por el comportamiento de distintos tipos de usuario, cuyos cálculos probabilísticos se han implementado en una herramienta de simulación energética dinámica, para tres climas diferenciados (Buso et al., 2015).

Jang y Kang proponen modelos estocásticos para integrar el comportamiento del usuario en simulaciones energéticas, y así conocer con menor incertidumbre

los consumos energéticos en edificios. En ellos, se tratan magnitudes aleatorias que varían con el tiempo, y así caracterizar la sucesión de estas variables, a través de distribuciones probabilísticas (Jang & Kang, 2016).

Liisberg por su parte determina la influencia del comportamiento del usuario tanto en el consumo de energía para acondicionar los espacios, como en aparatos eléctricos, y efectúa otra clasificación del estado del usuario, en los términos de ahorrador, derrochador o neutro. A través de Modelos de Markov Ocultos (*Hidden Markov Models, HMM*), establece métodos que permiten observar indirectamente al usuario, para poder caracterizar su comportamiento. Esto además se ve completado con la información proveniente de encuestas, por la que se obtienen al final cuatro perfiles de comportamiento finales (Liisberg et al., 2016).

#### Realidad Virtual

Heydarian propone una novedosa metodología denominada *entorno virtual inmersivo*, donde el usuario real se introduce en un modelo virtual para responder ante diferentes situaciones de iluminación natural consideradas convencionalmente en simulación como valores por defecto. Así se trata de mitigar las limitaciones e incertidumbres vinculadas al uso de estos valores, conociendo mejor patrones de conductas relacionados con la iluminación de los espacios. Algunas de las limitaciones señaladas de esta metodología es la propia capacidad de reproducir los mapas de iluminación reales en un espacio interior, y la dificultad de reproducir diferentes condiciones de iluminación de otros lugares, entre otras (Heydarian et al., 2016).

#### Encuestas

Ruan establece un estudio en el que varias familias son encuestadas, y se clasifican por tipo de familia según su edad (pareja joven, pareja mayor, pareja con hijos). Estos datos son relacionados con aspectos del tipo de vivienda y edificio, y se simulan, para establecer la relación entre el patrón de comportamiento y las demandas y consumos energéticos (Ruan et al., 2017).

#### Métodos de tratamiento estadístico avanzado

Hong plantea una metodología alternativa para clasificar al ocupante como usuario activo, medio o pasivo, en relación a las características de comportamiento con las preferencias de regulación de la calefacción, que tienen impacto en el consumo de energía y ambiente térmico interior. Para Hong, algunas técnicas que denomina cualitativas en cuanto al estudio del comportamiento del usuario, son reunir factores de contexto múltiple, o entradas en una sola ecuación, o tratar los factores que influyen en el comportamiento del modelo independientemente. Estas entradas en el modelo y su validación pueden basarse a su vez en datos de comportamientos reales usando métodos estadísticos (varianza,  $R^2$ , Chi cuadrado, etc) (Hong et al., 2016).

#### Análisis de sensibilidad e incertidumbres con simulación

En el artículo de O'Neill y Niu (2017), plantean un estudio de sensibilidad e incertidumbres sobre el comportamiento del ocupante a través de simulación con Energyplus, valorando espacio-temporalmente las estancias en las viviendas, o lo que es lo mismo, con una variación en el número de ocupantes y el patrón de permanencia o ausencia en las mismas (O'Neill & Niu, 2017).

#### Métodos mixtos

Por su parte, Guerra-Santin y su grupo establecen la investigación con métodos

mixtos (*Mixed Methods Research*, o *MMR*) para determinar el comportamiento del usuario en dos casos de estudio, en Holanda y en España. Para llevarlos a cabo, utiliza la monitorización de parámetros ambientales, en combinación con la técnica cualitativa de la entrevista de los usuarios de las viviendas objeto de estudio (Guerra-Santin et al., 2016). En esta publicación, se reconoce que a pesar de que tanto los datos monitorizados (cuantitativos) como la información obtenida de las entrevistas( cualitativas) son específicas para la casuística de este edificio y esas personas, no obstante sirve para contrastar los valores manejados de temperaturas y otras variables ambientales interiores con respecto al confort esperado por los usuarios, y por tanto, que la metodología sirve para acometer actuaciones específicas para cada edificio. Además, a través de las entrevistas, se pueden conocer mejor las necesidades de confort de los usuarios y la capacidad que tienen para lograrlo, lo cual les ha permitido integrar esta información en patrones de ocupación (Guerra-Santin et al., 2016).

## **Referencias**

(AENOR, 2006): AENOR. UNE-EN ISO 14040, <http://www.aenor.es/0-2> (2006).

AENOR. Recuperado a partir de <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0048809#.WTXUc4Vla8Q>

(Albatayneh et al., 2016): Albatayneh, A., Alterman, D., Page, A., & Moghtaderi, B. (2016). Assessment of the Thermal Performance of Complete Buildings Using Adaptive Thermal Comfort. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 216, 655-661. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.12.051>

(Becchio et al., 2016): Becchio, C., Bello, C., Corgnati, S. P., & Ingaramo, L. (2016). Influence of Occupant Behaviour Lifestyle on an Italian Social Housing. *Energy Procedia*, 101, 1034-1041. <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.11.131>

(BOE, 2013a): Boletín Oficial del Estado. (2013). Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

(BOE, 2013b): Boletín Oficial del Estado. (2013). Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

(Buratti et al., 2015): Buratti, C., Belloni, E., Moretti, E., Palladino, D., & Vergoni, M. (2015). Thermal Behaviour and Energy Saving Evaluation of Innovative Reinforced Coatings. *Energy Procedia*, 82, 480-485. <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.848>

(Buso et al., 2015): Buso, T., Fabi, V., Andersen, R. K., & Corgnati, S. P. (2015). Occupant behaviour and robustness of building design. *Building and Environment*, 94, 694-703. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.11.003>

(CIBSE, 2006): CIBSE, G. A. (2006). Environmental design. *The Chartered Institution of Building Services Engineers, London*.

(CIS, 2016): Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS). (2016). Barómetro de noviembre. Recuperado 20 de junio de 2017, a partir de [http://www.cis.es/cis/open/cm/ES/1\\_encuestas/estudios/ver.jsp?estudio=14312](http://www.cis.es/cis/open/cm/ES/1_encuestas/estudios/ver.jsp?estudio=14312)

(Chenari et al., 2016): Chenari, B., Dias Carrilho, J., & Gameiro da Silva, M. (2016). Towards sustainable, energy-efficient and healthy ventilation strategies in buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1426-1447. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.074>

(D'Oca et al., 2015): D'Oca, S., Corgnati, S., & Hong, T. (2015). Data Mining of Occupant Behavior in Office Buildings. *Energy Procedia*, 78, 585-590. <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.022>

(Damiati et al., 2016): Damiati, S. A., Zaki, S. A., Rijal, H. B., & Wonorahardjo, S. (2016). Field study on adaptive thermal comfort in office buildings in Malaysia, Indonesia, Singapore, and Japan during hot and humid season. *Building and Environment*, 109, 208-223. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.09.024>

(Davison & Lawson 2006): Davison, K. K., & Lawson, C. T. (2006). Do attributes in the physical environment influence children's physical activity? A review of the literature. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*,

3, 19. <http://doi.org/10.1186/1479-5868-3-19>

(DOUE, 2012): Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE.

(Energy Charter Secretariat, 2015): Energy Charter Secretariat. (2015). *Carta Internacional de la Energía. Texto acordado durante la Conferencia Ministerial para su adopción en La Haya*. Bruselas. Recuperado a partir de [http://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Legal/IEC\\_ES.pdf](http://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Legal/IEC_ES.pdf)

(European Commission, 2014): European Commission. (2014). *Eurobarometer Special Surveys no 416. Factsheets. Attitudes of European citizens towards the environment*. Recuperado a partir de [http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs\\_416\\_fact\\_es\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_416_fact_es_en.pdf)

(Fanger, 1970): Fanger, P. O. (1970). Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering. *Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering*. Recuperado a partir de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19722700268>

(Ferrer et al, 2015): Ferrer, S., Ruiz, T., & Mars, L. (2015). A qualitative study on the role of the built environment for short walking trips. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 33, 141-160. <http://doi.org/10.1016/j.trf.2015.07.014>

(FENERCOM, 2016): Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (FENERCOM). (2006). *Guía sobre gestión energética municipal*. Madrid. Recuperado a partir de <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-sobre-eficiencia-energetica-municipal-fenercom.pdf>

Gagge et al., 1986): Gagge, A. P., Fobelets, A. P., & Berglund, L. (1986). A standard predictive index of human response to the thermal environment. *ASHRAE Trans.:(United States)*, 92(CONF-8606125-).

(García, 2004): Garcia, E. (2004). *Medio ambiente y sociedad : la civilización industrial y los límites del planeta*. Alianza Editorial.

(Ghahramani et al., 2015): Ghahramani, A., Tang, C., & Becerik-Gerber, B. (2015). An online learning approach for quantifying personalized thermal comfort via adaptive stochastic modeling. *Building and Environment*, 92, 86-96. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.04.017>

(Givoni, 1969): Givoni, B. (1969). *Man, climate, and architecture*. (Elsevier, Ed.).

(Guerra-Santin et al., 2016): Guerra-Santin, O., Romero Herrera, N., Cuerda, E., & Keyson, D. (2016). Mixed methods approach to determine occupants' behaviour – Analysis of two case studies. *Energy and Buildings*, 130, 546-566. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.08.084>

(Heydarian et al., 2016): Heydarian, A., Pantazis, E., Carneiro, J. P., Gerber, D., & Becerik-Gerber, B. (2016). Lights, building, action: Impact of default lighting settings on occupant behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, 48, 212-223. <http://doi.org/10.1016/j.jenvp.2016.11.001>

(Hong et al., 2017): Hong, T., Yan, D., D'Oca, S., & Chen, C. (2017). Ten questions

- concerning occupant behavior in buildings: The big picture. *Building and Environment*, 114, 518-530. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.12.006>
- (Indraganti et al., 2014): Indraganti, M., Ooka, R., Rijal, H. B., & Brager, G. S. (2014). Adaptive model of thermal comfort for offices in hot and humid climates of India. *Building and Environment*, 74, 39-53. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.01.002>
- (INE, 2008): Instituto Nacional de Estadística (INE). (2008). Encuesta de Hogares y Medio Ambiente 2008, 1-8. Recuperado a partir de <http://www.ine.es/dynt3/inebase/index.htm?type=pcaxis&path=/t25/p500/2008/p01/&file=pcaxis#2>
- (Jang & Kang, 2016): Jang, H., & Kang, J. (2016). A stochastic model of integrating occupant behaviour into energy simulation with respect to actual energy consumption in high-rise apartment buildings. *Energy and Buildings*, 121, 205-216. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.03.037>
- (Jia et al., 2017): Jia, M., Srinivasan, R. S., & Raheem, A. A. (2017). From occupancy to occupant behavior: An analytical survey of data acquisition technologies, modeling methodologies and simulation coupling mechanisms for building energy efficiency. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 525-540. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.011>
- (Lisberg et al., 2016): Lisberg, J., Møller, J. K., Bloem, H., Cipriano, J., Mor, G., & Madsen, H. (2016). Hidden Markov Models for indirect classification of occupant behaviour. *Sustainable Cities and Society*, 27, 83-98. <http://doi.org/10.1016/j.scs.2016.07.001>
- (Ludevid, 2015): Ludevid, J. (2015). Hacia la generalización de la rehabilitación integral o arquitectónica de la edificación española. *Informes de la Construcción*, 67(Extra-1), nt001. <http://doi.org/10.3989/ic.14.053>
- (Mazria, 1983): Mazria, E. (1983). *El libro de la energía solar pasiva*. Gustavo Gili.
- (Ministerio de Fomento, 2016): Ahorro de energía. Documento básico. Recuperado 6 de junio de 2017, a partir de <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-ahorro-energia.html>
- (MINETUR, 2015): Ministerio de Industria, E. y T. (MINETAD). (2015). *La Energía en España 2015*. Recuperado a partir de [http://www.minetad.gob.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/Energia\\_2015.pdf](http://www.minetad.gob.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/Energia_2015.pdf)
- (Neila; 2004): Neila González, J. (2004). *Arquitectura bioclimática : en un entorno sostenible*. Munillalería.
- (Nicol et al., 2012): Nicol, F., Humphreys, M., & Roaf, S. (2012). *Adaptive thermal comfort: principles and practice* (Routledge).
- (Nicol & Roaf, 2005): Nicol, F., & Roaf, S. (2005). Post-occupancy evaluation and field studies of thermal comfort. *Building Research & Information*, 33(4), 338-346. <http://doi.org/10.1080/09613210500161885>
- (O'Neill & Niu, 2017): O'Neill, Z., & Niu, F. (2017). Uncertainty and sensitivity analysis of spatio-temporal occupant behaviors on residential building energy

usage utilizing Karhunen-Loève expansion. *Building and Environment*, 115, 157-172. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.01.025>

(Olgay, 1963): Olgay, V. (1963). *Arquitectura y clima : manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Gustavo Gili.

(Preiser & Vischer, 2005): Preiser, W., & Vischer, J. (2005). Post occupancy evaluation.

(RAE, 2014): Real Academia Española. (2014). Diccionario de la lengua española. *Diccionario de la Lengua Española*.

(Ricciardi et al. 2012): Ricciardi, P., & Buratti, C. (2012). Thermal comfort in open plan offices in northern Italy: An adaptive approach. *Building and Environment*, 56, 314-320. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.03.019>

(Ruan et al., 2017): Ruan, Y., Cao, J., Feng, F., & Li, Z. (2017). The role of occupant behavior in low carbon oriented residential community planning: A case study in Qingdao. *Energy and Buildings*, 139, 385-394. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.01.049>

(Sáiz et al., 2010): Sáiz, Á. V., Arias, M., Rafael, M., & García, V. (2010). Opiniones y Actitudes Ciudadanía y conciencia medioambiental en España. *CIS*, 67. Recuperado a partir de <https://libreria.cis.es/static/pdf/OyA67e.pdf>

(Semprini et al., 2015): Semprini, G., Barbieri, D., Gober, A., & Zandi, F. (2015). Effect of Occupant Behavior and Control Systems on the Reduction of Energy Needs of Residential Buildings. *Energy Procedia*, 78, 633-638. <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.044>

(Shafaghat et al. 2016): Shafaghat, A., Keyvanfar, A., Abd. Majid, M. Z., Lamit, H. Bin, Ahmad, M. H., Ferwati, M. S., & Ghoshal, S. K. (2016). Methods for adaptive behaviors satisfaction assessment with energy efficient building design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 250-259. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.133>

(Sourbron & Helsen, 2011): Sourbron, M., & Helsen, L. (2011). Evaluation of adaptive thermal comfort models in moderate climates and their impact on energy use in office buildings. *Energy and Buildings*, 43(2), 423-432.

(Sun & Hong, 2017): Sun, K., & Hong, T. (2017). A simulation approach to estimate energy savings potential of occupant behavior measures. *Energy and Buildings*, 136, 43-62. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.12.010>

(Yan et al., 2015): Yan, D., O'Brien, W., Hong, T., Feng, X., Burak Gunay, H., Tahmasebi, F., & Mahdavi, A. (2015). Occupant behavior modeling for building performance simulation: Current state and future challenges. *Energy and Buildings*, 107, 264-278. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.08.032>

## ENFOQUES CUANTITATIVOS COMÚNMENTE USADOS PARA LA DIAGNOSIS Y MEJORA DEL USO DE LA ENERGÍA Y DEL CONFORT AMBIENTAL DEL USUARIO EN EDIFICIOS.

Este capítulo resume algunos de los principales procedimientos y métodos actuales en el ámbito de la sostenibilidad energética, la calidad ambiental interior del edificio, y el confort ambiental de los usuarios. Concretamente, estos métodos se utilizan de forma común para la diagnosis del estado actual y propuestas de mejora en edificios existentes, contemplando el confort ambiental de los usuarios y el uso eficiente de la energía, aunque desde distintas perspectivas.

A continuación se detallarán aspectos metodológicos para cada una de estas aproximaciones cuantitativas ampliamente utilizadas, las cuales se aplicarán posteriormente al caso de estudio en el capítulo 7, a modo de validación a la propuesta metodológica de esta tesis, el método cualitativo *Photovoice*. Esta metodología se desarrollará en el capítulo 6, y posteriormente se aplicará sobre el caso de estudio en el capítulo 8.

Las aproximaciones cuantitativas incluidas en este capítulo son:

- Simulación energética a través de herramientas informáticas de validación normativa a nivel nacional –*LIDER* y *CALENER GT*- (desarrollada en el epígrafe 4.1 del este capítulo)
- Cálculo de la *huella de carbono* del edificio (en el epígrafe 4.2 del presente capítulo)
- *Checklist* a través de la herramienta *LEED*, creada por el *U.S. Green Building Council (USGBC, 2014a)*, en su versión para Edificios Existentes (denominada en inglés *Existing Buildings, Operation and Maintenance*, o su acrónimo *BO&M*) (desarrollado en el epígrafe 4.3 de este capítulo).
- Estudio mediante estrategias bioclimáticas del edificio (*Climograma de Givoni* y módulos *Weather Tool* y *Solar Tool*, del software *Autodesk Ecotect Analysis*<sup>1</sup>), y propuestas de mejora (en el epígrafe 4.4 del presente capítulo).

### 4.1. Simulación energética mediante métodos de validación del cumplimiento normativo (Lider + Calener+ Herramienta unificada)

#### 4.1.1. Introducción

En la última década se ha extendido el uso de las herramientas computacionales de simulación energética de los edificios como práctica habitual entre los técnicos y profesionales de la arquitectura, y más específicamente entre aquellos especialistas en implementación de estrategias destinadas a gestionar o prever un uso eficiente de la energía en los edificios.

El intercambio energético del edificio es complejo, dinámico, y depende tanto

<sup>1</sup> Autodesk Ecotect Analysis® es una herramienta de análisis ambiental que permite a los diseñadores simular el desempeño del edificio desde las primeras etapas del diseño conceptual.

de las variables exteriores (básicamente atribuibles a condiciones climáticas), como de variables interiores (aquellas que tienen relación con los ocupantes, con los equipos e iluminación existentes, y sus horarios de uso y ocupación), y con las condiciones del límite o contorno, es decir, las relativas a la envolvente del edificio.

Por tanto, esta evolución de la práctica de predicción de comportamientos energéticos para establecer medidas de limitación de demanda energética y reducciones de consumo, hacia modelos simulados mediante *software* constituye un paso natural, dejando atrás arduos cálculos a mano, para realizar ejercicios iterativos que permiten predecir de forma más rápida y en cierto modo más sencilla de evaluar distintas combinaciones de mejoras en un modelo de edificio para su análisis y evaluación. Estas aproximaciones además tienen en cuenta el funcionamiento complejo del edificio y permiten un soporte apto para la toma de decisiones.

#### 4.1.2. Tipos de herramientas de simulación. Ventajas y limitaciones.

Los tipos de herramientas de simulación y modelizado son muchos, pero a grandes rasgos se pueden determinar dos grupos principales:

- *Método de validación*, en el cual se basan los programas informáticos *LIDER* y *CALENER*, o la actual *Herramienta Unificada (HULC)*. Este método obtiene sus resultados en términos relativos por la comparación con un edificio de referencia, generado con las mismas características geométricas del edificio objeto de estudio, con la salvedad de que las propiedades térmicas de los cerramientos y particiones cumplen las exigencias del DB HE-1 del Código Técnico de la Edificación, así como otras convenciones para cumplir el mínimo de certificación energética establecido en el RD 235/2013 sobre *Certificación Energética de Edificios*.
- Por el contrario, el método de cálculo establece un procedimiento computacional más complejo y exhaustivo del comportamiento energético del edificio, por lo que, a diferencia del primero, no se obtienen diagramas comparativos, sino números concretos de demandas, consumos y emisiones de CO<sub>2</sub>. Siguiendo este enunciado, resultaría imposible comparar ambas salidas de datos. Aun así, esto puede lograrse gracias a los ficheros .RES (resultado) que generan los programas de validación, de donde se pueden extraer datos similares a los obtenidos en los métodos de simulación de cálculo. Haciendo un pequeño tratamiento de datos, se podrían establecer datos comparados entre ambos.

En los inicios se distinguieron los dos métodos de simulación existentes. Estas son sus principales características, según (IDAE, 1999):

MÉTODO DE VALIDACIÓN (LIDER-CALENER)	MÉTODO DE CÁLCULO ( <i>EnergyPlus, Design Builder, Trnsys, Openstudio, etc</i> )
Evalúa los efectos sobre el consumo al modificar la envolvente y/o los sistemas	Cuantifica energéticamente
Sólo es válido para determinadas tipologías de edificios	Incluye cualquier tipo de modificación de las variables
No obtiene valores absolutos, <i>a priori</i> , de consumo, ni su disminución por cambio en los factores, sino valores relativos a una referencia	Si la herramienta cuenta con potencia de cálculo y fiabilidad tanto intrínseca como extrínseca, da gran exactitud y un análisis pormenorizado de cualquier situación

A cambio...

...suministra valores que permiten ver si una modificación es mejor que otra y cuánto lo es

...ofrece fiabilidad global

...es consolidable en un proceso operativo de gran facilidad de uso, incluso manual.

Además de estas cuestiones, el aspecto fundamental radica en la verificación del cumplimiento de los estándares nacionales en materia de Ahorro y Eficiencia de la Energía en edificios, para lo cual se desarrollaron las herramientas de validación *LIDER*, *CALENER*, y posteriormente la *Herramienta Unificada (HULC)*. En este sentido, las herramientas de simulación energética denominadas "métodos de cálculo", cuantifican valores relativos a demanda, consumos y emisiones de CO<sub>2</sub> sin indicar específicamente el cumplimiento de ningún estándar (aunque algunos de ellos hayan ido implementando algunos estándares en sucesivas actualizaciones). Además, permiten en muchas ocasiones poder valorar otras soluciones no incluidas en los programas de validación, como soluciones bioclimáticas o sistemas de construcción más innovadores, por ejemplo. Esto hizo que el gobierno nacional publicara una serie de *Condiciones de Aceptación para programas informáticos alternativos* (IDAE, 2013), donde se detallan especificaciones por defecto, asunciones, y otros aspectos de la introducción de datos, del cálculo, y de la salida de datos, para poder aceptar los resultados de los programas como prueba del cumplimiento normativo. Aún no se han establecido las herramientas informáticas que a nivel nacional se puedan considerar *Programas Informáticos Alternativos*, pero sí se puede, mediante el documento antes citado, justificar el ajuste metodológico a las exigencias oficiales, validándolo mediante ejemplos disponibles en la página ministerial.

Esta labor de desarrollo y aceptación de la simulación como herramienta predictiva del comportamiento energético en los edificios, aún en crecimiento, se ha constituido un requisito esencial para la comprensión, estudio e investigación sobre nuevas estrategias de ahorro de energía y eficiencia en el uso de recursos y la reducción de emisiones, a la vez que se verifica el cumplimiento normativo.

Sin embargo, el calado entre los profesionales especializados en el ámbito de la energía y el medioambiente en los edificios, no queda aquí. De más reciente desarrollo son otras herramientas más específicas y que requieren una especialización por parte de sus usuarios más profunda, como son los *CFD (Computational Fluid Dynamics)*, mediante programas o módulos de otros ya existentes, que permiten simular condiciones dinámicas de flujos de aire, muy útiles en la aproximación a comportamientos más reales en los que intervienen fenómenos más complejos como la intervención de corrientes de aire, infiltraciones, emisiones de equipos de climatización frío/calor, etc.

Estas herramientas requieren motores de cálculos más potentes debido al nivel de detalle en la entrada de datos que admiten, y a la computación de fenómenos dinámicos complejos. De ahí la necesidad de una alta especialización para su manejo, su utilidad y precisión.

Por otra parte, también han surgido programas de simulación enfocados al confort del usuario, que, bajo los estándares de las normas relacionadas, como la *ASHRAE 55* (ASHRAE, 2013) o la *ISO 7730* (ISO, 2015), detectan los espacios de los edificios más confortables para sus usuarios, pudiendo incluso implementar, aunque de forma limitada, ciertas entradas de aire controladas (por ejemplo a

través de ventanas). De este tipo destacan *CBE Thermal Comfort Tool*, *Autodesk Ecotect Analysis*<sup>2</sup>, *Energyplus*, *cMap*, o *LadyBug+Honeybee (Grasshopper)*<sup>2</sup> (Conejo, 2016).

Toda esta evolución de la simulación energética como campo de especialización emergente resulta de indudable interés, tanto por permitir el estudio diagnóstico de un edificio o proyecto, la predicción del comportamiento en la implementación de soluciones, o la iteración en los cálculos de forma rápida y sencilla, aunque su manejo normalmente exige alto grado de conocimiento previo. Por otra parte, este tipo de herramientas necesitan una calibración inicial, si se está estudiando un modelo real, que asuma además ciertas limitaciones y simplificaciones del programa informático y del modelo, generando a su vez determinadas incertidumbres en el estudio. También necesitarán una validación que dote al programa informático de la fiabilidad y consistencia requeridas para su uso posterior.

Recientemente, con el emergente desarrollo del *Building Information Modeling (BIM)* para la gestión integrada de los edificios, se está implementando un nuevo tipo de simulación de comportamiento energético del edificio mediante el *Building Energy Modeling (BEM)*. Estas herramientas de eficiencia energética cumplen diversos propósitos, apoyando la optimización de diseño para nuevas construcciones y rehabilitaciones importantes, el desarrollo de códigos de eficiencia y cumplimiento energéticos, clasificación de los recursos, y certificación verde. Si bien el uso emergente de estos tipos de software permiten la diagnosis y detección de fallos en los sistemas de climatización del edificio, y el control predictivo mediante modelizado de la reducción de energía y la respuesta de demanda en el edificio, aún existen barreras a la expansión de esta modalidad predictiva, ya que existe aún una percepción de falta de confianza en su capacidad de replicar comportamientos reales para su predicción fiable<sup>3</sup>.

#### 4.1.3. Las herramientas de validación: *LIDER*, *CALENER*, y la *Herramienta Unificada (HULC)*.

Las herramientas de software *LIDER*, *CALENER*, y más recientemente la *Herramienta Unificada (HULC)* surgen para dar cumplimiento normativo a proyectos nuevos o existentes, mediante la denominada "opción general". Esta, a grandes rasgos, es la opción más completa, con las limitaciones e incertidumbres propias de las herramientas, y su entrada-salida de datos, pero sin experimentar ninguna simplificación más.

La herramienta *LIDER* da cumplimiento al Documento Básico de *Limitación de la Demanda DB HE-1 del Código Técnico de la Edificación (CTE)*, desde su origen en 2006 (RD 314/2006) (BOE, 2006), y su reciente revisión de 2013, mediante la Orden FOM/1635/2013 (BOE, 2013a).

*CALENER*, por su parte, en sus dos versiones –VyP, para vivienda y pequeño terciario, y GT, para gran terciario–, da cumplimiento a la certificación y calificación energéticas de los edificios, mediante la opción general, exigencia derivada de la Directiva 2002/91/CE en lo referente a la certificación energética. Esta Directiva y la Directiva 2010/31/UE, de 19 de mayo, relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios, se transponen parcialmente al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 235/2013 de 5 de abril, por el que se aprueba el

---

<sup>2</sup> <http://www.grasshopper3d.com/group/ladybug>

<sup>3</sup> <https://energy.gov/eere/buildings/articles/building-energy-modeling-101-what-it-and-what-doe-s-role>

Procedimiento básico para la Certificación de Eficiencia Energética de edificios, tanto de nueva construcción, como existentes (BOE, 2013b).

Para facilitar sin embargo el trabajo de los técnicos en la calificación energética de edificios, en especial para algunos proyectos de menor envergadura, como viviendas unifamiliares, en bloque, viviendas individuales dentro de un bloque, o incluso edificios terciarios (pequeños), por ejemplo, los ministerios correspondientes en materia de energía (actualmente el Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital (MINETAD, 2016) han ido facilitando herramientas denominadas bajo el "método simplificado", también reconocidas, entre las que se encuentran CE3, CE3X, y CERMA. Estas herramientas son la alternativa a CALENER, y básicamente la simplificación que asumen es no poder conseguir calificaciones altas (tan sólo las equivalente a las letras D y E), o lo que es lo mismo, no optar a grandes reducciones en el consumo de CO<sub>2</sub> con respecto a lo que sería el mismo edificio base, que sólo cumple con un mínimo de criterios normativos (IDAE, 2009a).

Actualmente, sólo son válidos los registros de certificaciones que se presenten mediante el uso de estas herramientas de la opción simplificada anteriormente citadas, y para opción general, se establece únicamente la herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC), en su versión 1564-1124 (CTE, 2017), actualizada a marzo de 2017. Dado que ambos métodos, LIDER-CALENER y HULC, se basan en los mismos procedimientos y las herramientas de implementación surgen del mismo origen una como evolución de la otra, se desarrollará a continuación el procedimiento de cálculo de LIDER-CALENER, utilizado sobre el caso de estudio (ver capítulo 7, epígrafe 7.8).

#### 4.1.4. Metodología de cálculo (I): Limitación de la Demanda Energética mediante LIDER

En general, en cualquier programa de simulación hay que tener en cuenta la traducción de "lenguaje" que se va a efectuar entre la documentación existente, y el modo en que el programa solicita la entrada de datos. LIDER no es en este sentido una excepción, por lo que lo primero es establecer una serie de simplificaciones del modelo con respecto al real, de diversa naturaleza:

- simplificación geométrica
- simplificación constructiva
- simplificación operacional (uso)
- simplificación espacial (zonificación interior)
- simplificación de instalaciones (adecuación al modelo y a los equipos definidos por los programas, etc.).

Los pasos de introducción de datos en LIDER son los siguientes:

- a) Introducción de datos geográficos y geométricos del edificio
- b) Elaboración de base de datos de cerramientos y elementos de la envolvente: muros exteriores, forjados, particiones interiores, cubiertas, huecos.
- c) Definición del espacio de trabajo y parámetros constructivos por defecto (cerramientos, otros elementos, y puentes térmicos),
- d) Introducción del modelo en 3D y obstáculos remotos (sombras)

- e) Definición de las características de cada espacio. Introducción de parámetros de iluminación.
- f) Cálculo, visualización de resultados de demanda para calefacción/refrigeración, y análisis de los mismos
- g) Iteración de cálculo modificando las variables a considerar para las propuestas de mejora, visualización de resultados, comparación y análisis. Toma de decisiones.

#### 4.1.5. Metodología de cálculo (II): Calificación Energética mediante CALENER GT.

Una vez analizadas las propuestas mediante *LIDER*, se elige la más adecuada, según el tipo de estudio de simulación que se trate (proyecto desde el diseño, rehabilitación, estudio de investigación, etc.), y a partir de ahí, se introducen los datos de las instalaciones solicitadas por el programa, aquellas que están relacionadas con cargas térmicas:

- iluminación (ya introducida en el cálculo mediante *LIDER* para terciario)
- calefacción, donde se podrán incluir las fuentes de generación tanto fósiles como renovables (por ej. biomasa)
- Agua Caliente Sanitaria (ACS), incluida la de producción solar, en el caso de existir.

Antes de proceder con la introducción de datos en *CALENER GT*, hay que revisar que no exista ningún tipo de "pérdida" de datos fruto del paso del archivo *LIDER* al *CALENER GT*.

Los pasos a realizar en el *CALENER GT* son:

- Revisión de los cerramientos
- Introducción de las plantillas horarias, semanales y anuales de uso para las diferentes instalaciones
- Descripción de las instalaciones, ocupación, y datos geométricos en cada espacio, donde se incluyen entre otras cosas las instalaciones térmicas del edificio
- Cálculo, visualización de resultados (etiquetado de calificación energética mediante letra A-G, energías final y primaria, y emisiones de CO<sub>2</sub>)
- Medidas de mejora pasivas y activas: iteración de cálculo modificando las variables a considerar estas propuestas de mejora, visualización de resultados, comparación y análisis. Toma de decisiones.
- 

#### 4.1.6. Obtención de resultados.

##### LIDER.

La salida de datos en *LIDER* se refleja en una ventana con dos pestañas, una de información global, y otra por espacios.

En la demanda global, se muestran los resultados de demanda anual para el edificio de referencia y edificio objeto, para calefacción y refrigeración. También se muestra una infografía con un diagrama de barras que muestra los

resultados relativos de ambos modelos, para refrigeración y calefacción. Y los porcentajes de demanda para cada caso. También se aporta la proporción relativa calefacción-refrigeración.

Se completan los datos con una lista de requerimientos mínimos por elemento o espacio al que pertenece, en caso de que no haya cumplimiento de las exigencias normativas en cuanto a la *Limitación de la Demanda Energética*.

En la pestaña de datos por espacios, se ofrecen los datos detallados para cada espacio definido en el modelo. Así, se puede ver qué espacios cumplen, y cuáles no, de existir estos últimos. Los datos para los espacios se basan en el porcentaje de demanda de cada uno con respecto al que supone la demanda mayor, que se toma como el 100%. A su vez, se miden las demandas del objeto con respecto a la referencia, también en porcentajes (IDAE, 2006).

#### CALENER GT

Calener GT (IDAE, 2009b) basa la calificación energética del edificio en el cálculo previo de los indicadores de eficiencia energética o indicadores energéticos del edificio, que se basan en letras de la A a la G. El programa calcula 6 indicadores de eficiencia energética basados en los siguientes conceptos:

- Demanda de calefacción: es aquella a temperatura constante (22.5°C) para todo el año (sin ninguna parada) de todos los espacios del edificio.
- Demanda de refrigeración: es aquella a temperatura constante (22.5°C) para todo el año (sin ninguna parada) de todos los espacios del edificio.
- Emisiones de climatización: son las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo de energía de todos los equipos utilizados para dar calefacción, refrigeración y ventilación.
- Emisiones de ACS: son las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo de energía de todos los equipos utilizados para dar el servicio al agua caliente sanitaria.
- Emisiones de iluminación: son las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo de energía de todas las luminarias presentes en el edificio.
- Emisiones totales: son las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a todo el consumo de energía del edificio. Es por tanto igual a la suma de los tres conceptos de emisiones anteriormente citados.

Los indicadores de eficiencia energética son el cociente entre el valor del concepto para el edificio objeto o edificio definido por el usuario, y el edificio de referencia.

Del edificio de referencia sólo se contarán aquellos conceptos que el usuario incluya en su proceso de calificación. Aquellas instalaciones no incluidas, no se contabilizarán (por ejemplo, puede ser la iluminación).

*Emisiones de referencia para consumo de iluminación:* se tendrá en cuenta el mismo horario de variación de iluminación que en el edificio objeto. La luminaria del edificio de referencia será "fluorescente no ventilada". El Valor de Eficiencia Energética de la Instalación (VEEI) de referencia lo introduce el usuario para cada espacio, tomando el valor límite que marca el DB-HE3 del CTE (CTE, 2013) para ese espacio en concreto. La potencia eléctrica instalada para iluminación por unidad de área para el edificio de referencia se calculará considerando que el nivel lumínico punta, expresado en lux, en el edificio de referencia es igual al del edificio propuesto.

El consumo total de iluminación en el edificio de referencia se multiplica por el coeficiente de paso de la energía eléctrica a emisiones para obtener las emisiones de referencia debidas al consumo de iluminación.

*Emisiones debido a las instalaciones de Agua Caliente Sanitaria (ACS):* La demanda de ACS (en KW.h) la define el usuario, y se asume que el edificio de referencia tendrá la misma demanda de ACS. Para el cálculo de la demanda de referencia, se suman la demanda de ACS y la de agua caliente para servicio mixto, si existiera. Además, se le restará el porcentaje de ACS solar del edificio de referencia, que introduce el usuario como valor límite obligado por el CTE DB-HE4 para su edificio. Esta demanda total permite el cálculo de emisiones si se divide por un rendimiento medio estacional de referencia y se multiplica por el coeficiente de paso a emisiones de CO<sub>2</sub>. Se asume que el ACS no cubierta por ACS solar se surtirá mediante efecto *Joule* en el edificio de referencia.

*Emisiones debido al consumo de climatización:* las demandas de calefacción y refrigeración se calculan en primer lugar, para el edificio de referencia, y más tarde se dividen por un rendimiento medio estacional de referencia y se multiplican por el coeficiente de paso a emisiones de CO<sub>2</sub>. Las demandas de referencia se calculan mediante varios pasos:

- al edificio objeto se le cambia la calidad constructiva de los elementos de la envolvente, hasta cumplir con el CTE HE1.
- En los sistemas secundarios se cambia el tipo todos ellos a uno ideal para el cálculo de la demanda, con mismo horario, mismo control zonal, y mismo caudal de aire exterior, de ventilación. Las demandas se obtienen sistema a sistema, y se suman. El rendimiento medio estacional de referencia para calefacción y refrigeración se toman como 1,7 y 0,7 respectivamente. Los tipos de energía utilizados por el edificio de referencia son electricidad para refrigeración y gasóleo para calefacción.

*Clases de eficiencia energética:* Una vez obtenidos los indicadores de eficiencia energética, el programa clasifica cada uno de estos indicadores con una letra, tal y como se establece en la Directiva, transpuesta al ámbito nacional mediante el RD 235/2013. Las letras responden a un tanto por uno, sobre el valor del indicador de eficiencia energética:

Indicador $\leq$ 0.40: A
0.40 < indicador $\leq$ 0.65: B
0.65 < indicador $\leq$ 1.00: C
1.00 < indicador $\leq$ 1.30: D
1.30 < indicador $\leq$ 1.60: E
1.60 < indicador $\leq$ 2.00: F
2.00 < indicador : G

El programa dará una calificación (letra) a nivel global, y otra por cada uno de los seis indicadores anteriormente citados.

#### 4.1.7. Interpretación de resultados en LIDER-CALENER.

Una vez conocidos los orígenes tanto de los resultados arrojados sobre el edificio objeto, como del edificio de referencia, la observación de la mejora relativa tanto del objeto con respecto a la referencia (para cumplimiento normativo), como de los resultados y calificación mejorados en procesos iterativos con modificaciones que impliquen propuestas de menor demanda y más eficientes

en el edificio y sus partes, ya se pueden obtener interesantes análisis por comparación de resultados. Si además se quieren obtener datos cuantitativos absolutos, se puede recurrir al análisis de los datos de resultados en archivos originados por el programa informático.

#### 4.1.8. Informe final y certificado.

LIDER emite un informe de verificación de cumplimiento de la normativa, que servirá como justificación administrativa del mismo, donde se incluyen todos los resultados y gráficos, así como los elementos de incumplimiento, de existir.

Por su parte, CALENER GT también cuenta con una herramienta de generación de informes, donde crear el documento administrativo de la calificación, en pdf, generado automáticamente, con la calificación del proyecto, y los datos de entrada más relevantes para la obtención de dicho resultado.

## 4.2. Procedimiento de cálculo de la huella de carbono

### 4.2.1. Introducción.

Se define como *huella de carbono* a la "totalidad de gases efecto invernadero (GEI) emitidos por efecto directo o indirecto de las actividades realizadas por un individuo, organización, evento o producto" (MAPAMA, 2016).

Se distinguen dos huellas:

- *Huella de carbono de una organización:* mide la totalidad de GEI emitidos por efecto directo o indirecto provenientes del desarrollo de la actividad de dicha organización.
- *Huella de carbono de producto:* mide los GEI emitidos durante todo el ciclo de vida de un producto; desde la extracción de las materias primas, pasando por el procesado, fabricación y distribución, hasta la etapa de uso y final de la vida útil (depósito, reutilización o reciclado).

Si bien en el caso de edificios serían ambas de aplicación, según se entienda este como "contenedor de actividades", o como sistema complejo de productos, -o producto en sí mismo- se podrían calcular ambas huellas, la de organización en relación a la huella de actividad, y la de producto relativa a la huella incorporada o embebida. En el caso de estudio calculará la huella de carbono de la organización, y por ello será la metodología que se desarrollará a continuación.

El análisis de huella de carbono de la organización proporciona como resultado final un indicador ambiental global, que corresponde a la actividad que desarrolla la organización, por lo que este método puede servir de punto de referencia para el inicio de actuaciones de reducción de consumo de energía y para la utilización de recursos y materiales con mejor comportamiento medioambiental.

La huella de carbono de la organización, por tanto, identifica la cantidad de emisiones de GEI liberadas a la atmósfera como consecuencia del desarrollo de cualquier actividad; permite identificar todas las fuentes de emisiones de GEI y establecer, fundadas en este conocimiento, medidas de reducción efectivas.

### 4.2.2. Huella de carbono de una organización. Alcances.

Tipos de emisiones:

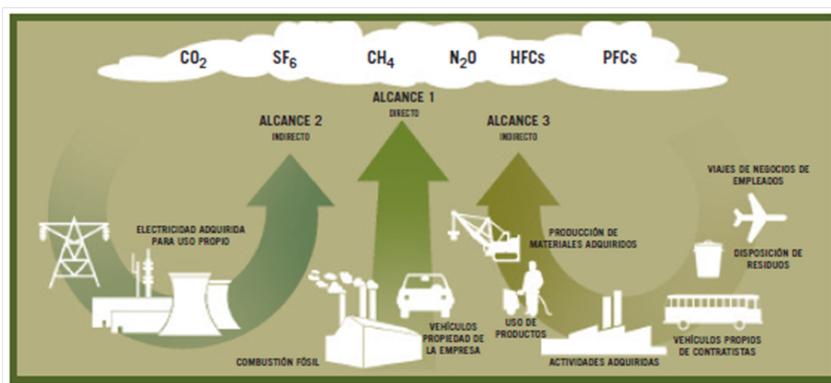
- Emisiones directas de GEI: son emisiones de fuentes pertenecientes o

gestionadas por la organización. Se pueden entender como emisiones liberadas *in situ* donde se produce la actividad, por ejemplo, las emisiones debidas al sistema de calefacción si este se basa en la quema de combustible fósil.

- Emisiones indirectas de GEI: son emisiones consecuencia de las actividades de la organización, en fuentes pertenecientes o gestionadas por otra organización. Un ejemplo de emisión indirecta es aquella procedente de la electricidad consumida por una organización, cuyas emisiones han sido producidas en el lugar en el que se generó dicha electricidad.

Para facilitar la detección de todas estas emisiones, se definen tres alcances. Los alcances son grupos de fuentes emisoras de GEI con características comunes, que se localizan en una organización. Se distinguen tres alcances, 1, 2 y 3:

- *Alcance 1:* agrupa las fuentes de emisiones directas de GEI. Por ejemplo, provenientes de la combustión fósil en calderas, hornos, vehículos, gestionadas o pertenecientes a la entidad en cuestión. También incluye las emisiones de fugas en equipos de climatización – refrigeración y calefacción- (por ej. fugas de aire acondicionado, fugas de CH<sub>4</sub> de conductos). Y también se refiere a aquellas generadas por desplazamientos de vehículos a cargo de la organización (coches oficiales, por ejemplo).
- *Alcance 2:* agrupa aquellas fuentes de emisiones indirectas de GEI asociadas a la generación de electricidad adquirida y consumida por la organización (básicamente por consumo eléctrico). También podría incluirse la compra de calor, vapor o frío, pero esta se da en casos muy particulares y poco frecuentes.
- *Alcance 3:* se refiere a otras fuentes de emisiones indirectas. Algunos ejemplos de actividades de alcance 3 son la extracción y producción de materiales que adquiere la organización; los viajes de trabajo con medios externos; el transporte de materias primas, de combustibles y de productos (por ej. actividades logísticas) realizados por terceros; o la utilización de productos o servicios ofrecidos por otros.



**Figura 4.1:** Esquema de elementos que componen cada alcance de emisiones de GEI en la huella de carbono. Fuente: *GHG Protocol*<sup>4</sup>.

<sup>4</sup><http://www.ghgprotocol.org/>

#### 4.2.3. Base metodológica del cálculo.

De forma simplificada, el cálculo de la huella de carbono consiste en aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Huella de carbono} = \text{Dato Actividad} \times \text{Factor de Emisión}$$

Donde:

- El dato de actividad, es el parámetro que define el grado o nivel de la actividad generadora de las emisiones de GEI. Por ejemplo, cantidad de gas natural utilizado en la calefacción (kWh de gas natural).
- El factor de emisión (FE) supone la cantidad de GEI emitidos por cada unidad del parámetro "dato de actividad". Estos factores varían en función de la actividad que se trate. Por ejemplo, en relación a la actividad descrita anteriormente (consumo de gas natural para la calefacción), el factor de emisión sería 0,202 kg CO<sub>2</sub> eq/kWh de gas natural. Los factores de emisión serán expresados en unidades escogidas en función de los datos de la actividad disponibles.

Como resultado de esta fórmula se obtiene una cantidad de dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> eq), medida en unidad de masa. Este término "CO<sub>2</sub> eq", se refiere a la unidad utilizada para exponer los resultados en cuanto a emisiones de GEI.

Los gases responsables del efecto invernadero (GEI, o en inglés GHG) que se indican en el Protocolo de Kioto y contribuyen al calentamiento global. Los principales son: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido de nitrógeno (N<sub>2</sub>O), gases hidrofurocarbonos (HFCs), perfluorocarbonos (PFCs), hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>)<sup>5</sup>, y de más reciente inclusión, el trifluoruro de nitrógeno (NF<sub>3</sub>). Sin embargo, el CO<sub>2</sub> es el GEI que influye en mayor medida al calentamiento del planeta, y por ello las emisiones de GEI se determinan en función de este gas.

La tCO<sub>2</sub>eq es la unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento atmosférico o potencial de calentamiento global (PCG) de cada uno de estos GEI, expresado en unidad de CO<sub>2</sub>. El PCG se define como el factor que describe el impacto de la fuerza de radiación –o grado de daño a la atmósfera- de una unidad de un determinado GEI en relación a lo que impacta una unidad de CO<sub>2</sub>.

#### 4.2.4. Métodos para calcular la huella de carbono de organizaciones.

Existen varias metodologías para el cálculo de huella de carbono, tanto de productos como de organizaciones. A continuación se presentan las normas y metodologías de mayor reconocimiento internacional. Existen muchas otras, lo cual se refleja en los informes de la Comisión Europea, donde se analizan las metodologías existentes a nivel internacional y europeo (OECC, 2017).

- *Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard (GHG Protocol)*, en español "Protocolo de Gases de Efecto Invernadero", desarrollado por el *World Resources Institute* (Instituto de Recursos Mundiales) y el *World Business Council for Sustainable Development* (Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible), es uno de los procedimientos más utilizados a escala

<sup>5</sup> desde la COP 18 ( La decimoctava conferencia de las partes sobre cambio climático en la que se ratificó el segundo periodo de vigencia del Protocolo de Kioto desde el 1 de enero de 2013 hasta el 31 de diciembre de 2020), celebrada en Doha a finales de 2012

internacional para cuantificar y gestionar las emisiones de *GEI*, así como para la comunicación posterior del inventario de emisiones.

- UNE-ISO 14064-1. De acuerdo con el *GHG Protocol*, se desarrolla en 2006 la norma ISO 14064, que se estructura en 3 partes. Con respecto al cálculo a nivel de organización, la parte 14064-1 establece los principios y requisitos para cuantificar y documentar las emisiones y remociones de *GEI*. Da procedimientos detallados sobre cómo identificar emisiones en actividades o acciones específicas, y apoya la gestión de calidad interna en el inventariado de las emisiones de *GEI*. Las otras partes de esta norma se dirigen, por un lado, a proyectos sobre *GEI* específicamente diseñados para reducir sus emisiones o aumentar la remoción de los mismos (ISO 14064-2) y, por otro lado, a la validación y verificación de los *GEI* declarados (ISO 14064-3) (ISO, 2006).
- UNE-ISO 14069:2013. Cuantificación e informe de *GEI* para organizaciones. Constituye la guía para la aplicación de la ISO 14064-1.

Existen muchas otras, pero todas ellas tienen en común los principios de *relevancia, integridad, consistencia, exactitud y transparencia*.

El cálculo de la *huella de carbono* de una organización supone un análisis detallado de la actividad de la misma, variando su complejidad en base a la cantidad de fuentes emisoras de *GEI* consideradas para el cálculo. Adicionalmente, y teniendo en cuenta que por la dificultad de cuantificar ciertas actividades, y por ende las emisiones asociadas, en particular las de alcance 3, se pueden dar simplificaciones en el cálculo que respondan a esta u otras causas. Por lo tanto, la experiencia establece que para el cálculo de la huella basta identificar cuáles de las fuentes emisoras forman parte de la actividad de la organización para, posteriormente, recopilar la información necesaria sobre los datos de actividad que la definen (principalmente, consumos de combustibles y electricidad). El siguiente paso consistirá en identificar qué factores de emisión se corresponden con cada actividad y efectuar su producto.

La realización del cálculo de la *huella de carbono* de alcance 1+2 de una organización implica un pequeño esfuerzo de recopilación de datos por parte de la organización que la calcula. Posteriormente, y utilizando la calculadora del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA, 2017a), la obtención del dato de la huella será prácticamente inmediato.

#### 4.2.5. Ventajas del cálculo de la huella de carbono.

El cálculo de la huella de carbono, si se entiende como un cambio en el entendimiento y gestión de la organización, ofrece dos ventajas:

Una, para la reducción de emisiones de *GEI*, es necesario reducir los consumos de energía en instalaciones térmicas, de iluminación, transporte, entre otros, lo cual a su vez reduce los costes asociados. Pero además, la segunda ventaja consiste en que reduciéndose las emisiones de *GEI* se toma conciencia medioambiental, la cual debe hacerse llegar a todos los trabajadores de la organización, y a los consumidores.

La entidad que calcula su *huella de carbono*, además de contribuir a la lucha contra el cambio climático y el ahorro, adquiere otras ventajas:

- Formar parte de esquemas voluntarios nacionales regionales públicos o privados (como el registro de *huella de carbono*, la compensación, y

proyectos de absorción de CO<sub>2</sub>).

- Mejorar la reputación corporativa y el posicionamiento de la empresa, obtención de reconocimiento externo por realizar acciones voluntarias tempranas de reducción de emisiones.
- Identificar nuevas oportunidades de negocio: atraer inversionistas y clientes sensibilizados con el cambio climático y el medio ambiente.

#### 4.2.6. Cálculo de la huella de carbono.

Antes de calcular el producto del dato de actividad por el factor de emisión, la organización debe tomar decisiones en relación a dicho cálculo.

##### 4.2.6.1. Establecimiento de los límites.

Fijar los límites de la medición significa decidir qué áreas de la organización se definirán en el proceso para ser incluidas en el cálculo. Si la entidad es pequeña o cuenta con una sola sede, por ejemplo, el cálculo es más sencillo. Para franquicias, sociedades, filiales, o distintas ubicaciones de una misma organización, el proceso requiere mayor dedicación y manejar más volumen de datos.

##### Límites de la organización. Enfoques.

La organización puede estar compuesta por más de una instalación, y a su vez, las emisiones de GEI de cada instalación se pueden producir a partir de una o más fuentes. El límite de la organización es el que determina las operaciones pertenecientes o gestionadas por la organización.

La consolidación de las emisiones de GEI la efectúa la organización a partir de uno de los siguientes enfoques:

- Enfoque de *cuota de participación*: la empresa contabiliza las emisiones de GEI de acuerdo a la proporción que posee en la estructura accionaria. Este enfoque tiene clara referencia económica, puesto que refleja el alcance de los derechos que una organización tiene sobre los riesgos y beneficios que se derivan de una operación. Así, de elegir este enfoque, se deberá aplicar el porcentaje de la participación accionaria a cada operación compartida, dato que se facilitará a través de los departamentos de la organización relativos a gestión económica, contabilidad, o departamento legal.
- Enfoque de *control*: la organización en este caso contabiliza el 100% de sus emisiones de GEI atribuibles a las operaciones sobre las cuales ejerce el control. No debe contabilizar aquellas emisiones de GEI de operaciones donde la empresa tenga participaciones pero no el control de las mismas. El control por tanto puede ser financiero u operativo.

Si la organización que calcula es propietaria absoluta de todas sus operaciones, el límite de la organización será el mismo, independientemente del enfoque que se utilice. Para organizaciones que tengan operaciones conjuntas con otras organizaciones, el límite y las emisiones resultantes pueden diferir dependiendo del enfoque utilizado.

### Límites operativos. Alcances.

Estos límites hacen referencia a los alcances, ya citados con anterioridad, es decir, a la identificación de emisiones asociadas a sus operaciones, clasificándolas como directas o indirectas, para saber cuáles se incluirán en el análisis de emisiones de GEI.

#### 4.2.6.2. Contabilización de emisiones

A continuación se muestra el proceso de contabilización de emisiones por alcance, para cada una de las actividades. En cada caso se determina el dato de actividad necesario y los factores de conversión y emisión correspondientes.

##### Alcance 1

###### ■ *Desplazamientos de vehículos.*

Sólo se contabilizará como dato imprescindible, el GEI relativo al CO<sub>2</sub> en las emisiones asociadas al transporte, ya que la presencia de los restantes GEI es sustancialmente inferior. No obstante, sería aconsejable la inclusión de estos si son conocidos.

Se incluyen en este apartado tanto la flota de vehículos propia de la entidad, como la flota ajena sobre la que tiene control (podría actuar sobre sus emisiones, por ejemplo con el control de combustible), mediante técnicas como *leasing*, *renting*, entre otras.

Las emisiones relativas a viajes de los trabajadores en vehículos ajenos, o bien los desplazamientos en vehículos particulares al trabajo, no entrarían en este apartado, puesto que se consideran emisiones indirectas, englobadas en el alcance 3.

El dato de actividad podrá expresarse en una de estas modalidades (preferiblemente la a)

a. Litros de combustible (gasóleo A, Gasolina) consumidos.

b. kms recorridos, marca y modelo del vehículo.

Si el vehículo es eléctrico, se tomará la electricidad consumida (kWh) en el periodo de cálculo. Si son híbridos, dependerá si es enchufable (en cuyo caso se darán los litros de combustible consumidos+ consumo en electricidad, en kWh), y si es no enchufable, al cargarse con la frenada, sólo se necesita el consumo de combustible en litros.

El cálculo de emisiones de CO<sub>2</sub> de los vehículos se hará de forma distinta dependiendo de si se obtienen los datos de actividad según opción a) o b). Esto determinará a su vez la definición de los factores de emisión para poder efectuar los cálculos.

Si se utiliza la opción a), mediante el dato de litros de combustible, los factores de emisión genéricos para combustibles en España se obtendrán de varias fuentes, entre las que se halla la *Asociación Española de Operadores de productos Petrolíferos (AOP)*<sup>6</sup>, que ofrece datos actualizados.

Si por el contrario se utiliza la opción b), los valores de los factores de emisión

---

<sup>6</sup> <http://www.aop.es/>

para cada marca y modelo de automóvil los facilita la web del IDAE, expresados en gCO<sub>2</sub>/km. Si el vehículo es eléctrico, el factor de emisión será el valor medio del mix eléctrico<sup>7</sup> de las empresas comercializadoras de electricidad sin garantía de origen de electricidad renovable que han operado en España durante el año de estudio. Y si son híbridos enchufables, además se tendrá en cuenta el factor de emisión del consumo del combustible fósil correspondiente. Si se trata de biocombustible, habrá que calcular la proporción de cada componente, siendo considerada la parte de biocombustible puro (procedente de biomasa) como de nulas emisiones de GEI.

■ *Consumo de combustibles fósiles en instalaciones fijas.*

En este epígrafe se incluyen las emisiones relacionadas con el consumo de combustibles en todas las instalaciones fijas, tipo calderas, hornos, quemadores, turbinas, calentadores, incineradores, motores, etc.

Los datos de actividad dependerán del tipo de combustible fósil. Los más habituales son:

- Gas natural: kWh
- Gas butano: kg o nº de bombonas
- Gas propano: kg o nº de bombonas
- Gasoil (l)
- Fueloil (kg)
- GLP genérico (kg)
- Carbón (kg)
- Coque de petróleo (kg)

Por su parte, los factores de emisión genéricos de los distintos combustibles para España, se podrán encontrar en el *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero* (MAPAMA, 2017b).

■ *Utilización de biomasa.*

Según la Guía de la MAPAMA (MAPAMA, 2016), no se considera la biomasa como fuente emisora de GEI.

■ *Refrigeración y climatización*

Para las pequeñas empresas, las emisiones de GEI asociadas a gases fluorados son las originadas por equipos de refrigeración y climatización (aire acondicionado y bombas de calor). Estas emisiones son producidas durante las etapas del ciclo de vida de los equipos (instalación, uso y eliminación de los mismos). Sin embargo, se pueden despreciar las emisiones no relativas al uso de los mismos.

---

<sup>7</sup> El mix eléctrico es el valor que expresa las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la generación de la electricidad que se consume, y se convierte así, en un indicador de las fuentes energéticas que utilizamos para producir electricidad. Cuanto más bajo es el mix, mayor es la contribución de fuentes energéticas bajas en carbono.

Los gases fluorados que se emplean para el funcionamiento de estos equipos son los *hidrofluorocarburos (HFCs)*. El potencial de calentamiento global (PCG) o potencial de calentamiento atmosférico (PCA) oscila entre 12 y 14.800.

Los *HFCs* son los más comunes entre los fluorados, utilizándose en refrigerantes, equipos fijos de refrigeración, aire acondicionado y bombas de calor, agentes sopladores para espumas, extintores, propulsores de aerosoles y disolventes.

El cálculo de emisiones resultará de multiplicar la cantidad de gas fluorado (refrigerante) fugado durante el año por el factor de emisión que corresponda, mediante su *PCG*:

Emisiones climatización/refrigeración= kg gas refrigerante fugado x *PCG*.

Se asume que la cantidad de recarga equivale a la cantidad de refrigerante fugado. El control de la frecuencia de gases fugados se establece de acuerdo al Reglamento 517/2014 (UE, 2014).

Los factores de emisión de gases fluorados equivalenten a sus respectivos *PCG*, disponibles en el Anexo III de la *Guía para el cálculo de la huella de carbono para la elaboración de un Plan de Mejora de una Organización* de octubre de 2016 (MAPAMA, 2016).

■ *Actividades que generan otros gases de efecto invernadero.*

Existen otros gases de efecto invernadero recogidos en el *Protocolo de Kyoto* y que pueden encontrar en distintas actividades. En ocasiones, estos tienen un *PCG* varias miles de veces mayor que el  $\text{CO}_2$ , y su uso se ha intensificado en gran medida en Europa, por lo que la Comisión Europea ha resuelto reforzar la legislación de cara a reducir estas emisiones en dos tercios para 2030.

Alcance 2

■ *Consumo eléctrico*

El dato de actividad en este caso se corresponde con el consumo de electricidad procedente de proveedores externos del año de cálculo. Los datos serán los kWh reflejados en las facturas correspondientes. Si se conocieran los datos de pérdidas por transporte y distribución, para atribuirlos al consumidor final, estos datos corresponderían al alcance 3, no al alcance 2.

Para el cálculo de las emisiones asociadas al consumo eléctrico, se aplica el factor de emisión de la comercializadora contratada para el suministro eléctrico del año de cálculo. Este dato está disponible en las facturas de la compañía suministradora o bien en la web de la *Comisión Nacional de Mercados y Competencia (CNMC)*, en el documento "*Mix comercial y factores de impacto medio ambiental*" (OECC, 2017).

Además, se tendrá en cuenta si la electricidad proviene de origen verde, regulado desde 2007 a través de la *Orden ITC/1522/2007*, del 24 de mayo. La forma de acreditarlo es mediante Garantía de Origen (GdO).

■ *Instalaciones de energía renovable.*

Si una organización dispone de instalaciones para generación de energía renovable para autoconsumo, esto repercutirá directamente en la reducción

del consumo energético (de la red eléctrica general y/o de combustibles fósiles), lo cual se reflejará en el resultado final de la *huella de carbono* de la organización, con menores emisiones.

#### 4.2.7. Resultados.

El método de cálculo de la *huella de carbono* arroja un único valor absoluto, de todas las emisiones del edificio y las actividades que en él se desarrollan, expresado en toneladas de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>). Previamente se suman los consumos y emisiones vinculados a las fuentes generadoras de emisiones de GEI, por lo que se puede expresar cada una de ellas sobre el porcentaje del total de emisiones de la organización. Estos porcentajes permiten discernir qué fuentes generadoras de emisiones inciden en mayor medida sobre el total de la organización, lo cual resulta decisivo para la creación de planes de mejora, que fomenten la reducción del impacto debido a la actividad.

#### 4.2.8. Elaboración de Planes de Mejora.

El método de la *huella de carbono*, al facilitar las emisiones de GEI tras detectar las fuentes que las originan, posibilita actuar sobre estas últimas, estableciendo objetivos para la mejora o reducción de tales emisiones. Al conocer las fuentes de emisión de GEI, se conocen los puntos críticos, por lo que se pueden definir medidas de reducción de consumo y eficiencia energética.

Para las propuestas recogidas en el plan de mejora, también se puede definir un año, y así computar las reducciones del mismo. También se puede hacer para varios años o una referencia *móvil* (por ejemplo el año anterior al año de cálculo).

La organización puede asimismo compensar sus emisiones con proyectos que promuevan sumideros de carbono y/o reduzcan emisiones. Esta compensación no reduce su propia huella de carbono, pero les permite contribuir al objetivo global de luchar contra el cambio climático.

##### 4.2.8.1. Medidas de reducción de emisiones.

Se establece una serie de propuestas orientativas sobre las medidas más comunes para reducir las emisiones de GEI. Las propuestas, además de lograr reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub>, contribuirán a reducir costes asociados al consumo energético, bien por una optimización del uso de las instalaciones o bien por la sustitución de equipamientos más eficientes energéticamente. Si bien estas propuestas de mejora se facilitan en el documento (OECC, 2017), no tienen un vínculo directo con el método, sino con el conocimiento científico-técnico y la práctica profesional.

##### Mejora de la envolvente

Destacan: sustitución de elementos de huecos (carpintería y vidrios); reducción de infiltraciones por huecos; mejora del aislamiento de la envolvente, principalmente.

##### Iluminación

Destacan: aprovechamiento de luz natural; sustitución de lámparas incandescentes por fluorescentes de bajo consumo o LEDs; sustitución de

lámparas halógenas convencionales por lámparas halógenas IRC; instalación de detectores de presencia en zonas de uso esporádico, entre otras.

#### Climatización

Destacan: instalación de generación por energías renovables; instalación de válvulas termostáticas en radiadores; regulación de la temperatura de climatización; sustitución de la caldera por otra más eficiente; uso de enfriamiento gratuito o *freecooling*; zonificación de las áreas a climatizar, entre otras.

#### Equipos

Destacan: uso de regletas múltiples con interruptor o enchufe programable; apagado de los aparatos eléctricos cuando no se usan; instalación de variadores de velocidad en motores; uso de motores de alta eficiencia, entre otras.

#### Generación Eléctrica

Destacan: instalación de sistemas de cogeneración, e instalación de paneles solares fotovoltaicos.

#### Refrigeración

Destacan: controlar la temperatura de refrigeración; mantenimiento de puertas cerradas; evitar sobrecargar las neveras; evitar proximidad de equipos de refrigeración a fuentes de calor ; compra de equipos eficientes, entre otras.

#### Transporte

Destacan: fomento de modos de transporte más respetuosos con el medio ambiente (transporte público o bicicleta, por ejemplo); gestión de rutas; renovación del parque de vehículos por otros menos contaminantes; formación en técnicas de conducción más eficientes, entre otras.

#### Medidas genéricas

Destacan: mantenimiento adecuado de las instalaciones; instalación de sistemas de telegestión energética en edificios; e incorporación de buenas prácticas entre los empleados (sustituir reuniones presenciales por videoconferencias, vestimenta adecuada a la temperatura, etc.).

#### 4.2.8.2. Establecimiento de objetivos cuantificables de reducción de emisiones.

Según el *Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte de GHG Protocol*, para establecer un objetivo de reducción de emisiones, hay que efectuar dos pasos:

1. Obtener el compromiso de los altos responsables de la organización
2. Elegir el tipo de objetivo, distinguiéndolo entre *absoluto* o de *intensidad*.

El *objetivo absoluto* establece una cifra determinada de reducción de emisiones en un plazo temporal estipulado, expresada en toneladas anuales CO<sub>2</sub> equivalente.

El *objetivo de intensidad*, o *relativo*, establece la reducción de las emisiones *GEI* en términos de proporciones con respecto al valor inicial, y determina alguna variable relevante del nivel de actividad de la organización, o los ratios de emisiones. Con este tipo de objetivo se pueden establecer comparativas con los años anteriores, sin que el crecimiento de la actividad de la organización influya; se reflejan así las posibles mejoras.

Al fijar el límite del objetivo, se definen qué emisiones de GEI, qué operaciones, fuentes de emisiones y actividades se incluirán en tal objetivo. Pueden coincidir o no con los de la *huella de carbono*.

Los objetivos de reducción se fijarán como porcentaje con respecto a un año base fijo objetivo, o en varios años. También se puede establecer un año base móvil si en un año base fijo resulta complicado o costoso generar o mantener datos fiables y verificables. A su vez, se establecerán las fechas para el cumplimiento del objetivo.

Para establecer un valor cuantificable del objetivo, se necesita previamente examinar las relaciones entre emisiones de GEI y variables que definen la actividad en la organización, establecer futuros escenarios de la empresa con relación a las emisiones de GEI y considerar existencia de planes en los ámbitos ambiental o energético, de inversión, sustitución o renovación de producto o servicios, por ejemplo.

También hay que considerar si hay planes vigentes de cambio de combustibles, generación eléctrica o energías renovables, que puedan modificar el futuro perfil de emisiones GEI de la empresa.

#### 4.2.9. Interpretación de resultados en la huella de carbono.

Una vez se obtienen los resultados para un año de estudio, o en su defecto para un periodo determinado, se pueden establecer planes de mejora para reducir los consumos de energía del edificio y su actividad, y con ello, las emisiones de GEI. Sin embargo, al ser la *huella de carbono* un método basado en la contabilización de consumos de combustibles y energía eléctrica, refrigerantes, etc., no es posible en la mayoría de casos efectuar un estudio preventivo, a menos que se contrastase la información en cuanto a ahorros previsibles de una forma fiable, para lo cual se necesita mucha información de las instalaciones e infraestructuras del edificio, y de su actividad. Lo habitual será que este estudio inicial de la *huella de carbono* de la organización se tome como punto de partida o umbral (*benchmark*), a partir del cual, aplicando las mejoras establecidas, se observen anualmente los progresos en reducciones de emisiones de GEI. Esta será la vía más fiable de medir la efectividad del plan de mejora.

También se podrán utilizar otras herramientas o métodos, como la simulación energética, para tener una idea de los ahorros y reducción de emisiones en función de las medidas propuestas, aunque estas también serán orientativas en mayor o menor medida, en función de la exactitud de la información a introducir en los cambios, y del modelo y programa informático utilizados.

No obstante, conviene tener en cuenta que un edificio terciario tiene una complejidad en su configuración, geometría, funcionamiento, uso y en la adecuación de sus instalaciones y servicios al usuario tal, que lo hacen único, frente a otras tipologías como la vivienda, por ejemplo. Por tal motivo, establecer un método mediante *benchmark* o umbral de consumos y emisiones, e ir implementando mejoras y valorando las reducciones reales que se generan, a pesar de requerir más tiempo (tiempo real), constituye la mejor manera de evaluar la evolución favorable.

#### 4.2.10. Informe de la huella de carbono

Por último, toda esta información que se ha ido detallando paso a paso en la

metodología de cálculo, debe ser facilitada a los responsables de la entidad o empresa solicitante, en un informe detallado, que además permita informar públicamente de los resultados de su inventario de emisiones de GEI. La información contenida en él debe ser relevante, completa, consistente, precisa y transparente (*GHG Protocol*).

### **4.3. Evaluación de la sostenibilidad de la sostenibilidad mediante checklist: la herramienta LEED**

#### *4.3.1. Introducción. Las certificaciones y la sostenibilidad.*

Las certificaciones surgen, junto a la normalización, como una evolución de los mercados y el comercio de bienes y servicios. La evaluación de las características y prestaciones de productos mediante estándares que garanticen condiciones durables, habitables y seguras, con unos mínimos de calidad, han evolucionado desde la segunda mitad del S.XX hasta incluir, en las últimas décadas, la evaluación de condiciones medioambientales.

En estos procedimientos denominados *certificaciones* (también denominados en ciertos ámbitos certificados o marcas), voluntarias en su mayoría, una tercera parte otorga cierta garantía, o asegura al menos, que un producto, sistema, proceso o servicio es de conformidad con alguna normativa, guía de buenas prácticas o acuerdo de evaluación reconocido a un nivel superior por comités o paneles sectoriales, gobiernos, etc. El certificado permite a los agentes intervinientes confiar en el cumplimiento del proveedor con tales acuerdos o normas, lo cual genera confianza. En ocasiones esto además se expone en forma de etiqueta o clasificación.

En el ámbito de la sostenibilidad de los edificios, son varias las certificaciones existentes, por iniciativa privada la mayoría de ellas. Mediante un formulario tipo "*checklist*" evalúan criterios de sostenibilidad, medioambiente, eficiencia, uso responsable de los recursos, y confort del usuario, principalmente. La finalidad de estos métodos para la evaluación ambiental y el diseño sostenible de los edificios es mostrar de forma objetiva el análisis del comportamiento global de estos. Estas herramientas en muchos casos tienen una base en el *Análisis de Ciclo de Vida*<sup>8</sup>, y debido a su complejidad, es necesario que estos métodos seleccionen un número limitado de variables, para establecer un equilibrio entre el rigor y la practicidad.

En aquellos países donde la legislación en materia ambiental ha evolucionado más, se han desarrollado herramientas propias de evaluación, o certificaciones. Algunas de ellas tienen ya un reconocimiento internacional a pesar de su iniciativa privada y voluntaria, porque en su origen recogen exigencias y buenas prácticas que efectivamente velan por la reducción de emisiones de GEI, uso de recursos de forma consciente y responsable con el medioambiente, y promoviendo el uso de fuentes de energía renovables. Esto además favorece a las entidades que albergan esos edificios, distinguiéndolos en una política amigable con el medioambiente, y responsable.

Aunque pueden distar parcialmente los criterios en los que se base el tipo de procedimiento o certificación, los principales métodos internacionalmente reconocidos en este ámbito son:

---

<sup>8</sup> Recopilación y evaluación de las entradas, resultados y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto durante su ciclo de vida. UNE-EN-ISO 14044:2006.

- LEED (EEUU): con criterios específicos sobre la valoración de las actuaciones dirigidas al medioambiente y la sostenibilidad global del edificio
- BREEAM (Reino Unido): el más usado junto con LEED, con mayor adaptación a los requerimientos nacionales, se basa en exigencias de sostenibilidad de edificios bajo el enfoque del Análisis de Ciclo de Vida
- HQE (Francia): basado en ecoconstrucción, ecogestión, con criterios específicamente dirigidos a salud y confort.
- DGNB (Alemania): su base cubre todos los ámbitos de la construcción sostenible
- VERDE (España): establece una reducción del impacto del edificio comparado con un edificio de referencia estándar, mediante exigencias mínimas fijadas por las normas y la práctica habitual
- ENVEST (GBR): el enfoque es la valoración de impactos mediante "ecopuntos"
- CASBEE (Japón): basado en los principios de ecoeficiencia

#### 4.3.2. La certificación LEED.

*LEED*, acrónimo de *Leadership in Energy & Environmental Design* (en español, *Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental*) es un sistema de certificación de edificios sostenibles, que se aplica al desarrollo de edificaciones bajo criterios sostenibles y de alta eficiencia, y está desarrollado por el Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos (U. S. Green Building Council, USGBC®). Sus metas se establecen tanto a nivel de diseño como en las fases de construcción y funcionamiento del edificio.

La evaluación final de la certificación o calificación *LEED* la otorga este organismo, una asociación independiente que reúne a agentes participantes en sostenibilidad y construcción sin ánimo de lucro, impulsando la implementación de prácticas de excelencia en el diseño y construcción sostenibles.

##### 4.3.2.1. Historia y fundamentos de LEED.

En 1993, Rick Fedrizzi, David Gottfried y Mike Italiano crearon el United States Green Building Council (*USGBC*), con el fin de instaurar prácticas sostenibles en la industria de la construcción y la edificación. Establecieron una panel sectorial (con más de 60 empresas del sector, y otros agentes), para lo cual se reunieron en el Instituto Americano de Arquitectos, y fundaron el Consejo. Aquellas ideas iniciales fueron concretándose hasta formalizar un sistema de calificación del edificio verde (o sostenible), lo que más tarde se convertiría en *LEED*. Desde que se diera a conocer en el año 2000, se ha convertido en un estándar internacional para edificios que destacan por sus características respetuosas con el medioambiente.

Es una certificación voluntaria. Sin embargo, según el país y si la edificación es singular, con planes de negocio muy concretos, se solicita de forma obligatoria por las entidades gestoras o promotoras, como parte de la estrategia integral de la entidad. Las directivas *LEED* están desarrolladas por el *U.S. Green Building Council (USGBC, 2014b)*, o Consejo para la Construcción Ecológica de Estados Unidos, promoviendo la construcción de edificios verdes, con materiales

ecológicos, bajo criterios de arquitectura sostenible y siempre cumpliendo con las normativas públicas vigentes.

*LEED* es un programa de certificación para edificios y entidades que guía su diseño, construcción, operaciones y mantenimiento hacia la sostenibilidad. Se basa en prerrequisitos y créditos que un proyecto o edificio reúne para alcanzar un nivel de certificación: Certificado, Plata, Oro o Platino. Estos créditos van puntuando hasta alcanzar alguna de las categorías citadas.

Las señas de identidad de *LEED* valoran la innovación, el rigor técnico y la relevancia en el mercado. *LEED* regularmente se somete a evaluaciones y otras mejoras, bien a través de la clarificación del lenguaje específico de los créditos para mejor entendimiento, o bien mediante adaptaciones a sistemas de calificación existentes, o con actualizaciones para un conjunto de sistemas de calificación.

Los edificios certificados *LEED* son eficientes en cuanto a recursos, utilizan menos agua y energía, y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero (*GEI*), con los consecuentes ahorros económicos.

#### 4.3.2.2. Funcionamiento y evaluación mediante *LEED*. Aspectos generales.

El sistema *LEED* tiene como objetivo la mejora global de los edificios, sea en la etapa que sea o del tipo de edificio que se trate, en materia de impacto medioambiental. Para ello, divide su otorgamiento de "créditos" o puntos, en una serie de categorías de impacto:

- *Localización y transporte (LT)*: evita el desarrollo en lugares no propicios, fomentando el menor número de desplazamientos en vehículos privados, promueve la habitabilidad y mejora de la salud a través de estrategias que valoran la actividad física diaria.
- *Parcelas sostenibles (PS)*: promueve criterios apropiados para el emplazamiento del edificio, valorando la revitalización de lugares infrautilizados, o la conexión con el transporte público, protección o restauración del hábitat, y manejo y control de aguas pluviales en el solar de estudio.
- *Eficiencia del agua (EA)*: promueve un uso del agua más eficiente, disminuyendo el agua de riego, seleccionando bien las especies vegetales y utilizando sanitarios con medidas de ahorro incorporadas.
- *Energía y Atmósfera (EyA)*: en este caso se justifica mediante cumplimiento de los mínimos establecidos en la ASHRAE 90.1 sobre el uso eficiente de la energía, lo cual se traduce en un ahorro de energía en comparación con un caso base que cumple el estándar. Además, se debe cumplir con un determinado comportamiento de los sistemas del edificio a largo plazo.
- *Materiales y Recursos (MR)*: se valora en este apartado la adecuada selección de los materiales utilizados, valorando el uso de aquellos regionales, reciclados, reemplazables fácilmente, renovables, o certificados con algún sello verde, como pueda ser alguna *Declaración Ambiental de Producto*, conforme a normas como la EN 15804, o ISO 14025 (ISO, 2006), por citar algunas.
- *Calidad Ambiental Interior (CAI)*: este apartado insta a un adecuado ambiente interior en el edificio, que implica ventilación, confort térmico y acústico, control de contaminantes liberados al aire, y correctos niveles de

iluminación interior.

- *Innovación (IN)*: esta categoría, adicional, atiende al margen de buen hacer en construcción sostenible así como a otras medidas, relativas al diseño, no contempladas en las cinco categorías ambientales anteriores.
- *Prioridad regional (PR)*: los créditos otorgados bajo este epígrafe son característicos de *LEED*, que de alguna forma "bonifica" la implementación de estrategias constructivas sostenibles propias de un lugar concreto o que aborden problemas ambientales específicos del entorno del proyecto a evaluar.

Estas categorías, más generales, se encuentran por ejemplo en la evaluación *LEED* para *Edificios Existentes*, que será de aplicación para el caso de estudio, en el epígrafe 7.10 del capítulo 7. Sin embargo, para otras tipologías se puede encontrar, además, la categoría de procesos integrativos (IP/A&E).

Los puntos o créditos máximos alcanzables son 100, más 6 extra por innovación, y 4 extra por prioridad regional.

#### 4.3.2.3. Tipos de certificación LEED.

El sistema *LEED* cuenta con un proceso de certificación a través de oficinas de consultores que asesoran a los proyectos. Estos no son certificadores ni revisores, ya que el único organismo facultado para otorgar la certificación *LEED* es el *USGBC*, en EEUU. La certificación final se realiza *online*, a través de la página oficial del *USGBC*. Previamente, el organismo consultor habrá reunido la información necesaria, que habrá de colgar en la web oficial, que será analizada y validada por el *US Green Building Council (USGBC)*.

Las modalidades de certificación atendiendo al tipo de edificio o fase del proyecto de estudio se enumeran a continuación:

- *LEED* para Nuevas Construcciones (*LEED NC*): diseñado para edificios de nueva planta de oficinas comerciales, aunque puede aplicarse a otros tipos de edificios: edificios de oficinas, rascacielos residenciales, edificios públicos, edificios institucionales, instalaciones de ocio, plantas industriales y laboratorios, entre otros.
- *LEED* para edificios Existentes, Operaciones y Mantenimiento (*LEED EB, O&M*): mediante este sistema se busca maximizar la eficiencia operativa y reducir los impactos ambientales del edificio. Más detalladamente se refiere a cuestiones de limpieza y mantenimiento, programas de reciclaje, programas de mantenimiento exterior, sistemas y actualizaciones. Se puede aplicar tanto a edificios existentes evaluados por primera vez con *LEED*, como a análisis tipo *follow-up* o seguimiento, si se busca evaluar el impacto de una estrategia a considerar o la implementación real de alguna mejora en el edificio.
- *LEED* para viviendas (*LEED for HOMES*): esta modalidad promueve el diseño y la construcción ecológicas o sostenibles en el ámbito doméstico. Así, se valora un menor y más eficiente uso de la energía, agua y recursos naturales; minimización de emisión de residuos, entorno más saludable y confortable para sus ocupantes. Además se restringen las emisiones de *GEI* y la exposición a contaminantes volátiles y otros agentes como hongos o moho.
- *LEED* para desarrollo de Barrios (*LEED ND*): en este tipo de certificación se integran principios de crecimiento inteligente, urbanismo y edificios

sostenibles (verdes) a nivel de vecindario, cumpliendo con los niveles más exigentes de criterios medioambientales.

- **LEED para colegios (LEED SC):** en esta evaluación se integran los principios de diseño inteligente para edificios con un uso concreto, como es el educacional.

En general, la metodología de todos los sistemas de evaluación LEED es la misma. El proceso de certificación en las modalidades más habituales (edificios de nueva planta) tiene lugar durante las fases de proyecto y obra del edificio, obteniéndose la certificación al final de la fase de obra. Si bien no existe ningún requisito para abordar la certificación, es habitual que a los agentes del proyecto se incorpore un asesor especializado.

LEED, como se ha explicado anteriormente, se puede aplicar a todo tipo de edificios. Pero además, alberga otras adaptaciones, como por ejemplo el *Programa Campus*, dirigido a espacios en una parcela compartida, donde varios edificios se sitúan, gestionados por una única entidad. Estos pueden ser evaluados de forma diferente por edificio, por espacio, o en grupo, especialmente si son similares.

Además, para aquellos créditos en los que se prevea una equivalencia ante normativa o buenas prácticas fuera del ámbito de Estados Unidos, se podrán encontrar bajo el epígrafe “consejos internacionales” aportaciones para establecer tal equivalencia. Además, las unidades de medida se dan no sólo en referencia anglo sajona, sino también en Sistema Internacional (S.I.). Análogamente, si se especifica para un crédito una alternativa al estándar de referencia de LEED un “equivalente local”, significa que se puede utilizar en lugar de la referencia LEED dada de forma específica para la ubicación del edificio.

**PARCELAS SOSTENIBLES (PS)**

**PRERREQUISITO PS: POLÍTICA DE GESTIÓN DE LA PARCELA**  
 Requisito

**BO&M**  
 Este requisito se aplica a:

- Edificio: Existentes: Operación y Mantenimiento
- BO&M Educativo
- BO&M Superficies Comerciales
- BO&M Centros de Datos
- BO&M Hospedaje
- BO&M Logística (Almacenes y Centros de Distribución)

**Propósito**  
 Preservar la integridad ecológica y fomentar prácticas de gestión de la parcela sensibles ambientalmente que proporcionen un espacio exterior del edificio limpio, bien mantenido y seguro a la vez que apoyan operaciones de alta eficiencia en el edificio y su integración en el paisaje circundante.

**Requisitos**  
**BO&M EDUCATIVO, SUPERFICIES COMERCIALES, CENTROS DE DATOS, HOSPEDAJE, LOGÍSTICA (ALMACENES & CENTROS DE DISTRIBUCIÓN)**

**IMPLANTACIÓN**  
 Crear e implantar una política de gestión de la parcela que utilice las mejores prácticas de gestión para reducir el uso de productos químicos perjudiciales, el desperdicio de energía y agua, la contaminación del aire, los residuos sólidos y la contaminación química para todos los siguientes elementos operativos del edificio y sus terrenos:

- uso de equipos de mantenimiento con bajas emisiones;
- eliminación de agua y hielo;
- limpieza del exterior del edificio, pavimento y otras superficies impermeables;
- control de erosión y sedimentación (para el funcionamiento continuo y actividades de construcción);
- gestión de los residuos orgánicos (derivados a la parcela o derivados de vertederos);
- gestión de plantas invasoras y exóticas (a través de monitorización y erradicación);
- uso de fertilizantes (ensayo de suelos antes de usar fertilizantes para evitar la aplicación excesiva de nutrientes);
- gestión del riego (monitorizar los sistemas de riego manualmente o con sistemas automatizados al menos cada dos semanas durante la estación de funcionamiento para un consumo apropiado de agua, tiempos de riego, pérdidas o paradas); y
- almacenamiento de materiales y equipos.

**EFICIENCIA**  
 Nada

Actualizado para reflejar la Adenda del 1 de Octubre de 2014 a LEED v4 Operación y Mantenimiento de Edificio 9

**CRÉDITO PS: DESARROLLO DE LA PARCELA - PROTEGER O RESTAURAR EL HÁBITAT**

**BO&M**  
 1 - 2 Puntos

Este crédito se aplica a:

- Edificio Existentes: Operación y Mantenimiento (1 - 2 puntos)
- BO&M Educativo (1 - 2 puntos)
- BO&M Superficies Comerciales (1 - 2 puntos)
- BO&M Centros de Datos (1 - 2 puntos)
- BO&M Hospedaje (1 - 2 puntos)
- BO&M Logística (Almacenes y Centros de Distribución) (1 - 2 puntos)

**Propósito**  
 Conservar las áreas naturales existentes y restaurar las áreas dañadas para proporcionar hábitat y promover la biodiversidad.

**Requisitos**  
**BO&M EDUCATIVO, SUPERFICIES COMERCIALES, CENTROS DE DATOS, HOSPEDAJE, LOGÍSTICA (ALMACENES & CENTROS DE DISTRIBUCIÓN)**

**Opción 1. Restauración in situ (2 puntos)**

**IMPLANTACIÓN**  
 Disponer de vegetación autóctona o adaptada en el 20% del área total de la parcela (incluyendo la huella del edificio), un mínimo de 465 metros cuadrados (5.000 pies cuadrados), para proporcionar hábitat y promover la biodiversidad.

**EFICIENCIA**  
 Nada

**Opción 2. Apoyo Financiero (1 punto)**

**IMPLANTACIÓN**  
 Proporcionar un apoyo financiero equivalente al menos a 0,50 US \$ por metro cuadrado (0,05 \$ por pie cuadrado) para el área total de la parcela (incluyendo la huella del edificio).

Se debe proporcionar apoyo financiero anual a una organización de conservación o un fideicomiso de tierras nacional o localmente reconocido dentro de la misma eco-región de Nivel III de EPA o de la región del edificio (o en un radio de 160 km - 100 millas) para proyectos fuera de U.S. En proyectos dentro de U.S., el fideicomiso de tierras debe estar acreditado por el Land Trust Alliance.

**EFICIENCIA**  
 Proporcionar el apoyo financiero especificado todos los años.

Actualizado para reflejar la Adenda del 1 de Octubre de 2014 a LEED v4 Operación y Mantenimiento de Edificio 10

**Figuras 4.2 y 4.3.** Ejemplos de descripción para cumplimiento de prerrequisito y para obtención de crédito respectivamente, para implementación de LEED.

Si además ese equivalente local está “aprobado por el USGBC”, significa que se considera equivalente a los estándares del USGBC a través de su proceso de establecimiento de equivalencias en LEED fuera del ámbito de EEUU.

#### 4.3.2.4. Proceso de certificación LEED.

Las fases del proceso de certificación *LEED* son las siguientes:

- a) Elección de categoría de evaluación del sistema, según el tipo de proyecto o edificio: *BD+C*, *ID+C*, *O&M*, *ND* o *HOMES*.
- b) Registro: En este paso interviene el administrador de proyecto, que accede al registro web de *LEED*. Por su parte, el *USGBC* proporciona acceso a herramientas disponibles *online*, documentación y otros datos necesarios para el proceso de certificación. Este registro conlleva el abono de unas tasas, independientes de las relativas a la certificación.
- c) Pre-certificación: la información para cada crédito se envía al *USGBC*, con la consecuente declaración y compromiso de intenciones y objetivos del proyecto. Para ello se utiliza la *checklist*, marcando la puntuación que se aspira a obtener.
- d) Solicitud de certificación: esta puede realizarse de forma combinada, con una única entrega al final de la fase de construcción (para el caso de proyectos) o en dos fases, esto es, fase de diseño, y fase de construcción.
- e) Revisión y certificación: para cada fase, el *USGBC* comprueba el cumplimiento de pre-requisitos y de créditos, obteniendo una puntuación que determinará finalmente la categoría *LEED* del edificio.

#### 4.3.3. Metodología LEED.

Para la consecución de los puntos o créditos que *LEED* otorga, es necesario ir paso por paso siguiendo los distintos epígrafes de las categorías ya mencionadas, donde se especifican las exigencias, sean obligatorias (prerrequisitos) u opcionales (créditos). Estas condiciones para obtener tales créditos, pueden descargarse de la web original de *USGBC*<sup>9</sup>, tanto en inglés como en español.

Los prerrequisitos son aquellos criterios obligatorios, que deben cumplirse de forma total e inexcusablemente para obtener la certificación *LEED*. Para los créditos, optativos, se pueden obtener distinto grado de cumplimiento, atendiendo a la naturaleza de la exigencia del crédito y al propio proyecto o edificio del que se trate. Se distinguen las diferentes categorías de cumplimiento:

- Obligatorio: cuando son prerrequisitos. El fallo en la implementación o justificación documental directamente implica fallo en cualquier nivel de certificación *LEED*.
- Seguro: cuando el análisis del proyecto básico confirma la posibilidad de conseguir el crédito con el proyecto en estado actual
- Probable: es viable la consecución del crédito aunque se consideren modificaciones o justificaciones en las etapas de desarrollo y/o construcción.
- Dudoso: la consecución del crédito no se puede anticipar en la pre-evaluación por requerir modificaciones de diseño, que deben ser confirmadas, o que están sujetas a incertidumbres durante la obra
- Descartado: créditos que suponen tales modificaciones que resultan inviables.

---

<sup>9</sup> <http://www.usgbc.org/>

- No aplica: el crédito no es adquirible por las condiciones particulares del proyecto/edificio.

La descripción de los diferentes prerrequisitos y créditos y cómo conseguirlos se puede encontrar en el documento oficial *LEED v4 BOE\_M ESP*, disponible a través de la web de la filial española *Spain Green Building Council (SGBC, 2014)*.

A continuación se muestra un ejemplo del esquema en *Excel* correspondiente al recuento de créditos para la obtención de certificado LEED para edificios existentes (*Existing Buildings, BO&M*):

LEED v4 para Operaciones y Mantenimiento: Edificios Existentes (Existing Buildings)				Nombre del proyecto: Estado Actual Edificio Principal IETcc-CSIC			
Checklist del proyecto				Fecha: 02/04/2017			
SI	?	No		SI	?	No	
<b>5 0 0 Ubicación y Transporte 15</b>				<b>5 0 0 Calidad Ambiental Interior 17</b>			
5	0	0	Crédito Transporte Alternativo 15	5	0	0	Prereq Desempeño Mínimo de la Calidad del Aire Interior Obligatorio
5	0	0	Crédito Transporte Alternativo 15	SI			Prereq Control del Humo Ambiental del Tabaco Obligatorio
<b>4 0 0 Sitios Sustentables 10</b>				<b>0 0 0 Innovación 6</b>			
4	0	0	Prereq Políticas de Manejo del Sitio Obligatorio	0	0	0	Crédito Innovación 5
2			Crédito Desarrollo del Sitio - Protección o Restauración del Hábitat 2	0	0	0	Crédito LEED Accredited Professional 1
1			Crédito Manejo de Aguas Pluviales 3	<b>0 0 0 Prioridad Regional 4</b>			
1			Crédito Reducción del Efecto Isla de Calor 2	0	0	0	Crédito Prioridad Regional: Crédito Específico 1
1			Crédito Reducción de la Contaminación Luminica 1	0	0	0	Crédito Prioridad Regional: Crédito Específico 1
1			Crédito Manejo del Sitio 1	0	0	0	Crédito Prioridad Regional: Crédito Específico 1
1			Crédito Plan de Mejora del Sitio 1	<b>32 0 0 TOTALES Puntos posibles: 110</b>			
<b>3 0 0 Uso Eficiente del Agua 12</b>				Certificado: de 40 a 49 puntos, Plata: de 50 a 59 puntos, Oro: de 60 a 79 puntos, Platino: más de 80 puntos			
3	0	0	Prereq Reducción del Consumo de Agua en el Interior Obligatorio				
3	0	0	Prereq Medición del Consumo de Agua por Edificio Obligatorio				
2			Crédito Reducción del Consumo de Agua en el Exterior 2				
1			Crédito Reducción del Consumo de Agua en el Interior 5				
2			Crédito Consumo de Agua de la Torre de Enfriamiento 3				
2			Crédito Medición del Consumo de Agua 2				
<b>7 0 0 Energía y Atmósfera 38</b>							
7	0	0	Prereq Mejores Prácticas de Gestión de la Eficiencia Energética Obligatorio				
7	0	0	Prereq Desempeño Energético Mínimo Obligatorio				
7	0	0	Prereq Medición del Consumo de Energía por Edificio Obligatorio				
7	0	0	Prereq Gestión Básica de Refrigerantes Obligatorio				
2			Crédito Retrocomisionamiento - Análisis 2				
2			Crédito Retrocomisionamiento - Implementación 2				
3			Crédito Comisionamiento Continuo 3				
3			Crédito Optimización del Desempeño Energético 20				
2			Crédito Medición de Energía Avanzada 2				
3			Crédito Respuesta a la Demanda 3				
5			Crédito Energías Renovables y Compensaciones de Carbono 5				
1			Crédito Gestión Avanzada de Refrigerantes 1				
<b>8 0 0 Materiales y Recursos 8</b>							
8	0	0	Prereq Política de Compras y Desechos Continuos Obligatorio				
8	0	0	Prereq Política de Mantenimiento y Renovación de Instalaciones Obligatorio				
1			Crédito Compras - Continuas 1				
1			Crédito Compras - Lámparas 1				
2			Crédito Compras - Gestión y Renovación de Instalaciones 2				
2			Crédito Gestión de Desechos Sólidos - Continuos 2				
2			Crédito Gestión de Desechos Sólidos - Gestión y Renovación de Instalaciones 2				

Figura 4.4. Esquema de obtención de créditos para obtención de certificado LEED BO&M.

Esta hoja *Excel* oficial, está disponible en (USGBC, 2014a) y es el tipo de *LEED* aplicable al caso de estudio, puesto que el objeto de esta tesis va dirigido especialmente a edificios existentes, y más específicamente, a espacios de trabajo.

#### 4.3.4. Ventajas y limitaciones del método LEED

##### 4.3.4.1. Ventajas

En líneas generales, se pueden enumerar múltiples beneficios aportados por la evaluación de un proyecto o edificio mediante *LEED*. La certificación *LEED* es una evaluación que garantiza el cumplimiento de unas exigencias y otros criterios relacionados, por una tercera parte independiente. Los proyectos certificados *LEED* analizan y mejoran los comportamientos del edificio, entendidos desde distintos aspectos:

- Ambiental: *LEED* reduce los efectos nocivos de la construcción sobre su entorno, reduce las emisiones de GEI, mitigando el cambio climático; reduce la cantidad de residuos, conservando los entornos naturales, protegiendo

ecosistemas y la biodiversidad.

- Energético, con reducciones entre el 30 y el 50% con respecto a edificios convencionales- y de confort del usuario. Este confort se traduce en mayor productividad de los ocupantes, puesto que sus criterios de diseño priorizan la calidad de los espacios, el uso de iluminación natural requerida, unos niveles acústicos acordes con la actividad desarrollada, control higrotérmico de los espacios, calidad del aire y ventilación, entre otros. Todos estos aspectos mejoran la calidad de vida y la salud de los usuarios.
- Económico: Los edificios evaluados *LEED* cuentan con menores costes de operación y mantenimiento, y ahorran en recursos, como el agua y la energía. Además, *LEED* les otorga una plusvalía en el mercado, por lo que los beneficios que obtienen de una posible venta o arrendamiento son mayores. Suelen ser más saludables y seguros, y mediante *LEED* queda patente un compromiso ambiental y de responsabilidad social vinculado a la organización que los ocupa. La herramienta *LEED* supone una importante plataforma de marketing para el edificio.

#### 4.3.4.2. Limitaciones

Actualmente, en España, existe un único organismo representante de las certificaciones *LEED* en España, e interlocutor directo con el *USGBC*. Este organismo es *GBC España*, que además trabaja en paralelo en colaboración con el *USGBC* y los homólogos de otros países para ayudar a desarrollar e implementar la herramienta, adaptándola a las exigencias requerimientos y normativas en cada país, aunque muchos de los estándares normativos y de buenas prácticas aún no están incluidos.

En cuanto a los beneficios económicos, si bien es cierto que los edificios evaluados *LEED* obtienen una plusvalía en los mercados y consumen menos recursos, por lo que en su gestión de uso y mantenimiento ahorran costes, cuentan con una elevada inversión inicial, donde además de incluir los costes derivados de las implementaciones de medidas respetuosas con el medioambiente y con el uso de los recursos, hay que incluir el elevado coste de la certificación, donde se incluyen intermediarios y el propio *USGBC*.

Además, el proceso sólo es canalizado por la vía web, y la justificación de todos los cumplimientos de prerequisites y créditos han de estar debidamente justificados, lo cual a veces resulta tedioso y complejo de justificar por esa vía.

#### 4.3.5. Resultados

Como se ha explicado en el epígrafe 4.3.3, sobre *Metodología LEED*, la evaluación y por tanto la cuantificación para valorar lo sostenible que resulta un proyecto o edificio mediante *LEED*, depende de los créditos obtenidos, a través de una serie de criterios optativos, además de cumplir todos los prerequisites establecidos para la modalidad de certificación *LEED* a la que aquel aspira.

Estos resultados conducirán a una no certificación (si se obtienen menos de 40 créditos); a una certificación (si se obtienen entre 40 y 49 créditos); certificación Plata (si se obtienen entre 50 y 59 puntos); Oro (si se obtienen entre 60 y 79 puntos); Platino (si se obtienen más de 80 puntos). Además de conocer el tipo de certificación a través del número de puntos, se pueden establecer comparativas

en la aplicación hipotética de las estrategias contempladas en créditos *LEED*, para ver cuáles de ellas otorgan determinadas puntuaciones, lo cual puede ser muy útil en la toma de decisiones a nivel proyecto o si se realizan intervenciones en el edificio en fase uso o mantenimiento, por ejemplo.

#### 4.3.6. Interpretación de resultados en *LEED*.

A través de la puntuación obtenida con la certificación *LEED*, además de conocer si el certificado tiene alguna distinción (plata, oro o platino), se asocia la calidad del mismo, así como los valores asociados a la organización que lo promueve y ocupa, y sobre todo el respeto por el medio ambiente, el uso eficiente de los recursos, minimización de emisiones de *GEI* y el grado de confort en los espacios interiores, lo cual redundará en el bienestar de los usuarios.

Hay que tener en cuenta, que si bien existen ocho categorías que establecen de forma igualitaria una serie de prerequisites de obligatorio cumplimiento para la obtención del certificado, puede ocurrir que unos créditos se obtengan más fácilmente que otros, por la naturaleza del proyecto, por su entorno, o por una serie de características bien inherentes a él, bien ajenas (por ejemplo dependientes de la gestión de la organización que lo ocupa). Por lo que puede ocurrir que el edificio obtenga una certificación con una descompensación entre categorías, por lo que la visión integral de la sostenibilidad puede no ser tan real como pueda parecer. Por ejemplo, un edificio puede contar con una parcela privilegiada, muy arbolada, con buenas sombras y elementos vegetados, y no tener una adecuada gestión del agua o del resto de recursos, o no obtener suficiente puntuación en calidad de ambiente interior, por ejemplo. Lo ideal es que se obtenga la puntuación que se obtenga, sea pareja en todas las exigencias, para que sea un proyecto coherente con la filosofía *LEED*. Por tanto, no es tan importante, o no debería serlo, qué puntuación se obtiene, como el origen de tal puntuación.

Por otra parte, aún existen ciertas reticencias en algunos créditos debidas a la exigencia, aún vinculada a las normas y buenas prácticas norteamericanas, aunque desde las versiones iniciales a la versión última se ha observado un gran esfuerzo por los organizadores y filiales de *LEED* por incluir alternativas para la evaluación en otros países. No obstante, esto puede limitar la obtención del certificado, o una mayor puntuación en un proyecto o edificio determinado, tanto por el acceso a la documentación necesaria de origen no nacional, como por el conflicto que puede originar seguir exigencias extranjeras frente a la nacional, por ejemplo. En ese sentido, aún queda desarrollo al respecto, que permita mejores evaluaciones *LEED* fuera de EEUU.

### **4.4. Aplicación de criterios bioclimáticos a través del climograma de Givoni y módulos del software Autodesk Ecotect Analysis® (Weather and solar tools)**

#### 4.4.1. Arquitectura bioclimática. Principios fundamentales.

Los efectos del medioambiente inciden directamente tanto en la energía como en la salud del hombre. Existen numerosos estudios que determinan cómo afecta, tanto negativa como positivamente, el clima sobre el hombre (Olgyay, 1963). De forma que el término "bioclimático" responde a las características que debe tener el elemento de estudio (por ejemplo la estrategia arquitectónica que se quiera aplicar al edificio) para minimizar la energía que pierde el hombre en el

intercambio con las variables de su entorno, las cuales dependen a su vez del clima exterior.

Esto dio lugar a numerosos estudios y experimentos sobre las condiciones de confort en las cuales los humanos se sentían más cómodos, establecidas como puntos en los que el esfuerzo humano para *“adaptarse a su entorno produce un mínimo consumo de energía. Así, se elabora la denominada zona de confort, aquella donde “la mayor parte de la energía humana se libera para dedicarse a la productividad” (Olygay, 1998; ed. 2016).*

La arquitectura bioclimática es aquella diseñada teniendo en cuenta una serie de criterios relacionados con el entorno donde se va a asentar. Estos criterios responden al clima local (vientos, sol, temperaturas, humedades, etc.), principalmente, aunque por su interrelación con las características propias del lugar, el término “bioclimático” se extiende al estudio de la interrelación de tales características con las del emplazamiento, como son: la orografía, el microclima, las orientaciones, o el soleamiento, para establecer la óptima relación de la arquitectura con todos estos elementos naturales. Esto da lugar a la consideración de otros conceptos relacionados con el diseño arquitectónico como el factor de forma, los efectos térmicos de los materiales, o la implantación de estrategias de captación, acumulación y distribución de energía renovable para acondicionar el edificio. El objetivo es utilizar los recursos naturales del lugar a favor de una interacción óptima entre el usuario, y los entornos construido y natural, de forma que se minimice el impacto de la construcción sobre el medioambiente a la vez que se aprovechan los recursos renovables para obtener el máximo confort durante el mayor periodo de tiempo posible, esto es, sin recurrir al acondicionamiento artificial de los espacios, evitando así el consumo de energía no renovable. Esto además tiene un impacto positivo en el uso eficiente de recursos, así como en la salud y el bienestar de los ocupantes, que mejorarán en calidad de vida y productividad en sus actividades.

#### 4.4.2. Antecedentes. El bienestar térmico: diagramas de confort y climogramas de bienestar.

El ser humano intercambia energía con su entorno constantemente en la realización de sus actividades, recibiendo de él numerosos estímulos sensoriales, sean higrotérmicos, acústicos, lumínicos u olfativos. Estos estímulos, una vez recibidos, llegan hasta el cerebro, y se origina una respuesta. Esta puede ser bien placentera o molesta, por lo que el entorno o factor ambiental resulta confortable o no.

La sensación de bienestar que se aprecia en un espacio no es consecuencia de estímulos aislados, sino la compleja combinación de todos ellos, en su acción simultánea. Además, existen otras circunstancias de otra naturaleza, que influyen de forma significativa en nuestra percepción, como el estado de salud, el cansancio, la comodidad o tensión mental, etc. Estas consideraciones psicológicas, de comportamiento, o sociológicas, aunque intervienen en la definición de confort, no son condiciones de diseño ambiental, como sí lo son los parámetros antes mencionados, más relacionados con los sentidos y el intercambio fisiológico entre el hombre y el entorno.

El bienestar térmico es *“aquella condición en la que existe satisfacción respecto del ambiente térmico. La insatisfacción puede ser originada por la incomodidad global del cuerpo debida al calor o al frío, (...) o por el enfriamiento (o calentamiento) indeseado de una parte determinada del cuerpo”* (definición

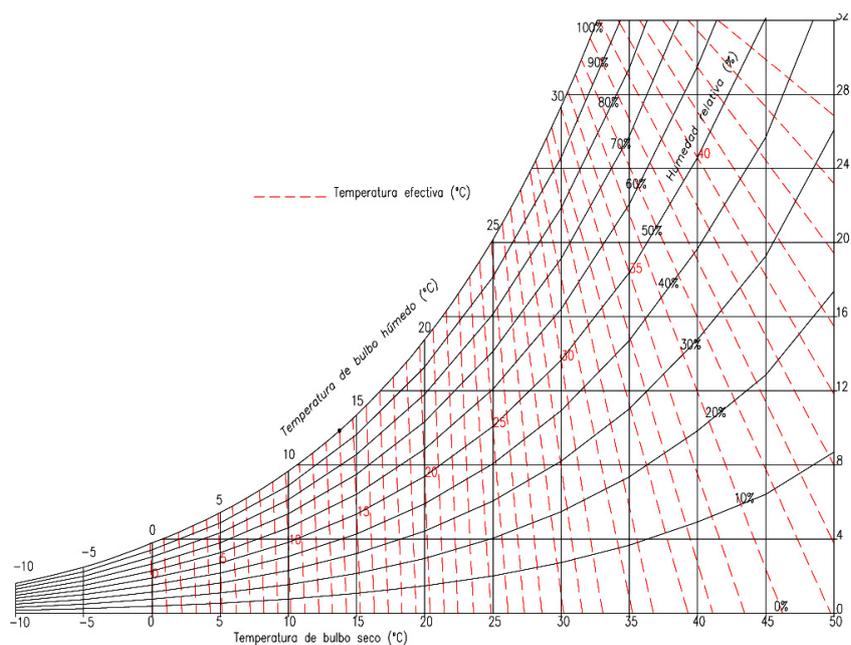
tomada de la UNE-EN ISO 7730:2006). Por su parte, en la norma americana ASHRAE 55:2004 se define el confort térmico como "esa condición de la mente en la que expresa satisfacción con el ambiente térmico. Porque existen variaciones amplias, tanto fisiológicas como psicológicas, de persona a persona, es difícil satisfacer todas en un espacio" (ASHRAE, 2004).

#### Diagramas de confort.

Las necesidades humanas para lograr ese bienestar o confort en el constante intercambio con el medio que le rodea, pueden ser cuantificadas mediante el análisis de datos climáticos, que pueden incluir vientos, precipitaciones, radiación solar, temperaturas y humedades (absoluta y relativa), recopilando curvas locales diarias de temperatura exterior, tensión de vapor, velocidades de viento, y otras condiciones específicas similares, así como fenómenos más complejos como el sobrecalentamiento estival y el infracalentamiento de invierno.

Teniendo en cuenta la complejidad de los parámetros intervinientes en el confort, su tratamiento se ha realizado de forma estadística con miles de usuarios, hasta obtener los valores conocidos como el voto medio previsto (*Predict Mean Vote*, -PMV-) y el porcentaje previsto de insatisfechos (*Predicted Percentage of Dissatisfied* -PPD-). Así pues, las condiciones interiores de confort, en función de parámetros ambientales, se tratan con diagramas en los que se delimitan zonas de bienestar más o menos amplias.

El primer diagrama que surge se denomina ASHRAE-KSU (1974), puesto que nace en la Universidad del Estado de Kansas (EEUU), y fue desarrollado a través de la temperatura efectiva calculada al 50% de humedad relativa, y por tanto más similar a la de bulbo seco, con respecto a los primeros intentos establecidos por otros investigadores, como Yaglou y Houghton. El diagrama ASHRAE-KSU adopta la estructura de diagrama psicrométrico, con las zonas de confort y las líneas de temperatura efectiva constante definidas sobre el diagrama. Estas temperaturas efectivas se pueden conocer en función de la temperatura y humedad, aunque no aparece la velocidad del aire como variable, la cual se predefine en un valor menor de 0,23 m/s. Además, se elaboró para unos individuos con actividad más bien sedentaria, y con vestimenta media.



**Figura 4.5.** Diagrama propuesto por ASHRAE-KSU, de temperaturas efectivas.

Este diagrama sin embargo tiene grandes limitaciones, debido a que los múltiples parámetros intervinientes en la percepción de bienestar térmico modifican la sensación térmica con equivalencias a incrementos negativos o positivos de grados Celsius, o décimas de estos. Esto ocurre con modificaciones en latitud, altitud, actividad, velocidad del aire, temperatura media radiante, tipo de ropa utilizada. Por otra parte, al utilizar como definición la temperatura efectiva, y asumir por tanto la temperatura radiante de las superficies interiores como temperaturas secas del ambiente, y por tanto estas como operativas. Esta asunción no es cierta, especialmente en paramentos exteriores, y esto afecta de forma significativa cuando hay que calentar o enfriar espacios con gran superficie acristalada, por ejemplo.

Existen por tanto correcciones que asumen las variaciones debidas a la fluctuación de los parámetros citados. Más adelante además, ASHRAE lanzó otra versión del diagrama, a la que denominó ASHRAE Standard 55-92, donde definía zonas de confort para verano (clo=0,50) y de invierno (clo=1,00).

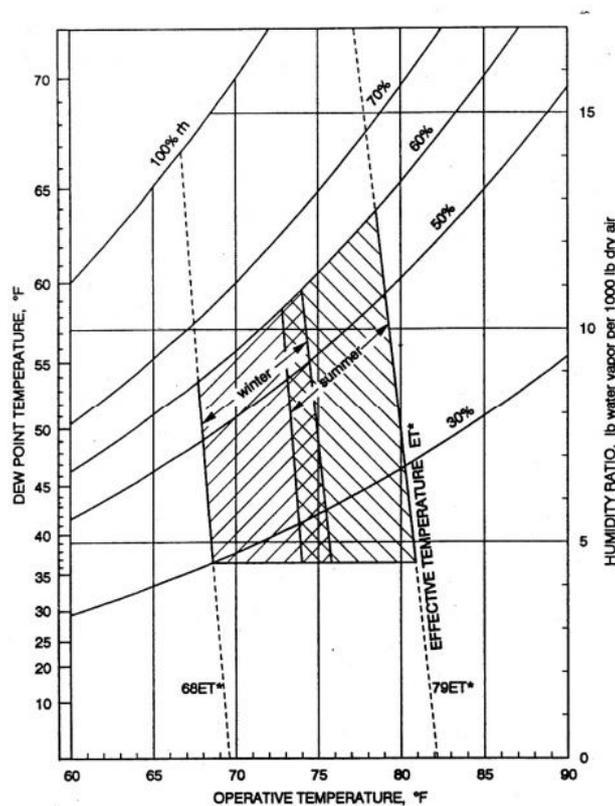


Figura 4.6. Diagrama ASHRAE 55-92.

#### Climogramas de Bienestar.

Se define el climograma como “herramientas de diseño bioclimático basadas en la premisa del bienestar higrotérmico” (Neila, 2004). Son el resultado de la superposición de variables de condiciones climáticas de un determinado lugar, y estrategias constructivas y de diseño, de forma que pueden ayudar según las necesidades, a tomar decisiones al respecto.

Uno de los climogramas más conocidos es el elaborado por los hermanos Olgay.

En este diagrama la zona de confort está establecida entre dos humedades relativas, 20 y 80%, y por dos temperaturas. Los valores máximos y mínimos de las temperaturas se obtienen en el rango de  $\pm 2,78^{\circ}\text{C}$  en torno a la temperatura máxima de la media mensual de la localidad en cuestión, por lo que los valores de las temperaturas máximas y mínimas aceptadas para las limitaciones biológicas ( $26,7^{\circ}\text{C}$  y  $21,1^{\circ}\text{C}$ ) se convierten en  $28,45^{\circ}\text{C}$  y  $18,32^{\circ}\text{C}$ . Tanto la temperatura como la humedad fueron comprobadas experimentalmente. El diagrama se cierra a partir de la línea correspondiente al valor 50% de humedad relativa, con dos líneas para valores constantes de temperatura efectiva. El diagrama se ha desarrollado para una ropa equivalente a  $1 \text{ clo}^{10}$ , valor intermedio entre verano e invierno. La corrección de temperatura si varía este valor es en torno a  $7,3^{\circ}\text{C}/\text{clo}$  de variación, por lo que se puede, a partir de ahí, construir zonas para verano ( $0,5 \text{ clo}$ ) y para invierno ( $1,5 \text{ clo}$ ), variando  $\pm 3,65^{\circ}\text{C}$ .

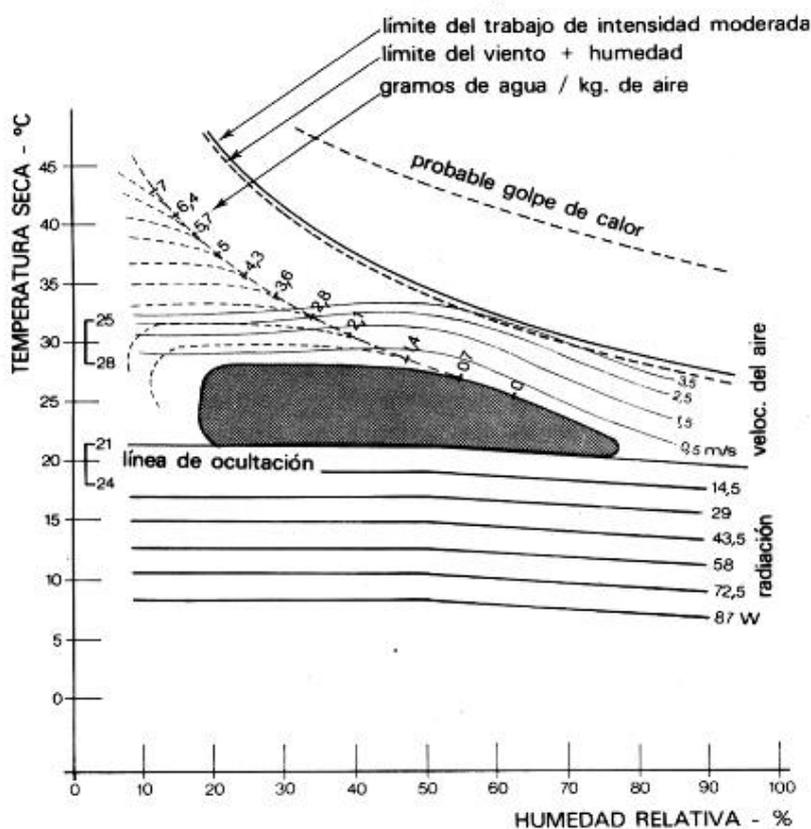


Figura 4.7. Diagrama de Olgay.

Para zonas más secas ( $\text{HR} < 50\%$ ), se podrá evaporar de forma creciente agua, hasta alcanzar la línea de entalpía constante. Si el punto se sitúa sobre la línea de temperatura máxima, en zonas cálido-húmedas, se puede recobrar confort incrementando la velocidad del aire, o la ventilación. Por otra parte, gracias a la escala de arropamiento incluida, se pueden establecer desplazamiento, modificando la indumentaria de los usuarios.

<sup>10</sup> El clo es la unidad de medida que define el aislamiento térmico necesario para mantener a una temperatura estable y cómoda a la piel durante 8 horas, cuando una persona está en reposo a una temperatura de  $20^{\circ}\text{C}$ , con una humedad relativa del 50 % y sin influencia de la radiación solar.

Si se superponen a este diagrama las distintas temperaturas horarias producidas a lo largo de los meses, se observará en qué momentos del día en el año se requieren las distintas soluciones o compensaciones para el confort, estas son: ventilación, evaporación, radiación, por lo que resulta un instrumento de diseño bioclimático a tener en cuenta. Sin embargo la velocidad del aire es un parámetro que si no es constante o toma valores mínimamente más altos del pequeño rango que es soportable, puede provocar no confortabilidad funcional. En ambientes exteriores esto sin embargo puede ser compensado con mayores valores de temperatura y humedad relativa siempre que no alcancen los valores de la piel.

Otro climograma, similar al de Olgyay, es el de Givoni, que se explicará detenidamente en sucesivos epígrafes. Recientemente han surgido otros climogramas más evolucionados basados en los de Olgyay y Givoni. Es el caso del *climograma de bienestar adaptado (CBA)*, que adopta la representación del de los hermanos Olgyay, con las estrategias de Givoni incorporadas, y los avances al respecto efectuados recientemente por la ASHRAE.

#### Las cartas climáticas de Givoni (Climogramas)

Baruch Givoni es un arquitecto israelí y doctor en Salud Pública, especialista en arquitectura bioclimática reconocido a nivel internacional, sobre todo a raíz de que publicara el libro "*Man, Climate and Architecture*" en 1969, editado por Elsevier.

En su obra, se plantea la relación entre los tres conceptos: confort humano, clima y arquitectura. Como resultado de todo su trabajo, y síntesis del mismo, realiza un climograma, también denominado Cartas Climáticas, que basa en los trabajos de los hermanos Olgyay y Edward Mazria, sobre un diagrama psicrométrico. En él describe las zonas de confort higrotérmico de verano e invierno, así como otras áreas de confort en caso de la aplicación de estrategias pasivas.

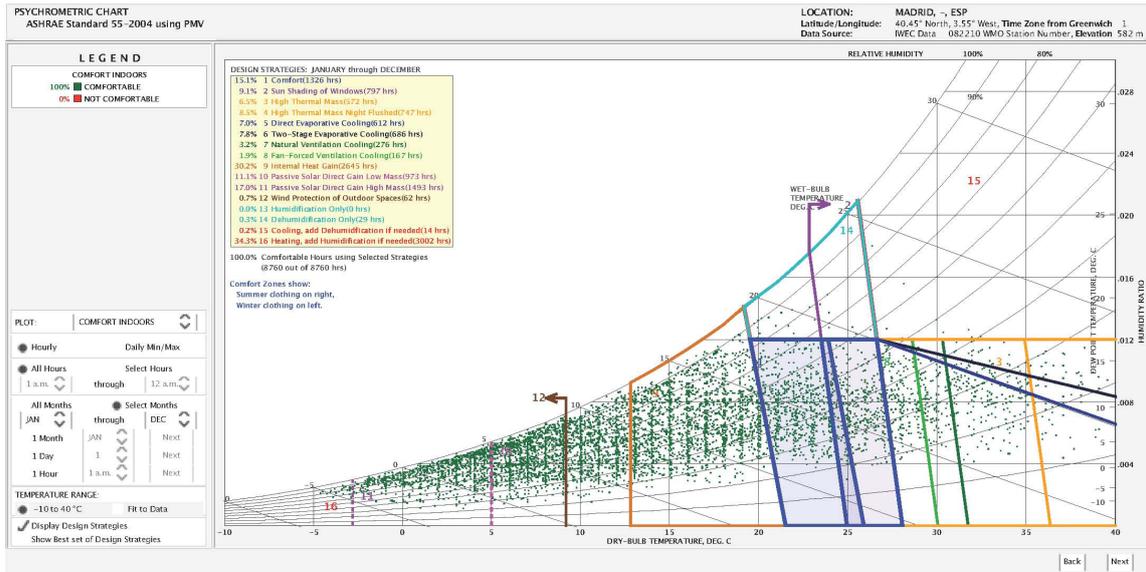
Toda zona fuera de estas áreas de confort requerirá de acondicionamiento mediante equipos mecánicos con alimentación mediante fuentes habitualmente fósiles, para los regímenes de refrigeración y calefacción.

El trabajo inicial de Givoni se centró en población caucásica y clima moderado. A partir de su primer climograma, y su visita a otros lugares como Brasil, corrige el inicial generando otros para zonas tropicales y subtropicales.

El modelo de climograma que Givoni presenta, permite mediante la inclusión de las variables de temperatura y humedad medios mensuales, dibujar las características bioclimáticas del lugar, así como, lo más interesante, sugiere estrategias de diseño para resolver problemas de *disconfort* en determinadas fechas del año, y lograr el bienestar interior sin el uso de energía adicional a la que proviene del clima (sol, viento, temperaturas y humedades).

#### 4.4.3. *El Climograma de Givoni. Principios, construcción, desarrollo y funcionamiento.*

Con una filosofía en la línea del climograma de Olgyay, el climograma de Givoni se desarrolla sobre un diagrama psicrométrico, para establecer zonas de confort, y zonas de aplicación de estrategias bioclimáticas para alcanzar ese bienestar.



**Figura 4.8.** Diagrama climático (climograma) de Givoni para Madrid. Fuente: *Climate Consultant 6.0*.

El área de confort se establece entre los 21 y 26°C de temperatura seca, con margen aceptable entre los 20-27°C. Las limitaciones por humedad relativa (HR) serían entre los 20-75%, ampliable a 80%. Cierran el área líneas de humedad específica o temperatura efectiva. Esta área de confort está rodeada de una serie de zonas, numeradas, que albergan la aplicación de diferentes estrategias. Si un punto se sitúa dentro de varias, indica que cualquiera de ellas o varias a la vez de las estrategias que representan, pueden ser utilizadas para alcanzar el confort.

Las diferentes zonas representan, como se indica en la leyenda de la figura 4.7 del climograma:

Zonas de bienestar:

Zona 1: Área de bienestar

Zona 2: Área de bienestar admisible

Zonas a compensar mediante actuaciones:

Zona 3: área de compensación con masa térmica. No son zonas muy calientes, ni muy húmedas, por lo que la delimitación básica es por líneas de humedad específica constante (no hay intercambios de humedad).

Zona 4: área de compensación con enfriamiento evaporativo. Representan zonas calientes y secas. Está limitada por líneas de entalpía constante, porque se trata de enfriamiento adiabático (sin intercambio de energía).

Zona 5: área de compensación mediante ventilación natural permanente. Es un área caliente y húmeda. Queda limitada por una línea de temperatura correspondiente a una velocidad del aire de 1,5 m/s.

Zona 6: área de compensación mediante ventilación natural nocturna. Son zonas más calientes, sin albergar humedad significativa.

Zona 7: área de compensación mediante ganancias internas. Es un área donde predomina el frío moderado, por lo que se compensa mediante el calor generado por las cargas de ocupación, iluminación y equipos.

Zona 8: área de compensación mediante sistemas solares pasivos e inercia térmica. Es un área de mayor frío que la zona 7, pero aún moderado.

Zona 9: área más fría que las anteriores. Se compensa mediante sistemas solares activos.

Zona 10: área de baja humedad, compensable parcialmente mediante humidificación.

Las zonas 11 y 12 son aquellas en las que únicamente las compensaciones mediante equipos de acondicionamiento convencionales son posibles, para refrigeración y calefacción, respectivamente.

(Givoni, 1969; Neila, 2004).

#### 4.4.4. Metodología para determinar estrategias bioclimáticas con el Climograma de Givoni.

Para este enfoque metodológico en el que se van a aplicar estrategias bioclimáticas, se utilizará el climograma de Givoni. En toda aplicación de la metodología sobre un proyecto o edificio determinado, hay que efectuar una serie de pasos previos, entre los que figura una recopilación de determinada información y datos. La metodología utilizada sienta sus bases sobre la arquitectura bioclimática que ya planteara Olgyay (Olgyay, 1963), y que posteriormente otros estudiosos han aplicado a sus investigaciones (Givoni, 1969; Mazria, 1983; Neila, 2004). La metodología plantea las fases siguientes:

- Toma de datos
  - Emplazamiento
    - Factores geográficos
    - Factores climáticos
    - Factores urbanísticos
  - Orientación
- Análisis de factor de forma
- Análisis de estrategias para alcanzar el confort, mediante el climograma
- Estrategias bioclimáticas definitivas
  - Estrategias de invierno: pasivas y activas
  - Estrategias de verano: pasivas y activas

##### 4.4.4.1. Toma de datos

Emplazamiento (factores geográficos, climáticos y urbanísticos)

*Factores geográficos:* Destacan la latitud y topografía.

*Latitud:* parámetro que interviene sobre la intensidad de la radiación solar. De él dependerán las orientaciones posibles del edificio, la inclinación de superficies captadoras, y el dimensionamiento de sistemas de protección.

*Topografía:* elementos del terreno, u otros como árboles o edificios, que interfieren en el curso aparente del sol, reduciéndolo.

### Factores climáticos

Estos se diferencian según se trate de clima o microclima.

Clima: está definido por diversos parámetros: la intensidad de radiaciones directa y difusa; temperatura del aire; presión atmosférica; humedad del aire; velocidad y sentido del viento; y nubosidad, principalmente.

Microclima: en este se distinguen: intensidad de la radiación recibida del suelo; intensidad de la radiación emitida por el suelo; la capacidad de almacenamiento del suelo; movimientos del aire; irregularidades del terreno; existencia de bosque; existencia de superficies líquidas cercanas.

### Factores urbanísticos

En las ciudades también se produce un microclima urbano, por la actuación conjunta de una serie de modificaciones en el lugar: la rugosidad o relieve del conjunto; la disposición de las edificaciones; la disminución del albedo; la producción de calor por las edificaciones e industrias; la mineralización del suelo y reducción de cubierta vegetal (alteración del balance hídrico).

La ocupación del territorio también influye, siendo preferible la ciudad densa, que necesita menor cuota de desplazamientos, con el consiguiente efecto negativo del transporte.

### Orientación

La orientación adquiere gran peso en el diseño o estrategias de intervención en arquitectura bioclimática. Se distinguen tres aspectos relevantes en ella: las vistas, la iluminación energética (o radiación que recibe un paramento, en función de su orientación, para una latitud determinada), y los vientos dominantes, también de gran peso específico, cuyos efectos (dinámico y térmico) y tipo (fuertes, o brisas) determinarán las protecciones, y estrategias de aprovechamiento y sus características, según el caso.

#### 4.4.4.2. Análisis del factor de forma

El factor de forma  $F$  es un indicador del tamaño y geometría del edificio, definido como la razón entre la superficie de piel del edificio y su volumen contenido ( $m_2/m_3$ ). Esto influirá directamente en la cantidad de energía que este intercambia con el entorno inmediato, lo cual permite comparar alternativas de diseño volumétrico orientadas a limitar las pérdidas de calor en invierno o permitir el enfriamiento pasivo en verano.

#### 4.4.4.3. Análisis de estrategias para alcanzar el confort, mediante el climograma.

Para comenzar, se deben introducir los datos climáticos en el climograma, para lo cual existen herramientas informáticas, como el programa *Autodesk Ecotect Analysis*<sup>®</sup>, o su módulo específico *Weather Tool*<sup>11</sup>, o algunas herramientas más recientes, como el *Climate Consultant 6.0*<sup>12</sup>.

---

<sup>11</sup> Aunque este programa ya ha desaparecido, no así su licencia para quien la tenga vigente, y el enfoque de sus desarrolladores actuales, Autodesk, es su implantación en programas BIM, por lo que de alguna forma continuarán ofreciendo el servicio.

<sup>12</sup> *Software* que aporta datos climáticos en diferentes formatos de diagramas y climogramas. Disponible en la web: <http://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu/climate-consultant/request-climate-consultant.php>

Al introducir el archivo climático correspondiente a la localidad de ubicación del proyecto (si es un diseño bioclimático) o del edificio existente (si es rehabilitación bioclimática), se pueden observar en el climograma los rangos máximos y mínimos mensuales (establecidos dentro de una zona azulada), mes a mes, y el ámbito de confort, de forma gráfica (en zona de delimitación amarilla). Las oscilaciones de temperaturas máximas y mínimas en ocasiones pueden mostrar que, si existe gran variabilidad día-noche, el rango de *discomfort* será más o menos amplio. Ahí es cuando interviene la actuación de distintas estrategias, pasivas o activas, también implementadas en la herramienta informática o módulo *Weather Tool*, y cuya área de intervención en confort se mostrarán para cada caso en color rojo. Estas serán de aplicación individual, o de forma combinada.

Una vez introducidos los parámetros exteriores y resto de datos necesarios, se observan en el climograma las sugerencias de estrategias bioclimáticas para alcanzar el bienestar, de acuerdo a Givoni. Además, se puede observar mediante diagrama de barras el porcentaje de confort según las medidas a adoptar, por meses en el año, y la media anual.

Por otra parte, para el tratamiento de huecos y sus sombreamientos mediante voladizos, se puede utilizar el módulo *Solar Tool*, de Autodesk Ecotect Analysis®, que permite el estudio de soleamiento mediante carta solar, teniendo en cuenta la geometría de la ventana, del hueco, y de la pared que lo aloja, y las variables exteriores, como orientación, y radiaciones.

#### 4.4.4.4. Estrategias bioclimáticas

##### Estrategias de invierno: sistemas pasivos y activos

Las estrategias de invierno, se establecen principalmente en torno a tres conceptos: captación de energía, acumulación, y distribución. Estos tres conceptos a su vez están interrelacionados, por lo que deben darse conjuntamente para poder contribuir de forma efectiva al ahorro de energía consumida por el edificio. Existen múltiples ejemplos de cómo captar, acumular y distribuir la energía, por ejemplo la solar, que puede ser captada a través del calentamiento de la parte opaca, y con la radiación solar a través de huecos, pero si esta acumulación de energía en los elementos masivos no se transfiere a zonas de peor orientación del edificio, o no soleadas, mediante mecanismos de distribución, se están desaprovechando los recursos disponibles, y por tanto se acabará disipando, o incluso sobrecalentando los espacios expuestos a la radiación, por ejemplo.

##### Estrategias de verano: sistemas pasivos y activos.

Las estrategias de verano se basan principalmente en actuaciones para evitar las causas más típicas de malestar, esto es: calentamiento, sensación de calor sin enfriamiento, y actuaciones directas de enfriamiento. Estas a su vez se pueden distinguir entre sistemas pasivos (sombreamiento de huecos, aislamiento en cubierta, aislamiento en paredes, ventilación nocturna+masa térmica, enfriamiento evaporativo), y sistemas activos, que pueden ser a su vez de refrigeración, por ejemplo, mediante geotermia de baja temperatura.

#### 4.4.5. Resultados.

Una vez analizadas todas las estrategias posibles, y comparadas gráficamente en el climograma de Givoni con los valores de medias mensuales de temperatura

y humedad del año en la localidad de estudio, y la actividad media del usuario del edificio, se establecerán aquellas más propicias para cubrir las exigencias de confort el mayor período del año posible. Sólo si no se lograra cubrir una parte del año, este quedaría cubierto mediante apoyo adicional con equipos de acondicionamiento mecánico (bombas de calor, calderas, enfriadoras, etc.).

Si se decide complementar este estudio con un análisis de soleamiento de huecos, por ejemplo mediante la herramienta *Solar Tool* de *Autodesk Ecotect Analysis*<sup>®</sup>, las estrategias de sombreamiento local mediante voladizos u otros elementos laminares se podrán implementar y valorar para cada orientación y hueco existentes en el proyecto o edificio.

#### 4.4.6. Interpretación de resultados en las estrategias bioclimáticas.

Este método, eminentemente gráfico, permite visualizar cada estrategia bioclimática por separado o de forma combinada, de manera que en un mismo diagrama puede observarse si el conjunto de soluciones elegidas cubre en su totalidad o prácticamente al completo, las necesidades higrotérmicas del edificio para una localidad concreta. Si bien no se obtienen resultados numéricos *per se* acerca de la implementación de medidas, y con apenas información sobre el edificio, puede dar una aproximación muy interesante sobre qué soluciones se proponen para el edificio, y en qué momentos del año deben estar presentes.

Para la optimización de la elección final se puede trabajar de forma iterativa, ventaja de la implementación del climograma de Givoni en una herramienta informática.

#### 4.5. Tratamiento del confort en los distintos métodos cuantitativos evaluados.

A modo de resumen se puede establecer que los métodos cuantitativos escogidos para analizar el caso de estudio, y cuyas metodologías se han desarrollado ampliamente en este capítulo 4, no evalúan el confort de forma explícita y detallada en sus procedimientos, y casi ninguno establece un vínculo de comunicación con la satisfacción higrotérmica o ambiental con el usuario.

Tan sólo el método LEED cuenta con alguna estrategia que solicita información determinada a través de un cuestionario a los usuarios, aunque este crédito no es obligatorio para obtener el certificado, y sólo pregunta sobre el grado de confort, sin solicitar más información.

En general, los métodos cuantitativos que evalúan el uso eficiente de la energía en los edificios, como aquellos citados en el capítulo 3 y los aquí detallados, hacen un estudio más o menos exhaustivo, según cada caso, de todas las variables y parámetros que intervienen según cada enfoque para la sostenibilidad, el uso de los recursos, la actividad de la organización o las características físicas, constructivas y de ocupación del edificio, así como del uso de la energía.

Sin embargo, sobre el confort ambiental del usuario no se suelen dar grandes detalles, salvando alguna excepción vista en el capítulo 3; más bien no se tiene mucha información sobre el confort ambiental del usuario, la cual a menudo es muy puntual, en ocasiones proviene de cuestionarios cerrados (con preguntas

de respuesta si/no), y en prácticamente ningún caso se solicitan datos sobre posibles causas, consecuencias y propuestas de mejora para cambiar las condiciones actuales, a los propios usuarios.

Por otra parte, tampoco se establece un vínculo entre las distintas partes interesadas relacionadas con la gestión energética del edificio, para favorecer la fluidez en la comunicación sobre problemas o carencias detectados y las posibles mejoras a realizar.

Por esta razón se plantea en el siguiente capítulo el acercamiento a otras disciplinas, en este caso a las ciencias sociales, de manera que se puedan conocer alternativas metodológicas que permitan el acercamiento al usuario para obtener información más veraz y ajustada de las necesidades reales que tiene en el edificio donde trabaja.

## Referencias

- (ASHRAE, 2013): ASHRAE. (2013). Standard 55 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Recuperado 6 de junio de 2017, a partir de <https://www.ashrae.org/resources--publications/bookstore/standard-55-and-user-s-manual>
- (BOE, 2006): Boletín Oficial del Estado. (2006). Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2006-5515>
- (BOE, 2013a): Boletín Oficial del Estado. (2013). Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- (BOE, 2013b): Boletín Oficial del Estado. (2013). Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2013-3904>
- (Conejo, 2016): Conejo Fernández, J. (2016). *Estudios de Confort Térmico en edificaciones de contenedores. Mejoras mediante estrategias pasivas en clima mediterráneo. Trabajo Fin de Máster del MIATD.*
- (CTE, 2013). Código Técnico de la Edificación. (2013). Documento Básico HE Ahorro de energía. Septiembre. Recuperado a partir de <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DBHE.pdf>
- (CTE, 2017). Código Técnico de la Edificación. (2017). Nueva versión actualizada de la herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC). Recuperado 2 de junio de 2017, a partir de <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-actualidad/362-actualizacion-hulc-marzo2017>
- (Givoni, 1969): Bivoni, B. (1969). *Man, climate, and architecture.* (Elsevier, Ed.).
- (IDAE, 1999): Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (1999). *Fundamentos técnicos de la Calificación Energética en Viviendas.*
- (IDAE, 2006): Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2006). *Manual de LIDER: documento básico HE de Ahorro de Energía. HE1: Limitación de demanda energética. LIDER v 1.0, Manual de Usuario.*
- (IDAE, 2013): Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2013). Calificación Energética de Edificios. Recuperado 2 de junio de 2017, a partir de <http://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/edificacion/reglamento-de-instalaciones-termicas-de-los-1>
- (IDAE, 2009a) Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2009). Opción simplificada. Viviendas. Memoria de cálculo. Recuperado a partir de [http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_CALENER\\_12\\_OpcSimplificada\\_MemoriaCalculo\\_A2009\\_A\\_a231c9fd.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_CALENER_12_OpcSimplificada_MemoriaCalculo_A2009_A_a231c9fd.pdf)
- (IDAE, 2009b). Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2009). *CALENER-GT: Grandes Edificios Terciarios. Manual Técnico.* Recuperado a partir de [http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_CALENER\\_03\\_GT\\_Manual\\_Tecnico\\_A2009\\_A\\_f23fc148.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_CALENER_03_GT_Manual_Tecnico_A2009_A_f23fc148.pdf)
- (ISO, 2005): International Organization for Standardization (ISO). (2005). ISO 7730:2005. Recuperado 6 de junio de 2017, a partir de <https://www.iso.org/standard/39155.html>
- (ISO, 2006a): International Organization for Standardization (ISO). (2006). ISO

14064. Recuperado 7 de junio de 2017, a partir de <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-1:ed-1:v1:es>

(ISO, 2006b): International Organization for Standardization (ISO). (2006). ISO 14025:2006. Recuperado 7 de junio de 2017, a partir de <https://www.iso.org/standard/38131.html>

(MAPAMA, 2016): Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. (2016). *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización*. Recuperado a partir de [http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia\\_huella\\_carbono\\_tcm7-379901.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm7-379901.pdf)

(MAPAMA, 2017a). Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. (2017). *Instrucciones de uso de la calculadora de huella de carbono de organización alcance 1+2*. Recuperado a partir de [http://www.mapama.gob.es/imagenes/es/instruccionescalculadora\\_hc\\_tcm7-329478.pdf](http://www.mapama.gob.es/imagenes/es/instruccionescalculadora_hc_tcm7-329478.pdf)

(MAPAMA, 2017b). Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. (2017). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2015*. Recuperado a partir de [http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/comercio-de-derechos-de-emision/nir\\_2017\\_abril\\_anexo7\\_tcm7-456527.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/comercio-de-derechos-de-emision/nir_2017_abril_anexo7_tcm7-456527.pdf)

(Mazria, 1983): Mazria, E. (1983). *El libro de la energía solar pasiva*. Gustavo Gili.

(MINETAD, 2016). Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital. Energía y desarrollo sostenible. (2016). *Energía y desarrollo sostenible*. Recuperado 2 de junio de 2017, a partir de <http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Paginas/procedimientos-certificacion-proyecto-terminados.aspx>

(Neila, 2004): Neila González, J. (2004). *Arquitectura bioclimática : en un entorno sostenible*. Munillaloría.

(OECC, 2017): Oficina Española de Cambio Climático. (2017). *Huella de carbono del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) año 2015*.

(Olgay, 1998; ed.2016): Olgay, V. (1963). *Arquitectura y clima : manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Gustavo Gili.

(SGBC, 2014): Spain Green Building Council . (2014). *Visión general de la guía de referencia para operación y mantenimiento de edificios (v4 ed.)*. Recuperado a partir de [http://www.spaingbc.org/files/Vision General Guia Referencia OM v4.pdf](http://www.spaingbc.org/files/Vision%20General%20Guia%20Referencia%20OM%20v4.pdf)

(USGBC, 2014a): U.S. Green Building Council (2014). *Checklist LEED v4 para Operaciones y Mantenimiento, Edificios Existentes*. Recuperado 2 de junio de 2017, a partir de <http://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-operations-and-maintenance-checklist-spanish>

(USGBC, 2014b): U.S. Green Building Council .(2014). *LEED v4 para la operación y el mantenimiento de edificios*. Recuperado a partir de [http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED v4 EBOM\\_10.01.14\\_ES\\_0.pdf](http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20EBOM_10.01.14_ES_0.pdf)

(UE, 2014): Unión Europea. (2014). *Reglamento (UE) nº 517/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, sobre los gases fluorados de efecto invernadero y por el que se deroga el Reglamento (CE) no 842/2006*. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/doue/2014/150/L00195-00230.pdf>



## LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA. APROXIMACIÓN AL ENTORNO CONSTRUIDO Y A ESPACIOS DE TRABAJO DESDE LA PERSPECTIVA DEL USUARIO.

En este capítulo se hace una aproximación a la investigación desde otras disciplinas, como son las ciencias sociales. En ellas, se plantean dos tipos de investigación, cuantitativa y cualitativa. A continuación se detallan diferentes aspectos para abordar un estudio de investigación desde cada uno de estos enfoques, destacando las diferencias en la recogida y análisis de datos, así como en la forma de validar cada investigación. Tras esto, se enumeran algunos métodos de investigación cualitativa, en el ámbito de la investigación participativa, y otras que utilizan la imagen como medio simbólico y de comunicación. Por último, se da a conocer el método Photovoice, sus generalidades, y su presencia en artículos científicos en relación al ambiente construido y a los espacios de trabajo.

### 5.1. Paradigmas, marcos teóricos y métodos.

Toda ciencia posee su propio modelo de referencia, con un paradigma propio, y una perspectiva teórica determinada, que son aceptados por la comunidad científica, tales que les permiten desarrollar sus investigaciones, determinando el objeto de estudio y las hipótesis explicativas de los fenómenos observados (Corbetta, 2007). De esta forma, las ciencias sociales recurren a los principios de la ciencia para estudiar la realidad social: *“La observación rigurosa y sistemática del mundo social, combinada con un pensamiento lógico y cuidadoso, podría proporcionar una forma nueva y valiosa de conocimiento”* (Neuman, 2014).

Sin embargo, no resultó fácil establecer el paralelismo de estudiar la realidad social bajo la perspectiva de la investigación científica. Inicialmente se trasladó el modelo de las ciencias naturales, pero pronto se verían algunas limitaciones derivadas de los propios métodos científicos, que no abarcaban al completo toda su complejidad, y por otra parte, las ciencias naturales no podían analizar las diferencias cualitativas derivadas del estudio del ser humano en toda su amplitud, -con capacidades para pensar y aprender, conciencia de sí mismos, experiencias vividas y razonamientos propios para pensar y actuar- (Neuman, 2014). Derivado de todo el desarrollo evolutivo de este planteamiento científico para abordar el estudio del ser humano en su amplitud como ente social, surgen nuevos paradigmas, teorías y marcos teóricos, métodos y técnicas, que dieran cabida a toda la generación de conocimiento desde el rigor que merece.

#### 5.1.1. Paradigmas.

Un **paradigma** puede definirse como *“un marco organizativo general para la teoría y la investigación que incluye supuestos básicos, cuestiones clave, modelos de investigación de calidad y métodos para buscar respuestas”* (Neuman, 2014).

Son varios los paradigmas sugeridos desde la literatura en las ciencias sociales.

Se propone la clasificación de Neuman, que establece tres aproximaciones principales: El positivismo, interpretativismo y el paradigma crítico social (Neuman, 2014).

**Positivismo:** este paradigma se caracteriza por el “descubrimiento de las leyes causales, las observaciones empíricas cuidadas y la investigación libre de valores” (Neuman, 2014).

**Interpretativismo** (Neuman, 2014), también denominado **constructivismo** (Guba & Lincoln, 1994; en Denzin & Lincoln, 1994): este paradigma se fundamenta en “la acción social significativa, el significado socialmente construido y el relativismo de valores” (Neuman, 2014).

**Teoría crítica:** este paradigma sienta las bases sobre las “distorsiones superficiales, y múltiples niveles de realidad y activismo, basado en valores para el empoderamiento humano” (Neuman, 2014).

Por su parte, Guba y Lincoln establecen, además, el paradigma post-positivista, cuyas creencias básicas (metafísicas) se basan en el paradigma positivista, aceptando que ante la realidad existente, “es imperfectamente comprensible, a causa de los mecanismos intelectuales humanos básicamente defectuosos y la naturaleza fundamentalmente inexplicable de los fenómenos” (Guba & Lincoln, 1994; en Denzin & Lincoln, 1994).

Los paradigmas en las ciencias sociales por lo tanto no son teorías o marcos teóricos sociológicos, son concepciones sobre la naturaleza de la realidad social y la forma en la que se establece el conocimiento de esa realidad (Corbetta, 2007).

### 5.1.2. Marcos teóricos.

Si bien el término **teoría** se utiliza de diversas formas, lo más habitual es usarlo como “la explicación de las regularidades observadas”. La teoría es importante particularmente para los investigadores de las ciencias sociales, porque facilita un trasfondo y una justificación para la investigación que se esté llevando a cabo, además de permitir que los resultados puedan ser entendibles e interpretables (Bryman, 2012).

Cuando para la resolución de una determinada *pregunta de investigación*, o de una *hipótesis*, es necesario recurrir a una selección de teorías, entonces se habla de **marco teórico**. Un marco teórico es mucho más que una teoría, pues reúne varias que comparten suposiciones básicas, conceptos generales y formas de explicación (Neuman, 2014). Por lo tanto, se puede decir que un marco teórico es “un cuerpo más o menos articulado de conceptos, de diverso grado en profundidad, que incorpora conocimientos y concepciones acerca de la realidad social, así como sobre su estructura y su funcionamiento” (Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014). Si bien la literatura no establece un consenso sobre la necesidad de establecer un marco teórico, utilizarlo en la investigación permite al investigador concretar el objeto de estudio y la forma en la que se accede al conocimiento. (Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014).

En las ciencias sociales existen varios marcos teóricos. A continuación se proponen los tres comunes en la investigación cualitativa para la mayoría de autores, para los que resultan los incuestionables. Estos son: el *interaccionismo simbólico*, la *fenomenología*, y la *etnometodología* (Bryman, 2012; Corbetta, 2007; Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014).

**El interaccionismo simbólico:** surge durante los años veinte en la Universidad de Chicago, a raíz de la convergencia del trabajo de varios autores que pertenecieron al Departamento de Sociología de la Universidad de Chicago, -Charles Horton Cooley, Herbert George Mead, y posteriormente Herbert Blummer-, Este marco teórico atribuye la importancia a los significados sociales que las personas asignan a las cosas y situaciones que le rodean (Bryman, 2012; Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014; Ritzer, 2010; Ruiz Olabuénaga, 2012a). Blummer es quien prosigue con el trabajo, realizando varios ensayos instrumentales, además de acuñar el término en 1937. Blummer estableció las tres premisas básicas en la que se sustenta este marco teórico: *“Las personas actuamos con respecto a las cosas en base al significado que les damos a dichas cosas. Es el significado lo que determina la acción. Dichos significados no son personales, sino fruto de la interacción con otras personas. Los actores sociales asignan significados a situaciones, a otras personas, a las cosas y a sí mismos, a través de un proceso de interpretación”* (Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014).

**La fenomenología,** a menudo formulada como corriente filosófica, con Edmund Husserl y Alfred Schutz como sus máximos valedores. A raíz de las traducciones de los trabajos de Alfred Schutz a lengua inglesa, en los años veinte surge con la idea de constituir la filosofía como ciencia. Sus ideas fueron aplicadas a las ciencias sociales. Se puede definir la fenomenología como *“una filosofía que se ocupa de la cuestión de cómo las personas dan sentido al mundo que les rodea y cómo, en particular, el filósofo debe apoyar las ideas preconcebidas acerca de su comprensión de ese mundo”* (Bryman 2012; Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014; Rodríguez Gómez, Gil Flores, García Jiménez, 1996).

**La etnometodología** es un marco teórico que combina filosofía, teoría, y método, y se basa en la observación. Se desarrolló en los años sesenta, siendo los científicos Harold Garfinkel y Aaron Cicourel sus principales exponentes (Bryman, 2013; Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014). La etnometodología se puede definir como *“un enfoque de ciencias sociales que combina filosofía, teoría social y método para estudiar el conocimiento del sentido común; Investiga la interacción social ordinaria en escenarios de pequeña escala para revelar las reglas que la gente utiliza para construir y mantener su realidad social cotidiana”*. (Bryman, 2012).

Los marcos teóricos permiten por lo tanto a los investigadores conducir sus investigaciones, pero a veces no se suelen usar de forma exhaustiva y única sus aplicaciones, pues el investigador puede desarrollar sus propias variaciones en la concreción de conceptos, teorías y clasificaciones (Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014).

### 5.1.3. Métodos.

En las ciencias sociales existen una gran diversidad de métodos de investigación social englobados en la denominada metodología cualitativa. Esto, unido a que el propio significado del término método a veces abarca a otros conceptos como aproximaciones, técnicas, enfoques o procedimientos, por influencia norteamericana, (Marrandi, Archemi, Piovani, 2007) en ocasiones no facilita la comprensión y clasificación de los términos de forma unívoca. Se entiende como método en la investigación social *“la recopilación de técnicas específicas que se utilizan en un estudio para seleccionar casos, medir y observar la vida social, recopilar y refinar datos, analizarlos e informar sobre los resultados”* (Bryman, 2013). La falta de criterio único dificulta el establecimiento de una clasificación de los diferentes métodos existentes (Rodríguez Gómez, Gil Flores,

García Jiménez, 1996). Rodríguez Gómez y su grupo de trabajo (1996) propone cinco métodos cualitativos: *Fenomenología, Etnografía, Teoría Fundamentada, Etnometodología e Investigación – Acción*. John Creswell (2012a) propone cinco métodos: *Biografía, Fenomenología, la Etnografía, Estudio de Casos, y Teoría Fundamentada*. Padgett (2016) propone seis: *Etnografía, Teoría Fundamentada, Estudios de Casos, Investigación Narrativa, Fenomenológica y orientada a la Acción (Acción o investigación participativa)*.

A continuación se presentan los tres enfoques o métodos en los que coinciden Rodríguez Gómez y su grupo, Creswell y Padgett.

**La fenomenología** surge de los trabajos de los filósofos Edmund Husserl and Martin Heidegger. Como método busca conocer los significados que las personas proporcionan a sus experiencias, y lo hace a través de lo cotidiano, de la vida real. Para ello se establecen algunas consideraciones a tener en cuenta durante el desarrollo del estudio fenomenológico. La primera debe ser identificar el fenómeno de interés. Este fenómeno debe ser una experiencia vivida (Padgett, 2016). Una vez realizada la primera aproximación del fenómeno de estudio, hay que conocer los diferentes puntos de vista, como son el del investigador, los de los sujetos de estudio o los de agentes externos, entre otros. A continuación se empieza a estructurar el fenómeno a estudiar estableciendo las posibles relaciones y categorías. Por último, se acomete la fase de interpretación, para obtener la información relevante. El método fenomenológico ha originado tres corrientes: descriptiva, interpretativa y una tercera mixta, que engloba las dos primeras (Rodríguez Gómez, Gil Flores, García Jiménez, 1996).

**La etnografía** como método ha sido el enfoque más clásico en la investigación cualitativa durante muchos años, pero con el paso del tiempo ha ido perdiendo protagonismo. Se le considera además de un método, una orientación teórica y un paradigma filosófico (Padgett, 2016). Se aplica como método cuando se utiliza para conocer la forma de vida de una determinada unidad social. Algunos requisitos a tener en cuenta para la aplicación del método son: el investigador debe estar en el lugar de la investigación, permanecer el tiempo suficiente y evitar en la medida de lo posible que su presencia modifique la acción. Este recogerá toda la cantidad que le sea posible de datos, de todo tipo. Las técnicas más habituales que se aplican en este método son: entrevista no estructurada, observación participante y las notas de campo (Rodríguez Gómez, Gil Flores, García Jiménez, 1996).

**La teoría fundamentada** es un método que se utiliza para desarrollar una nueva teoría, cuando las teorías existentes no ofrecen respuesta al problema que se desea abordar (Creswell, 2012b; Neuman, 2014). Sus raíces provienen del interaccionismo simbólico, y fue desarrollada por Glaser y Strauss. Ambos autores proponen dos estrategias fundamentales: el método de la comparación constante, y el muestreo teórico. En la primera estrategia el investigador realiza las fases de codificación y análisis paralelamente para desarrollar los conceptos. Se produce en 4 fases: comparación de los datos, categorización, delimitación de la teoría a desarrollar y por último redacción de la nueva teoría. En cada fase se realizan distintos tipos de comparaciones y contrastes (Rodríguez Gómez, Gil Flores, García Jiménez, 1996). En la segunda estrategia, el muestreo teórico, el investigador selecciona nuevos casos potenciales para desarrollar una mayor comprensión. Se entiende como terminado este proceso cuando al seleccionar nuevos casos, los resultados obtenidos ya no aportan nueva información, llegando a la saturación informativa. La entrevista es la técnica de recogida de datos más habitual en este método (Padgett, 2016; Rodríguez Gómez, Gil Flores,

García Jiménez, 1996).

## **5.2. La investigación cuantitativa y cualitativa. Técnicas de investigación social.**

### *5.2.1. La investigación cuantitativa y cualitativa.*

En las ciencias sociales existen dos perspectivas para enfocar el problema social: la perspectiva cuantitativa y la perspectiva cualitativa.

La investigación cuantitativa persigue el conocimiento objetivo de los hechos reales, resaltando lo que tiene en común con hechos similares, así como causas y consecuencias (paradigma positivista), basándose en la teoría positivista del conocimiento, que parte de las ciencias naturales. El objetivo no es otro que llegar a comprender los distintos fenómenos, procesos y eventos a través de explicaciones o generalizaciones objetivas y sistemáticas, para lo cual recurren a evidencias empíricas. La investigación cuantitativa origina cuatro tipos de explicación: deductiva, inductiva, teleológica o funcional, y genética. Estas explicaciones presuponen la previa existencia de cuestiones expresables en leyes o relaciones empíricas, que dan lugar a técnicas estandarizantes de experimentos controlados y sondeos masivos. Debido a esta confianza en la evidencia empírica, se valoran en la investigación cuantitativa la fiabilidad y la validez, o en otras palabras, las *“evidencias empíricas son reproducibles y replicables. El método cuantitativo debe ser comprobable, comparable, medible y replicable para ser fiable y válido”* (Ruiz Olabuénaga, 2012a).

En la investigación social, la perspectiva cuantitativa analiza el hecho social como externo, sometido a leyes y patrones generales, y controlado. Al tener una naturaleza de seriación en el estudio de conductas, procesos y evoluciones de hechos espacio-temporales, y en los grupos sociales, la forma de los datos que surgen es numérica, cuya agrupación será mediante tablas, y su análisis estadístico (Ruiz Olabuénaga, 2012b).

Sin embargo, cuando intervienen la ideología y artificialidad de los individuos o actores sociales en la investigación social, puede ocurrir que en el estudio cuantitativo se cuestione la neutralidad y la objetividad de las observaciones empíricas. En tales casos, en el seno de la investigación social, *“la herramienta de descripción que pueda suponer la técnica positivista, se presenta como un mecanismo de interpretación que perpetúa el mito de la objetividad, no su práctica real”* (Ruiz Olabuénaga, 2012a: páginas 30-31).

La investigación cualitativa, que podría resumirse en el paradigma constructivista (Guba & Lincoln, 1994; en Denzin & Lincoln, 1994) o interpretativo, -por contraposición al positivista (Ruiz Olabuénaga, 2012a)-, enfatiza el estudio de fenómenos sociales en el propio ambiente donde naturalmente se producen, primando aspectos subjetivos de la conducta humana sobre la parte objetiva, sin distorsiones ni controles experimentales. Cuando un investigador quiere conocer el proceso de construcción social, reconstruye conceptos y acciones de lo estudiado, describiendo y comprendiendo los medios con los que los sujetos actúan de forma significativa, y crean un mundo suyo y de los demás, conociendo la creación básica de la experiencia, su significado y mantenimiento, y su participación, y todo, a través del lenguaje y otras construcciones simbólicas, utilizará el estilo de investigación cualitativo (Ruiz Olabuénaga, 2012b)

Según Corbetta, otra diferencia entre los enfoques cualitativo y cuantitativo, es aquella determinada por el diseño de la investigación. El diseño cuantitativo

se construye antes de la recopilación de datos, además de ser un diseño estructurado y cerrado. El diseño cualitativo, es desestructurado y abierto, permitiendo recoger datos no esperados (Corbetta, 2007). Cisterna plantea que esta apertura mostrada en la racionalidad interpretativa es la que lleva a que los procesos de investigación cualitativa no formulen hipótesis. Este planteamiento neopositivista propone respuestas anticipadas a las preguntas de investigación, condicionando un modelo cerrado en donde el investigador constantemente trata de contrastar tales hipótesis.

En la investigación cualitativa, por contraposición, se puede hablar de “premisas”, “supuestos” o “ejes temáticos”, siendo:

- premisas: afirmaciones sostenidas sobre información preexistente acerca del problema a estudiar, y que son contundentes, por lo que no necesitan ser verificadas
- supuestos: afirmaciones previas, pero sólo pueden ser tomados como antecedentes relativos, ya que no tienen tanto peso de referencias como las premisas
- ejes temáticos: no son afirmaciones. Son líneas de orientación o guía para el investigador, a falta de investigaciones previas.

(Cisterna, 2005).

A continuación se presenta un cuadro comparativo con los principales aspectos metodológicos del método, y cómo se abordan desde las perspectiva cuantitativa y cualitativa, respectivamente.

Aspecto metodológico	Cuantitativo	Cualitativo
Marco	Pueden desarrollarse en un entorno natural o en un entorno cerrado de laboratorio, artificial.	Se realizan en contacto directo con el objeto de estudio, en un marco natural.
Diseño	Necesitan un diseño prefijado de antemano (desde la teoría hasta las técnicas de análisis de datos). Se fija todo <i>a priori</i> .	Tienen un diseño de tiempo, de sujetos..., es un diseño emergente, no está prefijado de antemano. El diseño se va rellorando sobre una base inicial con la teoría de la lanzadera de avanzar y retroceder.
Flexibilidad técnica	Las técnicas se fijan previamente.	La realidad de la vida cotidiana lleva a poder cambiar las técnicas. Hay una flexibilidad.
Marco teórico	Siempre se parte de un marco teórico y de hipótesis previas desde los cuales ir a la búsqueda de los datos. Sin una teoría clara, la investigación puede resultar errónea.	Hay una teoría brújula que nos orienta y que nos permite cambiar; se formula al mismo tiempo que se contrasta experimentalmente.
Muestreo	Utilizan las muestras probabilísticas representativas del universo <sup>1</sup> . Se especifica el margen de error que tolera el investigador y el nivel de confianza con el que desea trabajar. Normalmente se seleccionan los sujetos al azar.	Buscan la riqueza de contenido, con lo cual, prefieren el muestreo opinático, no probabilístico. No se usa el azar, se usa la intención.
Interpretación	La interpretación pretende generalizar, extrapolar, universalizar.	La interpretación es siempre idiográfica, localista, de universales concretos (Interesa más especificar que generalizar).
Aplicación replicativa	Sólo se acepta como bueno aquello que puede ser replicable, repetido, (datos medibles, observables replicables).	Se busca el contexto, el espacio, el entorno... Es una aplicación contextual, localista, difícilmente generalizable.

<sup>1</sup> El universo: Es el conjunto de todas las unidades que incluye la pregunta de investigación o para las cuales dicha pregunta se puede generalizar (Neuman, 2014; pág. 175).

Estudio de Hechos/Casos	Buscan «hechos sociales» generalizables, unidades de estudio cuanto más fragmentadas mejor.	Buscan los casos, los contextos; se busca el ambiente, el significado. Se intenta construir, complejizar lo más posible. Se utilizan las descripciones espesas.
Resultados	Se buscan resultados objetivos. Surge el culto a los hechos externos.	Los resultados son siempre negociados, pactados.
Elementos básicos	Captar y analizar hechos sociales objetivos, capacidad de contrastar datos concretos, el paradigma científico de base es el positivista, expresado sobre todo, en números y tablas.	Captar sentido, capacidad de elaborar una teoría contrastada, adaptación al paradigma naturalista.

**Tabla 5.1.** Cuadro comparativo entre el método cuantitativo y método cualitativo.  
Fuente: Ruiz Olabuénaga, 2012b.

### 5.2.2. Técnicas de recogida de datos en investigación social.

Las técnicas son los distintos instrumentos que permiten la recolección de datos durante el trabajo de campo. Existen diversas técnicas de recopilación de datos en la investigación social. Se propone la clasificación elaborada por Neuman (2014) por su simplicidad y claridad. El autor clasifica las técnicas de recopilación de datos en dos grandes categorías, en función de la naturaleza los datos obtenidos, que pueden ser cuantitativos o cualitativos.

**Los datos cuantitativos** se caracterizan por su expresión en forma numérica. Las técnicas de recogida de datos cuantitativos más representativas son el experimento y la encuesta (Bryman, 2012; Corbetta, 2007; Neuman, 2014; Ruiz Olabuénaga, 2012a).

**Los datos cualitativos** se expresan por medio de palabras o imágenes, que a su vez pueden ser facilitados en diversos formatos: fotografías, mapas, entrevistas, observaciones, o documentos, entre otros. Neuman engloba a su vez la investigación cualitativa en dos categorías: la investigación de campo y la investigación histórica comparativa (Neuman, 2014).

Según Neuman la investigación de campo en la investigación cualitativa “es aquella en la que el investigador observa y registra directamente notas sobre personas en un entorno natural durante un período de tiempo prolongado”. (Neuman, 2014). Los datos obtenidos provienen de notas tomadas a diario. Finalmente, el investigador abandona el grupo y su entorno para refinar toda la información obtenida. Esta investigación se utiliza generalmente en estudios exploratorios y descriptivos, aunque en ocasiones también se aplica en investigación explicativa (Neuman, 2014).

La investigación comparativa histórica en la investigación cualitativa “es la que el investigador examina datos sobre acontecimientos y condiciones en el pasado histórico y / o en diferentes sociedades” (Neuman, 2014).

La investigación histórica comparativa condensa distintos tipos de investigación relacionados. Algunos estudios lo enfocan desde la investigación de aspectos de la vida social en un determinado periodo histórico pasado, ya sea en una determinada sociedad o en más de una. Otros estudios examinan una cultura diferente, o comparan dos o más culturas. En este tipo de investigación el enfoque puede abarcar una o más culturas, uno o más periodos, inclusive establecer la comparativa entre todos ellos. Paralelamente al proceso inicial de la investigación de campo, se comienza con una pregunta formulada de forma flexible, para luego refinar y trabajar sobre ella a lo largo del proceso de la investigación (Neuman, 2014).

Las técnicas de recogida de datos cualitativos más representativas son: la entrevista, la observación (Bryman, 2012; Corbetta, 2007; Neuman, 2014; Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014; Ruiz Olabuénaga, 2012a) y el grupo de discusión (Bryman, 2012; Neuman, 2014; Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014).

Existe una gran diversidad de técnicas de recogida de datos. Se propone a continuación una breve descripción de las técnicas más significativas y habituales que la mayoría de autores destacan sobre las demás técnicas existentes.

### 5.2.3. Técnicas de recogida de datos cuantitativos

#### El experimento

La investigación experimental utiliza la lógica y los principios de las ciencias naturales adaptadas a las ciencias sociales. Estos experimentos pueden ser: el experimento de laboratorio y el experimento de campo, que se desarrolla en la vida real (Bryman, 2012; Corbetta, 2007; Neuman, 2014). El experimento se define como una *“forma de experiencia sobre hechos naturales que se produce como consecuencia de una intervención modificadora y deliberada por parte del hombre. El experimento se diferencia de la forma de experiencia consistente en la observación de los hechos en su desarrollo natural”* (Corbetta, 2010).

En el desarrollo de la investigación experimental, el investigador asigna los sujetos experimentales en dos o más grupos experimentales cada uno de los cuales representa diferentes tipos o niveles de la variable independiente. Para establecer hasta qué punto las diferencias entre los grupos son responsables de las variaciones en el nivel de la variable dependiente es necesario manipular la variable independiente. De esta forma se conoce si esta modificación influye sobre la variable dependiente. La manipulación, entonces, implica intervenir en una situación para determinar el impacto de la manipulación sobre los sujetos. Sin embargo, la gran mayoría de las variables independientes con las que trabajan los investigadores sociales no pueden ser manipuladas. A pesar de esta limitación en la investigación social, la investigación experimental presenta dos ventajas: una metodológica, pues permite a través del método de investigación afrontar el problema de la relación causal; y la otra, derivada de la propia naturaleza de los problemas del estudio experimental, que permite aislar los fenómenos específicos que se producen en la vida real, que en condiciones naturales no se podrían estudiar sistemáticamente, reduciéndolos al mínimo. Los dos mayores inconvenientes por el contrario son las limitaciones éticas y los problemas prácticos por la dificultad de establecer manipulaciones sobre determinadas variables o situaciones difícilmente aplicables a los sujetos experimentales (Bryman, 2012; Corbetta, 2007; Neuman, 2014).

#### La encuesta

La encuesta es la técnica de recogida de datos más utilizada y difundida en las ciencias sociales. En la investigación social, al estudiar un determinado fenómeno social, se puede obtener la información de dos formas diferenciadas, bien observando o bien preguntando a los sujetos de estudio. A través de la observación se obtiene información de forma directa e inmediata de los comportamientos observados, mientras que a través de las preguntas, se pueden conocer las motivaciones, actitudes, creencias, sentimientos, percepciones y expectativas (Corbetta, 2007).

La encuesta por muestreo se define como *“un modo de obtener información preguntando a los individuos que son objeto de la investigación, que forman*

*parte de una muestra representativa mediante un procedimiento estandarizado de cuestionario con el fin de estudiar las relaciones existentes entre las variables"* (Corbetta, 2007).

La encuesta se puede llevar a cabo de dos formas principalmente: a través de una entrevista estructurada o mediante un cuestionario de autocumplimiento. La entrevista estructurada pueden ser a su vez de formas: *cara a cara* o telefónica, mientras que el cuestionario autocumplimentado puede ser supervisado por el entrevistador, por correo postal o por Internet, por ejemplo (Bryman, 2012; Corbetta, 2007).

Según el contenido de las preguntas, la encuesta se puede clasificar en tres tipos según Corbetta (2007): sociodemográficas, sobre actitudes y sobre comportamientos. Las preguntas sociodemográficas son las que se refieren a los datos básicos demográficos del individuo (edad, género, lugar de nacimiento, etc.). Las preguntas sobre actitudes se refieren a opiniones, motivaciones, orientaciones, sentimientos, juicios y valores. Las preguntas sobre comportamientos son las destinadas a registrar acciones que el entrevistado ha hecho o va a hacer.

Asimismo, las preguntas pueden ser abiertas o cerradas. Las primeras permiten a la persona encuestada libertad de dar cualquier respuesta, mientras que si es cerrada los encuestados deberán elegir una o un conjunto de respuestas. Es recomendable el uso de preguntas cerradas para poder establecer el análisis comparativo si se dispone de las posibles respuestas codificadas (Corbetta, 2007; Neuman, 2014).

Sobre la elaboración del cuestionario es importante la correcta elección de las preguntas, (para evitar sesgos y errores), su orden, y su contenido. Las preguntas deben ser breves, concisas y formuladas de forma sencilla, con vocabulario claro y sencillo, evitando cualquier tipo de ambigüedad semántica. Es recomendable que las preguntas generales estén antes que las específicas (Ruiz Olabuénaga, 2012b).

#### 5.2.4. Técnicas de recogida de datos cualitativos

##### La entrevista

La entrevista en profundidad es de las técnicas de recogida de datos más utilizadas en la investigación cualitativa (Bryman, 2012; Ruiz Olabuénaga 2012a). A grandes rasgos, consta de una conversación entre dos personas, en la que el entrevistador formula preguntas de tipo abierto con fines cognitivos, y escucha las respuestas del entrevistado (Corbetta, 2007; Ruiz Olabuénaga 2012a).

Existen muchos tipos de entrevistas, desde individuales o grupales, telefónicas o por correo, etc. (Ruiz Olabuénaga 2012a). Según Corbetta existen tres tipos básicos de entrevistas: las entrevistas estructuradas, semiestructuradas y no estructuradas (Corbetta, 2007).

La entrevista estructurada se caracteriza por establecer las mismas preguntas, formulación y orden para todos los entrevistados. Las preguntas suelen estar codificadas. Este tipo de entrevista es característico de la investigación cuantitativa (Corbetta, 2007).

Las entrevistas semiestructuradas y no estructuradas son propias de la investigación cualitativa. En las entrevistas semiestructuradas el entrevistador utiliza un guión predefinido y una lista de preguntas pero el entrevistado tiene

un margen amplio para responder de forma abierta, mientras que en la no estructurada no se han preestablecido ningún guión ni preguntas. El entrevistador suele dar unas mínimas instrucciones y suele partir con una única pregunta que el entrevistado responde libremente. Esta última modalidad es la que se le conoce como entrevista en profundidad (Bryman, 2012; Corbetta, 2007).

La investigación con entrevistas en profundidad se suele realizar en diferentes sesiones entre el investigador y el entrevistado cara a cara. En esos encuentros se pretende, a través de las propias palabras del sujeto entrevistado, comprender sus experiencias. Durante la entrevista el investigador ejerce de *facilitador* para que el entrevistado se exprese con naturalidad. Se considerará terminada la recogida de datos de las entrevistas en profundidad cuando al entrevistar a otras personas, no existe aportación de información nueva (Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014).

### La observación

La observación es la técnica de recogida de datos cualitativa más clásica, siendo el procedimiento empírico por excelencia, pues toda investigación científica incorpora la observación en los procedimientos e instrumentos para presenciar los fenómenos sociales de forma directa (Corbetta, 2007; Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014).

Se define la observación como *"el proceso de contemplar sistemática y detenidamente cómo se desarrolla la vida social, sin manipularla ni modificarla, tal cual discurre por sí misma"* (Ruiz Olabuénaga, 2012a).

Observar es algo innato del ser humano, así se detecta y asimila la información y se adquieren conocimientos. Si la observación se lleva a cabo de forma metódica, puede convertirse en un instrumento de investigación social (Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014);

Existen diferentes modalidades de observación en función de la estructuración, número de observadores y el grado de participación.

Se distingue entre la observación estructurada o no estructurada. Si se han establecido con anterioridad los objetivos, las categorías y el campo de observación entonces es observación estructurada. La observación no estructurada si no existe planificación organizada sobre lo que estudiar y no se definen las categorías para posterior análisis. La observación puede ser individual, colectiva, o en equipo. Asimismo, la observación puede ser participante o no participante. Esto depende si el investigador se implica o no con el objeto de estudio. Esto condicionará el tipo de relación que tenga con los sujetos de la investigación (Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014).

La observación es la técnica de recogida de datos sobre comportamiento no verbal, mientras que la observación participante no se limita únicamente a la observación, pues el investigador interviene de forma directa en el objeto estudiado. En la observación el investigador mira y escucha y en la observación participativa observa y participa (Corbetta, 2007). En la observación participante el investigador se sumerge en un grupo social determinado con una participación directa, estableciendo una interacción personal con sus miembros en su medio natural, en cuanto asume uno o más roles en la vida comunitaria para captar sus acciones y comprender, tantos los fenómenos objetivos y manifiestos como el carácter subjetivo de los comportamientos sociales, mediante un proceso de identificación de los sujetos estudiados (Corbetta, 2007; Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014).

La principal diferencia entre observación participante y la etnografía, es que la observación participante tiene una actuación más inclusiva que la etnografía. Asimismo, la etnografía además de estar más vinculada al estudio de la cultura de un grupo, a través de la reconstrucción de las actividades y perspectivas de sus actores, también suele tener un doble significado, por un lado como proceso metodológico global de investigación y por otro como el resultado escrito de la investigación (Bryman, 2012; Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014).

#### El grupo de discusión

El grupo de discusión, al igual que el grupo focal, es básicamente un grupo de personas que son entrevistadas informalmente sobre un tema. Es una técnica muy utilizada en la investigación de mercado, pero cada vez más aplicada en la investigación social. La principal ventaja del uso de esta técnica frente a las entrevistas individuales es su ahorro económico y temporal. No en vano, permite realizar entrevistas de forma simultánea. Asimismo, en el grupo de discusión se persigue construir la visión que tiene lugar dentro del grupo frente a las percepciones individuales, obteniendo un discurso único a nivel de grupo frente a las opiniones individuales de los participantes (Bryman, 2012; Neuman, 2014; Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014).

Esta técnica surgió en los años 30 en la escuela alemana de la *Gestalt*, por el psicólogo alemán Kurt Lewin. Evolucionó después con el trabajo de Merton y sus colaboradores, originándose una nueva modalidad, conocida como grupo focal (*focus group*). Siendo una variante con una nueva forma de instrumentalizar la entrevista individual utilizando entrevistas en grupo o entrevistas en profundidad para obtener información. Es importante el contexto histórico; en España a partir de los años 60 y 70 se consolida el uso del grupo de discusión, mientras que el grupo focal es más extendido en el mundo anglosajón. La principal diferencia es que el grupo de discusión suelen abarcar temas más amplios y abiertos, mientras que el grupo focal enfatizan un tema específico y se suele abordar más en profundidad, siendo por tanto una aproximación al asunto más acotada (Bryman, 2012; Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014).

El diseño de los grupos de discusión y el número total depende del objetivo de la investigación. Suele estar formado por 5-10 personas, han seleccionadas en función de unos perfiles específicos acordes al objeto de la investigación. Entre los criterios de inclusión es recomendable que los participantes no se conozcan entre ellos y tampoco conozcan al investigador para evitar interferencias en el desarrollo de la discusión. En cuanto al tiempo de duración es recomendable entre 1 y 2 horas. Las principales funciones del moderador son la facilitar el discurso, controlar el tiempo y el grupo, la distribución de los temas a tratar y controlar que el discurso se mantenga dentro de los temas propuestos para que no se produzcan ningún tipo de desviación (Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014).

#### 5.2.5. *El Análisis de Contenido como técnica. La categorización.*

##### El análisis de contenido

El análisis de contenido es una técnica de investigación que se basa en la lectura de cualquier clase de texto (sea propio o ajeno; espontáneo u organizado previamente para su análisis; o un documento), como instrumento de recogida de información. Esta lectura tratará de seguir un rigor científico, siendo sistemática, objetiva, replicable y válida.

El texto escrito es un testimonio mudo, que sin embargo permanece físicamente,

con su contenido intacto en el tiempo. Sin embargo, el investigador hace sobre él una interpretación (concepto de *hermenéutica*), que siguiendo al paradigma constructivista, y a través de las prácticas interpretativas, crea material para su análisis y posteriormente, su evidencia (Ruiz Olabuénaga, 2012a). Esto se puede entender como una construcción social y política.

En la actualidad se puede extender el concepto de "texto" también al ámbito audiovisual. Estos textos audiovisuales pueden plantear el mismo grado de complejidad en su tratamiento y análisis como el texto convencional (Ruiz Olabuénaga, 2012a).

En el análisis de textos se puede percibir con nitidez el paradigma científico que sigue el investigador, así como la estrategia de recogida de datos, ya sea un estudio cuantitativo o cualitativo.

El análisis de textos puede enfocarse desde tres enfoques diferentes: análisis cuantitativo; tradición semiótica y crítica literaria; y el enfoque narrativo, de metodología cualitativa (Ruiz Olabuénaga, 2012a).

Por tanto, el análisis de contenido, que agrupa tanto la lectura de los textos como su posterior análisis y teorización pueden englobarse en un marco y en una estrategia metodológica ya sea de análisis cuantitativo, como cualitativo (Ruiz Olabuénaga, 2012a).

El análisis de contenido aplicado a estudios cualitativos, parte de una serie de preconcepciones, en el que un texto contiene una serie de datos con ciertas características:

- tienen sentido simbólico, que puede ser extraído, y que no siempre es manifiesto.
- Este significado no es único, sino que depende de la perspectiva y del punto de vista del lector, y que a su vez puede no coincidir con el que le quería inferir el autor del mismo
- Este significado a su vez va a depender del tipo de lector, o del tipo de audiencia, por lo que un mismo texto puede cobrar sentidos diferentes para diferentes lectores
- El autor del texto puede no ser consciente de la diversidad potencial de sentidos o significados de tal texto, cuyos contenidos pueden ser expresivos e instrumentales, diferenciados entre sí.

(Ruiz Olabuénaga, 2012a).

En el procesamiento de los textos para su interpretación, el analista debe recurrir a la búsqueda de significados subjetivos, donde este transforma el texto, lo manipula, y aplica procesos que para análisis cuantitativo será una codificación sistemática, y para el cualitativo, a base de prácticas más complejas (Ruiz Olabuénaga, 2012a).

#### La categorización

En ese procesamiento, donde el primer texto creado suele ser la grabación de audio o vídeo, por ejemplo, o la fotografía realizada (y su posterior explicación por su autor, en su caso), el análisis de contenidos enfatiza la codificación y categorización, es decir, la reducción de palabras del texto de forma que se obtiene una clasificación por categorías, que son sensiblemente inferiores en número al contenido del texto primero. Esta fase supone la más delicada de todo el proceso de análisis de contenido (Ruiz Olabuénaga, 2012a).

A esta fase de codificación y categorización, se le une la fase de tratamiento de los datos clasificados, que puede ser mediante clasificación de palabras en categorías de contenido, recuento de las mismas, análisis factoriales, recuento de frecuencias de palabras, listado de palabras clave, etc.

Esta técnica no suele utilizarse en solitario, sino como parte de una estrategia metodológica.

En la etapa de codificación y categorización el investigador establece unas reglas de sistematización que capten mejor el contenido de los textos originales. La categorización aplica a una unidad de registro (por ejemplo "casa") un criterio de variabilidad ("tamaño"), para sistematizarlo (en subdivisiones), en categorías ("grande, mediana, pequeña"), y clasificando cada unidad en una de esas categorías (elijo "pequeña") (Ruiz Olabuénaga, 2012a). Esta operación de categorizar no es fácil, ni unidireccional, sino que es circular, en ambos sentidos simultáneamente, de los datos a la teoría y viceversa, en un trabajo iterativo.

#### Reglas de categorización.

Sea de la naturaleza que sea, la categorización debe seguir una serie de reglas:

- *cada serie de categorías ha de construirse de acuerdo con un criterio único.*
- *También pueden admitirse determinadas categorías complejas, como resultado de la combinación de criterios únicos*
- *Cada serie de categorías ha de ser exhaustiva, de forma que no quede ningún dato sin que pueda ser incluido en alguna de las categorías establecidas.*
- *Las categorías de cada serie han de ser mutuamente excluyentes de forma que un dato no puede ser incluido en más de una categoría.*
- *Las categorías tienen que ser significativas, esto es que posean capacidad descriptiva y significativa suficiente*
- *Las categorías tienen que ser claras, no ambiguas, y consistentes consigo mismas*
- *Las categorías deben ser replicables*
- *Las categorías se diferencian según el lenguaje que se utilice para su construcción.*

(Ruiz Olabuénaga 2012a)

Así mismo, Cisterna distingue distintos tipos de categorías, en función de diversos criterios:

- *en primer lugar, pueden darse categorías, que denotan un tópico en sí mismo, y subcategorías, que detallan ese tópico en microaspectos*
- *Además, estas categorías y subcategorías pueden ser apriorísticas, es decir, construidas antes del proceso recopilatorio de la información; o emergentes, si surgen desde el levantamiento de referenciales significativos, durante la investigación (Cisterna, 2005), que Elliot diferencia entre "conceptos objetivadores" (apriorísticas), y "conceptos sensibilizadores" (emergentes) (Elliot, 1990).*

### 5.2.6. El análisis de los datos en la investigación cualitativa.

De forma breve, se incide sobre la diferencia existente entre la investigación cuantitativa y la cualitativa en cuanto a la secuencia de las fases de recogida de datos, y el análisis de los mismos. En la investigación cualitativa, esta se realiza de forma iterativa, cíclica y bidireccional, recurriendo constantemente a la fuente de datos y a la teoría de forma alterna. Al comienzo la recogida de datos es más intensa, para posteriormente ir cediendo protagonismo al análisis, hasta que la investigación llega a su fin. El proceso concluye con dos fases o tareas por parte del investigador, *“una correspondiente al esfuerzo analítico y la segunda más bien al esfuerzo narrativo, que se compartirá con el resto de investigadores internos y externos a la investigación, antes de su redacción final”* (Ruiz Olabuénaga, 2012a).

## 5.3. Criterios de calidad en investigación cuantitativa y cualitativa.

### 5.3.1. La calidad en la investigación.

Como complemento al análisis de datos, resulta relevante en la investigación el contraste de la validez y fiabilidad de los resultados obtenidos, y de todas las fases y operaciones realizadas a lo largo de la misma. Garantizar la validez del estudio constituye una cuestión compleja, y suele ser un aspecto clave que determina al estudio, tanto cuantitativo como cualitativo, o expresado en otros términos, *“toda investigación completada ha de ser sometida a algún tipo de evaluación que exprese, de una forma u otra, hasta qué punto ha logrado sus objetivos iniciales”* (Ruiz Olabuénaga, 2012b). Esto podría entenderse como una labor donde el investigador realiza un control de calidad a su propia producción.

Los criterios de excelencia y calidad que se aplican en el proceso de evaluación de todo trabajo científico, sea cuantitativo como cualitativo, suelen ser cinco, a saber:

- Validez: grado en que una investigación alcanza su verdadero objetivo. ¿Hasta qué punto lo averiguado en esta investigación es verdadero?
- Fiabilidad: garantía de que un fenómeno se define del mismo modo por diferentes investigaciones que usen el mismo método, o si utilizado más de una vez con las mismas personas y en las mismas circunstancias arroja el mismo resultado. ¿Hasta qué punto se llega a los mismos resultados aplicando métodos diferentes o investigando en diversos momentos con el mismo método?
- Consistencia interna: grado de coherencia lógica entre todas las partes que componen la investigación, sin discrepancias o incongruencias. Es el grado de concordancia del estudio.
- Precisión: grado de exactitud de la medida, tanto mayor cuanto más refinada se realiza la investigación.
- Parsimonia: grado en que una investigación obtienen el máximo rendimiento con el mínimo de esfuerzo. Se podría decir que es la eficiencia en la investigación, evitando redundancias.

(Ruiz Olabuénaga, 2012b).

Estos criterios de control de calidad no distinguen, en principio entre cualitativa y cuantitativa. Sin embargo, es uno de ellos especialmente, la validez, el que más controvertido resulta, cuando se aplica a los métodos cualitativos (Ruiz

Olabuénaga, 2012b).

Una de las posibles causas que generan tal controversia, es porque, frente a la búsqueda de generalización de las técnicas cuantitativas, la investigación cualitativa capta una mayor riqueza de contenido. Esto además genera confusión, puesto que no es lo mismo la validez de la metodología cualitativa en general, y la de un caso concreto, en particular. Aceptar la validez de la metodología cualitativa no permite asegurar que un estudio cualquiera en particular sea válido para el estudio. Los criterios para esta validez específica no existen. La validez cuantitativa es predictiva, universalmente aceptada, pero sin aplicación directa en los estudios cualitativos, que no pretenden sino diagnosticar y profundizar íntegramente en un caso concreto. No tiene sentido por tanto utilizarla en este tipo de estudios. El trabajo cualitativo establece significado para los individuos sociales, de determinados actos sociales, y enunciar este hallazgo como muestra de su sociedad (Ruiz Olabuénaga, 2012b).

En la investigación hermenéutica, o relacionada con la interpretación de textos, la *“forma de estudiar, entender, analizar y construir conocimiento a través de tal interpretación da lugar a que la validez y confiabilidad descansa en el propio investigador”* (Cisterna, 2005). Por tanto, *“la objetividad positivista que separa al investigador y el objeto de investigación desaparecería, puesto que se construye conocimiento en un proceso subjetivo e intersubjetivo, en tanto el sujeto es quien construye el diseño de investigación, recopila información, la organiza y le da sentido, tanto con estructuras conceptuales previas como a través de hallazgos surgidos en la investigación, que luego se colectivizan y discuten en comunidad. [...] Es a este proceso de construcción de conocimiento al que se trata de dar validez y confiabilidad epistemológica”* (Cisterna, 2005).

### 5.3.2. La calidad en la investigación cuantitativa.

En los estudios cuantitativos se busca la máxima fiabilidad, - que una escala de medición, aplicada repetidas veces, dé el mismo resultado-, máxima precisión, y la máxima validez, o utilidad de la medida (Ruiz Olabuénaga, 2012b).

La fiabilidad en los estudios cuantitativos se puede medir a su vez con tres métodos principales, estos son:

- los tests de equivalencia o paralelos (donde se mide lo mismo con diferentes entradas, o palabras);
- el test de las dos mitades o de consistencia interna (por ejemplo dividiendo hombres/mujeres)
- Test de estabilidad: se hace trabajando con el mismo grupo en momentos diferentes, para obtener el mismo resultado.

Para medir la validez, se utilizan:

- validez interna: el estudio se hace considerando distintas dimensiones o variables
- validez externa: si es predictivo, se da por válido.

(Ruiz Olabuénaga, 2012b).

### 5.3.3. La calidad en la investigación cualitativa.

No tiene sentido, por tanto, evaluar la validez de una investigación de carácter

naturalista cualitativo, por el paradigma positivista cuantitativo (validez externa, interna, fiabilidad y objetividad). Ante las críticas de falta de rigor recibidas por los investigadores cualitativos, estos defienden su garantía de confiabilidad de sus resultados en función de otros criterios, los cuales son:

- Credibilidad (y no validez interna), que valora el valor "verdad" de la investigación.
- Transferibilidad (en lugar de validez externa), o aplicabilidad de resultados.
- Dependencia (en vez de fiabilidad), o consistencia de los datos
- Confirmabilidad (y no objetividad), o neutralidad en la investigación.

(Ruiz Olabuénaga, 2012b).

Skrtic y su grupo enumeran las técnicas más eficaces para evaluar estos cuatro criterios de confiabilidad (validez) de los resultados en investigación cualitativa.

- Sobre la credibilidad:
  - o Observación persistente.
  - o Triangulación (conjunto de técnicas, datos y teorías)
  - o Control de miembros
- Sobre la transferibilidad:
  - o Muestreo intencional
  - o Descripción espesa
- Sobre la dependencia:
  - o Autoría de dependencia: proceso de control de un investigador a través del examen de un investigador externo
- Confirmabilidad:
  - o Autoría de confirmabilidad: control realizado por agente externo.

(Skrtic et al., 1985).

Se resume a continuación en la siguiente tabla, los criterios de calidad para los estudios cuantitativos y cualitativos:

Control de Calidad	
<i>Criterios de excelencia comunes a todo tipo de investigación</i>	
Validez Fiabilidad Consistencia interna Precisión Parsimonia	
<i>Investigación Cuantitativa</i>	<i>Investigación Cualitativa</i>
Validez interna	Credibilidad
Validez externa	Transferibilidad
Fiabilidad	Dependencia
Objetividad	Confirmabilidad

Fuente: Ruiz Olabuénaga, 2012b.

#### 5.3.4. La validez en la investigación cualitativa a través de la triangulación.

Llegados a este punto, quedan razonadas suficientemente las diferencias sustanciales entre las naturalezas de la investigación cualitativa con respecto a la cuantitativa, que como consecuencia no pueden ser evaluadas bajo los mismos parámetros de calidad (Okuda y Gómez-Restrepo, 2005).

La triangulación se sirve de diversos métodos, fuentes de datos, teorías, investigadores en incluso ambientes en el estudio de un fenómeno social (Okuda y Gómez-Restrepo, 2005). El término "triangulación" toma su uso en la medición *in situ* para la elaboración de mapas o levantamientos topográficos (Patton, 2002).

La triangulación, siendo un mecanismo de control de calidad, parece facilitar estos criterios más a la investigación cualitativa, que a la cuantitativa, aunque en toda investigación, del tipo que sea, existe cierto nivel de triangulación (Ruiz Olabuénaga, 2012b). Con la triangulación, el investigador mejora sus resultados, con respecto al supuesto de sólo utilizar una técnicas concreta en su trabajo (Ruiz Olabuénaga, 2012b). *"Cada método revela facetas ligeramente diferentes de la misma realidad simbólica. Cada método es una línea diferente de visión dirigida hacia el mismo punto, la observación de la realidad social y simbólica. Al combinar varias de estas líneas, los investigadores obtienen una visión de la realidad mejor y más sustantiva, más rica, y más completa de símbolos y de conceptos teóricos y un medio de verificar muchos de estos elementos. El uso de múltiples líneas de visión es la triangulación"* (Berg, 1989).

La triangulación se articula en dos objetivos principales, distintos pero interrelacionados. El primero se relaciona con el enriquecimiento (validez interna) que supone añadir más datos a una investigación. El segundo viene vinculado al aumento de control de la calidad, o confiabilidad, a través de validez externa o transferibilidad, que dicha interpretación experimenta cuando las afirmaciones del investigador son confirmadas por pares o bien por contrastación empírica a través de otra serie similar de datos (Ruiz Olabuénaga, 2012b). Así, las carencias o vacíos de cada estrategia en particular quedan compensadas con las otras, mientras que las fortalezas sí se agregan. *"La triangulación ofrece la alternativa de poder visualizar un problema desde diferentes ángulos"* (Okuda y Gómez-Restrepo, 2005).

La triangulación, como metodología más que como método, se puede aplicar a cada fase de la investigación. Sin embargo, cada momento concreto puede reclamar un énfasis diferente de los distintos tipos de triangulación. Así, mientras que la triangulación de teorías y paradigmas parece más adecuada para los momentos iniciales y últimos, las fases intermedias de la recopilación de datos se ajustan más a la triangulación de técnicas y de datos. Por su parte, la etapa final tiene más relación con la triangulación por pares (colegas), o por participantes, de tal manera que se logre un texto consensuado más rico, contrastado, más válido interna y externamente, y en definitiva, más confiable (Ruiz Olabuénaga, 2012b).

Una de los errores atribuidos a la triangulación es que con la aplicación de distintas estrategias, se obtienen resultado iguales (Patton, 2002; Ruiz Olabuénaga, 2012b). Esto no se considera ni posible, ni deseable, ya que el método cualitativo entiende el conocimiento como creación por interacción del investigador y lo investigado, que admite distintas versiones válidas de la realidad (Sandoval, 2002; a través de Okuda y Gómez-Restrepo, 2005). Por tanto, la triangulación no sólo valida la información, sino que amplía y profundiza su comprensión (Okuda y Gómez-Restrepo, 2005).

La triangulación se aplica al utilizar varias “técnicas” de investigación para un sólo propósito o trabajo, pero existen otros modos de triangular una investigación (Ruiz Olabuénaga, 2012b). Denzin describe cuatro tipos de triangulación: la metodológica, la de datos, la de investigadores, y la de teorías.

- **Triangulación metodológica:** analiza un mismo fenómeno a través de diversos acercamientos. Generalmente se utilizan distintas técnicas cualitativas, pero pueden ser tanto cuantitativas como cualitativas. La mezcla de cuantitativo y cualitativo puede originar divergencias por incompatibilidad en las naturalezas de los hallazgos, en cuyo caso se entiende que esta combinación ofrece la visión de todo el fenómeno desde diferentes aspectos, más que la repetición de los hallazgos de la investigación.
- **Triangulación de datos:** En este caso es necesario que los métodos utilizados durante la observación o interpretación del fenómeno sean cualitativos, y por tanto equiparables. Se verifica y compara la información obtenida en diferentes momentos mediante diferentes métodos.
- **Triangulación de investigadores:** La observación o análisis del fenómeno es realizada por diferentes personas. Si proceden de diferentes disciplinas, en principio dará mayor fortaleza a los hallazgos, reducirá sesgos y se agregará consistencia al estudio. Sin embargo, aunque parezca que esta triangulación puede aportar una validez mayor que otros tipos, puede que las aportaciones de los otros investigadores resulten superficiales, por encontrarse fuera del estudio, y por ende no cuenten con una visión verdadera de lo analizado (Giacomini, 2000; a través de Okuda y Gómez-Restrepo, 2005).
- **Triangulación de teorías:** con el uso de diferentes teorías se observa un fenómeno, generando un entendimiento de cómo diferentes suposiciones y premisas afectan a los hallazgos e interpretaciones de un mismo grupo de datos o información.

(Denzin, 1978).

Por su parte, Cisterna establece las fases del “proceso de triangulación hermenéutica”. Lo articula a través de una serie de etapas: seleccionar la información -con criterios de pertinencia y relevancia- en el trabajo de campo; triangular la información por cada subgrupo; triangular la información entre todos los subgrupos investigados; triangular la información con los datos obtenidos mediante la aplicación de otros instrumentos; y triangular la información con el marco teórico (Cisterna, 2005).

## **5.4. La investigación participativa.**

*5.4.1. La investigación-acción (IA) y la investigación comprometida con la comunidad (CER).*

**Investigación-acción** es un método de investigación cualitativa creado por Kurt Lewin a mediados del S.XX con influencias de la corriente filosófica del pragmatismo (Tandon, 1996) y de los movimientos sociales de la época. Lewin pensaba que las situaciones sociales podrían solucionarse mediante procesos grupales a través de la planificación, actuación, observación y reflexión. Lo característico de este método es el papel activo que tienen los sujetos que intervienen en la investigación (Creswell, 2012b; Rodríguez Gómez, Gil Flores, García Jiménez, 1996), y cuyo objetivo prioritario es facilitar el cambio social o en su defecto establecer objetivos

sociales o políticos de valor (Neuman, 2014). Este método ha originado diferentes modalidades. Entre ellas, destaca la investigación de acción participativa o IAP, (en inglés *Participatory Action Research*, o *PAR*), y la Investigación Participativa basada en la Comunidad (en inglés *Community-Based Participatory Research*, *CBPR*), con las cuales comparte los compromisos fundamentales dirigidos al empoderamiento comunitario y la asociación comunitaria (Reason & Bradbury-Huang, 2013; Stringer, 2013; a través de Padgett, 2016).

Sin embargo, Padgett engloba estos dos enfoques bajo una categoría más amplia, a la que denomina *Investigación comprometida con la comunidad* (en inglés *Community-engaged Research*, o *CER*), que difiere de las anteriores, englobando estudios que dependen de cierto nivel de implicación comunitaria, que puede o no conllevar un componente de acción o participativo (Padgett, 2016).

La generación de este tipo de enfoques surge de la preocupación pragmática que requería establecer un paso necesario, aunque difícil, desde los ensayos rigurosos establecidos por el academicismo, a las experiencias reales contadas por las comunidades (Hohman y Shear, 2002). Sin embargo, esto no resultaría fácil, pues a menudo se producían bajos índices en el reclutamiento de participantes y altas tasas de abandono prematuro del estudio, que infería “ruido” en los estudios, a ojos de los investigadores cuantitativos.

Aunque Padgett establece que IAP y CBPR no se consideran inherentemente cualitativos o cuantitativos en sus metodologías, estos suelen ir vinculados a métodos cualitativos, o en todo caso mediante método mixto. Esto se debe al grado de implicación y compromiso establecidos a nivel local, lo cual encaja con los métodos cualitativos (Padgett, 2016).

Los grandes retos de este tipo de métodos vienen de la mano del tiempo requerido para fomentar el entendimiento y la construcción de grupo; los compromisos para lograr el consenso y trabajar unidos hacia objetivos comunes, desde prioridades en ocasiones diferentes, e incluso encontradas, entre todas las partes intervinientes. Los recursos y el tiempo suelen ser limitados, por lo que se valoran especialmente los métodos de alcanzan estos objetivos con tiempos de respuesta cortos, y con un impacto de resultados de largo alcance.

Sin ser estos enfoques, IAP y CBPR, los únicos existentes ni probablemente los más fáciles de llevar a cabo de forma exitosa en investigación, es innegable que su contribución a la investigación aplicada y orientada a la práctica es única, y el respeto mutuo que generan entre las partes implicadas en la investigación es bien recibido por estas, cuando a menudo suele establecerse una relación jerárquica unilateral entre investigadores y participantes del estudio (Padgett, 2016).

A continuación se detallan aspectos particulares de los métodos CBPR y IAP.

#### 5.4.2. La investigación participativa basada en la comunidad (CBPR).

Investigación participativa basada en la comunidad (en inglés *Community-Based Participatory Research*, o más conocida como *CBPR*). Su popularidad se sitúa en los movimientos posteriores a la década de los 60 del S.XX, que promovían el empoderamiento comunitario en general (Fals-Borda, 1998; Freire, 1974; a través de Padgett, 2016), y el reparto de poder en la investigación en particular (Foster-Fishman, Berkowitz, Lounsbury, Jacobson, & Allen, 2001; Nelson, Ochocka, Griffin, & Lord, 1998; a través de Padgett, 2016).

El CBPR es una perspectiva que engloba todo el proceso de la investigación, de principio a fin. Connota una asociación de igual a igual entre investigadores y participantes de la comunidad; a su vez requiere la participación activa de todas las partes, por lo que asociaciones establecidas bajo el CBPR tienden a funcionar mejor cuando todas las partes están dispuestas a dedicar tiempo y recursos (Padgett, 2016).

El CBPR reconoce que un extraño (desde la perspectiva de la comunidad objeto de estudio) puede establecer la investigación de una manera más exitosa con miembros de la comunidad, quienes son en sí mismos expertos, por la experiencia que les caracteriza (Rhodes, 2006 a través de (Hergenrather et al., 2009). La asociación establecida en la investigación, une a las partes interesadas, que trabajan juntos para identificar y explorar aquellas disparidades, carencias o problemas e identificar prioridades. Esto hace que se incremente el valor de la investigación y grado de conocimiento entre los investigadores y miembros de la comunidad, lo cual impacta positivamente en el bienestar comunitario (Hergenrather et al., 2009).

El método CBPR asegura la vinculación de los miembros de la comunidad en el proceso de investigación, lo cual dota de autenticidad a los datos obtenidos por la experiencia comunitaria y la acción, resultando en un mayor significado y relevancia a la investigación, de naturaleza colaborativa, para impactar el bienestar individual y comunitario (Rhodes, 2006; Cornwall 1995; Cornwall 1996; Green, 2003 a través de Hergenrather et al., 2009).

El proceso de investigación en CBPR típicamente incluye:

- 1) identificación de una cuestión de investigación
- 2) evaluación de las fortalezas, recursos y preocupaciones de una comunidad
- 3) selección de prioridades u objetivos
- 4) desarrollo de un plan de investigación y metodología de recopilación de datos
- 5) implementación del plan de investigación, recopilación de datos y análisis
- 6) interpretación de los hallazgos (resultados) del estudio
- 7) divulgación de los hallazgos (resultados) del estudio, y
- 8) aplicación de los hallazgos del estudio para desarrollar planes de acción que mejoren el bienestar individual y de la comunidad (Hergenrather et al., 2009).

La popularidad del CBPR ha traspasado los campos de aplicación más convencionales, como eran la Salud y el Trabajo Social. Esto ha conllevado que la definición de *comunidad* se haya extendido más allá de los límites geográficos y urbanos para incluir grupos basados en identidades, lugares de trabajo o aspiraciones compartidas por varios individuos (Padgett, 2016).

#### 5.4.3. La investigación-acción participativa (IAP).

La investigación-acción participativa (IAP), también denominada investigación-acción-participación, es aquella englobada en la investigación-acción en la cual los participantes ayudan activamente en el diseño y dirigen el estudio de investigación. Esto enfatiza la creación de conocimiento democratizador, y asume que el conocimiento político emerge de la participación en investigación (Neuman, 2014).

Israel y otros investigadores de su equipo (Israel et al. 1995; a través de Wang, 1999) definieron las características clave de la investigación acción participativa, como el proceso que:

- 1) implica a la gente de la comunidad en todos los aspectos de la investigación
- 2) establece un co-aprendizaje en el que los investigadores y la gente de la comunidad contribuyen y aprenden de la experiencia entre unos y otros
- 3) reflexiona, lo que implica educación para la conciencia crítica
- 4) habilita, da capacidades o habilidades y destrezas
- 5) equilibra los objetivos de investigación, acción y evaluación.

## 5.5. Métodos y técnicas basados en la imagen.

### 5.5.1. El poder de la imagen.

El sistema visual, uno de los cinco sistemas sensoriales con el que cuenta el ser humano, le ha permitido incorporar y registrar conocimiento desde el mismo momento de nacer. Esto permite que la realidad forme parte del propio ser humano, que genera nuevos conceptos, a partir de la información que recibe, y esta proviene de múltiples ámbitos, incluido el social (Escalante, 2015).

Las fotografías no sólo recogen inicialmente un instante de la realidad, separada del lugar y tiempo donde fueron tomadas. Además, expresan y comunican una intención por parte del autor, que escogió esa porción de realidad y no otra. Son por tanto un registro que muestra el modo de observación particular de quien tomó la foto, con o sin fines artísticos (Berger, 2000; a través de Escalante, 2015). Por esta razón, las imágenes resultan de gran interés en las investigaciones sociales.

Las imágenes siempre tienen una intencionalidad (Rose, 2003; a través de Escalante, 2015), decisiva para la elección del método de investigación, teniendo en cuenta a su vez tres cuestiones importantes: quién realiza la imagen, quiénes son los receptores-observadores, y la tercera cuestión, la que constituyen las propias imágenes.

Resulta interesante la observación de Becker (en Rose, 2003; a través de Escalante, 2015), que establece la inexistencia de marco teórico sobre el uso de fotografías, en el ámbito de la investigación social, aunque clasifica los tipos según las cualidades atribuidas a estas fotografías. Así pues, Becker distingue entre los métodos donde la fotografía constituyen el soporte de la investigación (fotoelicitación o *photo-elicitation*), o los métodos donde la fotografía suplementan la investigación (fotografía documental, o *photo-documentary*).

### 5.5.2. La imagen como herramienta metodológica.

Hoy en día, y en el mundo occidental con mayor intensidad, con la inmersión de la tecnología de forma diaria, las imágenes están presentes en todos los aspectos de la cotidianidad, a través de múltiples canales, siendo muchas de ellas fotografías (Escalante, 2015).

En un momento por tanto donde las imágenes digitales están omnipresentes, el uso de la fotografía participativa en investigación cualitativa se ha convertido en un recurso accesible y común (Sanon et al., 2014).

Sin embargo, esta tendencia no ha surgido de forma casual ni reciente. No en vano, los primeros contactos con la fotografía como herramienta metodológica en Ciencias Sociales se produce en los años 30 del S.XX, de la mano de dos antropólogos, Mead y Bateson (Banks, 2007; a través de Corredor e Íñiguez, 2016), como complemento a otras técnicas ya existentes.

El uso de la imagen fue inspirado por el lingüista y antropólogo Edward Sapir y por la psicología *Gestalt*, que, entendiendo la cultura como algo integrador y global, veían en la imagen una forma de expresión válida para cuando la palabra no era una opción. Sin embargo, el auge del positivismo y los métodos cuantitativos, y su cierta reticencia al análisis visual, hicieron que las ciencias sociales no introdujeran definitivamente la fotografía entre sus herramientas. Una vez la visión interpretativa vuelve a tener cabida como instrumento en las ciencias sociales, la fotografía encuentra su espacio (Corredor e Íñiguez, 2016).

En términos de Latour (Latour 2001), la fotografía es un mediador, en el sentido de que establece una función de nexo entre elementos, asociándolos. Pero además, no lo hace de forma inerte, sino que transforma, distorsiona o modifica el significado de aquello que contiene, por lo que interviene activamente en el proceso, relacionado en este caso con lo social. Por esta razón, la fotografía debe considerarse siempre en un contexto (Becker, a través de Bonetto, 2016). Juan Soto (Soto, 2012; a través de Corredor e Íñiguez, 2016), establece la relación entre las imágenes y sus marcos socio-temporales del que surgen, siendo dependientes de los observadores, aunque estos marcos se vuelven invisibles, por lo que se percibe de forma ilusoria la imagen como algo objetivo.

Por tanto, parece razonable entender que las claves para descifrar las imágenes, están en las propias palabras que las acompañan, y en su relación, no en las imágenes mismas (Corredor e Íñiguez, 2016).

Así pues, la investigación con fotografía permite una profundidad especial en la interacción entre los observadores, ya que, como expresa Harper: "Cuando dos o más personas discuten el significado de las fotografías, intentan descifrar algo juntos. Esto es, creo un modelo ideal de investigación" (Harper, 2002; a través de Corredor e Íñiguez, 2016).

El uso de las fotografías en investigación o en intervención ha dependido de los objetivos de las fotografías, de quién las tomase, de la audiencia para la cual se crean o las observan, y de su representación, entre otras. Así pues, se establecen numerosas técnicas o métodos que las aplican (Corredor e Íñiguez, 2016). A continuación se presentan los más comunes.

### 5.5.3. La foto-entrevista.

Las fotografías se comienzan a utilizar como herramienta en entrevistas a mediados del siglo pasado, por Collier, a través de lo que denominó foto-entrevistas, enriqueciendo el concepto de entrevista convencional.

Las imágenes poseían ciertas ventajas bajo su punto de vista, ya que ofrecían un estímulo a la memoria de los participantes, evitaban la fatiga de la entrevista tradicional, y ofrecían datos más precisos, comprensibles, y de alguna forma más en sintonía con el pensamiento positivista, por ofrecer una representación más fiel de la realidad, con respecto al testimonio por sí solo (Corredor e Íñiguez, 2016). Sin embargo, hasta que no se instaurasen ciertas formas de investigación en las ciencias sociales, como el ánimo postmoderno que descentrase la autoridad del investigador ((Harper, 2002; a través de Corredor e Íñiguez, 2016),

a finales de los 70, no se instauraría la fotografía como parte de la entrevista (Corredor e Iñiguez, 2016).

#### 5.5.4. La fotoelicitación (*photo-elicitation*)

También denominada *foto-provocación* por Corredor e Iñiguez (2016) la fotoelicitación (*photo-elicitation*) es una técnica en la que se desarrollan entrevistas utilizando fotos para provocar (*elicit*) respuestas sobre la temática a tratar (Hurworth, Clark, Martin, & Thomsen, 2005; a través de Corredor e Iñiguez, 2016).

Se puede entender como el término acuñado para denominar a las entrevistas guiadas por fotografías (Corredor e Iñiguez, 2016), aunque parecen más una evolución de la foto-entrevista, ya que contienen ciertas diferencias con la primera. De hecho, constituyen una alternativa a las aproximaciones convencionales de la investigación cualitativa, de la mano de la colaboración activa entre investigadores y participantes, además de obtener experiencias de primera mano (Johnson, 2012; a través de Corredor e Iñiguez, 2016).

La fotoelicitación admite múltiples temáticas, y en ella la palabra vinculada a las fotografías son sumamente relevantes, aunque unas pocas sean enunciadas con respecto a la riqueza de la imagen.

La perspectiva de Barthes permite “*dar luces sobre la mecánica del proceso de la foto-provocación. Si la fotografía la hiciera el investigador, en el fondo esta no sería más que un anexo al guión de entrevista que también lleva a cabo el investigador. En cambio, dado que es el entrevistado quien hace las fotografías, con instrucciones ambiguas, su mirada cobra agencia que repercute en los resultados y demás fases de la investigación. En el momento de la entrevista, tras haber hecho las fotos y haber recibido instrucciones sobre la temática, intuye de qué se trata la entrevista y facilita su dinámica*” (Barthes, 1999; a través de Corredor e Iñiguez, 2016).

#### 5.5.5. *Photonovella*

El *Photonovella*, -también denominado *photo novella* o *photo-novella*-, precursor directo del *Photovoice*, trata de contar una historia sobre la cotidianidad a través de fotos, como una herramienta de activismo y cambio político tratando de mostrar a los decisores políticos aquellas las realidades menos visibles (Wang & Burris 1994).

El objetivo de *photonovella* es usar la documentación fotográfica de la gente sobre sus vidas diarias como herramienta educacional, para reflejar sus necesidades, promover diálogo y la acción, e informar políticamente. Está diseñado para incluir nuevas voces en debates políticos facilitando el aprendizaje, la expresión y la acción colectivos. *Photonovella* es un proceso participativo que integra los enfoques teóricos y prácticos de la educación para empoderamiento, la teoría feminista y la fotografía documental (Wang & Burris, 1994).

El propósito de este empoderamiento era entender y mejorar las condiciones de salud de estas mujeres, e incrementar el acceso a las decisiones y la construcción de redes entre ellas y los decisores políticos o quienes pudieran facilitarles recursos. Como proceso educacional colectivamente dirigido, *photonovella* también compartiría conocimiento con otros participantes (Wang & Burris, 1994).

Las fotografías suponían una forma de avivar el debate entre las mujeres sobre sus cargas y necesidades. Similarmente, las fotografías provían tanto la evidencia

como validación de las preocupaciones comunes. Así, la palabra fue incluida pronto en el proceso para que las participantes pudieran expresar lo que veían en las fotografías, lo cual enriquecía los testimonios (Wang & Burris, 1994).

#### 5.5.6. Photovoice.

*Photovoice* es una técnica vinculada inicialmente a la Investigación-Acción-Participación o IAP (Wang, 1999), y a otras prácticas transformadoras, con énfasis en la participación y el empoderamiento de personas marginadas (Johnson, 2012). La aplicación de este método consiste en que miembros de una comunidad toman fotografías sobre los problemas o asuntos preocupantes que detectan y debaten sobre aquellas, para así buscar cambios sociales –por medio del propio debate crítico sobre aquellas carencias o problemas detectados-, e incluso les permite defender el cambio en sus comunidades (Wang, 1999; Palibroda, Krieg, Murdock, Havelock, 2009; Corredor e Iñiguez, 2016).

En 1997, las propias autoras Wang y Burris publican un artículo sobre *photovoice*, que sustituye al anterior concepto de *photonovella*. Definen *photovoice* como “un proceso mediante el cual las personas pueden identificar, representar y mejorar sus comunidades a través de una técnica fotográfica” (Wang & Burris, 1997). Establecen la diferencia con respecto a la nomenclatura acuñada en anteriores artículos, la de *photonovella*, pues al ser un concepto vinculado a la toma de imágenes y la narración de una historia, sustituyen este por el de *photovoice*, considerándolo como un proceso que incorpora objetivos diferentes (Escalante, 2015; Corredor e Iñiguez, 2016).

El término “*photovoice*”, acuñado por Wang y Burris (1997) surge como resultado de combinar la palabra “*photo*” (*foto, en español*) con el acrónimo “*VOICE*” (juego de palabras, basado en su significado en inglés, “voz”), proveniente a su vez de “*voicing our individual and collective experience*” (traducido: *verbalizando nuestra experiencia individual y colectiva*), aunque no definen más sobre esta expresión (Evans-Agnew & Rosemberg, 2016).

Otros investigadores determinan el significado de “*voice*” como *la habilidad de hablar sobre un tema y a su vez el derecho a ser escuchados* (Thomson, 2008) o como *el acto emancipativo de descubrir la propia realidad de uno en historias de una forma que clarifica la opresión* (Knaus, 2009; a través de Evans-Agnew & Rosemberg, 2016).

El marco teórico sobre el que se asienta el *photovoice*, parte de las mismas premisas que su precursor, *photonovella*: Freire sirve de inspiración para ella, utilizando como pilares teóricos el feminismo y la conciencia crítica a través de la pedagogía liberadora (Freire 1974; Weiler 1988). Para ello Freire utilizó la imagen visual, como forma de evidenciar en las comunidades sus realidades significativas o aspectos claves de esta, y así sus miembros podían tomar conciencia crítica y a la vez podían llegar a las fuerzas sociales y políticas. Estas imágenes solían ser dibujos o fotos que él encontraba. El *photovoice* da un paso más y hace partícipe a la comunidad haciendo que ellos mismos las tomen. La teoría feminista determinó su influencia en el ámbito de la investigación participativa. La tercera fuente de inspiración de *Photovoice* es la fotografía documental. Pero su aproximación queda superada por la idea de dar una cámara a los propios miembros de la comunidad para que cuenten sus experiencias y reflejen sus particularidades, cuestiones que de otro modo no podrían hacer.

Wang propone este método para documentar la realidad de los marginados,

ante quienes pudieran cambiar esta realidad a nivel político y social.

Las principales razones para usar el método *photovoice* eran:

- 1) se pueden recoger las ideas o aspectos de la realidad y evidenciar fortalezas y debilidades comunitarias
- 2) se empodera al participante a través de debates grupales comunitarios
- 3) fomenta el diálogo crítico, la conciencia para mejorar la comunidad, lo que podría a su vez ser utilizado para influir en la toma de decisiones o en la creación de nuevas políticas una vez se elevan estas evidencias a las personas correspondientes (Wang, 1999).

A pesar de su origen enfocado a los grupos comunitarios más débiles, actualmente se reconoce a *Photovoice* su capacidad de adaptación y su flexibilidad para su aplicación en otros ámbitos como puedan ser las ciencias de la salud, o ciencias sociales, entre otras (Wang, 1999; Sanon et al., 2014).

## **5.6. Evolución de *Photovoice*. Metodología y otros aspectos generales.**

### *5.6.1. Introducción.*

Aunque las autoras definen *Photovoice* de diversas maneras a lo largo de su evolución (proceso, método, metodología y estrategia), algunos autores consideran *Photovoice* como una técnica fotográfica que utiliza un enfoque cualitativo de investigación, participación y acción para producir el conocimiento científico (Cortés & Escalante, 2016; Escalante, 2015). Sin embargo, se podría decir que no sólo se utiliza una técnica, puesto que se podrían enumerar, además de la toma de fotografías hechas por usuarios, la descripción y reflexión de los contextos e intenciones vinculados a tales fotos, así como el uso, en múltiples ocasiones, de cuestionarios o preguntas más o menos estructuradas, como activadores del debate (en inglés, *triggers*), y las sesiones de reflexión grupal a través de acción participativa, donde se pondrán en común todas estas imágenes y sus contextos y palabras asociadas, a la vez que se co-construye la experiencia de grupo, se refuerzan las fortalezas de la comunidad, a la vez que se afrontan las carencias, se toma conciencia crítica y se actúa para el cambio. Esto último es lo que se conoce como empoderamiento, una de las razones principales de la elección de esta técnica o conjunto de técnicas denominada *Photovoice*.

Al ser una técnica de desarrollo grupal y participativa, facilita el diálogo crítico, el conocimiento y el empoderamiento ciudadano, dando voz a aquellos que de otra forma no son escuchados. Es por esta razón por lo que el *Photovoice* se ha considerado de un tiempo a esta parte una técnica de desarrollo grupal de gran proyección, con especial interés por el empoderamiento a sus participantes, ya sea a nivel social o profesional, mediante participación en dinámicas comunitarias (Cortés et al., 2016)

Por otra parte, el *Photovoice* permite visibilizar social y políticamente la causa analizada, y a través de las acciones participativas potencia la denuncia para que esta llegue a personas o entidades con poder de cambio, ya sea a nivel local o global, y según la naturaleza de la comunidad de estudio (comunitaria, profesional, etc.).

### 5.6.2. Marco teórico, limitaciones y otras consideraciones del método original.

El origen de *Photovoice* se remonta a diversas fuentes: la pedagogía liberadora de Paulo Freire; las teorías feministas, críticas y antiopresivas; y a ciertas técnicas de fotografía documental (Wang y Burris, 1994 y 1997; Wang, Burris y Ping, 1996; Wang, Morrel-Samuels, Hutchinson, Bell y Pestronk, 2004).

#### Educación para el empoderamiento.

Basada en la adaptación del educador brasileño Paulo Freire (1974) y su aplicación por Wallerstein y Bernstein (Wallerstein y Bernstein, 1988), la educación en la exposición de problemas surge con los asuntos centrales entre las mujeres de las zonas rurales a través del diálogo. El empoderamiento les permite identificar problemas comunes, desarrollarse individualmente, ganando habilidades y destrezas, y luchando por un bien común, la calidad de vida en las comunidades y los cambios propiciados por instituciones y quienes puedan ofrecerles recursos suficientes para tal cambio (Wallerstein y Bernstein, 1988). El empoderamiento también les permite a estas comunidades vulnerables no sentirse inferiores por cuestiones económicas, de poder o estatus, a la hora de comunicarse con aquellos decisores que pueden propiciarle medios para el cambio (Wang & Burris, 1994).

Paulo Freire, a fines de los años sesenta, postula que la educación es clave para el cambio social y es a través de ella cuando se logra el “momento privilegiado de toma de conciencia” (Dulanto, 2010, a través de Valdivia, 2012). La concienciación en términos del propio Freire posibilita la inserción de los individuos en el proceso histórico como sujetos, es decir, los empodera como actores críticos de su realidad y los inserta en la búsqueda de su propia afirmación (Freire, 1974).

Los debates tal y como se plantean desde el inicio de *photovoice*, invitan a los participantes a analizar crítica y colectivamente las condiciones sociales que contribuyen o restan valor a su estatus de salud. La pedagogía freiriana está basada en el problema y en lo contextual; el conocimiento que resulta es práctico y dirigido a la acción (Wang & Burris, 1994).

En su famoso ensayo “Sobre la práctica”, Mao Ze Dong estableció que el cambio social ocurre cuando la gente “*cambia su habilidad cognitiva y cambia las relaciones*” entre sus mundos propio subjetivo y el objetivo. Tanto Freire como Mao destacaron, en su ética del cambio, la participación comunitaria, transformación personal y social, y justicia. Las similitudes en sus enfoques pudieron facilitar al inicio las estrategias de concienciación crítica con las mujeres de pueblo chinas, población donde se realizaron los primeros estudios con *photovoice*. La mayoría de las participantes mayores habían tenido experiencias previas con sesiones de estudio sobre teorías maoístas de cambio social (Wang & Burris, 1994).

#### Teoría feminista

La investigación feminista ve a las mujeres como autoridades de sus propias vidas; esto permite “construir su propio conocimiento sobre las mujeres de acuerdo a sus criterios como mujeres, y empoderarlas a través de la construcción de ese conocimiento” (Kramarae y Spender, 1992). Basados en una ideología de responsabilidad, los estudiosos del feminismo han sostenido que el conocimiento o la práctica que explota u oprime es injustificable, procurando de forma inclusiva de construcción de conocimiento (Wang, Burris, Ping, 1996).

En “hacia un método de investigación feminista” Rhoda Linton identificaba seis características del proceso y contenido de las “actividades feministas”:

1. Las mujeres son el foco/sujeto activo central
2. La actividad grupal cooperativa es el modo de trabajo predominante
3. Hay una necesidad reconocida de liberación desde la opresión del *status quo*.
4. Se identifican los asuntos que afectan a las mujeres, y se desarrollan estrategias para la acción
5. Hay un proceso abierto, inclusivo, accesible, creativo, dinámico entre la gente, entre las actividades o en relación con ideas.
6. Hay un compromiso para respetar e incluir a las mujeres, ideas, teorías, experiencias, y estrategias de acción desde diversas experiencias que parecen estar, y a veces lo están, en conflicto.

(Wang & Burris, 1994).

Finalmente, la asunción positivista de que la neutralidad existe en el proceso de investigación ha sido criticada por feministas, marxistas y otros estudiosos. La investigación feminista, como cualquier otra, crea conocimiento. Esto difiere, sin embargo, de la investigación "objetiva" en la que los métodos son en parte también sus hallazgos o resultados. La educación para el empoderamiento ha retado a los enfoques tradicionales sobre escolarización, criticando desde posicionamientos feministas a los métodos positivistas de investigación. Así pues, la construcción de conocimiento empujó a nuevos objetivos y métodos de investigación (Wang & Burris, 1994).

#### Fotografía documental

En líneas generales, la fotografía documental ha retratado el bienestar social y mental de los sujetos protagonistas, y de la sociedad de la que forman parte. Sin embargo surgieron alarmas sobre la potencial injusticia de la fotografía documental liberal, puesto que algunos estudiosos sugerían supuestos beneficios personales provenientes de la investigación enfocada a minorías u otras subculturas y problemas que aparecen de las disparidades en poder social entre el investigador y los sujetos (Kramarae y Spender, 1992; Zinn, 1979; Patai, 1991). En su exploración de las políticas de representación, Rosler (1989) argumentó que "la exposición, la compasión y el atropello, de lo documentado alimentado por la dedicación a reformar ha ensombrecido en combinaciones de exotismo, turismo, voyerismo, psicologismo y metafísica, caza de trofeos, y "carrerismo"".

Como práctica que se opone a la fotografía documental convencional, *photonovella*, y después *photovoice*, ponen cámaras directamente en las manos de gente que de otra forma no podría tener acceso, y les permite ser grabados, y ser catalizadores potenciales, en sus propias comunidades. El acto de entrenar a fotógrafos no tradicionales para grabar sus propias vidas quizás ha sido lo más cercanamente identificado con la fotógrafa documental y educadora popular Wendy Ewald, que en 1975 hizo un experimento visual con sus alumnos para que retrataran sus entornos, y lo contaran en clase, de lo que surgió un documento.

Por último, usar las cámaras para explorar la realidad social tiene implicaciones políticas. Collier and Collier aportaron en este sentido: "sentimos que los asuntos humanísticos y teóricos son más importantes que la tecnología" (1986) (Wang & Burris, 1994).

### Acción social y política

La política es una relación de poder. La toma de decisiones elige prioridades. Aquellas voces participantes en el diálogo político determinan qué acciones son elegidas (Wang & Burris, 1994).

### Ética

Existen preocupaciones éticas derivadas de la propia participación en *photovoice*, que hacen que Wang y Redwood-Jones (2001) percibieran la necesidad de establecer un código ético para *photovoice*, abarcando cuestiones sensibles como la autonomía, la justicia social, el respeto y el rechazo a malas prácticas. Algunos investigadores de *photovoice* han propuesto categorías de cuestiones éticas para diseños de *photovoice*:

- a) privacidad
- b) seguridad
- c) autoría
- d) selección, presentación y publicaciones de fotos,
- e) influencia del investigador sobre el sujeto de estudio para las fotos participantes, y
- f) apoyo o defensa (*advocacy*)

(Allen, 2012; Joanou, 2009; Martin, Garcia & Leipert, 2010; Teti et al., 2013; Wang & Redwood-Jones, 2001; a través de Evans-Agnew & Rosemberg, 2016).

### Limitaciones

Algunas limitaciones iniciales eran señaladas desde múltiples estudios, y respondían principalmente a la provisión de presupuestos que cubrieran el gasto en cámaras, rollos de película, revelados, e impresiones a mayor formato, según el planteamiento de dinámica grupal. Por otra parte, otros gastos no directamente de recursos, como el desplazamiento u otras necesidades de la investigación podían disuadir a los responsables de políticas sanitarias o sociales, que, con pocos recursos económicos, podían rechazar destinar parte del presupuesto a proyectos con *Photovoice* por entenderlo como algo superficial, menos necesario, frente a otras necesidades (Wang & Burris, 1994). Sin embargo, el reconocimiento de que la población ganaba en destrezas, confianza en ellos mismos, y en autodeterminación, era la baza más valiosa para defender este método, además de que, a través de los códigos de debate grupal, involucra a la gente en un proceso que cambia sus roles de aprendices a profesores emergentes y actores sociales en sus comunidades (Wang & Burris, 1994).

#### 5.6.3. Evolución del método *Photovoice*.

En los últimos años, *photovoice* se ha vinculado a diferentes diseños de investigación, metodologías o procedimientos relacionados con la fotografía participativa para generar conocimiento (Evans-Agnew & Rosemberg, 2016).

De un tiempo a esta parte ha surgido una diferencia entre aquellos investigadores que aplican el *photovoice* con diseños basados en teorías fundamentada o fenomenológica, similar a la foto-elicitación, o como experiencias de vida, y aquellos que explotan el enfoque de investigación-acción participativa, buscando el cambio social con el uso conjunto de fotos y testimonios (Catalani & Minkler, 2010; Evans-Agnew & Rosemberg, 2016).

Son sus autoras, Wang & Burris (1997), y posteriormente Wang, cuando consolida el photovoice en 1999, quienes lo definen bajo la investigación-acción participativa (Wang & Burris, 1997; Wang, 1999). Los tres conceptos: investigación, acción y participación forman parte, equilibradamente, de la ecuación de *photovoice*.

La *participación*, viene de la mano de la evaluación de las necesidades a través del trabajo grupal, documentando las actividades e intervenciones que se realizan, y exponiendo los problemas existentes a lo largo del proyecto *photovoice*, de forma que ayudan a los decisores también a implementar cambios y no cometer errores pasados.

La *acción* en *photovoice* implica el cambio social, en primer lugar. Pero a su vez es implicación por parte de los participantes, a los cuales se involucra desde el mismo momento que hacen sus fotografías y describen lo que acontece en ellas o sus intenciones. Para que esta acción tomase más valor a través de sus palabras, surgen los mecanismos activadores del debate o "*triggers*", preguntas más o menos estructuradas en forma de cuestionario abierto, que ahondan en las fotografías, en qué reflejan, por qué y cómo se puede actuar para el cambio.

El cuestionario activador del debate por antonomasia se conocen por el acrónimo *SHOWeD*, y fue ideado por Wang y Burris, basadas en las técnicas de educación y empoderamiento de Freire, sugeridas por Shaffer (1979). Las preguntas son las siguientes:

- a) *what you See here?*
- b) *what is really Happening?*
- c) *How does this relate to Our lives?*
- d) *Why does this situation exist?*
- e) *What can we Do about it?*

(Wang & Burris, 1997; Wang, 1999).

Otros investigadores posteriormente propusieron otros mecanismos activadores del debate (*triggers*), consistente en otras preguntas, menos estructuradas, más adaptadas a sus propias experiencias con grupos *photovoice* (Lykes, 2001; McIntyre, 2003).

Este método se puede utilizar de forma individual o por grupos por investigadores y participantes, para explicar y contextualizar las imágenes (Wang, Morrel-Samuels, Hutchison, Bell & Pestronk, 2004), como oportunidad que los participantes tienen de hablar de sus vidas y de influir en el cambio social a través de la difusión de sus ideas -es decir, los derechos a hablar, y a ser escuchados- (Evans-Agnew & Rosenberg, 2016).

Por último, la *investigación*, que abarque un conocimiento completo de las vidas de las comunidades, sus actividades, discomfort, enfermedades y todo lo que les aqueje. *Photovoice* en ese sentido puede contribuir al cambio de actitud, que dé valor a estas comunidades, y contribuyendo al cambio social y político que les haga abandonar el *status quo* (Wang, 1999).

En otras ocasiones, el *Photovoice* se ha enmarcado en el seno de la *investigación participativa basada en la comunidad*, o CBPR, el cual promueve el activismo en la propia investigación, involucrando a los miembros de la comunidad, para explorar el entendimiento de las circunstancias y su realidad, y fomentar el cambio social (Hergenrather et al.; Kuratani & Lai, 2011). Este tipo de investigación, refuerza en *photovoice* -a través de la palabra y el uso que se hace de ella-, el

empoderamiento, enfatizando las fortalezas comunitarias, el co-aprendizaje y la construcción comunitaria de sus capacidades, equilibrando las proporciones entre investigación, y acción (Israel, Schultz, Parker & Becker, 1998; a través de Catalani & Minkler, 2010; Evans-Agnew & Rosemberg, 2016; Kuratani & Lai; 2011). Además, el CBPR le aporta a *photovoice* la visión de que la producción de datos en el seno de una comunidad que se implica en la investigación, son auténticos, apropiados, y con significado, estableciendo puentes entre ellos y los investigadores, dotando de conocimiento y acción a los participantes como grupo, y fomentando el desarrollo colaborativo de la investigación, por el bien individual y colectivo (Rhodes, 2006; Cornwall 1995; Cornwall 1996; Green, 2003 a través de Hergenrather et al., 2009; Kuratani & Lai, 2011).

#### 5.6.4. Planificación del proyecto *Photovoice*.

Si bien es cierto que el proyecto *photovoice* en muchas cuestiones se construye en sí mismo, como se ha visto, debido a su propio proceso de aprendizaje de la comunidad participante, y los aspectos participativo y testimonial, debe existir por parte de los investigadores una planificación previa. En la medida de lo posible esta deberá avanzar todos los aspectos necesarios para su correcto desarrollo, incluidos la planificación de costes con presupuesto y la previsión de un calendario de trabajo para las sesiones grupales, de forma que se les pueda exponer a los participantes potenciales las necesidades de compromiso a las que acceden participando, y no surjan imprevistos innecesarios. Es importante cumplir los tiempos estipulados, aunque el propio facilitador podrá prever qué fases pueden admitir cierta flexibilidad, a requerimiento del grupo, y qué tareas o fases no pueden dilatarse en el tiempo (Escalante y de la Iglesia, 2013; Palibroda, Krieg, Murdock, Havelock, 2009).

#### Fases del *photovoice*

Las fases principales o etapas que todo método *photovoice* cumple a lo largo del proceso, son las siguientes:

1. Detección de posible necesidades o carencias en un entorno, comunidad, o colectividad determinados.
2. Selección y reclutamiento de las partes intervinientes, esto es: participantes, audiencia objetivo (decisores), y facilitadores- investigadores.
3. Exposición del método o técnicas incluidas en *photovoice*, y detalles de la planificación previa y del tema de estudio, así como otras cuestiones que impliquen el compromiso personal, como plazos, cuestiones éticas, tareas a realizar, entre otras.
4. Distribución o comprobación de la existencia de material necesario para toma de fotos y registro de textos, y formación específica sobre fotografía.
5. Recopilación de fotos y otra información para el trabajo grupal.
6. Establecimiento de sesiones de debate sobre la toma de fotos.
7. Análisis del material recopilado (fotografías, testimonios, etc).
8. Planificación de las acciones sociales a llevar a cabo, en especial la presentación de resultados a la *audiencia objetivo*, y todo aquel influyente en toma de decisiones (*decisores*) que afecte al cambio del *status quo*.

(Wang, 1999; Hergenrather, et al., 2009; Palibroda, Krieg, Murdock, Havelock, 2009)

A continuación se explica cada una de ellas:

1. Detección de posibles necesidades o carencias en un entorno, comunidad, o colectividad determinados.

En esta etapa se establece un primer contacto con la comunidad, para conocer de primera mano sus necesidades.

El investigador, que a partir de ahora se denominará *facilitador*, establecerá las primeras relaciones, en un clima de cercanía y confianza, y tendiendo los primeros puentes con la comunidad.

2. Selección y reclutamiento de las partes intervinientes, esto es: participantes, audiencia objetivo (decisores), y facilitadores- investigadores.

En el proceso de participación plural que es *photovoice*, intervienen diversas partes interesadas. La comunidad se entiende como el *universo* objeto de estudio, que en el contexto más contemporáneo de *photovoice* es una colectividad con unas circunstancias comunes, y por tanto unas fortalezas, debilidades o carencias, y preocupaciones compartidas, por lo que les une el interés en que estas se vean resueltas.

Los *participantes*, son aquellos miembros de la comunidad, que en términos de investigación servirán de *muestra*, aunque al ser investigación cualitativa no se obtengan resultados generalizables. Estos participantes son los que van a realizar las fotografías, y debatirán las cuestiones que surjan a la luz de todo lo que en ellas se refleje, sean las suyas propias, o las del resto de miembros del grupo. Así pues, todos los participantes en principio serán fotógrafos, aunque no es cuestión obligatoria. Es importante que el participante perciba en todo momento que este proceso del que va a formar parte es libre y voluntario, y que lejos de obligarle en ningún sentido, sólo puede aportarle beneficios a nivel individual, y como parte de la comunidad a la que pertenece.

Los grupos suelen estar formado por un número ideal de entre 7 y 10 personas (Wang, 1999), aunque es orientativo, obedeciendo más a una voluntad de expresión libre y por practicidad a la hora de recopilar la información. Si existiesen más miembros, se puede recurrir a pequeños grupos de debate.

La *audiencia objetivo* está formada por todas aquellas personas que pueden influir en el curso de todo lo que atañe a la comunidad, esto es, aquellos con capacidad de decisión (por eso se denominan *decisores*), a nivel social, e incluso político (si la situación requiere de este nivel de acción), y en general todos aquellos que pueden proveer recursos o medios para mejorar las condiciones actuales de la colectividad de estudio. Esta audiencia objetivo debe estar informada desde el comienzo del proceso *photovoice*, y proveer retroalimentación sobre cuestiones relacionadas con el proceso, y con los participantes, y adoptar una postura lo más colaborativa posible.

Los *facilitadores* son los propios investigadores que están en contacto con el grupo *photovoice*. Estos investigadores deben tener en cuenta que no pueden distorsionar lo debatido, sino más bien adquirir un papel de fomento del debate (facilitarlo, de ahí la expresión), equilibrando las intervenciones, reactivando las cuestiones con menos nivel de debate, e invitando a colaborar a los miembros menos participantes. A su vez, favorecerán un clima de confianza, respeto mutuo, orden, y velando por

el cumplimiento del calendario establecido, aunque valorando en cada momento si el grupo necesita más tiempo y si es viable concedérselo para ciertas partes del proceso. En resumen, el facilitador es quien vela por la consecución exitosa de *photovoice*.

En cuanto al reclutamiento, el facilitador debe atraer a los individuos más activos o con interés inicial de la comunidad, para invitarlos a participar. Estos serán relevantes a la hora de implicar a otros participantes, puesto que, si conocen los detalles del proyecto, podrán contar por ellos mismos a sus iguales en qué consiste el compromiso de participar en *photovoice*.

Además, el facilitador informará convenientemente a la *audiencia objetivo* sobre todos los detalles del *photovoice*, e incluso si el grupo de investigadores lo creen oportuno, ofrecer la invitación a acudir a determinada sesión, o a todas. No obstante, la participación de la audiencia objetivo más relevante sin duda será una vez se conozcan los resultados de la investigación, que deben hacérseles llegar a través de los planes de acción estipulados en el seno del grupo *photovoice*.

3. Exposición del método o técnicas incluidas en *photovoice*, y detalles de la planificación previa y del tema de estudio, así como otras cuestiones que impliquen el compromiso personal, como plazos, cuestiones éticas, tareas a realizar, entre otras.

En esta primera sesión de exposición de *photovoice* ante los participantes potenciales, es importante aclarar todas las cuestiones relevantes en cuanto al compromiso que requiere el proceso completo (tiempo, respuesta con documentos, asistencia, participación activa, etc.). Asimismo, en esta sesión deben tratarse los temas éticos, delicados (puesto que pueden surgir aspectos más personales en los testimonios), el respeto por el otro y su opinión, cuestiones relacionadas con la toma de fotografías y con el registro de los debates (por ejemplo en grabaciones de audio), y cualquier otro aspecto que pueda preverse de cierta relevancia a la vez que pueda generar controversia o problemas a los participantes.

Es importante que el clima en todo momento sea de confianza, camaradería y respeto, tanto entre los participantes como con el facilitador. Este debe facilitar cuanto esté a su alcance, minimizando los riesgos potenciales que puedan amenazar la permanencia de los participantes o su bienestar mientras participan. Para las cuestiones éticas se firmará un consentimiento informado, que reúne toda la información importante sobre el proyecto, así como aquellos aspectos sobre autoría, consentimiento de grabación y cesión de fotografías, participación libre, y comprensión de todo lo que supone la participación en este proyecto, que podrán abandonar en cualquier momento sin explicación alguna. También se les explicará el consentimiento de terceros, formulario donde, en caso de hacer una foto con un sujeto reconocible, este da su permiso escrito para la cesión de la foto al proceso *photovoice* (Wang, 1999).

Es importante en esta primera sesión de contacto entre los participantes, conocerse entre ellos, para que se forje un clima de confianza, escucha, cohesión y confidencialidad. Al exponer el cronograma y todos los aspectos relevantes del proceso, puede establecerse un turno de retroalimentación que indique al facilitador algunas claves sobre los intereses del grupo.

Esta sesión además puede servir al facilitador para establecer los medios de comunicación con el grupo, tanto para facilitar las sesiones grupales, como para acordar el medio utilizado para toma y recogida de las fotografías, envío de documentación, etc. (Palibroda, Krieg, Murdock, Havelock, 2009).

4. Distribución o comprobación de la existencia de material necesario para toma de fotos y registro de textos, y formación específica sobre fotografía.

Para la elección del material que se va a utilizar para la toma de fotos -es decir, cámaras desechables, digitales, o de móviles-, debe existir un consenso entre los participantes y facilitadores, guiado por sus preferencias, y otras consideraciones prácticas, (en ocasiones pueden ir vinculadas a las capacidades de los propios participantes, por ejemplo) (Wang, 1999).

En cuanto a la formación específica sobre fotografía, parece enriquecedor que los participantes cuenten con nociones sobre cómo sacar más partido a la toma de fotos; sin embargo, Wang alerta de algún modo a que estos consejos técnicos no deben ir en detrimento de la creatividad de las personas (Wang, 1999). Esta formación la impartirá alguien profesional en la materia, quien a su vez motivará a los participantes en el campo de la fotografía, animándolos a sacar más partido de sus imágenes (Palibroda, Krieg, Murdock, Havelock, 2009).

Los participantes deben explorar, tanto en la sesión inicial, como durante el tiempo de toma de fotos, aquellas cuestiones que les preocupan, y los temas concernientes y cómo afectan a sus vidas, para pensar de qué forma esto puede ser retratado, de forma que las fotografías revelen tanto los temas como sus intenciones (Palibroda, Krieg, Murdock, Havelock, 2009). Puede resultar de interés hacer una primera sesión piloto, para ver la respuesta del grupo, sus intereses, y lo que esperan obtener al final del proceso, debatiendo las primeras impresiones; también puede ir registrando las ideas cada participante a medida que va tomando fotos. Estos y otros mecanismos ayudan a un buen desarrollo de *photovoice*.

5. Recopilación de fotos y otra información para el trabajo grupal.

Una vez más será el facilitador quien establezca, en consenso con los participantes (para garantizar un buen funcionamiento del proyecto), la forma de recogida de información, en general, y de las fotos (Wang, 1999), resto de material fotográfico, y otros documentos, en particular, velando tanto por el bienestar común, como por la practicidad a la hora de organizar todas las fuentes de datos obtenidos. Es muy importante establecer un orden metódico desde el principio. Facilitar diversos medios o canales de entrega al participante, lejos de ayudarlo, puede confundirlo, mientras que para el investigador está totalmente desaconsejado, porque puede dar lugar a confusión y pérdida de tiempo. La misma pulcritud es recomendable a la hora de establecer un orden de intervenciones en las sesiones, o hablar de un determinado tema, ya que, para la transcripción escrita de las grabaciones en audio o vídeo, es deseable la mayor claridad posible en las exposiciones de debates.

6. Establecimiento de sesiones de debate sobre la toma de fotos.

Las sesiones de debate en realidad son el centro neurálgico del

*photovoice*, ya que en ellas se producen las tres sub-etapas más importantes de generación de datos a la vez que de análisis de los mismos, y estas son: la selección de fotografías, la contextualización o narrativa en torno a ellas, y la codificación o categorización de asuntos según lo analizado en las fotografías y en los debates (Wang, 1999). La contextualización de las fotografías se pueden fomentar mediante el uso de activadores del debate (*triggers*), como pueden ser preguntas más o menos estructuradas, entre las que se encuentra el cuestionario SHOWeD (Wang, 1999), ya citado en este epígrafe.

Por otra parte, los objetivos grupales deben ser consensuados entre los participantes, decididos de forma colectiva, y el facilitador ayudará a su consecución, lo cual reforzará el sentimiento de pertenencia, la empatía y el compromiso grupal (Palibroda, Krieg, Murdock, Havelock, 2009).

7. Análisis del material recopilado (fotografías, testimonios, etc).

Como se comentó en la etapa 6, las fases de recopilación de datos y la de análisis de los mismos, aunque diferentes, se superponen en el cronograma de *photovoice*. Las fotos se presentarán al grupo, se comentarán, con ideas e intenciones, y el facilitador formulará las preguntas abiertas u otros mecanismos citados para promover el debate. (Palibroda, Krieg, Murdock, Havelock, 2009).

Es necesario que el facilitador dé orientación sobre cómo analizar toda la información generada a los participantes, que ejercerán de co-investigadores. Una vez se eligen las fotos definitivas, se seleccionarán aquellas que representan al grupo, de forma metódica y exhaustiva, se contextualizarán mediante las narraciones y las preguntas activadoras de debate, y el grupo procederá a su codificación o categorización de temas o cuestiones de interés del grupo u objetivos logrables. Esta categorización podrá hacerla el grupo de forma autónoma, o con la posterior intervención del facilitador, y en su caso, resto de investigadores, quien contrastará las conclusiones del grupo con aquellas que obtenga del análisis de la transcripción *verbatim* procedente de las sesiones grabadas y las notas tomadas (Wang & Burris, 1997).

8. Planificación de las acciones sociales a llevar a cabo, en especial la presentación de resultados a la *audiencia objetivo*, y todo aquel influyente en toma de decisiones (*decisores*) que afecte al cambio del *status quo*.

La parte de acción social es la que marca la intensidad de la cohesión grupal y el éxito del trabajo realizado a largo plazo.

Las formas de dar a conocer el trabajo grupal son múltiples, si bien se adecuarán en cada caso al tipo de audiencia a quienes vayan dirigidas. Así pues, se puede diferenciar entre la realización de exposiciones o jornadas para dar a conocer al resto de la comunidad los resultados, las fotografías y los textos que las acompañan; también se puede enfocar a la audiencia objetivo, en cuyo caso se puede elaborar una exposición más abierta, fotolibros, informes, u otros medios para dar a conocer las conclusiones a las que se ha llegado y las necesidades que han aflorado, así como las posibles soluciones que los propios participantes han sugerido a lo largo del proceso.

Todas estas vías y otras muchas requieren de gran esfuerzo por parte de los facilitadores y los participantes, y necesitan previsión de tiempo y recursos para su realización, los cuales deberían haber sido cuantificados en la planificación

inicial. Por otra parte, dependiendo de la estrategia de comunicación elegida, los objetivos y la audiencia final, se establecerán unas formas de expresar los resultados, y mostrar la información obtenida de las experiencias, u otras. Estas labores de comunicación y divulgación darán cohesión al grupo, empoderándolo a largo plazo, el cual se verá reforzado si sus esfuerzos logran llegar a oídos de quienes pueden actuar por ellos y solucionar las cuestiones pendientes, propiciando a su vez que los cambios sean duraderos, y efectivos.

#### 5.6.5. Ventajas y limitaciones del proyecto Photovoice.

Photovoice reúne múltiples ventajas: desde la evaluación de necesidades en sus variantes (inventario o evaluación de comunidad, evaluación de contexto, evaluación de diagnóstico, evaluación formativa o de proceso y diagnóstico social, etc.), a las ventajas de herramientas de evaluación tradicional (grupos focales, grupo nominal, técnica *Delphi*, encuestas, investigación de archivo o entrevistas) y más concretamente, se beneficia de las ventajas de las técnicas visuales, y de las participativas y de la capacidad de empoderamiento de estas últimas (Wang & Burris, 1997).

En cuanto a ventajas generales, Wang & Burris señalan:

1. Lo que el investigador cree que es importante puede que no coincida con lo que la comunidad cree que lo es (Gavent: *la legitimidad de conocimiento popular fuera de la estructura científica formal*).
2. Photovoice asume la parte descriptiva de evaluación de necesidades con un medio muy poderoso: la imagen visual, apropiándose de su forma robusta de comunicación.
3. Photovoice afirma la ingenuidad y perspectiva de la sociedad más vulnerable. Photovoice es accesible a cualquiera con una cámara, sin necesidad de ser hábiles en escritura o lectura.
4. El método facilita muestreo de diferentes posiciones sociales y comportamientos. Alguien con cámara puede grabar momentos o ideas, no disponibles a profesionales o investigadores.
5. Photovoice apoya la participación comunitaria, ya que la herramienta es inusualmente motivadora y atractiva para la gente. Puede suponer motivo de orgullo y pertenencia a la comunidad.
6. Photovoice reafirma o redefine objetivos de programa cuando las necesidades comunitarias se evalúan.
7. Photovoice permite a participantes dar explicaciones, ideas o historias a otros miembros de la comunidad durante la evaluación. Pueden usar esa ventaja en casi cualquier situación.
8. Photovoice provee beneficios tangibles e inmediatos a la gente y sus redes: relaciones, vínculos, etc.
9. Photovoice permite también evidenciar los recursos de grupo. Las encuestas y otros métodos tradicionales pueden producir impotencia, inferioridad. McKnight: *“la experiencia comunitaria incluye capacidades, esfuerzos colectivos, informalidad, historias, celebración, tragedia”*.
10. En contexto freiriano, Photovoice logra informar y organizar a miembros, priorizar preocupaciones, debatir problemas y encontrar soluciones, como defensores de sí mismos y de su comunidad. (Wang & Burris, 1997).

En un contexto más contemporáneo, Hergenrather y su grupo establece una gran ventaja de photovoice, derivada de su condición de método cualitativo, y es que *“a pesar de que el tamaño de la muestra de photovoice prohibiría hacer generalizaciones, los hallazgos (insights) y la información recogida puede informar a los investigadores sobre la necesidad de investigar las comunidades localizadas. Las muestras pequeñas permiten penetrar en comunidades que de otra forma habría sido restringido el acceso. Los datos recogidos de los estudios de photovoice pueden identificar factores relevantes potencialmente perdidos en modelos existentes e identificar las opciones de intervención”* (Hergenrather et al., 2009).

En cuanto a las limitaciones, Wang & Burris citan las siguientes:

1. Se debe informar a los participantes sobre los riesgos potenciales que se puedan prever por la participación en photovoice. De hecho, documentar la realidad y debatir el cambio puede considerarse en según qué contextos incluso una actividad política, por lo que deben sopesar los participantes todas esas cuestiones.
2. La interferencia del juicio personal puede expresarse en algún momento del proceso, a través del fotógrafo-participante, de lo que se fotografía y lo que no, de la elección de la foto que se debate o de la que se expone, por ejemplo. Sin embargo, este tipo de limitaciones también se pueden dar por analogía en técnicas cuantitativas como la encuesta, donde puede interferir quien diseña la encuesta, el tipo de preguntas y el tipo de respuestas, el análisis de datos, etc. *“Todas las metodologías esconden tanto como revelan”*.
3. El proceso de participación localiza desigualdades, por ejemplo en estatus o económicas, por ejemplo. Estas desigualdades pueden perpetuarse y por tanto habrá que tratar el tema con detenimiento y cuidado.
4. Photovoice es fácil de aplicar, pero difícil de analizar. Así como la recopilación de fotografías y otro material se hace fácilmente, se generan abundantes datos muy complejos, que hay que gestionar organizada y correctamente.
5. Acceder a una comunidad, o colectividad no tiene por qué ser tarea fácil. Puede ser que este proceso requiera de la intervención mediadora, según el caso y el tipo de comunidad, de alguna asociación o grupo activista, algún cargo representativo, o alguna persona relacionada con peso social e incluso político.
6. Puede ser que la realidad no muestre o alcance las expectativas creadas al inicio del estudio. Es posible por ejemplo que la gente no se deje grabar, que sospechen, que se vean comprometidos o con posibles problemas. También puede ocurrir que no encuentren tan interesante el tema. Aunque todos estos asuntos deben ser previstos convenientemente y evitados por el facilitador.

(Wang & Burris, 1997).

Otras limitaciones provenientes de aplicaciones más contemporáneas pueden señalar el peligro que conlleva potencialmente el interés de determinado grupo, empresa, gestor o asociación, social o político, por manipular a los participantes o presionarlos de algún modo (Escalante y de la Iglesia, 2013).

## **5.7. Photovoice en la investigación de impacto. Estado actual del conocimiento sobre Photovoice aplicado al ambiente construido y espacios de trabajo.**

### *5.7.1. Introducción.*

La creciente aplicación de *photovoice* en los últimos años ha generado la proliferación de revisiones de artículos, sistemáticas o no, en torno a este método, que han contribuido a conocer mejor los aspectos más detallados a nivel metodológico, así como sus variantes, la flexibilidad en cuanto a campos de aplicación, y otras cuestiones que pueden resultar de interés para los investigadores que quieren implementarlo.

Evans-Agnew y Rosemberg realizan una revisión donde estudian con detenimiento el empoderamiento a través de la voz participante, y cómo esta se articula en las fases de análisis de datos, la elección del foto-texto en eventos de la comunidad, en los artículos publicados, y en los resultados (Evans-Agnew & Rosemberg, 2016). Otra revisión de artículos de *photovoice* expresa la presencia de justicia social, vinculada a concienciación, mejora y transformación (Sanon, Evans-Agnew, Boutain, 2014). Otras revisiones inciden sobre el cambio individual y el comunitario (Hergenrather et al., 2009), y sobre propio desarrollo del *photovoice* en sí mismo, enfatizando el rigor metodológico, y su aplicación en salud (Catalani & Minkler, 2010). Otro estudio establece que, a pesar del papel que ha ejercido *photovoice* en este tiempo para la evaluación de necesidades en comunidades marginadas, como catalizador de conciencia y cambio político, se detecta a menudo la falta de un plan de acción social y falta de procesos grupales y diálogo en las investigaciones (Kuratani & Lia, 2011).

Escalante propone una revisión sobre las denominaciones que recibe *photovoice* a nivel metodológico, inclusive por las propias autoras, que en su evolución han caracterizado de diferentes formas el proceso, destacando: herramienta; herramienta de investigación acción y participación; técnica; técnica de investigación cualitativa de investigación acción participación; proceso; método; método de investigación acción participación; metodología de investigación acción participación; estrategia; o programa, siendo método, metodología y técnica los más utilizados (Escalante, 2015).

Además, Escalante resalta la versatilidad que ofrece *photovoice* para combinarse con otras técnicas de investigación cualitativa, como pueden ser la entrevista o los grupos focales. Esto a su vez tiene la ventaja de la mayor adaptación que *photovoice* ofrece a las necesidades particulares de cada investigación (Escalante, 2015).

Por otra parte, Escalante detecta cierta necesidad de establecer medidas de seguimiento, sobre todo ante la acción social que es en última instancia el objetivo de *photovoice*, que muestren los cambios obtenidos y las mejoras observadas por la comunidad de estudio (Escalante, 2015). Por tanto, se apremia a establecer mecanismos de comprobación tipo *follow-up*, y que en algún caso ya se han implementado en algún estudio *photovoice* (Flum et al., 2010; Kramer et al. 2013).

### *5.7.2. Proceso y criterios de búsqueda.*

A continuación se presenta la búsqueda realizada sobre aquellas aplicaciones de *photovoice* en ambientes o espacios más relacionados con la arquitectura y los espacios de trabajo. Sin embargo, se han dado varias cuestiones que han determinado los términos de búsqueda. Por un lado, los estudios donde más

se ha aplicado *photovoice* ha sido en las ciencias de la salud o sociales; y por otro, la dualidad de significados en palabras clave como *building* (que puede entenderse como "construcción" en sentido figurado, además de ser "edificio"), o *energy*, (vinculado más a otros tipos de estudio de movilidad o alimentación saludable, por ejemplo), lo cual no han arrojado resultados satisfactorios relacionados con los campos de interés para esta investigación. Es por esto que se ha recurrido a otros términos lo más aproximados al objeto de búsqueda de esta tesis, que más adelante se especificarán.

La búsqueda se realiza principalmente en *ScienceDirect*, aunque se contrasta con otras bases de datos bibliográficas como *Dialnet*, *ProQuest*, *Scopus*, *Web of Science*, *Google Scholar*, de donde previamente se han obtenido artículos sobre el método *Photovoice* y su aplicación a las ciencias sociales y a las ciencias de la salud.

#### Photovoice.

Se utiliza el buscador *ScienceDirect* para localizar la progresión en primer lugar de las publicaciones en torno al método "*Photovoice*", utilizando este término como palabra clave.

Sin hacer ningún filtro, es decir: *todos los tipos de publicación, todo el rango de fechas, y todos los tipos de soportes-fuente* que ofrece tal buscador, se encuentran estos resultados:

*Photovoice* total: 276 resultados

*Photovoice sólo en título, abstract, palabras clave*\*\* : 97

Palabra/año	<2008	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017*
Photovoice	9	8	13	15	19	29	37	27	53	52	14
Photovoice**	3	1	2	3	7	14	13	12	19	17	6

\*búsqueda a 7 de marzo de 2017.

**Tabla 5.2.** Evolución de número de publicaciones sobre *Photovoice*. Fuente: Buscador bibliográfico *Sciencedirect*, Elsevier.

Esta tabla 5.2 muestra la progresión positiva de la expansión del método *Photovoice* desde que se registrara el primer artículo en las bases de datos. No en vano, en los últimos dos años (2015-2016) se ha cuadruplicado con respecto a 6-7 años antes, es decir, a 2009.

En *ScienceDirect*, la búsqueda por el término *Photovoice* arrojó 227 resultados, filtrando por rango de años de publicación (2012-2017), sólo en revistas.

Las revistas principales donde se localizan las publicaciones son: *Social Science & Medicine*, *Health & Place*, *Journal of Nutrition Education and Behavior*, *Lancet*, *American Journal of Preventive Medicine*, *Children and Youth Services Review*, *Journal of the Association of Nurses in AIDS care*, *Journal of Aging Studies*, *Procedia –Social and Behavioral Sciences*, *Evaluation and Program Planning*, *Journal of the Academy of Nutrition And Dietetics*, *Nursing Clinics of North America*, entre otras.

Si se filtra *Photovoice* para que sólo aparezca en el *título, abstract* o *palabras clave*, el número se reduce a 80 resultados, coincidiendo la mayoría de revistas donde se encuentran publicados.

Palabra/año	2012	2013	2014	2015	2016	2017*
photovoice	30	41	30	60	50	16
Photovoice**	13	13	12	19	17	6

Se repite la búsqueda con los términos “*Photovoice AND workplace*”, se encuentran 28 resultados, con los términos en todo el artículo, mientras que si se afina la búsqueda a sólo *título, abstract, o palabras clave*, el número se reduce para el mismo rango de fechas y sólo en revistas, a 10 resultados.

Por otra parte, en la búsqueda de los términos “*photovoice AND comfort*”, sin ningún tipo de filtro, se encuentran 48 resultados. Filtrando la búsqueda por *título, abstract y palabra clave* en “*photovoice*”, se encuentran 17 resultados. Si además se restringe la presencia de “*comfort*” a esos campos, se obtienen tres resultados, ninguno relativo al confort térmico o ambiental, sino más bien relacionado con temas más complejos vinculados a afectos familiares-sociales o al *confort en movimiento*, o confort al pasear, caminar, o desplazarse por distintas razones.

Posteriormente, se han buscado los términos “*photovoice AND thermal comfort*”, sin ninguna restricción, sin resultados. Y por otra parte “*photovoice AND environmental comfort*”, con 26 resultados. Depurando esta búsqueda, sólo artículos y desde 2012, resultan 20 publicaciones, y si depura la búsqueda por *palabras clave, en título o en abstract*, ambos términos, se encuentran dos resultados, de los mismos autores en revistas diferentes, y mismo tema.

Ahora, se utiliza la búsqueda “*photovoice AND built environment*”, donde sin aplicación de filtros se encuentran 194 resultados. Aplicando el rango de fechas anteriormente citado y sólo artículos, se obtienen 136 resultados. Si se restringen la búsqueda del término “*photovoice*” a sólo en *título, abstract o palabra clave*, se hallan 54 resultados. Restringiendo el concepto “*built environment*”, se encuentran 14 resultados, y si ambos son restringidos, surgen 11 resultados, aunque no con todos los términos (normalmente sin “*built*”).

#### Photo-elicitation.

Aunque realmente se trate de otro método, como se ha visto en este capítulo, se busca “*photo-elicitation*” como método más próximo y antecesor de *Photovoice*, razón por la que en ocasiones en la literatura se toman como sinónimos, con ciertos matices diferentes en el proceso metodológico.

Sin poner ningún filtro de fechas ni tipo de publicaciones, y ubicando el concepto en todo el texto, se obtienen 1761 resultados.

Discriminando por *título, abstract o palabras clave, todo tipo de publicaciones y todas las fechas*, arroja un número de tan sólo 73 resultados. Si además se restringe la búsqueda por rango de fechas de 2012 a 2017, se obtienen 59 resultados. Y si se filtra además a sólo revistas, aparecen 57, por lo que casi todos estaban así publicados.

Se continúa la búsqueda con los términos “*photo-elicitation AND workplace*”, sin ningún otro filtro. Se obtienen 121 resultados.

Añadiendo como filtro que de los dos términos “*photo-elicitation*” se encuentre entre los términos *título, abstract o palabra clave*, el resultado se reduce a 8 publicaciones. Restringiendo por fechas, y revistas, resultan sólo 6. Si se aplican todos los filtros con ambos términos “*photo-elicitation AND workplace*” como palabras en *título, abstract o palabras clave*, no existen coincidencias para esta

búsqueda. Si es el término “workplace” el que se restringe a los campos *título*, *abstract* o *palabra clave*, devuelve el mismo resultado nulo.

Si se hace la búsqueda con los términos “photo-elicitation AND comfort”, resultan sin filtros 168 resultados. Si se restringe la búsqueda a revistas y fechas 2012-2017, se obtienen 91 resultados. Si además se busca en *título*, *abstract* o *palabra clave* el término “photo-elicitation”, pero no “comfort”, se encuentran 11 resultados. Si es el término “comfort” el que se encuentra restringido, no se hallan resultados.

La siguiente combinación de términos, para los cuales ya se ha visto en previas búsquedas algún resultado, ha sido para “photo-elicitation AND built environment”. Sin ningún filtro, conseguimos 672 resultados. Sólo en revistas y desde 2012 a 2017 existen 332 resultados.

Aplicando la restricción al término “photo-elicitation” en *palabras clave*, *título* o *abstract*, se encuentran 37 resultados. Si sólo se aplica a “built environment”, arroja cero resultados. Sin embargo, aplicando la restricción de ambos términos en *palabras clave*, *título* o *abstract*, se encuentran dos resultados.

### 5.7.3. Análisis de los estudios resultantes de la búsqueda.

A continuación se resumen algunos datos generales sobre las publicaciones resultantes de la búsqueda sobre *Photovoice* o *Photoelicitation* y conceptos más cercanos a la arquitectura y al ambiente construido, de forma general, y a los espacios de trabajo, y el confort, más particularmente, analizándose los aspectos metodológicos más relevantes, así como cuestiones tratadas de interés.

En la selección realizada a través de los criterios de búsqueda ya mencionados, se analizan finalmente 16 artículos, descartando otros 9, que contenían los términos de búsqueda, pero luego aplicaban técnicas cuantitativas, aunque en algún momento mencionaran los métodos *Photovoice* o *Photo-elicitation*.

De la muestra de los 16 artículos, se distinguen las técnicas o métodos utilizados como *Photovoice* en exclusiva (n=5); *Photovoice* junto a otras técnicas, ya sean artísticas o de testimonios -como entrevistas o grupos focales- por ejemplo (n=8); *Photo-elicitation*, método basado en fotografías que normalmente se vincula a entrevistas (n=2); y grupos focales basados en fotos facilitadas por los investigadores (n=1). Todos son artículos, salvo uno que es un *case report*.

Autores	Año	Artículo
Chaudhury et al.	2012	<i>The influence of neighborhood residential density, physical and social environments on older adults' physical activity: An exploratory study in two metropolitan areas</i>
Skinner et al.	2013	<i>Right to a healthy city? Examining the relationships between urban space and health inequity by aboriginal youth artists-activists in Winnipeg</i>
Ferrer et al.	2015	<i>A qualitative study on the role of the built environment for short walking trips</i>
Tran Smith et al.	2015	<i>Rebuilding lives and identities: the role of place in recovery among persons with complex needs</i>
Fusco et al.	2012	<i>Toward an understanding of children's perceptions of their transport geographies: (non) active school travel and visual representations of the built environment</i>
Guell et al.	2012	<i>Towards a differentiated understanding of active travel behaviour: Using social theory to explore everyday commuting</i>

Akkerman et al.	2014	<i>Perspectives of employees with intellectual disabilities on themes relevant to their job satisfaction. An explorative study using photovoice</i>
Rush et al.	2012	<i>A photovoice study of older adults' conceptualizations of risk</i>
Adams et al.	2012	<i>Use of participatory research and photo-voice to support urban Aboriginal healthy eating</i>
Fleming et al.	2016	<i>Marginalisation, discrimination and the health of latino immigrant day labourers in a central North Carolina community</i>
Morrison & Thomas	2014	<i>Survivor's experiences of return to work following cancer: A photovoice study</i>
Schwartz et al.	2015	<i>Where they (live, work and) spray: pesticide exposure, childhood asthma and environmental justice among mexican-american farmworkers</i>
Wahab et al.	2017	<i>Light at the end of the tunnel: new graduate nurses' accounts of resilience: a qualitative study using Photovoice</i>
Hallowell & Yugar-Arias	2016	<i>Exploring fundamental causes of safety challenges faced by Hispanic construction workers in the US using Photovoice</i>
Flum et al.	2010	<i>Exploring fundamental causes of safety challenges faced by Hispanic construction workers in the US using Photovoice</i>
Díez et al.	2017	<i>Understanding the local food environment: A participatory photovoice Project in a low-income área in Madrid, Spain</i>

Las revistas donde se han publicado son principalmente de temática social, sanitaria, o una combinación de ambas disciplinas, por ejemplo mediante la Salud Pública. Sólo una de las revistas estaba más enfocada a la geografía y el transporte. Las revistas son las siguientes: *Journal of Aging Studies* (2), *Social Science & Medicine* (2), *Health & Place* (3), *Journal of Transport Geography*, *Journal of Applied Research in intelectual disabilities*, *Health and Social Care in the Community* (2), *Canadian Journal of occupational therapy*, *Nurse Education today*, *Safety Science*, *American journal of industrial medicine*.

Las temáticas de los estudios eran variadas, aunque las principales eran:

La influencia de los ambientes físico y social en aspectos más o menos saludables (actividad física, alimentación, prevención o recuperación tras enfermedades, calidad de vida, grado de independencia, exposición a entornos tóxicos, riesgos de cualquier tipo) relacionado de alguna forma con el entorno construido (a niveles de edificio, barrio, distrito o ciudad).

Algunos además comparan distintos escenarios, para observar las variaciones producidas al contrastar en los estudios las densidades urbanas, otras ciudades, diferentes modos de transporte, ubicaciones o las condiciones de trabajo.

Por otra parte, las poblaciones vulnerables, los sectores sociales minoritarios, o en situación de desigualdad -como aborígenes, personas con necesidades complejas o alguna discapacidad o enfermedad, niños, ancianos, inmigrantes, o supervivientes de cáncer- suelen ser el objetivo de los estudios publicados. Aunque también se han analizado colectivos de adultos en activo que por diversas razones han sido objeto de prevención de enfermedades, resiliencia en el trabajo, gestión del estrés, entre otros.

Los participantes en los estudios presentados varían en número, y esto puede deberse a la naturaleza heterogénea de los mismos, ya que no todos emplean el mismo método ni incluyen las mismas técnicas. Desde los 5 hasta los 66 participantes, si bien los más numerosos recurren a los subgrupos, bien en paralelo o bien en distintas técnicas como método de triangulación, o en distintas fases, para reforzar igualmente las conclusiones, y dar cohesión a la investigación.

Existen ciertos requisitos iniciales para los participantes-objetivo de los estudios, que son comunes a muchas de estas investigaciones (a menudo inmigrantes, ancianos o niños, discapacitados, etc.). En efecto, se les solicita cierta movilidad (para hacer fotos o desplazarse), fluidez verbal para expresarse, el dominio del idioma oficial del estudio (en el caso de inmigrantes), grado de compromiso a asistir a las sesiones, y dar su consentimiento conscientemente o en su defecto los tutores legales.

Además, se les solicitan las características propias de cada estudio, que tienen que ver con los datos socio-demográficos, económicos, circunstancias laborales, circunstancias de salud, problemas específicos, vivir en determinado lugar, o situaciones concretas relacionadas con su día a día.

El canal de comunicación para la entrega de fotos varía entre los estudios. Siete de ellos establecen en la propia entrega de las cámaras la entrega de fotos. 4 estudios expresan la entrega de fotos diferenciada, para su posterior impresión o digitalización. Un estudio establece el envío por e-mail. En otro de los estudios se hace entrega de las fotos reveladas. En otro de los estudios facilitan los investigadores las fotos por servir de ejemplo para preguntas determinadas del cuestionario (no era *Photovoice*, sino *Photo-elicitation*), y por último en dos estudios no se especifica el canal de entrega y comunicación.

El periodo más extendido para hacer las fotos entre los estudios analizados es de 2 semanas, en 6 estudios. Le sigue el periodo de una semana, en 3 de ellos. En otros estudios se dan periodos menores a la semana, como 1 que se solicita hacer la foto en las 24 horas antes a la entrevista personal, y en otro que se dan 2 días para hacerlas. Por el contrario, los periodos máximos facilitados son de 1 mes para hacer las fotos, o bien, en un estudio más complejo donde intervienen otras técnicas artísticas relacionadas, que se dan hasta 15 meses. Completan el análisis dos estudios que no se pronuncian al respecto, y el último, donde los participantes no son quienes hacen las fotos.

El número de sesiones también varía significativamente de forma directamente vinculada al tipo de técnicas utilizadas para obtener testimonios (debates, entrevistas, etc). Se equilibra el número de sesiones entre 1 y 2, con 6 y 5 estudios respectivamente. Los de una única sesión coinciden con las entrevistas personales, aunque en el caso de dos sesiones constan de una entrevista personal y una experiencia grupal. Otros tres estudios citan entre 3 y 5 sesiones. Por último, dos estudios no concretan el número de sesiones realizadas.

Una vez más, un parámetro como es en este caso la duración de las sesiones muestra la diferencia sobre la naturaleza individual o grupal de las sesiones, respondiendo asimismo a la técnica aplicada. 3 estudios efectuaron sesiones de menos de una hora, sólo uno efectuó sesiones de 60 minutos, mientras que 3 estudios superaron la hora, con 2 de 2 horas y uno de 90 minutos. Y un estudio determinaba sesiones de media mañana de duración. La mitad de los estudios no determina el tiempo medio de duración de las sesiones.

Sobre los consentimientos informados, 13 estudios afirman solicitarlos, tras facilitar toda la documentación y explicar convenientemente los métodos a llevar a cabo. Sin embargo, otros 3 estudios no especifican nada al respecto.

Sobre el material facilitado a los participantes, la mitad de los estudios expresa que se dejan prestadas cámaras digitales con características determinadas (fáciles de usar, con determinado número de fotos máximas, etc.). Un estudio facilita cámaras desechables. Otro de los estudios invita a usar la cámara de los móviles, y en su defecto, facilitar cámaras. En otros dos estudios, además de

facilitar cámaras digitales, se dan otros materiales, como fotodiarios o registros, para complementar la experiencia con testimonios escritos. Otros dos estudios varían significativamente, puesto que en uno de ellos no se hacen fotos, y en el otro el proceso creativo es más complejo y por tanto el material difiere. Por último, dos de los estudios no se pronuncian al respecto.

Con respecto al número de fotos a entregar por cada participante, hay mucha diversidad de cantidades establecidas. En tres estudios se establecen menos de 10 fotos por participante. En otros dos estudios se facilitan una media menor de 20 fotos por participante. En otros 4 estudios, si bien no se establecen límites, sí se solicita que elijan de entre todas, un número menos de 10 fotos, que incluya las más significativas para cada autor. En dos estudios se solicitan fotos sin límite. En cuatro de ellos no se especifica nada al respecto, y en el último, no se facilitan fotos por los participantes.

En cuanto al uso de cuestionarios demográficos, 10 estudios los elaboran y entregan para su devolución rellenos. 5 no se pronuncian de forma específica, aunque de estos la mayoría sí detalla algunos datos mínimos de los participantes. El estudio restante no recoge cuestionario.

Sobre las sesiones informativa y fotográfica para formación de los participantes más específica, trece estudios, una gran mayoría, establecen que se dan ambas sesiones, informativa y fotográfica. Dos estudios imparten sesión informativa, aunque no sesión fotográfica como tal. Y el último no se pronuncia claramente al respecto, aunque admite cierta formación a los participantes.

En relación al número de sesiones de interlocución o debate de cada estudio, seis de ellos hacen una sesión única, coincidente con entrevistas individuales. 5 estudios hacen una sesión grupal más una individual. 3 estudios hacen sesiones de debate (todas grupales), y dos estudios más citan los debates pero no dan datos sobre número de sesiones.

[En este punto habría que establecer una relación entre los tipos de sesiones y los estudios y la población objetivo de estudio. En este análisis comparativo, se muestran técnicas combinadas, y aunque la mayoría contienen el *Photovoice*, no se apoyan en grupos de debate, sino en entrevistas, para obtener los testimonios, una fórmula que no coincide con lo que las creadoras del método, Wang & Burris, sugirieron (Wang & Burris 1994; 1997; Wang, 1999). Pero tiene una razón para hacerlo, y es que a menudo se trata de testimonios que por muchas cuestiones no se pueden compartir: las discapacidades de los participantes, los temas más íntimos o delicados, la imposibilidad de desplazarse a un punto intermedio para la reunión (por ejemplo entre dos ciudades o barrios), o el tipo de población, como pueden ser los niños. Aunque hay mecanismos para propiciar la confianza y el confort en las reuniones, y dado que es mucho más enriquecedor para el estudio que sea grupal, se fomenta, pero se reconocen escenarios en los que las entrevistas personales pueden sustituir a la toma de datos grupal].

Con respecto a la formación de pequeños grupos para las sesiones de debate, ocurre algo similar a lo anterior. Hay muchos estudios basados en entrevistas personales, y otros que, sin ser entrevistas, tienen determinadas técnicas estructuradas en fases, por lo que no todos los participantes realizan las mismas tareas o se les aplica la misma técnica. Esto hace que los grupos puedan ser ya de por sí manejables y no haga falta subdividir en pequeños grupos. Así pues, se dan 4 estudios que hablan de pequeños grupos (uno de ellos para la parte de *focus groups*), 9 que no lo hacen, y 3 estudios que no dan detalles al respecto.

Sobre la donación de incentivos para agradecer la participación, se equilibra el número entre los que reconocen alguna gratificación y los que no: 8 estudios no dan referencias en este sentido, mientras que en los otros 8 estudios se reconocen dar algún tipo de incentivos. Entre estos, 3 son económicos (con compensación adicional por transporte o *snacks* en reuniones además), uno de ellos sólo habla de *snacks* y refrescos, otro comida saludable y un retrato de recuerdo, y otros dos que regalan el material fotográfico bien impreso (1) o bien en CD (1).

Sobre la ética como parte fundamental en el estudio, la mayoría de ellos, 15, reconocen explícitamente haber instruido en temas éticos y haber facilitado información al respecto. De ellos, los estudios sanitarios son principalmente los que además los someten a comités éticos universitarios y de otras organizaciones externas e independientes. Otro no se pronuncia al respecto.

Sobre el uso de las preguntas activadoras del debate (estructuras tipo *SHOWeD*, *PHOTO*, etc.), la proporción es la siguiente: 3 hacen *SHOWED* (uno con la pregunta de la "E": *How can we become Empowered through our new understanding?*, dos sin "E"). Otros 9 estudios hacen preguntas, de los cuales 7 admiten preguntas estructuradas, en entrevistas (uno de los cuales es en profundidad), y los otros dos hacen preguntas abiertas para incentivar el debate. Los cuatro estudios restantes no se pronuncian sobre ningún método para activar el debate sobre las fotos.

La codificación de fotos según la literatura manejada está establecida como parte de la categorización, es decir, la elección de temas, conceptos, problemas detectados, para la mayoría de los estudios manejados. Así, para 14 de los 16 estudios se entiende de esta forma. Sólo uno de ellos codifica las fotos para su manejo, utilizando las iniciales del autor de la foto (o de su tutor, puesto que eran menores), y el número de foto aportada. Y el último no categoriza en función de fotos porque no las aportan los fotógrafos, las aportan los investigadores para propiciar el debate.

De los 14 estudios, que categorizan las fotos, se distinguen 3 estudios en los que los investigadores aportan las categorías. 7 estudios donde son los participantes los que sugieren inicialmente al menos las categorías o códigos, aunque luego intervengan los investigadores con otra información obtenida de las transcripciones, notas de reuniones, etc. En un estudio se categorizan las fotos sin explicitar por quién. Por último, en 3 estudios no se dice nada al respecto.

Para el análisis de los datos obtenidos en los estudios, se han utilizado diferentes métodos o técnicas. En cuatro de los estudios se menciona el análisis temático. En otros cinco de ellos se habla del análisis de contenido. En dos estudios se ha utilizado la *aproximación sucesiva*, y en otros tres se ha recurrido a la triangulación mediante el cruce de datos obtenidos con diversas técnicas, o bien mediante el análisis de más de un investigador. Uno de los estudios hace revisión de la categorización por los propios participantes, priorizando categorías y estableciendo propuestas por ellos mismos. El último estudio no especifica la metodología de análisis.

En el estudio de los artículos, se añade un análisis sobre el término utilizado para designar los resultados, ya que difiere de uno a otros. En relación a tales resultados, -que obedecen a las categorizaciones o codificación de los problemas detectados a través de las fotografías y testimonios-, 10 estudios los expresan con el término "*results*" (*resultados* en inglés), mientras que los otros 6 lo expresan como "*findings*" (que puede traducirse como *hallazgos*).

De los 10 estudios que expresan los resultados como "*results*", seis dan categorías,

subcategorías, y apoyan el análisis en fotografías de los participantes y los testimonios mediante texto. Otros dos hacen lo mismo, pero sin añadir fotos, sólo apoyado en testimonios. En otros dos estudios dan, además de la categorización primera, una segunda, siendo en uno de ellos fruto de la frecuencia con la que se citan los términos (cuantificación), mientras que en el otro estudio la segunda categorización surge de temas colaterales que han surgido en los debates.

De los 6 estudios que hablan de “*findings*”, en dos de ellos se dan las categorías observadas, apoyadas en imágenes y textos de los participantes. En tres más, se facilitan las categorías (no en base a fotos, sino a los testimonios), apoyadas sólo en textos y comentarios de los participantes.

Uno de ellos por último expresa por un lado la codificación de las fotos como categorización principal, y otros temas subyacentes en los debates, que también se apoya en textos sobre los testimonios de los participantes.

En cuanto al establecimiento de categorías, todos los estudios analizados expresan sus resultados o hallazgos en forma de categorización de conceptos, temas o problemas detectados (Wang & Burris, 1997). De los 16 estudios, 14, una gran mayoría, establece una categorización, independientemente de que esta contenga categorías y subcategorías. La naturaleza de estas categorizaciones puede ser a su vez proporcionada por los propios testimonios de los participantes, por la categorización de las fotos que ellos hacen, por la combinación de ambas, o bien del análisis posterior que efectúan los investigadores.

Por otra parte establecen categorías bien bajo conceptos más generales, en un proceso iterativo de agrupación de términos similares o relacionados, -por lo que la categorización se reduce a pocas categorías más generales o también denominadas temas, a menudo con subcategorías-, o bien bajo un único nivel (sin subcategorías) que aglutina cuantos conceptos han surgido en los testimonios individuales y/o grupales, por lo que la categorización resultante suele ser más numerosa.

De los 16 estudios, la mitad ofrece un máximo de 7 categorías o temas principales, con subcategorías, pudiendo estas proceder del análisis de todos los datos obtenidos en el estudio, o bien de un análisis bibliográfico previo, contrastado con los resultados de la investigación. Otros seis estudios ofrecen hasta 10 categorías, sin establecer subcategorías.

Por último, dos de los estudios ofrecen una doble categorización, donde la primera de ellas responde al trabajo de los participantes, mientras que en la segunda se analizan temas colaterales, relacionados con los resultados obtenidos del proceso analítico de los datos de la investigación. Esta segunda categorización temática a su vez tienen subtemas o subcategorías en ambos estudios.

Sobre la utilización de *software* de análisis cualitativo, 9 estudios reconocen la gestión y análisis de los datos obtenidos a través de *software* específico: 5 de ellos usan alguna versión de NVivo, 2 usan Atlas.ti, 1 usa MAXQDA, y otro usa hojas Excel. 3 estudios no utilizan *software*, y 4 no se pronuncian al respecto.

Tras el análisis, los estudios facilitan recomendaciones, que pueden ser de índole general, o bien más explícitas sobre el tema tratado o la metodología de aplicación para cada caso. La mitad de los estudios analizados dan algún tipo de recomendación al respecto. En otras ocasiones no se dan recomendaciones directamente, pero se apuntan futuras líneas de trabajo o de investigación en el tema presentado. Seis estudios promueven futuras líneas en ese sentido. Por

Último, uno de los estudios da tanto recomendaciones, como futuras líneas de investigación, mientras que el último no establece ninguna de estas vías de continuación del trabajo efectuado.

Sobre la labor divulgativa hacia los decisores, la audiencia objetivo, y a interesados y público en general, sorprende la cantidad de estudios que no especifican nada sobre un *Plan de Acción*, o planificación de estrategias de comunicación, eventos, o transferencia sobre los resultados obtenidos de la investigación. Por el contrario, una cuarta parte de los estudios, 4, establecen estrategias o acciones, de diversa índole, incluyendo: eventos públicos de divulgación como exposiciones o charlas divulgativas; elaboración de material como *fotolibros*, informes, etc.; sesiones formativas a otros compañeros de trabajo, para enriquecer la experiencia con retroalimentación en la sesión de debate posterior; o la organización de mesas temáticas de apoyo y consejos comunitarios, lo cual potencia la cohesión de la comunidad y hace más potente el trabajo iniciado, a más largo plazo.

#### 5.7.4. Otras consideraciones de interés en los estudios analizados.

Sobre el ambiente o entorno construido y el espacio de trabajo.

El ambiente construido supone un escenario en el cual los sujetos estudiados se relacionan entre sí, además de establecer con él una interacción. Esta en ocasiones se percibe como positiva, y otras como negativa. Estas percepciones a su vez estarán divididas en los distintos aspectos en los que se afronta el entorno construido: como ambiente físico o como ambiente social.

El ambiente físico puede considerarse a su vez así expresado (Chaudhury et al., 2012; Ferrer et al., 2015), o bien distinguiendo su parte más natural –clima, suelo, agua-, de lo propiamente construido - uso del suelo, sistemas de transporte, servicios, recursos públicos y edificios- (Skinner & Masuda, 2013).

Para el ambiente físico, las percepciones positivas sobre sus factores o elementos, que favorecen el fin del estudio (sea hacer ejercicio físico, relaciones sociales, movilidad en determinados trayectos sin hacer uso de vehículo propio, etc.), se determinan como *facilitadores*, mientras que los negativos son definidos como *barreras* (Chaudhury et al., 2012; Ferrer et al., 2015).

Este aspecto del ambiente o entorno físico también conlleva a su vez percepciones sobre otros aspectos que afectan al individuo y a la comunidad, como la seguridad física, la seguridad ciudadana, la accesibilidad, entre otros, que propician de algún modo la reacción objeto de estudio. Muchos de los estudios relacionan por tanto una vinculación directa entre el lugar o entorno, y la salud de la comunidad o población de estudio (Skinner & Masuda, 2013). Esto también está relacionado con el entorno social, vinculado a la propia percepción de seguridad ciudadana, marginalización, discriminación, salud pública (Fleming et al., 2016) o segregación socio-espacial (Chaudhury et al., 2012).

Por otra parte, Fusco et al. destacan la creencia de la literatura, de que el ambiente construido es una entidad inalterable, que existe independientemente de los significados que los sujetos les adscriban, lo cual no es así (Tran Smith, Padgett, Choy-Brown, Henwood, 2015).

Asimismo, otras consideraciones sobre el entorno construido se pueden valorar, como abordar “Las comparaciones entre lugares públicos y privados y su relación para la recuperación [de enfermos]” (Tran Smith, Padgett, Choy-Brown, Henwood, 2015).

### Sobre Photovoice y la investigación cualitativa

En la literatura se establece que este tipo de métodos basados en imágenes, y en general los estudios cualitativos permiten que sectores de población como los niños expresen mejor sus percepciones y ubiquen sus perspectivas y sus relaciones sociales en la base del proceso de la investigación (Fusco et al., 2012; Morrison & Thomas, 2014). El estudio de Fusco, por ejemplo, demostró que los razonamientos y percepciones de niños sobre su entorno construido son sofisticados, y deberían ser tenidos en consideración para estudios de planeamiento urbano y su relación con los espacios y el transporte escolar o movilidad, tal que eviten el uso de vehículos propios, para mejoras en temas de salud, y prevención de enfermedades (Fusco et al., 2012).

*Photovoice* puede ser una herramienta importante en espacios de trabajo, no sólo para identificar riesgos derivados del uso y ocupación, sino también para empoderar trabajadores, fomentando ser más activos en temas de seguridad y salud, así como acometer importantes cambios en el lugar de trabajo. A través de *Photovoice*, los trabajadores parecían ganar un sentido de empoderamiento social, mediante reflexiones críticas y compartiendo ideas (Flum et al., 2010). El impacto de las fotos y las historias asociadas eran bastante poderosas. Y aunque todas las sugerencias no eran prácticas, se definían de forma pública, ayudando a crear ese empoderamiento (Flum et al., 2010). Además es un método barato, y puede promover que los trabajadores participen, promoviendo ambientes de trabajo seguros. Sin embargo, se les debe asegurar a los trabajadores que no sufrirán ningún tipo de presión o represalia por efectuar este tipo de estudios en el trabajo (Flum et al., 2010). *Photovoice* puede permitir que los trabajadores, por ejemplo los inmigrantes, sientan que tienen voz y pueden ser escuchados sobre aspectos relevantes como sus derechos laborales en países extranjeros o cualesquiera que sean sus condiciones de desventaja con respecto a otros colectivos similares (Fleming et al., 2016; Schwartz et al., 2015).

Un estudio que se centre en factores a nivel individual se olvida de la importancia de los factores que a nivel contextual influyen en la salud y bienestar de los trabajadores. Por tanto, se requiere de investigadores y profesionales que se comprometan en políticas complejas y debates legales a nivel comunitario, estatal y nacional (Fleming et al., 2016).

Las percepciones en estudios anteriores típicamente toman el formato de preguntas de encuesta o entrevista, que limitan severamente la validez de los resultados asociados. Una consecuencia común es el debate espurio, parcial o fragmentado del tema. Por el contrario, este estudio explora los retos percibidos culturales y personales que impactan en la seguridad de trabajadores extranjeros usando *Photovoice*, lo cual permite que cada participante sea generador de sus propios datos sin entradas o parcialidad proveniente de investigadores. Sin embargo, *Photovoice* no está muy extendido porque conlleva más extensión y empleo de tiempo que una encuesta o entrevista, por ejemplo (Hallowell & Yugar-Arias, 2016). Los estudios también hablan en general del potencial de acción (Adams et al., 2012)

El análisis de los datos de *Photovoice* provienen del propio proceso *Photovoice* en sí mismo. De modo que los resultados se presentan en forma de temas identificados por los participantes, y enriquecidos por la información obtenida del resto de la investigación (debates, fotos, etc.). Asimismo, los investigadores ayudan a empoderar a los participantes de la comunidad a presentar sus voces a los decisores en formatos adecuados (Schwartz et al., 2015).

Hay una necesidad de reunir a científicos biólogos y sociales juntos en la misma mesa, así como a partes interesadas de la comunidad y planificadores de políticas para visualizar y materializar investigación futura localmente relevante, basada en las necesidades y deseos expresados por la comunidad. Esta interdisciplinariedad facilita la efectividad de la CBPR, que se use para informar el trabajo de investigadores de salud pública y biomédica.

Mientras que la investigación cuantitativa parece ser parcial en sus explicaciones sobre comportamientos de interés, además de permitir un análisis desde la individualidad, no desde el efecto social, en realidad hay que valorar que intervienen una serie de factores físicos, psicológicos ambientales y sociales que llevan a tomar decisiones y elecciones, por lo que no se puede ese comportamiento simplificar y generalizar de forma "universal" (Guell et al., 2012; Hallowell & Yugar-Arias, 2016; Rush et al., 2012).

Por el contrario, en los estudios cualitativos hay que tener presente que se estudia un entorno concreto. Aun así, y en resumen, se necesita más investigación cualitativa que conlleve un enfoque más integrador y que abarque la complejidad de la realidad estudiada (Guell et al., 2012).

Existe la necesidad de diseñar proyectos CBPR para complementar el trabajo de otros investigadores que asegure que los resultados de los estudios se comparten con la comunidad así como con decisores políticos (Schwartz et al., 2015).

De hecho, esta perspectiva se enfrenta a la apreciación "miope" sobre que "el imperialismo de la salud" a menudo es tomado por investigadores sanitarios que desean interpretar el mundo a través de resultados de enfermedades (Skinner & Masuda, 2013).

Mientras que la investigación cuantitativa parece ser parcial en sus explicaciones sobre comportamientos de interés, además de permitir un análisis desde la individualidad, no desde el efecto social, en realidad hay que valorar que intervienen una serie de factores físicos, psicológicos, ambientales y sociales que llevan a tomar decisiones y elecciones, por lo que no se puede ese comportamiento simplificar y generalizar de forma "universal" (Gell et al., 2012; Hallowell & Yugar-Arias, 2016; Rush et al., 2012). Por el contrario, en los estudios cualitativos hay que tener presente que se estudia un entorno concreto. Aun así, y en resumen, se necesita más investigación cualitativa que conlleve un enfoque más integrador y que abarque la complejidad de la realidad estudiada (Guell et al., 2012)..

Por último, destacar que en la literatura analizada, el tratamiento del ambiente construido y de los espacios de trabajo donde se han realizado los estudios *Photovoice* y *Photo-elicitation*, han sido utilizados como contexto para el estudio de índole socio-sanitario, si bien ninguno de ellos analiza el entorno construido en sí mismo o el espacio de trabajo como objetivo principal del análisis diagnóstico y para la elaboración de propuestas de mejora del propio edificio. En el siguiente capítulo se propone una adaptación metodológica de *Photovoice* para aplicar este método a los espacios de trabajo, y más concretamente para el análisis diagnóstico del uso eficiente de la energía, y para la propuesta de mejoras considerando el confort ambiental del usuario.

## Referencias

- (Adams et al., 2012): Adams, K., Burns, C., Liebrecht, A., Ryschka, J., Thorpe, S., & Browne, J. (2012). Use of participatory research and photo-voice to support urban Aboriginal healthy eating. *Health & Social Care in the Community*, 20(5), 497-505. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2524.2011.01056.x>
- (Berg, 1989): Berg, B., Lune, H., & Lune, H. (1989). *Qualitative research methods for the social sciences* (Fifth Edition).
- (Bonetto, 2016): Bonetto, M. (2016). El uso de la Fotografía en la investigación social. *Revista Latinoamericana de Metodología de la*. Recuperado a partir de <http://relmis.com.ar/ojs/index.php/relmis/article/view/151>
- (Bryman, 2012): Bryman, A. (2012). *Social research methods*. Oxford University Press.
- (Catalani & Minkler, 2010): Catalani, C., & Minkler, M. (2010). Photovoice: A Review of the Literature in Health and Public Health. *Health Education & Behavior*, 37(3), 424-451. <http://doi.org/10.1177/1090198109342084>
- (Chaudhury et al., 2012): Chaudhury, H., Mahmood, A., Michael, Y. L., Campo, M., & Hay, K. (2012). The influence of neighborhood residential density, physical and social environments on older adults' physical activity: An exploratory study in two metropolitan areas. *Journal of Aging Studies*, 26(1), 35-43. <http://doi.org/10.1016/j.jaging.2011.07.001>
- (Cisterna, 2005): Cisterna Cabrera, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14(1), 61-71. Recuperado a partir de <http://www.ubiobio.cl/theoria/v/v14/a6.pdf>
- (Corbetta, 2007): Corbetta, P. (2007). *Metodología y técnicas de investigación social*. McGraw-Hill.
- (Corredor e Íñiguez, 2016): Corredor Álvarez, F., & Íñiguez-Rueda, L. (2015). Ejes de autonomía y vida laboral de personas diagnosticadas con trastorno mental severo. Recuperado a partir de <https://ddd.uab.cat/record/149373>
- (Cortés & Escalante 2016): Cortés Sánchez, F., & Escalante Ruiz, G. (2016). Teatro Social y Photovoice como herramientas de empoderamiento profesional: Ejemplo de buenas prácticas, DumpsterArt Project. *Respuestas transdisciplinarias en una sociedad global: Aportaciones desde el Trabajo Social, 2016*, ISBN 978-84-608-7364-8, 98. Recuperado a partir de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5609288>
- (Creswell, 2012a): Creswell, J. W. (2012). *Qualitative inquiry and research design : choosing among five approaches* (Third). SAGE Publications.
- (Creswell, 2012b): Creswell, J. W. (2012). *Educational research : planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Pearson.
- (Denzin, 1978): Denzin, N. K. (1978). *The research act : a theoretical introduction to sociological methods*. McGraw-Hill.
- (Elliot, 1990): Elliott, J.(1990). *La investigación-acción en educación*. Morata.
- (Escalante, 2015): Escalante, M. (2015). No Photovoice: voces sin sonido. El trabajo social en contextos de privación de libertad. *Revistas Servicios sociales y Política Social*, XXXII, 151-162.
- (Escalante y de la Iglesia, 2013): Escalante Ruiz, G., & de la Iglesia Martínez, M.

- (2013). Comunicándonos a través de la fotografía [Communicating through photography]. *Trabajo Social Hoy*, 70(Tercer Cuatrimestre), 97-120. <http://doi.org/10.12960/TSH.2013.0017>
- (Evans-Agnew & Rosemberg, 2016): Evans-Agnew, R. A., & Rosemberg, M.-A. S. (2016). Questioning Photovoice Research. *Qualitative Health Research*, 26(8), 1019-1030. <http://doi.org/10.1177/1049732315624223>
- (Ferrer et al., 2015): Ferrer, S., Ruiz, T., & Mars, L. (2015). A qualitative study on the role of the built environment for short walking trips. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 33, 141-160. <http://doi.org/10.1016/j.trf.2015.07.014>
- (Fleming et al., 2016): Fleming, P. J., Villa-Torres, L., Taboada, A., Richards, C., & Barrington, C. (2017). Marginalisation, discrimination and the health of Latino immigrant day labourers in a central North Carolina community. *Health & Social Care in the Community*, 25(2), 527-537. <http://doi.org/10.1111/hsc.12338>
- (Flum et al., 2010): Flum, M. R., Siqueira, C. E., DeCaro, A., & Redway, S. (2010). Photovoice in the workplace: A participatory method to give voice to workers to identify health and safety hazards and promote workplace change-a study of university custodians. *American journal of industrial medicine*, 53(11), 1150-8. <http://doi.org/10.1002/ajim.20873>
- (Freire 1974): Freire, P. (1974). *Education for critical consciousness*. Seabury Press.
- (Fusco et al., 2012 ): Fusco, C., Moola, F., Faulkner, G., Buliung, R., & Richichi, V. (2012). Toward an understanding of children's perceptions of their transport geographies: (non)active school travel and visual representations of the built environment. *Journal of Transport Geography*, 20(1), 62-70. <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.07.001>
- (Guba & Lincoln, 1994): Guba, E., & Lincoln, Y. (1994). Competing paradigms in qualitative research. *Handbook of qualitative*. Recuperado a partir de [http://steinhardtapps.es.its.nyu.edu/create/courses/3311/reading/10-guba\\_lincoln\\_94.pdf](http://steinhardtapps.es.its.nyu.edu/create/courses/3311/reading/10-guba_lincoln_94.pdf)
- (Guell et al., 2012): Guell, C., Panter, J., Jones, N. R., & Ogilvie, D. (2012). Towards a differentiated understanding of active travel behaviour: Using social theory to explore everyday commuting. *Social Science & Medicine*, 75(1), 233-239. <http://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.01.038>
- (Hallowell & Yugar-Arias, 2016): Hallowell, M. R., & Yugar-Arias, I. F. (2016). Exploring fundamental causes of safety challenges faced by Hispanic construction workers in the US using photovoice. *Safety Science*, 82, 199-211. <http://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.09.010>
- (Hergenrather et al., 2009): Hergenrather, K. C., Rhodes, S. D., Cowan, C. A., Bardhoshi, G., & Pula, S. (2009). Photovoice as community-based participatory research: a qualitative review. *American journal of health behavior*, 33(6), 686-98. Recuperado a partir de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19320617>
- (Hohmann y Shear. 2002): Hohmann, A. A., & Shear, M. K. (2002). Community-based intervention research: Coping with the "noise" of real life in study design. *American Journal of Psychiatry*, 159(2), 201-207.
- (Kramarae y Spender, 1992): Kramarae, C., & Spender, D. (1992). The knowledge explosion. *Generations of Feminist Scholarship*.
- (Kramer et al. 2013): Kramer, L., Schwartz, P., Cheadle, A., & Rauzon, S. (2013).

- Using Photovoice as a Participatory Evaluation Tool in Kaiser Permanente's Community Health Initiative. *Health Promotion Practice*, 14(5), 686-694. <http://doi.org/10.1177/1524839912463232>
- (Kuratani & Lai, 2011): Kuratani, D., & Lai, E. (2011). TEAM Lab-Photovoice Literature Review. Recuperado 15 de junio de 2017, a partir de [http://teamlab.usc.edu/Photovoice Literature Review \(FINAL\).pdf](http://teamlab.usc.edu/Photovoice%20Literature%20Review%20(FINAL).pdf)
- (Latour 2001): Latour, B. (2001). *La Esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia. Science Studies.*
- (Lykes, 2001): Lykes, M. B. (2001). Creative arts and photography in participatory action research in Guatemala. *Handbook of Action Research: Concise Paperback*
- (McIntyre, 2003): McIntyre, A. (2003). Through the Eyes of Women: Photovoice and participatory research as tools for reimagining place. *Gender, Place & Culture*, 10(1), 47-66. <http://doi.org/10.1080/0966369032000052658>
- (Morrison & Thomas, 2014): Morrison, T. L., & Thomas, R. L. (2014). Survivors' experiences of return to work following cancer: A photovoice study. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 81(3), 163-172. <http://doi.org/10.1177/0008417414534398>
- (Neuman, 2014): Neuman, W. L. (William L. (2014). *Social research methods : qualitative and quantitative approaches.*
- (Okuda y Gómez-Restrepo, 2005): Okuda Benavides, M., & Gómez-Restrepo, C. (2005). Metodología de investigación y lectura crítica de estudios. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, (1). Recuperado a partir de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcp/v34n1/v34n1a08.pdf>
- (Padgett, 2016): Padgett, D. (2016). *Qualitative methods in social work research (Third)*. Recuperado a partir de <https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-methods-in-social-work-research/book239301>
- (Palibroda, Krieg, Murdock, Havelock, 2009): Palibroda, B., Krieg, B., Murdock, L., & Havelock, J. (2009). *A practical guide to photovoice: sharing pictures, telling stories and changing communities.*
- (Patton, 2002): Patton, M. Q. (2002). Qualitative Research and Evaluation Methods. En *California: Sage Publications Inc* (3rd ed., pp. 541-598).
- (Pedraz, Zarco, Ramasco et al., 2014): Pedraz Marcos, A., Zarco Colón, J., Ramasco Gutiérrez, M., & Palmar Santos, A. M. (2014). *Investigación cualitativa.* Barcelona : Elsevier,.
- (Ritzer, 2010): Ritzer, G. (2010). *Teoría sociológica moderna.* Madrid [etc.] : McGraw-Hill/Interamericana de España,.
- (Rodríguez Gómez, Gil Flores, García Jiménez, 1996): Rodríguez Gómez, G., Gil Flores, J., & García Jiménez, E. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa.* Aljibe.
- (Rosler, 1989): Rosler, M. (1989). *In, around, and afterthoughts (on documentary photography)* (pp. 303-341). na.
- (Ruiz Olabuénaga, 2012a): Ruiz Olabuénaga, J. I. (2012). *Metodología de la investigación cualitativa* (5a edición).
- (Ruiz Olabuénaga, 2012b): Ruiz Olabuénaga, J. I. (2012). *Teoría y práctica de la investigación cualitativa.* Bilbao: Universidad de Deusto.

(Rush et al., 2012): Rush, K. L., Murphy, M. A., & Kozak, J. F. (2012). A photovoice study of older adults' conceptualizations of risk. *Journal of Aging Studies*, 26(4), 448-458. <http://doi.org/10.1016/j.jaging.2012.06.004>

(Sanon et al., 2014): Sanon, M.-A., Evans-Agnew, R. A., & Boutain, D. M. (2014). An exploration of social justice intent in photovoice research studies from 2008 to 2013. *Nursing inquiry*, 21(3), 212-26. <http://doi.org/10.1111/nin.12064>

(Schwartz et al., 2015): Schwartz, N. A., von Glascoe, C. A., Torres, V., Ramos, L., & Soria-Delgado, C. (2015). «Where they (live, work and) spray»: Pesticide exposure, childhood asthma and environmental justice among Mexican-American farmworkers. *Health & Place*, 32, 83-92. <http://doi.org/10.1016/j.healthplace.2014.12.016>

(Shaffer, 1979): Shaffer, R. (1979). Beyond the dispensary (on giving community balance to primary health care).

(Skinner & Masuda, 2013): Skinner, E., & Masuda, J. R. (2013). Right to a healthy city? Examining the relationship between urban space and health inequity by Aboriginal youth artist-activists in Winnipeg. *Social Science & Medicine*, 91, 210-218. <http://doi.org/10.1016/j.socscimed.2013.02.020>

(Skrtic, 1985): Skrtic, T. (1985). Doing naturalistic research into educational organizations. En *Organizational theory and inquiry: the paradigm revolution* (pp. 185-220). Beverly Hills.

(Thomson , 2008): Thomson, P. (2008). Doing visual research with children and young people. Routledge.

(Tran Smith, Padgett, Choy-Brown, Henwood, 2015): Tran Smith, B., Padgett, D. K., Choy-Brown, M., & Henwood, B. F. (2015). Rebuilding lives and identities: The role of place in recovery among persons with complex needs. *Health & Place*, 33, 109-117. <http://doi.org/10.1016/j.healthplace.2015.03.002>

(Valdivia, 2012): Valdivia Pizarro, C. F. (2012). Comunícalo con imágenes: la metodología de la fotografía participativa como herramienta para promover identidad local y prevenir conductas de riesgo: la experiencia del proyecto Nuestra Mirada-Callao 2009.

(Wallerstein y Bernstein, 1988): Wallerstein, N., & Bernstein, E. (1988). Empowerment education: Freire's ideas adapted to health education. *Health education quarterly*, 15(4), 379-394.

(Wang, 1999): Wang, C. C. (1999). Photovoice: a participatory action research strategy applied to women's health. *Journal of women's health*, 8(2), 185-92. Recuperado a partir de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10100132>

(Wang & Burris 1994): Wang, C., & Burris, M. A. (1994). Empowerment through photo novella: portraits of participation. *Health education quarterly*, 21(2), 171-86. <http://doi.org/10.1177/109019819402100204>

(Wang & Burris 1997): Wang, C., & Burris, M. A. (1997). Photovoice: Concept, Methodology, and Use for Participatory Needs Assessment. *Health Education & Behavior*, 24(3), 369-387. <http://doi.org/10.1177/109019819702400309>

(Wang, Burris, Ping, 1996): Wang, C., Burris, M. A., & Ping, X. Y. (1996). Chinese village women as visual anthropologists: A participatory approach to reaching policymakers. *Social science & medicine*, 42(10), 1391-1400

(Wang, Morrel-Samuels, Hutchinson, Bell y Pestronk, 2004): Wang, C. C., Morrel-Samuels, S., Hutchinson, P. P., & Bell, L. (86). Pestronk, RM (2004). *Flint photo-voice*.

(Weiler, 1988): Weiler, K. (1988). *Women teaching for change: Gender, class & power*. Greenwood Publishing Group.

(Zinn, 1979): Zinn, M. B. (1979). Field research in minority communities: Ethical, methodological and political observations by an insider. *Social Problems*, 27(2), 209-219.

.....

## PROPUESTA METODOLÓGICA DE ADAPTACIÓN DEL MÉTODO CUALITATIVO EN EL ANÁLISIS DE LAS CONDICIONES DE CONFORT EN LOS EDIFICIOS: APLICACIÓN DE PHOTOVOICE.

### 6.1. Introducción.

*Photovoice* es el método cualitativo elegido para elaborar la alternativa metodológica a los métodos tradicionales relacionados con el estudio sobre el uso eficiente de la energía en edificios y el confort ambiental del usuario. Más concretamente, la aplicación metodológica tendrá dos objetivos:

- la diagnosis de causas de *discomfort* ambiental en espacios de trabajo, y
- la elaboración de propuestas de mejora para solventar tal *discomfort*.

La metodología propuesta, además de facilitar esta doble mirada hacia la problemática energética y ambiental del edificio y su relación con el usuario, ofrece también ciertos aspectos novedosos en tal relación, ya que:

- permite conocer los problemas del edificio que afectan al usuario, a su bienestar y confort, a la vez que
- implica activamente al usuario, lo *empodera*: el usuario toma conciencia crítica sobre sus experiencias en la interacción con el espacio de trabajo, y apoyado en la acción participativa, explora de forma grupal, reflexionando conjuntamente, y valorando soluciones para tales problemas, incluso llevando estas propuestas a las personas que toman las decisiones (*llamada a la acción*).

Esta aproximación puede resultar de gran interés a los técnicos y gestores energéticos, ya que mediante esta metodología se pueden conocer no sólo los distintos problemas que acucian al usuario, sino la raíz de causas subyacentes:

- el usuario no está confortable porque el edificio no le ofrece medios o soluciones suficientes para lograr el confort
- el usuario no está confortable porque aunque el edificio disponga de soluciones suficientes, él no cuenta con los recursos necesarios para controlarlos
- el usuario no conoce las capacidades que realmente se le ofrecen en materia de confort ambiental en ese edificio en particular, o posee desconocimiento sobre lo que significa, ha asumido falsas creencias, o hace mal uso de las instalaciones.

Se puede dar alguna de estas circunstancias, o una mezcla de ellas, lo cual es detectable a través de esta metodología.

Como ya se ha definido en el capítulo 5, las técnicas y métodos cualitativos se caracterizan por la obtención de datos no generalizables al *universo* representado en la *muestra*. Sin embargo, el interés de estos métodos reside en el nivel de detalle de la información obtenida, ahondando en la problemática general desde el testimonio en primera persona basado en experiencias de los participantes,

donde ellos analizan qué actuaciones se deben llevar a cabo para solucionar sus carencias, en este caso concreto, para eliminar las causas del *discomfort*.

Para contrarrestar la falta de generalización de los métodos cualitativos, en estos se utiliza la obtención de datos hasta la saturación; esto significa que llega un momento que, por más testimonios de los participantes que se obtengan, y por más fotos que se faciliten, o por más técnicas que se apliquen, los resultados comienzan a repetirse, y no se alcanza más información relevante.

## 6.2. Metodología

El método cualitativo de Investigación- Acción Participativa *Photovoice* se aplica al confort ambiental del usuario en espacios de trabajo mediante la estructura de recogida de fotos y su discusión durante una serie de sesiones participativas. En ellas, los participantes trabajarán sobre fotos relacionadas con el grado de confort ambiental existente en los espacios que ocupan en horario de trabajo, que habrán tomado ellos mismos. El objeto de las fotografías y las narrativas relacionadas no es otro que detectar y evidenciar aquellos aspectos, componentes, situaciones que al usuario le provocan *discomfort*, o bien que resultan confortables.

Estas fotos serán contextualizadas mediante pequeños textos que las acompañarán, títulos, o leyendas, así como mediante cuestionarios abiertos estructurados (tipo *SHOWeD* o similar) que induzcan a la reflexión y al debate sobre la toma de fotos.

Para ello se les habrá explicado previamente en qué consiste la toma de fotos y qué se pretende con ellas, qué deben reflejar, así como comentar algunos ejemplos. También se contará con el asesoramiento de un fotógrafo profesional que sugerirá cómo sacar partido a la cámara, ya sea facilitada por los técnicos o investigadores a cargo del estudio, o bien que la provean ellos mismos. Tras alguna prueba y su puesta en común, se tomarán las fotos definitivas, y en sucesivas reuniones se debatirán cuáles reflejan mejor la problemática energética del edificio desde el punto de vista del confort ambiental del usuario; se categorizarán por subtemas relacionados o elementos positivos/negativos; se escogerán aquellas susceptibles de representarse en exposiciones o eventos relacionados con la acción social para concienciación y conocimiento general del trabajo efectuado; y se determinarán las líneas de acción a medio-largo plazo para continuar con el trabajo propuesto, perpetuando así la acción participativa de concienciación y cambio social.

El grupo debatirá asimismo cuestiones sobre el propio proceso *Photovoice*, como dificultades encontradas, experiencias propias y dudas delicadas (privacidad, autoría, consentimientos, ética, etc), y en general cualquier cuestión que deba ser atendida para el correcto funcionamiento de la acción participativa.

Las sesiones serán grabadas en audio/video para su posterior análisis, se tomarán fotos de las sesiones, y sus transcripciones serán analizadas junto con el resto del material (fotos, cuestionarios abiertos, leyendas de las fotos) para dar mayor consistencia a los resultados del estudio.

Estos resultados serán elevados a la *audiencia objetivo*, compuesta por todos aquellos *decisores* en materia de energía sobre el edificio, y conjuntamente se acordarán otros medios de difusión y concienciación de los hallazgos obtenidos durante la experiencia *Photovoice*.

### 6.3. Cuestiones previas.

Existen dos cuestiones iniciales que hay que plantearse para la aplicación del método *Photovoice* en general, y para espacios de trabajo, en particular.

La primera de ellas es si cabe la pregunta inicial: *¿es este ambiente laboral poco confortable para el usuario? ¿existen indicios suficientes para pensar que lo es?* Esta pregunta constituye lo que se denomina en investigación cualitativa, la *pregunta de investigación*.

La respuesta, que puede parecer obvia, puede no serlo a los ojos del técnico, que ajeno a la actividad del edificio, quizás no perciba la realidad tal cual la viven los propios trabajadores. Para abordar el estudio con este método, deben por tanto existir indicios suficientes de la existencia de *discomfort* de usuarios, y no tratarse un hecho aislado, solucionable con otro tipo de estrategias puntuales, tan sencillas como cambiar a alguien de lugar de trabajo, modificar alguna cuestión puntual en el espacio que ocupa, o redistribuir objetos o personas en un mismo espacio para su mayor confort, por ejemplo.

La segunda cuestión es si aquellas personas con capacidad decisora en el ámbito de la gestión energética del edificio y asuntos relativos al confort ambiental de los usuarios están o no implicadas. Normalmente, la aplicación de cualquier estrategia de diagnóstico energética del edificio habrá surgido como decisión de los gestores del edificio, por lo que al menos una parte de todos los agentes influyentes en la toma de decisiones ya estarán informados previamente. El método *Photovoice* necesita del apoyo de todas las partes interesadas para su mejor funcionamiento y consecución de sus objetivos. Así, el proyecto debe contar con el permiso para llevarse a cabo, y preferiblemente deberá ser una decisión apoyada de forma activa por todas las partes implicadas.

En la aplicación particular del método sobre el confort ambiental en espacios de trabajo, es muy importante también que los decisores estén informados y preferiblemente implicados por una cuestión de base: el *Photovoice* debe desarrollarse en horario laboral, por lo que conviene que los altos cargos, dirección, gerencia, y resto de personal decisor estén a favor de estas iniciativas para que los participantes se sientan con confianza suficiente para participar, sin temor a represalias, o a problemas con sus superiores. La confianza y la tranquilidad de los participantes son necesarias en este tipo de acciones participativas, porque si no hay compromiso total por parte de los usuarios involucrados, el proyecto *Photovoice* no concluirá de forma exitosa.

### 6.4. Objetivos de la aplicación del método *Photovoice* en espacios de trabajo.

El objetivo general es conocer de primera mano el estado actual de las condiciones de confort ambiental en las que se encuentran los ocupantes (trabajadores) del edificio. Esto se puede conseguir mediante la aplicación de un método o conjunto de técnicas tales que permitan al usuario de forma relajada, detallada y respetuosa expresar sus propias vivencias, reflexionando sobre ellas de manera crítica, y haciéndolo partícipe en la toma de decisiones tales que puedan generar un cambio del *status quo*.

Los objetivos específicos de la aplicación del método para el usuario y la *comunidad* que representa -el conjunto de los trabajadores del edificio-, son los siguientes:

- Los usuarios toman conciencia crítica de las necesidades energéticas y ambientales del espacio ocupado, especialmente aquellas conducentes a

su bienestar, lo que favorece su **empoderamiento** a nivel individual, y como parte de la comunidad o colectivo, a través del debate sobre los problemas de otros compañeros.

- Los usuarios expresan tales necesidades, las transmiten, hacen partícipes a los demás, creando un grupo consistente, para que la concienciación sea más efectiva y perdure más allá del proyecto (**compromiso** o en inglés "engagement"), siempre de forma clara, voluntaria, consciente y ética para con él y el resto de integrantes del grupo.
- Los usuarios hacen que esas necesidades o debilidades, al igual que las fortalezas, trasciendan a efectos de **acción social** a quienes tengan poder de decisión o resulten influyentes en tales decisiones, reforzados a través de la acción participativa y la actividad y debate grupales, para procurar cambios efectivos y duraderos.

### 6.5. Ventajas de la aplicación del método Photovoice en ambientes de trabajo.

Con respecto al usuario y la comunidad, las ventajas son:

- El usuario se siente escuchado, por lo que se implica más al expresar sus motivos de *discomfort*. Encuentra un medio cómodo para narrar las experiencias propias que de otra forma no podría contar.
- A través de las imágenes el usuario evidencia y apoya su narrativa sobre el *discomfort* ante el resto de participantes y los investigadores-facilitadores, de forma que su testimonio cobra veracidad y en cierto modo mayor "objetividad" ante otros (a través de la evidencia fotográfica), pudiendo entre aquellos compartir vivencias similares.
- El usuario debate con otros participantes sobre aspectos del confort ambiental, reflexionando sobre sus problemas y los de sus compañeros de trabajo, por lo que las causas se refuerzan, y no dependen tanto de interferencias subjetivas (humor, problemas personales, etc.); el grupo hace consistentes aquellos argumentos más comunes, sin dejar por ello de atender a todas las cuestiones que surgen en el debate, pero sí compartiendo y aprendiendo a reflexionar de forma crítica y a tomar decisiones con respecto al cambio de la situación actual y a la forma de hacérselo llegar a los *decisores*.
- A través de la participación grupal se refuerza la capacidad de ser escuchados, pudiendo elaborar entre todo el grupo una información coherente, bien estructurada y basada en testimonios veraces, y hacérsela llegar a los decisores en materia de gestión energética del edificio. De otro modo, ciertas personas a nivel individual, por determinadas causas, nunca llegarían a acceder a estos decisores, y por tanto no lograrían cambiar su estado actual. Es una oportunidad para hacerse escuchar sin miedo a ser represaliados, a sentirse incómodos o significarse frente a sus superiores, lo cual a menudo preocupa mucho a los trabajadores en su ámbito laboral.

Con respecto a los decisores en el ámbito energético del edificio, incluidos gestores y técnicos implicados, esta metodología plantea claros beneficios potenciales:

- Conocer de primera mano la problemática percibida por el usuario, ocupante del edificio.
- Obtener información sobre un grupo de personas, a la que sería imposible

acceder con tal nivel de detalle con otros métodos. Utilizando las técnicas del método *Photovoice*, el usuario se implica más y narra sus propias experiencias sin sesgos, de una forma más detallada y ajustada a sus necesidades. Este nivel de detalle no se conseguiría con métodos cuantitativos, que, como se ha visto en el capítulo 5, tienden a obtener resultados generalizables, objetivos, cuantificables y universalizables, a menudo codificables a través de cuestionarios o encuestas estructuradas, por ejemplo, sin entrar en detalles específicos y particulares del caso de estudio.

- Entender y empatizar con el usuario, recoger experiencias a veces alejadas de resultados obtenidos mediante simulación o de valores de diseño o tabulados. El análisis de estas experiencias descritas una vez recogidas y analizadas puede permitir la aplicación posterior de otras técnicas, estrategias o estudios más convencionales, que permitan la cuantificación de los parámetros intervinientes en el *discomfort* descrito, una vez diagnosticado y de forma más ajustada a las problemática real del edificio. No obstante, un método cualitativo puede arrojar resultados no valorables o cuantificables mediante otros métodos positivistas o cuantitativos, relacionados con la interacción psicológica-de comportamiento-física que se da en el bienestar y confort de los usuarios, y que las técnicas cualitativas sí pueden evidenciar.
- Tener información y argumentos suficientes para elaborar planes de actuación basados en la evidencia de los resultados obtenidos y de su naturaleza, y justificar el acometer proyectos para solventar esas deficiencias de confort
- Establecer estrategias que pueden estar vinculadas a deficiencias en el edificio, en el conocimiento del usuario, o en la interrelación edificio-usuario, lo cual se revelará a través del análisis diagnóstico elaborado con el proyecto *Photovoice*.

#### 6.6. Limitaciones de la aplicación del método *Photovoice* en ambientes de trabajo.

Para los participantes de *Photovoice* como individuos, y para la comunidad, se pueden dar ciertas limitaciones que conviene tener en cuenta:

- Se debe explicitar los riesgos potenciales a los participantes. Esto en el caso de llevar a cabo *Photovoice* en los espacios de trabajo implica entre otras cuestiones abordarlo en horario laboral, lo que puede conducir a tensiones y temores por parte de los participantes. Para ello los facilitadores deberán ser intermediarios entre ellos y sus superiores, informando previamente a todas las partes interesadas, para que no existan ni temores por parte de los trabajadores participantes, ni por parte de los decisores, que puedan interpretar otras intenciones. Por otra parte, hay que saber distinguir desde el rol de los participantes entre reflejar cosas que no gustan, destacar cosas a cambiar, y mostrar el trasfondo de aspectos especialmente sensibles. Minkler establece que “el “no querer hacer daño” se puede convertir en mantener más el *status quo* que en pretender cambio” (Minkler, 2003).
- El juicio personal puede interferir en los diferentes niveles de representación en *Photovoice*: quién toma la foto, qué se fotografía (y qué no), quién elige la foto a debatir, o la foto a exponer, entre otros. Sin embargo esto no es ajeno a otros métodos, por ejemplo a las encuestas, donde el planteamiento análogo llevaría a preguntarse quién diseña el cuestionario, qué se pregunta

y qué no, quién analiza los datos, y qué componentes se informan. “*Todas las metodologías esconden tanto como revelan*”.

- El proceso participativo podría evidenciar desigualdades materiales y de *estatus*. Para evitar el perpetuar esas desigualdades, habrá que prever en la planificación de *Photovoice* esta posibilidad, por ejemplo si la participación será muy heterogénea.
- Las fotografías son fáciles de reunir pero difíciles de analizar y resumir porque producen abundancia de datos complejos, posiblemente difíciles de tratar. En este sentido un buen planteamiento inicial enfocado hacia el método de análisis puede ser un buen comienzo para evitar ciertas dificultades y organizar mejor los datos que se vayan obteniendo.
- El acceso a algunas *comunidades*<sup>2</sup> a menudo requiere de mediación activista, grupal, representativa, o directamente de dirigentes, decisores o y demás intervinientes en temas sociales, mercantiles, que faciliten la comunicación con este grupo de personas, lo cual también habrá que tener presente en la planificación.
- Los ideales metodológicos establecidos en la etapa de planificación pueden no coincidir con la realidad. Es posible por ejemplo que la gente no se deje grabar, que sospechen, que se vean comprometidos o que teman posibles problemas, como represalias, aislamiento, despidos, u otras consecuencias negativas. Esto se agrava con el compromiso temporal que deben adquirir para realizar la investigación completa. Sin embargo, existen mecanismos para evitar que esto pase, si se organiza e informa convenientemente a todas las partes.
- Pueden darse limitaciones a la hora de presentar determinadas ideas abstractas a través de las imágenes. Esto puede ser compensado, por ejemplo, con la contextualización que acompaña a la foto, y desde luego con la imaginación y creatividad de los participantes.
- Indagar en algunos aspectos sensibles de la relación del trabajador con su entorno, e incluso con otros trabajadores o participantes, puede causar sentimientos negativos.
- Los resultados reales de las actividades del *Photovoice* pueden no ser tan significantes como se esperaba para los miembros de la comunidad.

Análogamente, para los decisores y para el facilitador-investigador, pueden existir otras limitaciones:

- Hay que considerar siempre la posibilidad de que algún participante desista en cualquier momento, sin finalizar el proceso,
- Tener en cuenta si existe un coste de equipamiento y desarrollo que necesite fuente de financiación, para prever gastos,
- Si se aporta equipamiento (cámaras por ejemplo), contemplar la pérdida o el daño de material prestado como riesgo posible,
- *Photovoice* requiere de ciertas habilidades por parte de los facilitadores e investigadores para completar su proceso y las actividades relacionadas. Para algunos investigadores, especialmente los noveles, el trabajo comunitario o grupal puede resultar una experiencia nueva y ajena a ellos
- Los participantes hacen continuas elecciones sobre la temática de sus fotos. También eligen lo que omiten en ellas, y esto tendrá un resultado en el

proceso final, puesto que lo que no surge en las fotos puede no ser tratado en los debates y por tanto puede no evidenciarse en ningún momento del proceso *Photovoice*

- Debido a consideraciones éticas, y al deber de solicitar a los fotógrafos los consentimientos a terceros, puede ocurrir que se fotografíen menos sujetos humanos o cosas relacionadas con otras personas.

### **6.7. Propuesta de planificación del proyecto *Photovoice* para el confort ambiental del usuario en espacios de trabajo.**

La planificación en el caso de *Photovoice* es especialmente importante, por múltiples cuestiones. A continuación se van a abordar uno a uno los asuntos más relevantes en los momentos iniciales del proyecto *Photovoice*.

#### *6.7.1. Definición de los distintos roles: participantes, fotógrafos, facilitadores, audiencia objetivo.*

Por su naturaleza de investigación participativa, en *Photovoice* se debe conocer a qué personas se dirige el estudio. Es lo que se conoce en inglés con el término "*target*", o "*target audience*", aunque aquí se distingue este último término para dirigirse a un determinado sector de las partes implicadas en *Photovoice*. Esto es, mientras que los participantes de la toma de fotos y de las sesiones son en principio nuestro "*target*", en alusión a lo que se ha denominado también "*comunidad*", la denominada audiencia objetivo serán aquellos decisores o personas influyentes en la toma de decisiones. Estas personas deben quedar previamente determinadas, para contactarlas en las primeras fases del desarrollo de *Photovoice*. Así, se fomenta la pluralidad de visiones en cuanto a la evidencia del problema, estos pueden formar parte activa del proceso, y su implicación probablemente llevará a un mayor índice de éxito del proceso completo.

Se plantean como participantes, para el tema de investigación, aquellas personas con el siguiente perfil:

- ✓ Personas activas laboralmente
- ✓ Trabajan de forma habitual en despachos o áreas dentro del edificio o edificios de estudio
- ✓ Tienen contrato por cuenta ajena o dan servicios en el mismo edificio
- ✓ No ocupan lugares de relevancia en la gestión energética del edificio donde trabajan (a menos que se incluyan en las sesiones miembros de la *audiencia objetivo*, en cuyo caso se advertirá con antelación)
- ✓ A ser posible tampoco tendrán conocimientos específicos en sobre el uso de la energía en el edificio, más allá que los de mero usuario. De tenerlos, si es una cuestión que se puede saber *a priori*, se desarrollará un cuestionario del perfil del usuario que albergue preguntas a ese respecto, para establecer estrategias grupales que consideren la heterogeneidad del grupo.
- ✓ Sería conveniente que llevaran al menos un año completo trabajando en el mismo lugar, ya que así podrán conocer los requerimientos y diferentes fenómenos asociados al *discomfort* que se pueden dar en su espacio de trabajo. Sin embargo, si el estudio lo permite, se pueden ajustar los requerimientos de permanencia mínima en el centro o despacho al periodo

estacional que se quiera estudiar y al planteamiento o estrategia perseguida por *Photovoice*.

Como se ha comentado en el capítulo anterior, el número ideal de participantes se sitúa entre 7 y 10. Esto se debe a que la comunicación verbal entre personas cuando se dan grupos con temática abierta a veces resulta compleja, y el tratamiento de datos y su posterior análisis (basados en gran parte en los discursos grupales grabados y transcritos), se hace inmanejable si son más personas. Hay que garantizar por otra parte la calidad de la información que ellos facilitan con sus testimonios, y eso también se traduce en tiempo de escucha y de debate. Si son muchas personas, no podrán expresarse, se producirán jerarquías entre los más habladores y los más tímidos, y el desinterés o el sentimiento de impotencia se apoderará de algunos participantes. Esto nunca debe ocurrir, por lo que tener en cuenta a todos es vital para la consecución exitosa del método. En todo caso, si los grupos son heterogéneos y se puede contemplar algún tipo de estrategia por interés metodológico homogeneizando subgrupos, se puede establecer esta variante, siempre que se justifique convenientemente.

Un aspecto a tener en cuenta es que no todos los participantes tienen por qué tomar fotos. No todos tienen que ser fotógrafos. Los fotógrafos serán aquellos que libremente y sin perjuicios decidan tomar fotos para evidenciar sus reflexiones de las experiencias vividas. Partiendo de que cada participante debe sentirse libre y cómodo durante el *Photovoice*, ellos deben conocer la condición de voluntario del proyecto, las consecuencias éticas y de privacidad – que se desarrollarán más adelante- que aceptan al participar, y que pueden abandonar en cualquier momento. Tras esto, ellos deciden si quieren tomar fotos o sólo participar en el debate, aunque lo ideal es que todos cumplan ambas funciones.

El facilitador o facilitadores, normalmente son los propios investigadores o técnicos que van a acometer el estudio. Conviene que, además de profundo conocimiento sobre la configuración energética y ambiental del edificio, hayan tenido una formación previa y/o experiencia en la aplicación de técnicas o métodos de *acción participativa*, métodos cualitativos, o incluso hayan aplicado *Photovoice* previamente. Es preferible que la investigación la respalde un comité o grupo de expertos transdisciplinar para la toma de decisiones conjuntas en ciertos momentos del transcurso de *Photovoice*, como la recogida de datos, o el análisis de los mismos. Si no fuese posible, la metodología aún sería viable con un técnico con conocimientos previos sobre esta, y suficiente criterio ético y profesional al respecto para llevarla a cabo.

El cometido de los *facilitadores*, a grandes rasgos, consiste en fomentar el diálogo en grupo, el debate, guiarlos para que no se estanquen en cuestiones poco relevantes o se dispersen, que no haya vacíos o falta de comunicación, y también que establezca las pautas para el correcto funcionamiento y la consecución de tareas establecidas según la planificación del *Photovoice*.

La audiencia objetivo, a la que ya se ha referenciado en múltiples ocasiones, estará compuesta por todas aquellas personas influyentes o cargos relacionados con la gestión y toma de decisiones en materia de energía en el edificio, confort de usuarios, o cualquier aspecto relevante con respecto al tema del que se trata. En este sentido, la dirección o gerencia del centro, sus principales investigadores o jefes, directores de departamentos o unidades, y cargos técnicos relacionados con estos ámbitos del edificio deben estar al tanto de la iniciativa, si es que no ha partido de ellos, así como facilitar todas las cuestiones organizativas, de recursos, y de libertad de asistencia a los trabajadores a las reuniones, con tal de garantizar el éxito del proceso *Photovoice*.

En cuanto a su asistencia a las reuniones, serán los *facilitadores* o investigadores en general, quienes decidan si los miembros de la *audiencia objetivo* deben participar en las sesiones de *Photovoice*, según lo crean positivo o no. No obstante, si se considera oportuno se les mantendrá convenientemente informados del desarrollo de las sesiones, y se les hará partícipes de forma activa en la parte final, a través de la comunicación de todos los hallazgos obtenidos, para que tomen buena nota, y se actúe a favor del cambio necesario de forma efectiva.

#### 6.7.2. Organización de toma de datos

Puesto que *Photovoice* es un proceso grupal, de *acción participativa*, la investigación del propio grupo se va desarrollando y co-construyendo a lo largo del propio proceso, de la celebración de las sesiones, lo cual genera una cantidad de datos importante, a la que en determinado momento se le superpone el análisis de dichos datos. Ambas fases irán de la mano hasta casi la finalización del proceso *Photovoice*. Por tanto, manejar distintos tipos de datos en una secuencia temporal determinada es una tarea que debe estar bien planificada *a priori*, máxime si se deben ir analizando a la par.

#### 6.7.3. Recursos: material necesario y lugar de reuniones.

Para la ejecución de *Photovoice* se necesitan ciertos recursos que hay que prever. Entre ellos se encuentran:

- Material para la toma de fotos: hay que plantearse inicialmente cómo va a ser ese material. ¿serán cámaras prestadas por el propio proyecto? ¿serán desechables, digitales, etc.? ¿las aportarán los propios participantes? ¿serán las propias cámaras de los teléfonos móviles? En ese caso, ¿qué requisitos mínimos han de ser exigidas a esos dispositivos? Estas y otras preguntas deberán responderse de inicio para el planteamiento de presupuesto inicial, y disposición efectiva del material en el momento de comenzar el proyecto. Aun así, como pasa en múltiples facetas de este proyecto *Photovoice*, esta planificación estará sujeta a posibles cambios de la mano de los participantes y la adecuación al propio grupo.
- Material y lugar de celebración para las reuniones: de forma análoga, la planificación de las sesiones *Photovoice*, de las que se hablará a continuación, implica el desarrollo de unas actividades grupales entre los participantes, y para ello se necesita cierto material. Este puede constar de:
  - material para escritura (papel, lápices o bolígrafos, etc.)
  - canal de comunicación con los participantes, repositorio o soporte de acopio de material digital (servidores tipo *dropbox* o *google drive*, intranet, mensajería instantánea con aplicaciones tipo *Whatsapp*, entrega personal mediante *pen drive*, *e-mails*, etc.)
  - espacio para las reuniones: conviene que este sea un espacio donde se pueda dialogar tranquilamente, sin ser molestados ni molestar, suficientemente aislado, a ser posible siempre el mismo, y que cuente con material de proyección o anotaciones suficiente según el modo de elección de trabajo con los participantes (en este caso, puede ser positivo contar con un ordenador en la sala, un proyector para ver las fotos o los distintos formularios, una pantalla de proyección, conexión a internet, pizarras o formatos

grandes de papel para hacer anotaciones grupales, mapas de conceptos, entre otros).

- Material audiovisual para las reuniones: conviene pensar por adelantado si se van a registrar las sesiones mediante grabación audiovisual de algún tipo, por lo que al menos una grabadora o videocámara serán necesarias. Esto a su vez hay que tenerlo en cuenta en el apartado de análisis de datos, ya que para analizar el discurso (aunque sea grupal) normalmente se utiliza el análisis de transcripciones *verbatim*<sup>1</sup>, que después podrá complementarse con mapeado de conceptos, *software* de análisis cualitativo, o minería de texto, aunque para estas técnicas siempre hará falta la transcripción previa de las grabaciones.
- Material para la organización y tratamiento de los datos: en este caso, el material es para los investigadores, y serán sendos ordenadores, una impresora a color para el trabajo en las sesiones con las fotos (mejor dejar el trabajo en papel para la selección y categorización), carpetas temáticas de archivo para cada entrega documental en formato físico, programas informáticos de tratamiento y análisis de datos cualitativos, entre otros.

#### 6.7.4. Definición temporal del proyecto. Duración y periodo de interés.

Dada la finalidad del estudio – que no es otra que conocer las condiciones de confort ambiental de los usuarios-, hay que definir los aspectos temporales dentro de los cuales se pretende desarrollar Photovoice. No es lo mismo diseñar un estudio Photovoice en un momento puntual debido a una causa concreta (por ejemplo, una mudanza reciente dentro del edificio de determinado número de ocupantes), o bien querer realizar el estudio en un periodo significativo con el fin de recopilar la mayor parte de las variaciones climáticas sobre el espacio de análisis y la interrelación con sus ocupantes (podría tratarse entonces de dos fases en las estaciones climáticas extremas, verano e invierno; o bien al menos verano, invierno y una media estación; o bien todo un año).

En cualquier caso, e independientemente de la duración del periodo de estudio, hay que tener en cuenta que desde la recopilación de datos y su análisis, hasta la finalización del proceso Photovoice deben producirse en ese periodo de tiempo. Las sesiones, con una previsión de cierta flexibilidad adaptativa a las necesidades potenciales de los participantes incluida, deben estar comprendidas en ese periodo.

Conviene evitar así que el desfase entre la época climática causante de determinado efecto de desconfort, y la toma de fotos y testimonios, originando que estos últimos sean más vagos, aludiendo a falta de memoria, olvidando ciertos aspectos del *disconfort* por no estarlo experimentando en el momento de realizar las tareas del proyecto, o simplemente perder la posibilidad de contar con ciertos datos relativos a las experiencias por no poder hacer la foto en el periodo establecido para ello. Por ello, en caso de necesitar repetir alguna tarea, pueden los participantes contar con más tiempo para realizarlo, sin que el estudio se vea mermado por falta de datos. La veracidad de la información aportada debe ser completa.

---

<sup>1</sup> Desde un análisis lingüístico, "*verbatim*" significa la reproducción fidedigna de una secuencia textual desde una fuente a otra. Se utiliza en técnicas o métodos que implican transcripciones verbales que utilizan por ejemplo soportes audiovisuales para registrar el texto por escrito respetando su integridad y orden.

En otros estudios la replicación puede resultar fácil, pero para el caso del que se trata, en el que la interacción climática con el edificio y el usuario es decisiva, sólo se pueden obtener resultados fiables realizando todas las fases del proceso dentro del periodo temporal elegido.

6.7.5. *Planificación de las sesiones y agenda de Photovoice.*

La planificación es importante para el reclutamiento de los participantes y para la exposición del proyecto ante estos y en general ante todos los implicados en la consecución de *Photovoice*. Esto es principalmente importante en un proceso como este, ya que el estudio se desarrolla en horario laboral, y esto puede generar cierto desasosiego tanto en los propios participantes como en sus superiores a la hora de darles permiso para participar, o bien puede ser motivo de que algunos *decisores* o personas influyentes entiendan que interfiere demasiado en las tareas diarias de los trabajadores. Por tanto, la exposición clara del *número de sesiones, duración del proceso completo, y duración de cada sesión aproximada*, será de ayuda para establecer una estrategia que a la vez que se optimiza para el mejor desarrollo del proyecto y sus objetivos, convenza lo suficiente a las partes interesadas. Y eso es relevante a su vez porque, del grado de compromiso de los participantes, y de la sincera comunicación y confianza entre estos y los investigadores, va a depender principalmente el éxito de este estudio.

En la siguiente tabla se resumen las sesiones establecidas para la aplicación del *Photovoice* en este tipo de estudios. Asimismo, se plantean las tareas propuestas para cada sesión, y tareas para casa, no presenciales, preparatorias para la sesión posterior, de implicación individual. Esta tabla es orientativa, y se establece un mínimo entre las sesiones de una semana, aconsejándose no superar las dos semanas entre dos sesiones consecutivas:

S	Título de sesión	Tareas en grupo durante la sesión	Tareas "para casa" tras la sesión
0	<b>PRESENTACIÓN</b> del Proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conocer a posibles participantes</li> <li>- Presentar proceso, tema de estudio, objetivo, y nº de sesiones previstas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reflexión: participación y compromiso</li> <li>- Tomar fotos de prueba para presentación y debate el próximo día.</li> </ul>
1	Detalles del Proyecto, y Uso de la cámara (fotógrafo profesional). <b>SELECCIÓN</b> de fotos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Los participantes traen unas 5 fotos (se valora más la calidad de lo que reflejan que la cantidad de fotos)</li> <li>- Aclaraciones sobre temas éticos, riesgos potenciales, consentimiento informado (C.I.)</li> <li>- Indicaciones sobre uso y técnica de cámara.</li> <li>- Rellenar el SHOWeD de una foto al menos (ideal, de todas).</li> <li>- expresar primeras experiencias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traer consentimientos informados firmados, entendidos y aceptados.</li> <li>- Traer encuesta de datos demográficos y otra información rellena.</li> <li>- Elaborar SHOWeD de las fotos más significativas (5 máximo), a ser posible de todas las realizadas por el mismo participante.</li> </ul>

2	Encuentro grupal <i>Photovoice</i> como co-investigadores. <b>CONTEXTUALIZACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Debate sobre la experiencia de hacer fotos, vivencia personal, retos individuales relacionados</li> <li>- Mostrar las 5 fotos seleccionadas por cada uno y contextualizarlas</li> <li>- Poner en común los <i>SHOWeD</i> de las fotos, contar la intencionalidad reflejada en ellas.</li> <li>- Describir dificultades encontradas para rellenar el <i>SHOWeD</i>, aclaraciones, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Traer fotos definitivas, previamente seleccionadas con criterio personal y <i>SHOWeDs</i> de cada una rellenos, si no se ha hecho aún.</li> <li>- Enviarlas previamente a la persona responsable para la preparación de la sesión antes de fecha límite.</li> </ul>
3	Debate sobre fotos. <b>CODIFICACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ver y debatir fotos definitivas a nivel grupal (estimular a otros, reflexionar, potenciar el grupo)</li> <li>- Clasificar y codificar las fotos en grupo y temas relacionados (confort, positivo/negativo,...)</li> <li>- Proponer soluciones para las necesidades reflejadas en las fotos.</li> <li>- Establecer subgrupos en caso de considerarse necesario.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proponer más reuniones en el tiempo si fuese necesario para seguir motivándolos</li> </ul>
4 a 6	Análisis de datos y selección para <b>ACCIÓN SOCIAL.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Con todo entregado, el grupo prepara la presentación de <i>Photovoice</i> ante la comunidad y la audiencia objetivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaborar documentos finales: informe, <i>fotolibro</i>, exposiciones, etc sobre el trabajo <i>Photovoice</i> y sus resultados.</li> </ul>

**Tabla 6.1.** Cuadro de planificación del proceso *Photovoice*. Elaboración propia a partir de Palibroda, Krieg, Murdock, Havelock (2009).

El proyecto *Photovoice* para espacios de trabajo se prevé con una duración media de cinco semanas; un rango entre cuatro y seis sesiones semanales parece razonable. No obstante, según el ritmo de trabajo del grupo, las dudas que presenten los participantes o la velocidad de respuesta en cuanto a los *entregables*<sup>2</sup>, puede que se necesite alguna sesión adicional no contemplada de inicio.

Durante ese tiempo, será necesario acudir a las reuniones establecidas en el apartado anterior. Es importante que el participante perciba durante todo el proceso que es un acto voluntario, libre, sin presiones, y revocable en cualquier momento sin tener que justificar su abandono.

En este sentido, aunque se ha demostrado en revisiones sistemáticas que las investigaciones más longevas conllevaban mayor nivel de empoderamiento y mejores índices de acción social y logros a nivel comunitario (Catalani & Minkler, 2010), el *Photovoice* en espacios de trabajo sólo podría responder a ese patrón si la iniciativa se llevara a cabo como estrategia del propio Centro, insertándola en algún programa a medio-largo plazo, de forma que los trabajadores no vean amenazado su puesto laboral, o mermadas sus capacidades de resolución de sus quehaceres diarios, su productividad, y que esto afecte a sus empleos. De no ser así, más de cinco sesiones puede llevarlos a cierto desasosiego, especialmente si las sesiones se producen demasiado cercanas en el tiempo. Contrariamente, si se espacian demasiado, se corre el riesgo de que el interés por la actividad y los resultados a obtener mermen y finalmente el grupo se disgregue.

<sup>2</sup> Se refiere a la adopción en español del término en plural "deliverable", jerga en proyectos investigación relativa a documentos que suponen hitos en el proceso del estudio. En este caso hablaríamos de cuestionarios, formularios, fotografías, categorizaciones, y todo aquel material que físicamente se aporta por parte del participante para contribuir a la consecución de la investigación.

#### 6.7.6. Preparación del dossier informativo a los participantes potenciales.

Análogamente a lo expuesto en el punto anterior, conviene planificar para dejar bien definidos los *objetivos*, *metodología*, aspectos relacionados con la *ética* y el *respeto* en todo el desarrollo del proceso, y los *beneficios potenciales* derivados de la participación en el proceso *Photovoice* entre otros, tal que su definición quede explícita a la hora de exponerla ante todas las partes interesadas, es decir, potenciales participantes, *audiencia objetivo* y personas influyentes en toma de decisiones, evitando en la medida de lo posible la declinación de la invitación, o la proliferación de obstáculos para el transcurso correcto de *Photovoice*.

En el *dossier* que se le facilite a los participantes, se deben detallar, además de la definición del proyecto, objetivos y beneficios de su participación, todas aquellas cuestiones más sensibles, que están relacionadas con la privacidad y seguridad, con la autoría de las fotos, con el consentimiento informado y consentimientos de terceros, y si fuera necesario, con la confidencialidad de los datos y resultados obtenidos en el estudio *Photovoice*.

Asimismo, se recalcará la condición de voluntaria de la participación en *Photovoice*, revocable en cualquier momento sin la menor justificación. Se declarará el entendimiento del proceso y lo que implica, y se firmará para que quede constancia de su conformidad por parte de cada participante.

#### 6.7.7. Gestiones para la sesión fotográfica y otros medios audiovisuales.

*Photovoice* se basa principalmente en la toma de fotos y el discurso grupal en torno a su debate, por lo que técnicamente es aconsejable, como parte del propio proceso *Photovoice*, incluir cierta formación sobre fotografía, a fin de que los participantes puedan explorar con más recursos la expresión de sus reflexiones en torno al tema de investigación. Esto supone contar con una persona adecuada con antelación suficiente para poder preparar una sesión técnica sobre cuestiones fotográficas y exponerla ante los participantes. Los contenidos, la duración de esta sesión de entrenamiento fotográfico, y el calendario elegido para realizarla deben quedar previamente fijados.

Esta formación será conveniente realizarla en la primera sesión (descontando la sesión informativa de reclutamiento, denominada *sesión cero*). Su duración dependerá del interés generado y de los objetivos de *Photovoice*. Sin embargo, existe cierta controversia en la literatura sobre si es indicado dar formación a este respecto, o si por el contrario se puede generar una manipulación del aspecto creativo de los participantes (Wang, 1999; Harrison, 2002; Hergenrather et al., 2009; Catalani & Minkler, 2009). La recomendación metodológica general al respecto es llegar a un equilibrio entre el aprendizaje del participante, el empoderamiento de este frente a la cámara (tal y como se concibió en la metodología originalmente), y la expresión personal de cada uno de ellos a través de la lente.

Por otro lado, ya que se aborda la cuestión de los medios audiovisuales, puede ser conveniente que, aunque el facilitador o facilitadores y los investigadores tengan previsto grabar ellos mismos las sesiones *Photovoice* y tomar algunas fotos mientras se debate, también puede ser positivo tener trato con la persona encargada del soporte audiovisual del centro, y que esta conozca el calendario de sesiones, por si se necesitara apoyo extra con recursos electrónicos, algún imprevisto con la proyección del material a los participantes, o con material de grabación extraordinario, entre otros asuntos.

## 6.8. Propuesta de desarrollo del proceso *Photovoice* para espacios de trabajo.

A continuación se presenta el desarrollo del proceso *Photovoice*, incluyendo las cuestiones organizativas iniciales, tanto de la investigadora como de los participantes, la planificación de sesiones con los participantes y tareas relativas a cada sesión, recogida y análisis de datos, propuestas de acción social basadas en los resultados, y comunicación a la *audiencia objetivo*.

### 6.8.1. Primer contacto con la audiencia objetivo y los participantes.

En esta fase del proceso la acción principal consistirá en atraer individuos de la *comunidad* de estudio (usuarios en sus espacios de trabajo) interesados de inicio en la actividad, e invitarlos a participar en el proceso *Photovoice*. Estos podrán formar parte como participantes, participantes-fotógrafos, o *audiencia objetivo*.

Cada rol tendrá sus propias tareas específicas:

- Tareas del participante: Crear fotografías que eventualmente educarán a otros, crearán conciencia y entendimiento del tema social. Estas fotos serán contextualizadas, y debatidas grupalmente.
- Tareas de la *audiencia objetivo*: Proveer *feedback* a fotógrafos, compartir resultados del proyecto, proveer un grupo específico de habilidades o experiencia en redes o con conexiones específicas, o habilidad para influir en la toma de decisiones.
- Tarea del facilitador: establecer un nexo entre los participantes con la *audiencia objetivo*. Apoyar al grupo para la correcta consecución del proyecto *Photovoice*.

Las tareas principales por tanto serán en esta fase establecer *quién es quién*, y por tanto poner nombres y apellidos a cada uno de estos roles.

### 6.8.2. Información y reclutamiento de los participantes potenciales

Es aconsejable, en este momento inicial del proceso, que algunos de los participantes potenciales conozcan más en profundidad la oportunidad que supone la aplicación de *Photovoice*. Los más interesados de inicio, por ejemplo, pueden servir de participantes expertos, que promuevan la participación invitando a otros usuarios del edificio. Esto lo pueden hacer vía informal, con el boca a boca, por ejemplo. También se puede invitar por vía formal (anuncios, pósters, noticias, invitaciones,...). Mientras más diverso sea el grupo, más enriquecedora podría ser la experiencia. Las condiciones que se necesitan básicamente son estar dispuestos a ser activos, implicarse en las acciones, tener ganas de aprender y de ampliar destrezas o habilidades. Deben saber que el compromiso es a medio-largo plazo, y estar dispuestos a compartir sus experiencias con otros miembros de la *comunidad* o con el público, a través de eventos o medios de difusión del conocimiento adquirido y los resultados obtenidos (Wang, 1999).

Dado que este proyecto *Photovoice* se plantea en el entorno de trabajo, una de las condiciones que surgen como preocupación generalizada entre los participantes potenciales de este proyecto es la duración del mismo tanto en extensión de tiempo total, como en cada una de sus sesiones. Por este motivo, se plantea la cuestión de condensar al máximo el número de sesiones a establecer,

siempre sin perder ninguna de las tareas a realizar.

En el reclutamiento influirán cuestiones como la invitación, formal (mediante *e-mail*, llamadas institucionales) e informal (*flyers*, avisos mediante carteles, correos informales, *boca-a-boca*, invitación a través de terceros) a participar en las sesiones *Photovoice*, como la sesión informativa, o *sesión cero*. En esta sesión es importante esclarecer todo lo que relacionado con el compromiso entre el participante y el proyecto, los aspectos del *Photovoice* que deben conocer antes de saber si quieren involucrarse o no, y otras cuestiones más sensibles como la ética o la confidencialidad, además de los beneficios de formar parte de tal proyecto.

Por otra parte, se comprometerán a mantener un ritmo constante en las sesiones para que estas no se prolonguen demasiado, lo cual se llevará a cabo dinamizando al grupo en momentos de poca participación, así como moderando las intervenciones para evitar que se produzcan monólogos, procurando que se desarrollen de forma clara, concisa y relevante.

#### 6.8.3. Información sobre el método *Photovoice* y objetivos del estudio. Información de consentimiento informado.

La reunión inicial o *sesión cero* se establecerá para detallar cuestiones sobre el significado de la participación en el proyecto *Photovoice*, familiarizar al grupo con temas subyacentes al uso de cámaras, ética y respeto hacia los demás, beneficios de formar parte de una iniciativa como *Photovoice*, riesgos potenciales para los participantes y cómo minimizar estos últimos.

Una vez que toda la información está clara, el consentimiento informado, facilitado junto al *dossier* informativo en la *sesión cero*, será firmado por los participantes, como se ha explicado anteriormente, lo que conlleva el entendimiento completo de la implicación personal, y la buena fe del participante de actuar en todo momento de forma respetuosa, ética, sin hacer daño a terceros, ni sentirse coaccionado en ningún momento. Además, darán su permiso para ceder las fotos, así como las grabaciones de las sesiones, y reconocerán la confidencialidad del estudio.

Por otra parte, se preguntará a los participantes potenciales si cuentan con teléfonos móviles con cámara y memoria suficiente para tomar algunas fotos, y si tienen interés suficiente como para participar en la asistencia a un número determinado de sesiones, así como en algunas tareas adicionales, como la toma de fotos y rellenar algún cuestionario necesario.

Por último, en esta sesión se debería dar a conocer el propósito de mejora comunitaria de este tipo de iniciativas, por lo que se debe enfatizar el propósito de influenciar a los tomadores de decisiones del edificio, debatir la responsabilidad y la autoridad conferida sobre el fotógrafo que toma la cámara, y buscar la acción conjunta para el cambio a través del grupo.

Los investigadores y facilitadores (si es que son personas diferentes en el mismo equipo de trabajo) deberían ser conscientes de su responsabilidad sobre el bienestar de los participantes, y deberían facilitar un debate efectivo con los estos para resolver cualquier inquietud u obstáculo que les haga dudar, sentirse incómodos, o malestar por alguna cuestión particular. El diálogo y la facilidad de soluciones son claves en la consecución de *Photovoice*.

#### 6.8.4. Entrega de fotos de prueba. Entrega de consentimientos informados. Entrenamiento fotográfico.

Es importante que en las primeras sesiones del *Photovoice* se vayan configurando el total de fotografías con las que el grupo (o subgrupos) van a trabajar en las próximas sesiones. Se podría establecer cierto margen de entrega, si por alguna razón no se ha encontrado la foto que refleja el efecto deseado o buscado, pero lo más indicado es que durante esta primera sesión se tengan al menos algunas fotos de prueba para poder trabajarlas durante esta reunión, expresar a través de ellas cuantas dudas puedan surgir, y que así los participantes puedan ir entendiendo realmente el proceso, y compartir las experiencias a nivel de grupo.

Estas imágenes deberían ser enviadas previamente a los investigadores o facilitadores, a fin de poder organizarlas en algún formato que se pueda mostrar al resto del grupo (bien a través de proyecciones digitales, o bien en papel, quizás menos funcional si el grupo tiene cierta entidad, por ejemplo 8 o 10 personas). Como propuesta, sería interesante proyectar estas fotos con la pequeña descripción que su autor o autora haya añadido, a modo de pequeña descripción contextualizadora o explicativa de la reflexión o circunstancia que le ha llevado a hacer la foto, sus intenciones. Así, el resto de participantes contará con toda la información sobre el contexto de la foto, y podrá focalizar mejor la intención. Esto puede resultar especialmente útil porque las imágenes que se presentaran podrían reflejar la combinación de más de un problema, o que la circunstancia reflejada concatenase una serie de carencias relacionadas entre sí, o con diversas consecuencias (por ejemplo, un problema de ruidos, a la vez que suciedad en una rejilla, o descompensaciones en el caudal de climatización). De este modo, el grupo podría entender mejor cuál es la problemática más relevante en la imagen, y podrá posteriormente categorizar de forma más ajustada al problema real mostrado por el fotógrafo.

Para la presentación al grupo, podría resultar más conveniente la proyección en pantalla de las imágenes no definitivas, para que su autor hiciera los comentarios pertinentes sobre la situación reflejada y su intención. Con esta acción puede surgir que algún participante o el facilitador hagan preguntas relacionadas, y se establezca así cierto debate.

En este punto, es importante que el facilitador o investigadores acuerden si la descripción se puede tomar como otro testimonio más a nivel individual del autor de la foto, al igual que ya lo fuera su cuestionario *SHOWeD* relleno, o si por el contrario prevalece cierto interés por un debate inicial sobre la foto. En este sentido parece más apropiado dejar expresarse inicialmente al fotógrafo, hacer hincapié sobre su intencionalidad en la foto, ya que los participantes no tienen información alguna aún sobre la foto y su contexto, y necesitan toda esa información para trabajar sobre las imágenes posteriormente.

Puede ser que en estos momentos ya surjan las primeras observaciones a nivel grupal sobre consenso, o reflejo de problemas más comunes, mediante la intervención de otros participantes cuando observan una carencia a través de la foto de otra persona. Estas cuestiones deberían dejarse fluir sin que tomen tiempo excesivo de la sesión, para poder inspirar otras fotos definitivas, o como análisis de datos una vez se transcriban las grabaciones de dichas sesiones.

Otro aspecto relevante de esta sesión será la entrega de consentimientos informados firmados. La planificación de las sesiones establece de inicio que en la sesión una, si se va a registrar mediante grabación, se debe disponer

previamente de los consentimientos cumplimentados y firmados. De no ser así, la sesión no se debería celebrar.

A su vez, como muy tarde en esta sesión, se les debería hacer llegar a los participantes un cuestionario sobre datos demográficos, nivel de estudios, y grado de conocimiento energético o prácticas llevadas a cabo en casa o en el trabajo por iniciativa propia. Este cuestionario se podría haber facilitado en la sesión cero, junto con el resto de consentimientos e información del proyecto. Eso quedará en la decisión de los investigadores o facilitadores. También se podría considerar que hasta no tener un grupo más firme de participantes ya comprometidos, que se consolidase en la sesión uno, no se confeccionase el cuestionario sobre la información relevante de los participantes, hasta comprobar qué aspectos determinantes del grupo puede interesar evaluar.

Por otro lado, hay que valorar si la profusión de documentos inicial en la sesión cero podría abrumar al participante y hacer que mermase su interés o creyese que la exigencia de información podría ser una constante. Para evitar la desmotivación, se podría escalonar la entrega de documentación, y el cuestionario puede ser trasladable a la sesión uno, y que sea entregado durante la sesión dos, a menos que se considere su información vital para constituir algún aspecto de las sesiones de una u otra forma según tales datos. Bajo la experiencia en la literatura al respecto, no parece ser el caso.

No obstante, debería existir un equilibrio entre la flexibilidad en la exigencia de documentos firmados, y el retraso en la entrega de los mismos, puesto que posteriormente se solicitarán otros documentos y no convendría que se les acumulasen estos sin rellenar, puesto que el facilitador no debería presionar al usuario participante, para no sentirse obligado en cierto modo. Si se considerase oportuno, se destinará un tiempo de las sesiones a rellenar estos formularios. La ventaja es que se podrían de inmediato. La desventaja es que podría no contarse con demasiado tiempo por estar en horario laboral, por lo que sería prioritario destinarlo a otras tareas grupales. Eso deberán decidirlo los facilitadores y/o investigadores.

Al finalizar la sesión uno se planteará el entrenamiento sobre cuestiones relacionadas con la toma de fotografías. La sesión de formación fotográfica se llevará a cabo por parte de un profesional, preferiblemente, o alguien con experiencia reconocida en este campo. Si bien no se pretende que los participantes acaben siendo profesionales en este ámbito, ni interferir en el aspecto creativo de los participantes, como se estableció en el epígrafe 6.7.7. de este capítulo, sí que será interesante que aprendan algunos trucos sobre cómo plasmar mejor la intención en la imagen sobre la carencia detectada. Esta formación, reminiscencia de los comienzos del *Photovoice*, cuando se trabajaba sobre población vulnerable y sin apenas conocimientos o formación, era esencial para conseguir resultados acordes con los intereses de la investigación. No obstante, dada la amplitud de personas que podrían formar parte del cuerpo de trabajadores de un edificio, y simplemente como formación adicional, podría resultar pertinente mantener esta parte de la metodología en su aplicación.

Finalmente, dependiendo del tipo de soporte para la toma de fotos que se quiera utilizar (*smartphones*, cámaras desechables, cámaras digitales, etc) la sesión fotográfica se podrá personalizar hacia el uso de determinados dispositivos y sus posibilidades concretas.

#### 6.8.5. Primer debate sobre las fotografías. Presentación y adecuación de métodos de debate. El SHOWeD y otros métodos de reflexión sobre las fotos.

Una vez expuestas las imágenes provisionales por parte de sus autores, y esclarecidas las dudas posibles, si quedase tiempo en la sesión resulta aconsejable presentar al menos el método SHOWeD de análisis de fotos que debe realizar cada autor, inicialmente, al menos sobre una fotografía suya para la siguiente sesión. El motivo de que se complete al menos uno, es para que durante la próxima sesión se comenten tales cuestionarios rellenos con la fotografía proyectada, a la vez que se planteen cuestiones relacionadas y afloren todas las dudas. A su vez, si se estima oportuno, se pueden ofrecer otros métodos de análisis individual alternativos, como el acrónimo PHOTO o la exposición de preguntas no estructuradas. Estos métodos, según las directrices de Wang (1999), funcionan como activadores del debate en torno a las imágenes. Los acrónimos se han definido en el capítulo anterior, y en el capítulo 8 se analizarán varios de estos métodos disponibles para determinar cuál aplicar sobre el caso de estudio. Desde la experiencia de la literatura estudiada, parece más adecuado y en todo caso más extendido el uso del SHOWeD con la inclusión de la pregunta relativa a la E:

- What do you **S**ee here?
- What is really **H**appening here?
- How does this relate to **O**ur lives?
- **W**hy does this concern, situation, strength exist?
- How can we become **E**mpowered through our new understanding?
- What can we **D**o?

(Hergenrather, Rhodes & Bardhoshi, 2009).

El empoderamiento grupal es uno de los grandes beneficios de esta metodología en el ámbito del que se trata, el confort ambiental del usuario y el uso eficiente de la energía en el edificio, puesto que es él quien debe actuar con conocimiento y *conciencia crítica* para lograr en cada momento el bienestar en su espacio de trabajo. Así pues, se considera que incluir la pregunta relativa al empoderamiento resulta muy pertinente, para indagar sobre si los usuarios entienden o no el significado de "empoderamiento", y posteriormente trabajar sobre él.

Los *activadores del debate* como métodos para propiciar el debate grupal podrían ser una fuente muy rica de información por parte de los propios autores de las fotos, y además ayudarían a analizar el discurso grupal, aportando por ejemplo información sobre los participantes menos activos. Si se estima oportuno, se pedirán por escrito los cuestionarios sobre todas las fotos definitivas, más adelante, a modo de fuente de información y datos por añadidura a las transcripciones de sesiones grupales y a las propias fotos, para *triangular* los datos obtenidos y dar más cohesión y solidez al discurso completo.

Este cuestionario o formulario SHOWeD se les entregará en formato papel para que lo analicen y trabajen inicialmente, aunque para su desarrollo posterior sobre cada una de las fotos que realicen, deberá hacérseles llegar vía *e-mail* o repositorio, según el canal de comunicación que se haya establecido con los participantes.

Nuevamente, se les solicitará que lo entreguen relleno antes de la *sesión dos*, siguiendo el esquema propuesto de calendario de sesiones, para así poder

proyectarlo y revisarlo previamente por los facilitadores. Esta información servirá para guiar el debate o resaltar aspectos determinados si así lo estima conveniente.

#### 6.8.6. Codificación alfanumérica de las fotos.

La cuestión que se plantea a continuación no pertenece a las formulaciones prefijadas en la metodología descrita por Wang et al (1994; 1997) y Wang (1999). Sin embargo, sí que se estipula en la literatura la conveniencia de codificar las fotografías recogidas de los participantes, para poder trabajarlas mejor, y para poder localizar sus referencias más fácilmente en las grabaciones de audio o vídeo.

Así pues, se considera oportuno establecer un método de designación de las fotografías, de forma que cada una sea codificada unívocamente. Se propone, a modo de ejemplo, trabajar con códigos alfanuméricos, que permiten a la vez distinguir la imagen de que se trate, reconocer al autor mediante la letra (o primeras letras, si coinciden más de un participante) de su nombre de pila, y el número de orden de la foto. Esta es sólo una de las posibles formas de codificar las imágenes. Cualquier forma que resulte fácilmente reconocible para los participantes (a la hora de categorizar y seleccionarla, les será más fácil designarla por códigos cortos y unívocos), como por los investigadores. Si además estas fotos se facilitan por orden alfabético, por ejemplo, en las transcripciones será mucho más fácil seguir la secuencia y trabajar simultáneamente con la fuente de datos transcrita (o el audio) y con la visual (imágenes).

#### 6.8.7. Debate grupal (I): categorización temática de las fotografías usando aspectos, conceptos o temas relacionados con la cuestión principal de investigación.

Aunque en los inicios de la metodología, Wang et al (1994; 1997) y Wang (1999) promueven en primer lugar seleccionar las fotos y posteriormente categorizar, en esta adaptación metodológica aplicada al confort ambiental en espacios de trabajo se plantea como sigue: 1) selección de las fotos definitivas (por sus autores); 2) categorización de las fotos seleccionadas; y 3) selección de las fotos representativas para cada grupo/subgrupo (si se da el caso), de entre todas las definitivas.

El orden se estima así para no dejar ninguna imagen sin categorizar previamente, aunque *a posteriori* no sea elegida, ya que si existen subgrupos, se puede analizar las elecciones de cada subgrupo, y tomarlo como otra fuente interesante de datos.

La organización del grupo o subgrupo para la categorización es otro indicativo de la capacidad de trabajo grupal de los participantes. Ellos deben organizarse de forma que, al menos uno de los miembros, tome notas de las categorías emergentes (si es que no se dan previamente por el investigador, que no debe ser así de acuerdo al método original), y actualizar los términos elegidos conforme se vayan depurando las categorías hacia otras más generales o similares, evitando repeticiones, o ambigüedades, y creando una categorización temática lo más exclusivista y clara posible, sobre lo observado en las fotos y en la narrativa asociada a ellas (Ruiz Olabuénaga, 2012). Si se estima oportuno, puede permitirse la subcategorización, de forma que queden más esclarecidos distintos aspectos observados para cada una de las categorías más amplias.

Igualmente las subcategorías deben expresarse en términos lo más cortos, claros y exhaustivos posible.

Este trabajo en grupo, si se han establecido subgrupos, y máxime si las sesiones están siendo grabadas en audio o video, conviene hacerlo en espacios separados, ya que aunque se grabe cada subgrupo, puede ocurrir que no se entiendan bien los discursos. La tarea de la transcripción de debates puede resultar compleja si no se consigue guardar un turno de palabra, aún más si cohabitan dos grupos en el mismo espacio. Estas consideraciones de espacio conviene llevarlas previstas en la reserva de espacios de trabajo, así como en la planificación inicial del *Photovoice*.

#### *6.8.8. Debate grupal (II): selección de las fotos representativas para cada subgrupo.*

El siguiente paso tras la categorización de las fotos y las problemáticas representadas, es la selección de las imágenes que mejor representan la realidad entendida desde el grupo o cada subgrupo. Así pues, establecido el debate, los participantes consensuan qué imágenes son más relevantes para cada categoría, desechando aquellas menos significativas, repetidas, o que no aportan nada al grupo.

Esta selección además puede servir para ser representativa de todo el trabajo *Photovoice*, y ser mostrada posteriormente en una exposición, *fotolibro*, o en el informe que se pueda entregar a las autoridades o *audiencia objetivo* como resultado del proyecto realizado. Sin embargo, puede no tratarse de la misma selección. Este planteamiento será consensuado nuevamente entre los investigadores, y si se estima conveniente, conjuntamente con los participantes.

#### *6.8.9. Debate grupal (III): propuestas de soluciones para cada una de las categorías temáticas consensuadas.*

En este apartado se trabajan con cada grupo o subgrupo las propuestas de soluciones para cada carencia o problema detectado en la categorización anterior. Así, los debates servirán para acordar aquellas medidas que creen los participantes convenientes para lograr el bienestar y confort ambiental en el espacio de trabajo, a la luz de los problemas evidenciados en las sesiones anteriores.

Esta es una de las medidas de la metodología que empodera a los participantes, ya que los hace sentirse útiles, escuchados, e importantes en la toma de decisiones, pensando que sus peticiones llegarán a la *audiencia objetivo* y podrán lograr el bienestar que desean. Hay que resaltar, que si bien no todas las medidas propuestas por los participantes tienen por qué ser realmente viables o útiles desde un punto de vista técnico, sí que son útiles de por sí tanto para priorizar sus propias necesidades y carencias, como para reforzar el sentimiento de grupo, la cohesión del mismo, y el trabajo a largo plazo, que va más allá de la concienciación crítica durante las sesiones. Así, esto permite que los mensajes calen hondo y se difundan a partir de este trabajo inicial sobre una muestra reducida, a través del ejemplo y de la narración de sus experiencias, y sea ejemplo mediante la acción de estos participantes pioneros (Palibroda, Krieg, Murdock, Havelock, 2009; Escalante y de la Iglesia, 2013).

También se pueden trabajar un poco más estas soluciones, estableciendo votaciones por ejemplo entre las soluciones que a ojos del grupo, o de

los participantes a nivel individual, parecen más viables económica o temporalmente, o por la facilidad de realización en ambientes habitualmente ocupados. Así, se puede emitir un informe final con la priorización de medidas según el entendimiento grupal, para los gestores energéticos y resto de personal influyente en la toma de decisiones sobre el edificio.

### 6.9. Recolección de datos

Un método como *Photovoice* puede generar, contrariamente a lo que podría parecer inicialmente, una gran cantidad de datos, y de naturaleza compleja. Por este motivo es necesario establecer en la etapa de planificación un adecuado orden y organización de la información desde el inicio del proyecto, desde su génesis. De igual forma, hay que definir claramente qué estructura se va a seguir y observar los ritmos de respuesta del propio grupo - para ofrecer cierta flexibilidad cuando sea necesario-. Todo esto permitirá que la investigación se lleve de manera más exitosa y positiva.

En primer lugar, crear un calendario inicial, como ya se expusiera en el punto 6.7.5. (tabla 6.1.) permite una organización muy aproximada y establecer las bases iniciales del proceso *Photovoice*. Para cada una de las sesiones se enumeran una serie de tareas, que luego podrán ser modificadas somera y justificadamente, según el ritmo de trabajo observado en el grupo o subgrupos. Una de las cuestiones más importantes en este sentido es saber medir los tiempos del grupo. Se entiende por esta expresión, observar las necesidades y ritmos de expresión, toma de fotos y en general, los tiempos de respuesta del grupo, para poder ajustar las sesiones y las tareas a la dinámica real de los participantes. Esto no siempre es fácil, puesto que a veces pueden surgir temas más interesantes, o simplemente a veces hay menos predisposición inicial a hablar de un tema específico (ahí es cuando interviene la labor del facilitador).

Se aconseja en este punto la priorización de tareas, de forma que existan algunas fijas temporalmente, para el buen transcurrir de cada sesión, algunas que se pueden adelantar pero que no son urgentes, y aquellas que se pueden establecer como tareas presenciales o para "hacer en casa", según necesidades del proceso. Normalmente estas últimas permiten la compensación temporal en caso de que alguna sesión se quede corta de tiempo. En este punto es importante recordar que las tareas individuales que se dejan para completar en casa, como pueda ser rellenar formularios o cuestionarios, puede conllevar a la par que ganancia de tiempo grupal, también cierto retraso en la fase de análisis por parte de los investigadores o facilitadores, y entrar en un bucle de "persecución" al participante nada positiva para la consecución de *Photovoice*, porque no se pretende desmotivar al usuario, sino que sienta que participa siempre de forma libre y voluntaria. El facilitador debe tener recursos suficientes para equilibrar esta exigencia de tal forma que no se haga tediosa, pero a su vez no se prolongue en el tiempo la espera del material cumplimentado.

Esto a su vez está relacionado con la planificación de tiempos de entrega de los participantes para cada tarea, que deben ser flexibles para encontrar su inspiración creativa, o para no sentirse presionados con la cumplimentación de formularios, pero no debe ser excesiva. Nuevamente entra en acción la labor de equilibrio del facilitador para contar con la información a tiempo pero sin perseguir al participante en demasía. Una buena forma de obtener esto de forma eficaz, además de planificar la posible flexibilización de tareas y tiempos de entrega, es facilitar los soportes más convenientes para los participantes, de

forma que se consensue si prefieren tener un canal de comunicación digital con el facilitador (tipo repositorio, servidor web, o intranet), o bien si los envíos de elementos a rellenar y cumplimentados serán uno a uno mediante *e-mail*, que puede resultar más complejo para su organización, pero más fácil para cada participante. En este sentido, el soporte también debe simplificar el trabajo de análisis al facilitador o investigadores, puesto que las transcripciones y escritos deben tener un formato lo más homogéneo posible, para posterior análisis temático o de contenido mediante *verbatim*, por ejemplo. Si unos entregan, por ejemplo, en formato *pdf* y otros en *Word*, el problema será mayor a la hora de tratar los textos para su análisis.

Sobre los tiempos de entrega, hay que hacer una importante salvedad, tratándose del tema del confort ambiental en los espacios de trabajo. Tal confort depende de factores propios a la persona, pero también depende de los intercambios energéticos y ambientales entre el edificio y el exterior. Por tanto, puede ser que el usuario, sabedor de esos momentos de *discomfort*, no encuentre el momento de efecto climático propicio "replicado" durante la fase de toma de fotos de la "evidencia" en cuestión. Esto se ve afectado también por la temporalidad limitada para estudiar todo el proceso *Photovoice* dentro de un periodo concreto del año. Es decir, si el interés es el análisis de un periodo del año en concreto, y teniendo en cuenta la posibilidad de la dilatación de las sesiones en el tiempo, así como la flexibilidad para el grupo, hay que valorar todo esto de forma que la planificación total no exceda de los tiempos previstos.

Esto una vez más puede hacerse extensivo a la previsión de mecanismos o técnicas de *triangulación* que se vayan a utilizar en este método, ya que una mala planificación *a priori* puede hacer que el estudio quede incompleto por falta de datos contrastables al no haber conseguido que tales datos se establezcan bajo circunstancias climáticas similares. Esto, por extensión, también se puede aplicar a previsión de redistribución de despachos en el edificio, tareas eventuales de limpieza o vaciado de espacios, interrupciones en el servicio de climatización por cualquier razón, o en general tareas de mantenimiento o de gestión energética que puedan afectar a cualquiera de los factores o actores implicados en el estudio, incluidos participantes, edificio y sus partes, entre otros.

Es importante también tener en cuenta que la asistencia de los participantes a las sesiones *Photovoice* no debe suponer para ellos en ningún caso malestar por el hecho de realizarlo en horario laboral (condición *sine qua non*): no deben sentirse cohibidos a la hora tanto de tomar datos (fotos, testimonios, etc.) como a la hora de asistir a las reuniones grupales, ni sentirse amenazados de alguna forma o sufrir represalias. En este sentido, conviene tener presente que podría haber personas que puedan declinar, en algún momento del proceso, la invitación a asistir, porque sus tareas diarias se lo impidan. Esto también debe estar previsto, tanto en la sesión *cero* de información y reclutamiento de posibles participantes, y más allá, conviene preguntar y cerciorarse en cada sesión, que los participantes no experimentan ningún tipo de sentimiento negativo o presión por el mero hecho de prestarse a tal estudio. En este sentido, tener presente una vez más que previamente se haya informado a la propia Dirección del centro (mejor aún si la idea proviene de esta), así como a los jefes o investigadores principales de los departamentos o áreas implicadas, de la tarea que se va a realizar, cuánto tiempo va a consumir de los trabajadores, los beneficios que puede traer para el conjunto del personal, y la consecuente mejora de productividad, rendimiento y disminución de índices de absentismo por enfermedad.

Junto a la planificación y adecuación del programa de tareas para cada sesión, se debe prever, con antelación suficiente, un lugar de reuniones, a ser posible tranquilo, preferentemente el mismo, y que facilite los servicios suficientes para las tareas que se van a llevar a cabo en cada una de las sesiones (toma de internet si se necesita acceso o red *wifi* suficiente, proyector y ordenador disponibles y en perfecto estado de uso, pizarra o elementos de toma de notas para el grupo, aislamiento suficiente para no molestar ni ser molestados, etc.). Aunque nuevamente esto parezca obvio, conviene recordar que la organización de un equipo no siempre es fácil, máxime si se democratizan ciertas decisiones, como es el caso del acuerdo de fechas y horas de reunión para garantizar máxima asistencia. En este sentido, adelantar demasiado la previsión de reuniones, como apurar mucho a la hora de lanzar la convocatoria, puede suponer un retraso en la gestión de espacios de reuniones, y encontrar sorpresas desagradables.

### **6.10. Análisis de datos**

Para la fase de análisis de los datos obtenidos por la aplicación del *Photovoice* sobre el confort ambiental de los usuarios en espacios de trabajo, hay que distinguir el origen de los datos desde dos ámbitos diferenciados, aunque relacionados, que son:

- 1) el trabajo de grupo de los participantes mediante la categorización de problemas detectados y propuestas de solución a tales carencias, y
- 2) el trabajo de los investigadores o facilitadores, de análisis de toda la narrativa existente en el proceso *Photovoice*, relacionada con las imágenes aportadas por los participantes.

Tal y como destaca Wang, una de las bases de este método es su capacidad para empoderar a los participantes. Estos son, mejor que nadie, quienes conocen su realidad, y a partir de ahí son capaces de detectar sus carencias, reconocer sus fortalezas, y proponer soluciones (Wang, 1999). Por esto se propone trabajar la categorización temática a partir de las imágenes y la información compartida, y la propuesta de soluciones grupales.

Para mejor manejabilidad del grupo, operatividad, y entendimiento de las exposiciones de cada participante, si la participación es alta se pueden establecer subgrupos, atendiendo a datos recogidos en el cuestionario demográfico, como puedan ser el nivel de conocimientos sobre energía en general, y sobre aplicación de energía en los edificios, en particular. El grupo o subgrupos darán una clasificación por conceptos o categorías, según la información que tengan de las fotos y su contextualización narrativa en cada caso. Como resultados del análisis, se darán las categorías obtenidas para cada subgrupo.

Para aunar los criterios en caso de existir subgrupos y por tanto categorizaciones distintas, o bien si la categorización no es adecuada según los criterios establecidos por Ruiz Olabuénaga (2012), los investigadores-facilitadores pueden ayudar o incluso sugerir una categorización final, a la luz de la propuesta grupal y del resto de información obtenida de las sesiones, y de los entregables de los participantes, para su análisis. Esto debe realizarse siempre desde la objetividad y honestidad de reflejar las reflexiones de los participantes tanto orales como a través de las categorizaciones, además del espíritu del autor de la foto y de su texto acompañante. Esta categorización consensuada o propuesta por el investigador-facilitador debe ser votada o aprobada por cada uno de los

participantes, como muestra de su aceptación o rechazo.

En este punto hay que recalcar el interés también de consensuar esto de forma individual, ya que en los grupos tienden a existir roles más “influyentes” y personas más tímidas o menos participativas. Para evitar todo esto y conseguir una sola categorización con terminología común, parece más eficaz la solución expuesta.

La categorización propuesta por el facilitador-investigador debe responder a criterios de categorización en métodos cualitativos, como los establecidos por Ruiz Olabuénaga en su obra *Metodología de Investigación Cualitativa* (Ruiz Olabuénaga, 2012). Esta categorización por parte del investigador-facilitador es solo una parte del análisis temático que realiza basándose en los principios de la *Aproximación Sucesiva*<sup>3</sup> (Neuman, 2014; Díez et al., 2017; Chaudhury et al., 2012), puesto que esta es la técnica más apropiada para trabajar el aspecto de *Photovoice* en el estudio de confort ambiental del espacio de trabajo. No obstante, existen otras formas de aproximarse al análisis de los datos que podrían interesar a los investigadores si les resultasen más apropiadas.

Para esta categorización se tienen en cuenta, no sólo las categorías realizadas por el grupo o subgrupos, sino otras fuentes de obtención de datos:

- Transcripciones textuales de los textos, títulos, leyenda o texto corto descriptivo con el que el autor de cada foto contextualiza el motivo de su captura.
- Cuestionarios *SHOWED* para mejor entendimiento de las intenciones del autor de cada foto (en los apartados *S, H, O* de los formularios)
- Transcripción de las grabaciones de las sesiones de debate grupales relacionadas con los problemas detectados
- Anotaciones en tiempo real sobre las sesiones que efectúa el investigador-facilitador

Análogamente, en caso de que el investigador-facilitador sugiera una propuesta de soluciones basada en las propuestas grupales, puede apoyarse además en:

- Extracción de las descripciones de las fotos del *SHOWED* (en los apartados *W, E, D* de los formularios) para mejor entendimiento de las reflexiones sobre causas, consecuencias, empoderamiento, y reflexión de soluciones que aporta el autor de cada foto
- Selección de la transcripción de las grabaciones de las sesiones de debate grupales relacionadas con soluciones o propuestas.

Uno de los pasos de la *Aproximación Sucesiva* tal y como se concibe para esta aplicación de *Photovoice*, consiste en analizar los textos que se relacionan con las fotos, contrastando las categorizaciones grupales y la categorización de los investigadores-facilitadores, en caso de existir, para posteriormente ilustrar con testimonios e imágenes cada una de las categorías, y así facilitar su entendimiento y complementar la reflexión. En un segundo estadio, se pueden complementar y triangular estos resultados con otros obtenidos a través de otros

---

<sup>3</sup>La *Aproximación Sucesiva* es un proceso de iteración que permite ir desde lo más concreto a lo abstracto, desde lo particular a lo más general en esa categorización, en un análisis no lineal, que retrocede y avanza entre los datos empíricos y los conceptos abstractos, teorías o modelos, depurando los resultados hasta la saturación (punto en el que no se obtienen nuevos datos). (Neuman, 2014: pág.489).

Es entonces cuando se debe comprobar que la categorización obtenida cumple efectivamente con los criterios y principios de una categorización correcta según se aconseja en la literatura más relevante al respecto (Corbetta, 2007; Ruiz Olabuénaga, 2012), como se ha comentado anteriormente.

análisis y/o aproximaciones, como pueda ser la ingeniería de minería de textos, de forma que se obtengan mediante *software* analítico de las transcripciones y escritos de los participantes, los conceptos más frecuentes en el discurso, para poder compararlo con las categorizaciones efectuadas por el grupo o subgrupos de debate, y con la de los investigadores-facilitadores. Por último, puede establecer en segundo nivel otra categorización de conceptos y temas abstractos que emergen o subyacen del propio discurso obtenido en todo el proceso *Photovoice*, tratando otras cuestiones de igual interés a tener en cuenta tanto por su valor como resultados añadidos como para las conclusiones y toma de decisiones de todas las partes implicadas en la gestión del edificio, de la energía, y de sus trabajadores y su bienestar

Posteriormente, se procede a la homogeneización de las propuestas de soluciones a las carencias o problemas reflejados en las categorizaciones, con análogos criterios.

### **6.11. Acción social.**

El fin último de *Photovoice*, a través del empoderamiento de los participantes, usuarios del edificio en el que trabajan, para conseguir su bienestar y confort, es dar a conocer sus necesidades a los decisores en gestión energética y en general, a las partes involucradas en la gestión del edificio.

Esta parte del proceso *Photovoice*, que se denomina más genéricamente como *acción social*, se corresponde con todas aquellas acciones o eventos destinados a dar a conocer la realidad que existe en una *comunidad* concreta, en este caso en un edificio, y apelar al cambio.

La forma en la que se efectúa esta *llamada a la acción* (para el cambio) puede ser muy diversa, aunque en la bibliografía se referencian principalmente exposiciones para mostrar las fotografías tomadas durante el *Photovoice*, así como exposición de diapositivas mediante conferencia al respecto, o *fotolibros*. Esto además se puede complementar con informes a los respectivos responsables, u otras acciones que puedan proponerse.

En ellas se pretende aprovechar el formato creativo y potente de la imagen visual donde se captan estas carencias o problemas, que inciten a la reflexión, ayudada por testimonios transcritos o escritos por los propios participantes.

La *acción social* debe comenzar sin embargo desde los inicios de *Photovoice*, invitando al proyecto a todas las partes interesadas, inclusive a la *audiencia objetivo* o personas influyentes en tomas de decisiones, y dando a conocer las sesiones, sus contenidos y cualquier información relevante a quien pueda proceder. El éxito del proyecto se alcanzará en el momento en que los participantes se empoderen y el trabajo grupal llegue a manos de los decisores, tomando las medidas oportunas para alcanzar los cambios deseados y establecer finalmente el bienestar y confort necesarios para trabajar de forma eficiente, productiva y saludable.

## Referencias

(Catalani & Minkler, 2010): Catalani, C., & Minkler, M. (2010). Photovoice: A Review of the Literature in Health and Public Health. *Health Education & Behavior*, 37(3), 424-451. <http://doi.org/10.1177/1090198109342084>

(Chaudhury et al., 2012): Chaudhury, H., Campo, M., Michael, Y., & Mahmood, A. (2016). Neighbourhood environment and physical activity in older adults. *Social Science & Medicine*, 149, 104-113. <http://doi.org/10.1016/j.socsci-med.2015.12.011>

(Corbetta, 2007): Corbetta, P. (2007). *Metodología y técnicas de investigación social*. McGraw-Hill.

(Díez et al., 2017): Díez, J., Conde, P., Sandin, M., Urtasun, M., López, R., Carrero, J. L., Franco, M. (2017). Understanding the local food environment: A participatory photovoice project in a low-income area in Madrid, Spain. *Health & Place*, 43, 95-103. <http://doi.org/10.1016/j.healthplace.2016.11.012>

(Escalante, y de la Iglesia, 2013): Escalante Ruiz, G., & de la Iglesia Martínez, M. (2013). Comunicándonos a través de la fotografía [Communicating through photography]. *Trabajo Social Hoy*, 70(Tercer Cuatrimestre), 97-120. <http://doi.org/10.12960/TSH.2013.0017>

(Escalante, 2015): Escalante, M. (2015). No Photovoice: voces sin sonido. El trabajo social en contextos de privación de libertad. *Revistas Servicios sociales y Política Social*, XXXII, 151-162.

(Harrison, 2002): Harrison, B. (2002). Photographic visions and narrative inquiry. *Narrative Inquiry*, 12(1), 87-111. <http://doi.org/10.1075/ni.12.1.14har>

(Hergenrather et al., 2009): Hergenrather, K. C., Rhodes, S. D., Cowan, C. A., Bardhoshi, G., & Pula, S. (2009). Photovoice as community-based participatory research: a qualitative review. *American journal of health behavior*, 33(6), 686-98. Recuperado a partir de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19320617>

(Minkler, et al., 2003): Minkler, M., Blackwell, A. G., Thompson, M., & Tamir, H. (2003). Community-based participatory research: implications for public health funding. *American journal of public health*, 93(8), 1210-3. <http://doi.org/10.2105/AJPH.93.8.1210>

(Neuman, 2014): Neuman, W. L. (William L. (2014). *Social research methods : qualitative and quantitative approaches*.

(Palibroda, Krieg, Murdock, Havelock, 2009): Palibroda, B., Krieg, B., Murdock, L., & Havelock, J. (2009). *A practical guide to photovoice: sharing pictures, telling stories and changing communities*.

(Ruiz Olabuénaga, 2012): Ruiz Olabuénaga, J. I. (2012). *Metodología de la investigación cualitativa* (5a edición).

(Wang, 1999): Wang, C. C. (1999). Photovoice: a participatory action research strategy applied to women's health. *Journal of women's health*, 8(2), 185-92. Recuperado a partir de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10100132>

(Wang y Burris, 1994): Wang, C., & Burris, M. A. (1994). Empowerment through photo novella: portraits of participation. *Health education quarterly*, 21(2), 171-186

86. <http://doi.org/10.1177/109019819402100204>

(Wang y Burris, 1997) Wang, C., & Burris, M. A. (1997). Photovoice: Concept, Methodology, and Use for Participatory Needs Assessment. *Health Education & Behavior*, 24(3), 369-387. <http://doi.org/10.1177/109019819702400309>



## EL CASO DE ESTUDIO: APLICACIÓN DE MÉTODOS CUANTITATIVOS PARA EL ANÁLISIS DEL USO DE LA ENERGÍA Y DEL CONFORT AMBIENTAL DEL USUARIO EN EDIFICIOS.

En este capítulo se presenta en primer lugar el caso de estudio, donde se detallan aspectos relevantes *a priori* en materia del uso eficiente de la energía y confort ambiental del usuario, sobre el ejemplo objeto de análisis: el edificio principal de la sede del Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja (IETcc). Este es un centro de investigación en Edificación y Construcción, referente nacional e internacional en el sector, y perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). La descripción del edificio se hace en el subcapítulo 1 de este capítulo.

En segundo lugar, se justifica la elección de las aproximaciones cuantitativas utilizadas para evaluar el caso de estudio, utilizadas a modo de validación<sup>1</sup> para la aplicación del método cualitativo propuesto en esta tesis. Las aproximaciones cuantitativas se justificarán en el subcapítulo 2 de este capítulo.

A continuación, se desarrollan las aplicaciones de cuatro métodos cuantitativos, válidos y reconocidos para 1) la diagnosis del estado actual energético, y 2) propuestas de mejoras energéticas aplicadas al edificio caso de estudio, destinadas a conocer el comportamiento energético actual del mismo, así como valorar diferentes medidas que promuevan el ahorro y eficiencia energéticos. Estas aproximaciones están aceptadas a nivel nacional en unos casos, internacional en otros, como medidas que deben garantizar el confort ambiental del usuario optimizando en lo posible la gestión energética. Estas son:

- Simulación energética a través de herramientas informáticas de validación normativa a nivel nacional (epígrafe 7.8 del presente capítulo)
- Cálculo de la huella de carbono del edificio (epígrafe 7.9 de este capítulo)
- *Checklist* a través de la herramienta *LEED*, del U.S. Green Building Council (USGBC), en su versión para existentes – EB O&M- (epígrafe 7.10 del presente capítulo).
- *Estudio del estado actual del Instituto mediante estrategias bioclimáticas, (climograma de Givoni y Autodesk Ecotect Analysis®), y propuestas de mejora.* (epígrafe 7.11 de este capítulo).

Con su análisis, se mostrará cómo tienen en cuenta de forma efectiva cada una de ellas, el confort o bienestar ambiental del usuario, además de evaluar las condiciones actuales del edificio y su entorno, y facilitar estrategias para posibles mejoras energéticas sobre el edificio.

Los métodos de cálculo a utilizar se han explicado previamente en el capítulo 4. En el presente capítulo se reseñarán los aspectos más relevantes de su aplicación al caso de estudio, para posteriormente mostrar los resultados obtenidos con cada uno de los métodos. El fin de la aplicación de estos métodos cuantitativos no es otro que utilizarlos como base de validez del método cualitativo, cuyos

<sup>1</sup> El término validación, extendido en diversos ámbitos de investigación cuantitativa, como en Ingeniería y Arquitectura, se define en las ciencias sociales como validez, en los términos entendidos según lo descrito en el capítulo 5. Este término, validez, aunque sea más propio de la investigación cuantitativa, por generalización también se suele expresar en cualitativa, aunque los términos más apropiados son "transferibilidad", para validez externa, y "credibilidad", para la validez interna.

resultados se presentarán en el capítulo 8. Finalmente, en un capítulo común de análisis de resultados y discusión (capítulo 9), se estudiarán comparativamente todos ellos para establecer la validez del método cualitativo, y finalmente las conclusiones obtenidas en esta tesis.

## PRESENTACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO: EL EDIFICIO PRINCIPAL DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA (IETcc-CSIC)

### 7.1. Introducción

El caso de estudio que se presenta es el edificio principal de la sede del Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja (IETcc), perteneciente al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), en Madrid capital.

Su creación se lleva a cabo entre 1954 y 1957, cuando el Instituto como entidad ya contaba con 20 años de andadura, bajo su antigua denominación (*Instituto Técnico de la Construcción y el Cemento*).

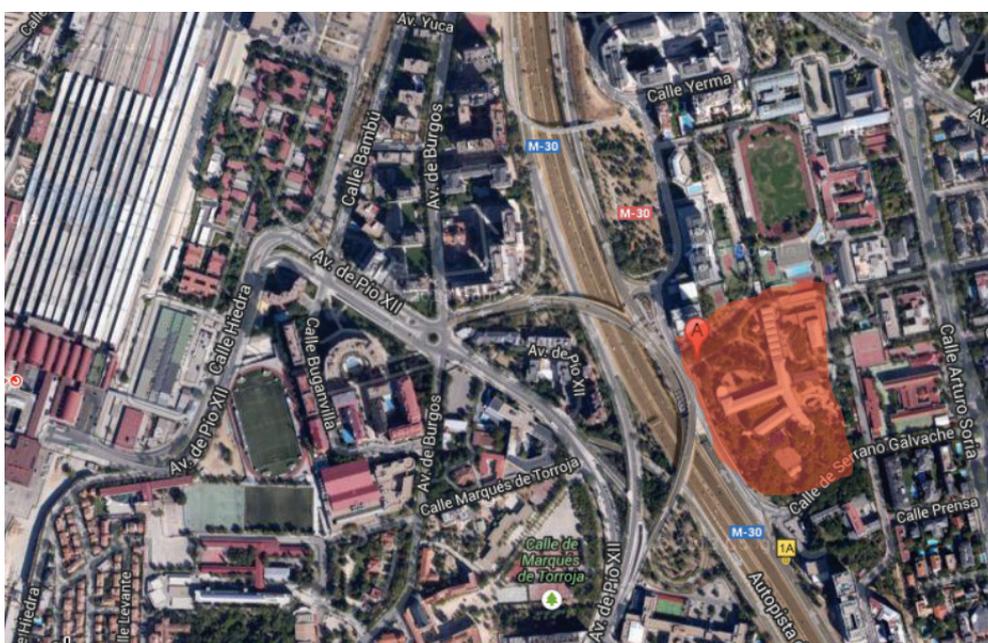


Figura 7.1. Situación del Edificio (Madrid Capital, zona norte, distrito Chamartín).

En realidad, se trata de un complejo edificatorio ubicado en una parcela extensa, muy vegetada –con gran presencia de pinos, puesto que la ubicación formaba parte del antiguo Pinar de Chamartín-. El edificio cuenta además con un nivel de protección, que se detallará más adelante.

### 7.2. Actividades principales que desarrolla el IETcc-CSIC

El IETcc es un centro del CSIC perteneciente al área de *Ciencia y Tecnología de Materiales*. Su función fundamental es llevar a cabo investigaciones científicas y desarrollos tecnológicos en el campo de la construcción. También se da soporte científico-técnico al sector de la construcción, al que también se le transfieren los conocimientos adquiridos con publicaciones, patentes, asesorías, entre otros. Se colabora en el desarrollo del Código Técnico de la Edificación, texto normativo de obligado cumplimiento, prestando apoyo técnico permanente al Ministerio de Fomento. También se desarrollan actividades de cooperación científico-

técnica con la industria de la construcción relacionadas con la evaluación de la idoneidad de uso de productos de construcción innovadores (mediante documentos conocidos por sus acrónimos: *DIT*, *DITE/ETE* y *DIT Plus*), así como de su proceso de evaluación.

En el IETcc se gestionan y se editan dos revistas científicas Internacionales (*Materiales de Construcción e Informes de la Construcción*) incluidas en las principales bases de datos de documentación científica de impacto<sup>2</sup>.

### 7.3. Documentación disponible

Para la elaboración de este caso de estudio, se dispone de documentación planimétrica suficiente, aunque desgraciadamente no está completa. También existen documentos escritos sobre las instalaciones originales, publicados por la revista *Informes de la Construcción*, que se edita en el propio IETcc. Más recientemente se han hecho otro tipo de estudios, bien por parte de un tercero, como el *Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía (IDAE)*, como por parte de algunos trabajadores del instituto, que han realizado, por ejemplo, análisis termográficos del edificio y otros estudios tanto técnicos como de campo. No obstante, no ha sido tarea fácil recopilar y homogeneizar la información obtenida, proveniente de diversas fuentes, en ocasiones no suficientemente bien documentada, u obsoleta, debido entre otras razones a la dificultad para hacer ciertas labores de campo, por desconocimiento de determinados datos, o bien por ser información sesgada o incompleta. Esta información también a dado lugar a divergencias en algunas informaciones, por lo que ha habido que tomar decisiones en cuanto a las referencias, priorizando las que podían parecer en cada caso más fiables.

### 7.4. El edificio. Características del complejo edificatorio y del entorno.

El Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja, al que en ocasiones se hará referencia como Instituto Torroja, o por su acrónimo (IETcc, o IETcc-CSIC), es en realidad un complejo de edificios en el que se pueden distinguir los siguientes:

- Edificio principal, objeto de estudio. Este edificio tiene forma de U, dispone de 2 plantas máximo sobre rasante y una bajo rasante. A los lados más largos de la U se les denominaba originalmente "naves", aunque nada tienen que ver con las naves de ensayos y talleres. En ellas se encuentran, según la nomenclatura original, los siguientes espacios: nave de administración, estudios y biblioteca; servicios generales y comedor; nave de laboratorios; zona de Dirección; y frente a esta última, la sala de conferencias o salón de actos, (también denominada aula Torroja).
- Antigua planta piloto de cementos, actualmente llamada nave de arenas
- Nave de hormigones
- Talleres y almacenes, en cuyos sótanos se encontraban la sala de calderas y almacenamiento de carbón, y el comedor de trabajadores "no cualificados"
- Nave de ensayos mecánicos
- Edificio CEMCO (construido para albergar los *Cursos de Estudios Mayores sobre Construcción-CEMCO-*), de construcción posterior al conjunto
- Nueva nave de ensayos mecánicos (no situada en la imagen siguiente, ya que es ligeramente posterior a la creación del complejo "Costillares"),

---

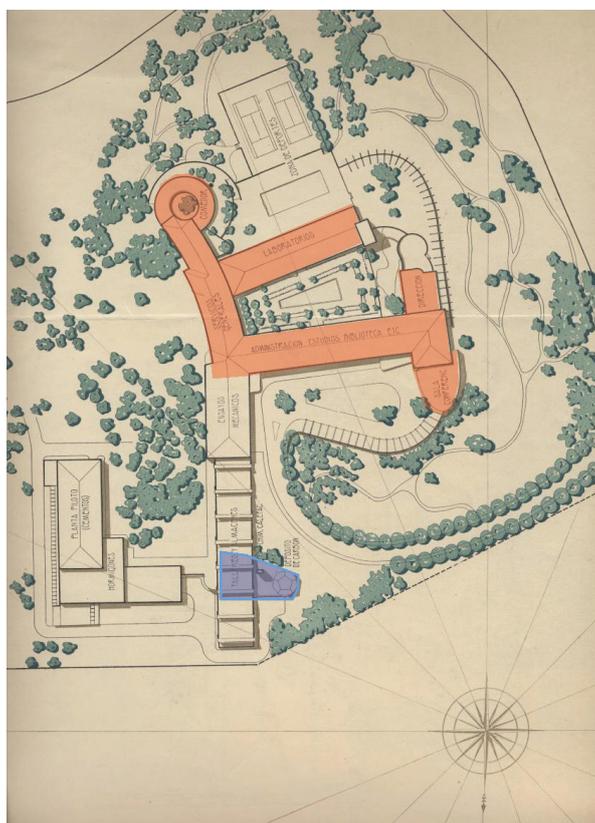
<sup>2</sup> www.ietcc.csic.es

- Otros espacios: el invernadero, o las zonas descubiertas de deportes, barbacoa-merendero (aún existente pero sin uso), el estanque, zonas de sombra vegetada en Dirección y en los aparcamientos (las cuales les dan la denominación de “Costillares”), etc.

Dada la divergencia citada entre algunos datos del edificio principal, se toman como referentes los reflejados en el Informe del IDAE<sup>3</sup>, salvo algunos que se conocen con más precisión de forma reciente, para su posterior análisis:

Edificio	Nº Ocupantes	Nº plantas máximo	Superficie construida (m2)	Superficie útil (m2)	Superficie climatizada frío/calor (m2)	Horario invierno (h)	Horario verano (h)
E. Principal	202	2+sótano	20.028	14.044	12.818	7:30 a 18:30	7:30 a 15:00

**Tabla 7.1.** Principales datos del edificio principal del IETcc, caso de estudio. Varias fuentes: IDAE e informes del propio centro.



**Figura 7.2.** Planta original del proyecto acabado del complejo “Costillares”, hoy IETcc. El edificio en rojo es el objeto de estudio. En azul, la sala de calderas y silo de carbón.

<sup>3</sup> Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía.

### 7.5. El “espíritu” de Costillares.

La complejidad del entorno de “Costillares”<sup>4</sup>, técnica y volumétricamente, contrasta con el espíritu de su concepción. El equipo multidisciplinar de ingenieros y arquitectos para diseñar y concebir el IETcc, la flexibilidad ante una posible expansión posterior, y el afán aperturista hacia nuevas corrientes (prefabricación, investigación técnica, y confort del usuario) primaba a favor de un trabajo más eficiente y satisfactorio, y esto permitió que el instituto contase con elementos singulares y avanzados.

Pero esta concepción iba más allá. Era una forma de vida, de trabajar, pionera e innovadora, donde el concepto de la eficiencia en el entorno laboral, valoraba cuidar al trabajador y a sus horas de descanso. También influyó la situación del nuevo instituto, a las afueras de la capital, lo cual impuso un diseño en ciertos aspectos autosuficiente.

La complejidad del Instituto se concretó en numerosas e innovadoras estrategias constructivas, bioclimáticas y de instalaciones. Algunas de ellas se resumen a continuación:

- Estrategias bioclimáticas y composición arquitectónica: el entorno privilegiado, un pinar extensísimo en el antiguo pueblo de Chamartín de la Rosa, hoy distrito Chamartín de Madrid, propició la creación de elementos edificatorios que mantuvieran a los usuarios en contacto casi permanente con el exterior. La luz natural se hace presente en la mayoría de espacios, como estrategia de ahorro, optimizando su uso. Se establecieron todo tipo de sombras, tanto en el propio edificio para huecos, como elementos de sombra para espacios abiertos (las “costillas” y los “sietes”, pérgolas vegetadas que cubren zonas de paso y de aparcamientos, respectivamente; los cortasoles del jardín de Dirección, los numerosos voladizos, etc.). También surge la idea de abrir el comedor mediante puertas correderas hechas en la propia herrería del IETcc, dando paso a la brisa proveniente del exterior. La orientación constituyó un factor primordial en la definición tanto de las volumetrías como de las protecciones solares. Todo esto dio lugar a un entorno singular para trabajar.



**Figuras 7.3. y 7.4.** Biblioteca de Dirección con lamas fijas, y costillas de sombra para el jardín.

<sup>4</sup> El complejo “Costillares” es como se denominó al conjunto edificatorio del IETcc en sus inicios, debido a la existencia de costillas de hormigón armado que rodean el talud existente hacia la M-30, con función de pérgolas vegetadas, reflejadas en la figura 7.4.



Figura 7.5. Panorámica del despacho de Dirección.



Figuras 7.6. y 7.7. Interior y exterior del comedor. Cristaleras correderas para apertura al pinar.



Figura 7.8. Voladizo para protección solar en huecos mediante pieza prefabricada.

Figura 7.9. Lamas móviles verticales motorizadas en hall del Aula Torroja.

- Estrategias de Jardinería y Paisajismo, como elementos generadores de espacios abiertos agradables, y refrescantes, así como de sombras.

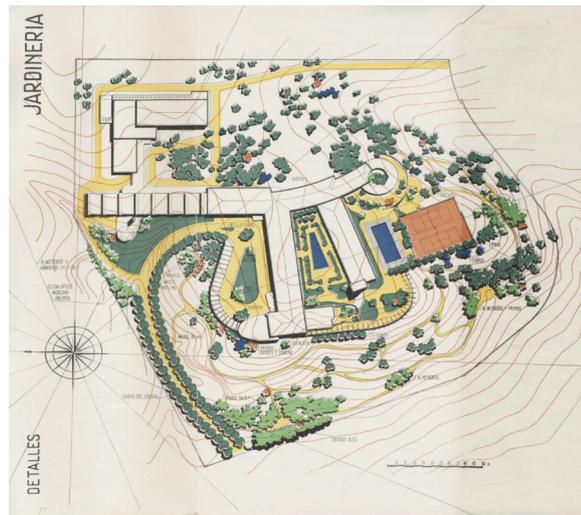
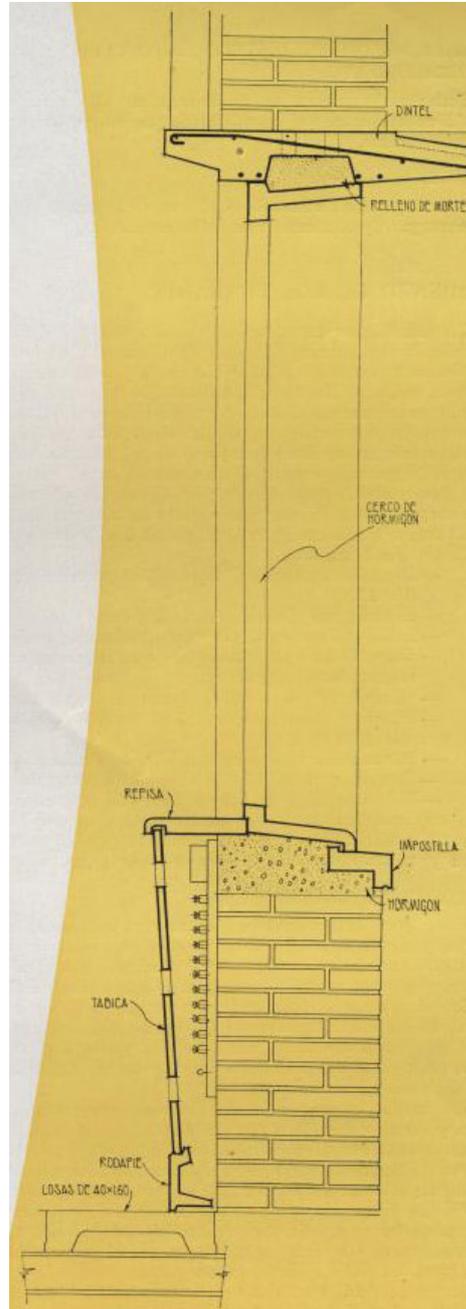
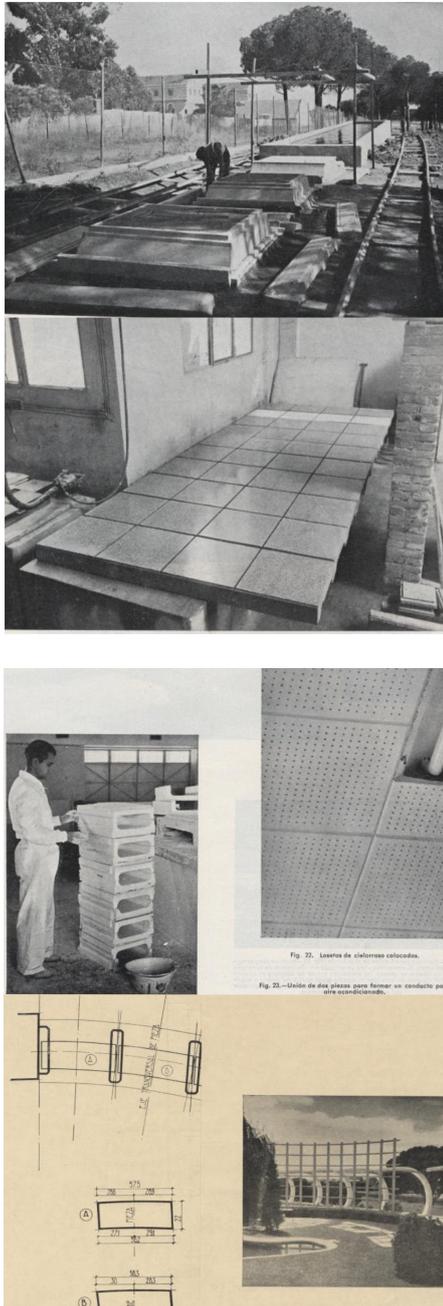


Figura 7.10. Plano de parcela con los elementos de jardinería detallados.

- Prefabricación: se constituye como una de las ideas generadoras del proyecto del complejo edificatorio. El concepto de prefabricación e industrialización es una idea integradora en el diseño del IETcc, presente en muchos aspectos constructivos, desde los cerramientos y huecos de fachada, hasta los falsos techos y las luminarias, suelos, elementos de evacuación de aguas (gárgolas), y conductos de instalaciones (con unos 4 ó 5 tipos de sección constante), entre otros.



**Figuras 7.11. a 7.15.** Ejemplos de prefabricación en suelos, techos, luminarias, fachada y sombramientos.

- Estrategias constructivas: además de la aplicación de estrategias bioclimáticas, existió un interés especial por la economía de recursos, y por rapidez de ejecución, lo cual llevó a optar por la prefabricación, además de fijar la forma de construir como un todo. Las secciones, al igual que las plantas y la volumetría, debían albergar todas esas ideas que conllevaran confort y eficacia en el trabajo, por lo cual se estudiaron minuciosamente, para optimizar su forma, su utilidad, y su viabilidad a todos los niveles.

A continuación se presentan las dos secciones transversales que definirían el edificio de estudio -el edificio principal-, en sus alas de nave de estudios y nave de ensayos físico-químicos o laboratorios:

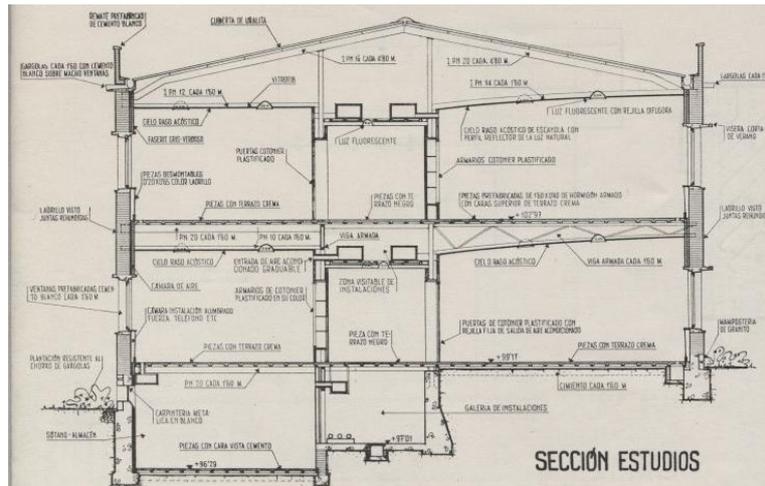


Figura 7.16. Sección transversal del ala de estudios, del edificio principal, objeto de estudio.

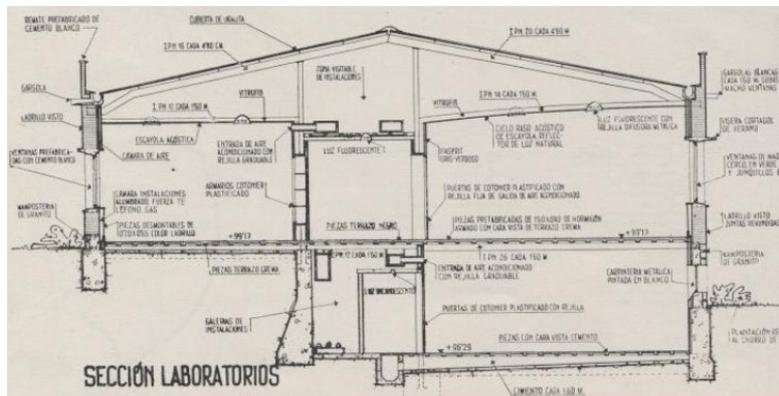
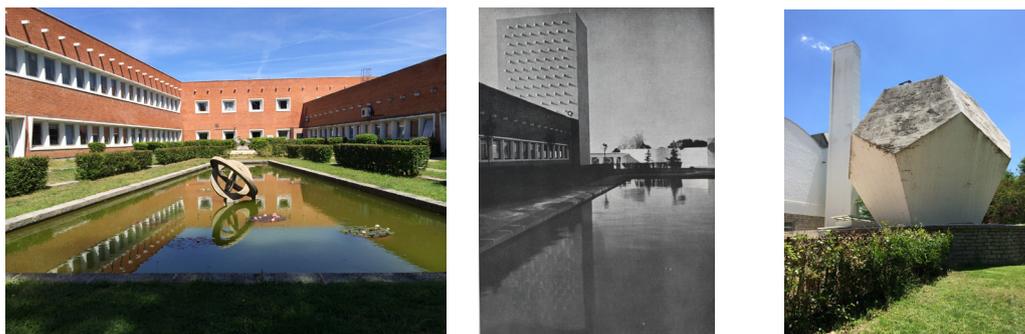


Figura 7.17. Sección transversal del ala de laboratorios, del edificio principal, objeto de estudio.

- Estrategias de instalaciones: Una torre de refrigeración con acumulación en algibe soterrado; un silo optimizado en forma de dodecaedro; unos climatizadores casi artesanos elaborados con sistema humidificador mediante pulverizadores; conductos de aire climatizado con secciones constantes para su producción prefabricada *in situ*; la recogida de aguas pluviales mediante un depósito en una torre; un estanque que refrigera los generadores y transformadores; luminarias empotradas prefabricadas en escayola para el cielorraso, o aquellas de espacios particulares, como el salón de actos, preparadas para impulsar aire acondicionado. Estos y otros elementos más son algunas de las estrategias llevadas a cabo para conseguir el confort bajo las condiciones climáticas determinadas en un clima continental como el de Madrid.



**Figuras 7.18. a 7.20.** Estanque refrigerante de generadores. Torre de acumulación de agua para uso. Silo-dodecaedro y chimenea de evacuación de humos desde sala de calderas.

## 7.6. Situación actual y perspectivas de futuro.

Pese a que el Instituto como organismo de investigación, y más aún por pertenecer al CSIC, goza aún de reconocido prestigio, esa innovación en su construcción, en su concepción y en su espíritu de trabajo a favor de la investigación en construcción y obra civil, se han visto últimamente mermadas por las imposibilidades derivadas de una economía gestionada en forma jerárquica por el organismo superior (CSIC), con poca capacidad de autogestión, y pocos fondos disponibles para poder llevar a cabo las correspondientes puestas a punto de sus infraestructuras. A esto se le une que el edificio cuenta con un grado determinado de protección, que impide ciertas actuaciones, lo cual se detallará más adelante.

Por todo esto el edificio se han mantenido elementos o bien caídos en desuso, o bien obsoletos, e ineficientes a nivel térmico y en general, a nivel de servicios e instalaciones.

En los últimos años se han llevado a cabo algunas actuaciones con carácter de urgencia, como la ampliación y adaptación de transformadores; el servicio eléctrico para los nuevos ensayos que se llevan a cabo, con nuevas máquinas; eliminación de la uralita en cubierta, y de las tuberías de plomo, por sus agentes cancerígenos; o la instalación de elementos para el plan de evacuación y extinción de incendios, tal y como lo enfoca la normativa vigente.

### 7.6.1. Nivel de protección del IETcc-CSIC.

Este edificio cuenta, como se ha citado anteriormente, con un nivel de protección 2, estructural. Según la categoría o nivel de protección, esto es lo que implica:

#### "NIVELES DE PROTECCIÓN DE EDIFICIOS CATALOGADOS

*Dadas las múltiples intervenciones que se pueden realizar en los edificios situados en los centros históricos, cascos históricos u otras áreas de planeamiento específico (...) distintos niveles de protección existentes (...) en las Normas Urbanísticas del Ayto. de Madrid, (...).*

*Estos niveles de protección suelen ser (...) 2. Edificios con nivel 2 de protección: Se engloban en este nivel aquellos edificios cuyas características constructivas y volumétricas son igualmente del mayor interés para la sociedad, aunque existan en su interior elementos de menor valor arquitectónico, por lo que se pueden autorizar en los mismos una mayor intervención que en los edificios de nivel 1. Igualmente se dividen en dos grados:*

- *Estructural: Con valores suficientes para merecer la conservación, tanto de su volumetría como de sus elementos arquitectónicos más destacados*"<sup>5</sup>.

<sup>5</sup>Boletín Informativo Nº 593 – 1ª Quincena – Septiembre 2006 Asesoría Técnica-Control – COAATM. Enlace web: <http://www.aparejadoresmadrid.es/archivos/asesoria/T%C3%A9cnica/Niveles%20de%20protecci%C3%B3n%20de%20edificios%20catalogados.pdf>

Esto hace que las intervenciones sobre él sean difíciles de gestionar, costosas a nivel burocrático, si no imposibles, y en cualquier caso muy limitadas. Aun así, y en mayor medida en los últimos tiempos, no son pocas las propuestas que se están originando desde el IETcc para estudiar desde distintos enfoques cómo ahorrar y optimizar eficientemente los recursos, la energía entre ellos, desde la propia gestión del edificio. Pero como se ha comentado anteriormente, los recursos son costosos, la ayuda es poca y la gestión desde los órganos superiores en la mayoría de los casos, lenta.

#### 7.6.2. El grado de protección del IETcc y la aplicación de normativa.

El edificio cuenta con un grado de protección 2, estructural, como se ha expuesto anteriormente, por lo que podría encontrarse entre aquellos casos de exclusión para cumplimiento de las Exigencias Básicas relativas al Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE), del Código Técnico de la Edificación (CTE) especialmente los documentos DB-HE 0 y DB-HE1.

Se analizan a continuación los ámbitos de aplicación establecidos en ambas exigencias, así como en otra normativa vigente.

En primer lugar, y siguiendo el Documento Básico CTE DB-HE edición 2013, se encuentran estas referencias sobre su aplicación a Edificios Existentes (BOE, 2013a):

*“IV Criterios de aplicación en edificios existentes*

*Criterio 1: no empeoramiento*

*Salvo en los casos en los que en este DB se establezca un criterio distinto, las condiciones preexistentes de ahorro de energía que sean menos exigentes que las establecidas en este DB no se podrán reducir, y las que sean más exigentes únicamente podrán reducirse hasta el nivel establecido en el DB.*

*Criterio 2: flexibilidad*

*En los casos en los que no sea posible alcanzar el nivel de prestación establecido con carácter general en este DB, podrán adoptarse soluciones que permitan el mayor grado de adecuación posible, determinándose el mismo, siempre que se dé alguno de los siguientes motivos:*

- a) en edificios con valor histórico o arquitectónico reconocido, cuando otras soluciones pudiesen alterar de manera inaceptable su carácter o aspecto, o;*
- b) la aplicación de otras soluciones no suponga una mejora efectiva en las prestaciones relacionadas con el requisito básico de “Ahorro de energía”, u;*
- c) otras soluciones no sean técnica o económicamente viables, o;*
- d) la intervención implique cambios sustanciales en otros elementos de la envolvente sobre los que no se fuera a actuar inicialmente.*

*En el proyecto debe justificarse el motivo de la aplicación de este criterio de flexibilidad. En la documentación final de la obra debe quedar constancia del nivel de prestación alcanzado y los condicionantes de uso y mantenimiento, si existen.*

*Criterio 3: reparación de daños*

*Los elementos de la parte existente no afectados por ninguna de las condiciones establecidas en este DB, podrán conservarse en su estado actual siempre que no presente, antes de la intervención, daños que hayan mermado de forma significativa sus prestaciones iniciales. Si el edificio presenta daños relacionados con el requisito básico de “Ahorro de energía”, la intervención deberá contemplar medidas específicas para su resolución”.*

Más concretamente, en la Exigencia Básica DB HE-0 de 2013, establece:

*“1 Ámbito de aplicación*

*1 Esta Sección es de aplicación en:*

- a) edificios de nueva construcción y ampliaciones de edificios existentes;*
- b) edificaciones o partes de las mismas que, por sus características de utilización, estén*

abiertas de forma permanente y sean acondicionadas.

2 Se excluyen del ámbito de aplicación:

- a) construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años;
- b) edificios industriales, de la defensa, y agrícolas o partes de los mismos, en la parte destinada a talleres, procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales;
- c) edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>.

El edificio del caso de estudio en ningún caso tendría que cumplir esta exigencia, ya que no se prevé una ampliación del edificio existente.

Por su parte, en la Exigencia Básica DB HE-1 de 2013, especifica sobre los edificios existentes:

“Ámbito de aplicación

[...]

b) intervenciones en edificios existentes:

- ampliación: aquellas en las que se incrementa la superficie o el volumen construido;
- reforma: cualquier trabajo u obra en un edificio existente distinto del que se lleve a cabo para el exclusivo mantenimiento del edificio;
- cambio de uso.

2 Se excluyen del ámbito de aplicación:

- a) los edificios históricos protegidos cuando así lo determine el órgano competente que deba dictaminar en materia de protección histórico-artística;”

Más adelante, añade sobre edificios existentes:

“2.2.2 Intervenciones en edificios existentes

2.2.2.1 Limitación de la demanda energética del edificio

1 Cuando la intervención produzca modificaciones en las condiciones interiores o exteriores de un elemento de la envolvente térmica que supongan un incremento de la demanda energética del edificio, las características de este elemento se adecuarán a las establecidas en este Documento Básico.

2 En las obras de reforma en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio y en las destinadas a un cambio de uso característico del edificio se limitará la demanda energética conjunta del edificio de manera que sea inferior a la del edificio de referencia.

3 En las obras de reforma no consideradas en el caso anterior, los elementos de la envolvente térmica que se sustituyan, incorporen, o modifiquen sustancialmente, cumplirán las limitaciones establecidas en la tabla 2.3. Cuando se intervenga simultáneamente en varios elementos de la envolvente térmica, se podrán superar los valores de transmitancia térmica de dicha tabla si la demanda energética conjunta resultante fuera igual o inferior a la obtenida aplicando los valores de la tabla a los elementos afectados”.

Además, sobre las condensaciones en edificios existentes, establece:

“2.2.3 Limitación de condensaciones

1. Tanto en edificaciones nuevas como en edificaciones existentes, en el caso de que se produzcan condensaciones intersticiales en la envolvente térmica del edificio, estas serán tales que no produzcan una merma significativa en sus prestaciones térmicas o supongan un riesgo de degradación o pérdida de su vida útil. Además, la máxima condensación acumulada en cada periodo anual no será superior a la cantidad de evaporación posible en el mismo periodo” (BOE, 2013a).

Por lo cual, para el edificio principal del IETcc-CSIC se puede establecer, que en caso de que las administraciones competentes no lo considerasen dentro de los casos exentos de cumplimiento, el cumplimiento del DB HE 2013 se verificaría bajo opción general, es decir, con LIDER, comprobando que el edificio objeto da

valores inferiores a los obtenidos para el edificio de referencia (ver metodología en capítulo 4, epígrafe 4.1, y capítulo 7, epígrafe 7.8, para la aplicación sobre el caso de estudio).

Con respecto a las condensaciones, como podrá verse, de manera intersticial su eliminación podría quedar justificada garantizándose cierta ventilación, o cualquier otra medida igualmente efectiva.

Por su parte, el *Real Decreto 235/2013*, publicado en BOE el 13 de abril de 2013, por el que se aprueba el procedimiento básico para la *Certificación de la eficiencia energética de los edificios* (BOE, 2013b), establece en su artículo 2, el ámbito de aplicación:

*"1. Este Procedimiento básico será de aplicación a:*

*a) Edificios de nueva construcción.*

*b) Edificios o partes de edificios existentes que se vendan o alquilen a un nuevo arrendatario, siempre que no dispongan de un certificado en vigor.*

*c) Edificios o partes de edificios en los que una autoridad pública ocupe una superficie útil total superior a 250 m<sup>2</sup> y que sean frecuentados habitualmente por el público.*

*2. Se excluyen del ámbito de aplicación:*

*a) Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico" "*(BOE, 2013b).

Una vez más, las autoridades competentes tendrían que establecer si este caso se enmarca en el apartado señalado dentro del ámbito de aplicación (ya que se cumplen las condiciones de superficie, ocupación, y el IETcc además por su actividad formativa e investigadora recibe más ocupantes de forma ocasional), o bien, si por el contrario, y acogiéndose a su grado de protección, sería objeto de exclusión del Real Decreto.

Sea como fuere, en el epígrafe 7.8 de este capítulo se establece un hipotético caso en el que hubiera que cumplir con toda esta normativa vigente, para lo cual se hace el estudio necesario, proponiendo actuaciones para tal fin, que se describirán y justificarán respectivamente.

### *7.6.3. Oportunidad estratégica del IETcc.*

El IETcc, consciente de su situación energética actual, y amparado en la Directiva Europea 2012/27/UE relativa a Eficiencia Energética, que en su Artículo 5 establece la generación de un inventario energético de los edificios de la Administración General del Estado, -que hubo de hacerse público en diciembre de 2013-, ha comenzado una política de limitación en el uso de energía y recursos naturales, y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>. La organización del centro comenzó estudiando su estado actual y a proponer mejoras, con objeto de ajustarse a la convocatoria para sumarse a la iniciativa de *"renovarse anualmente el 3% de la superficie de estos edificios, con el fin de que cumplan al menos con los requisitos de rendimiento energético mínimos fijados en aplicación del artículo 4 de la Directiva 2010/31/UE<sup>6</sup>, o adoptar el enfoque alternativo del apartado 6, artículo 5"*<sup>7</sup>. Si bien el Instituto no puede encontrarse entre estos por el grado de protección con el que cuenta, sí que podría unirse de manera voluntaria y siempre que no constituyese incompatibilidad alguna, de forma que le fueran de aplicación las medidas establecidas para los edificios inventariados.

<sup>6</sup> Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios.

<sup>7</sup> Documento sobre el Inventario energético de los edificios de la Administración General del Estado. Extracto publicado digitalmente por el MINETUR, Madrid, diciembre de 2013. Enlace: <http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/directiva2012/Inventario/0Inventario-Articulo5-Directiva.pdf>

Estas medidas establecidas por la Directiva Europea han dado lugar a que los Estados Miembros generasen *Planes de Acción*, para adecuarlas a su normativa y posteriormente llevarlos a cabo. Entre ellos, está el *Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020*<sup>8</sup>, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros de 29 de julio de 2011, que da cumplimiento a lo exigido por la Directiva 2006/32/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006, sobre la Eficiencia del uso final de la energía y los Servicios Energéticos (Diario Oficial de la UE, 27.4.2006). El *Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020* estableció ciertas medidas de actuación, entre las que se encuentra el *Plan de Activación de la eficiencia energética en los edificios de la Administración General del Estado*, publicado el 14 de enero de 2010 conocido como Plan 330 ESEs, aprobado por el Consejo de Ministros el 11 de diciembre de 2009. Su objetivo es “conseguir que 330 centros consumidores de energía, pertenecientes a la Administración General del Estado, reduzcan su consumo de energía en un 20% en el año 2016, mediante la realización de medidas de ahorro y eficiencia energética, bajo la modalidad de contratos de servicios energéticos, realizadas por Empresas de Servicios Energéticos (ESEs)”<sup>9</sup>.

Uno de los objetivos planteados en el propio IETcc, fue elaborar estrategias que le permitieran encontrarse entre esos 330 centros de la Administración General del Estado elegidos para alcanzar un ahorro en el consumo de un 20% en 2016. Aunque no fue posible, este estudio conllevó un análisis previo de la demanda y el consumo del centro, así como de su calificación energética. Pese a finalmente no encontrarse en esa ratio, este estudio sigue teniendo validez técnica para lograr los objetivos del Horizon 2020.

## APLICACIÓN DE MÉTODOS CUANTITATIVOS AL CASO DE ESTUDIO. JUSTIFICACIÓN Y METODOLOGÍAS EMPLEADAS.

### 7.7. Justificación de la elección de los métodos para el caso de estudio.

#### 7.7.1. Aplicación sobre el edificio principal del IETcc.

El caso de estudio se centrará en el edificio principal del complejo que compone el Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja (IETcc). Las principales razones para centrar el estudio en ese edificio son:

- La dificultad para evaluar el resto de edificios tanto por sus características físicas como por su poca u ocasional ocupación, por lo que estos no están, no completa o no permanentemente climatizados, según el caso.
- La concentración en este edificio de los principales usos: administrativo; algunos laboratorios químicos; sala de lectura y biblioteca; servicios generales, entre los que se encuentran Dirección, el comedor, y el salón de actos.
- Los otros edificios o pabellones existentes en la parcela se dedican principalmente a la ejecución de ensayos, y su densidad de uso es muy baja, aunque los consumos energéticos y de recursos (de agua, por ejemplo) a menudo son muy altos debido a la cantidad de maquinaria y equipos específicos existentes. Sin embargo, estos consumos no están disgregados, lo cual hace que se desconozcan las ratios por zona, ya que hacerlo de forma proporcional por superficie quizás no sea una aproximación realista.

<sup>8</sup> Plan de ahorro y eficiencia energética. 2º plan, 2011-2020.IDAE. Madrid 2011, sustituido por planes sucesivos, de alcance nacional. Actualmente, se encuentra vigente el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2017-2020. Disponible en: <http://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/plan-nacional-de-accion-de-eficiencia-energetica-2017-2020>

<sup>9</sup> Plan de ahorro y eficiencia energética. 2º plan, 2011-2020.IDAE. Madrid 2011.

El estudio del edificio principal en este sentido puede resultar más realista al menos en cuanto a la proporción entre consumos y concentración mayoritaria de usuarios, despachos, laboratorios, y servicios generales.

#### 7.7.2. Justificación de la elección de los métodos cuantitativos a aplicar en el caso de estudio.

De entre todos los métodos, enfoques o procedimientos citados en el capítulo 3, y de aquellos expuestos en el capítulo 4, se han escogido algunos, por diversas razones, para la validación del método cualitativo propuesto en esta tesis. Se detallan las razones más relevantes para escoger tales métodos:

- Debe ser un método que evalúe la sostenibilidad en términos generales, y más específicamente la calidad del ambiente interior, de una forma global o integradora, procurando la minimización del uso de recursos naturales, la reducción de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) -habitualmente de CO<sub>2</sub>-, y el uso eficiente de energía en el edificio.
- Debe velar por el confort del usuario de una manera explícita, teniendo en cuenta su satisfacción, directa o indirectamente a través de parámetros de ambiente interior confortables.
- Debe permitir tanto la diagnosis -o indicadores e información- sobre el estado actual, como facilitar pautas o estrategias de mejora relacionadas con parámetros de ahorro y uso eficiente de energía y recursos, y reducción de emisiones de GEI.

Otro criterio determinante para la elección de los métodos cuantitativos ha sido la dependencia de la capacidad de acceso a determinadas fuentes, cálculos, o mediciones, en algunos casos ya existentes y fiables determinados bien por la doctoranda, bien por terceras partes. Algunos datos no podían ser revelados o simplemente no estaban contabilizados, por lo que acceder a ellos se hacía inviable. Métodos más complejos como una auditoría energética, por ejemplo, en su totalidad, no resultaba viable ni en tiempo ni en medios disponibles. El método o conjunto de métodos de la auditoría no sería comparable "a igualdad de condiciones" con el resto de métodos, por ser más complejo y más completo en su análisis. Este método se puede considerar un conglomerado de varios de los citados y otros más, por lo que en realidad podría hacerse con más tiempo y medios disponibles, implicando a Gerencia y Dirección del centro, por ejemplo. Algo similar podría pasar con el **sello básico de rehabilitación integral de edificios**, inicialmente pensado para viviendas, que más bien es un protocolo de actuación, y por tanto conlleva un estudio exhaustivo previo, que podría compararse, según el tipo de edificio, al de la auditoría energética, -aunque con salvedades como la cobertura de otros aspectos de habitabilidad, accesibilidad y seguridad-, que más bien se podría acometer tras conocer las carencias mediante un método de diagnosis y propuestas de mejora como es el *Photovoice*, propuesto en el capítulo 6.

A continuación se expone por qué otros métodos no han sido seleccionados para su aplicación sobre el caso de estudio, y para validación o validez del método cualitativo:

- Los métodos normativos sobre el bienestar térmico del usuario, regulados a través de las estándares ISO 7730 (ISO, 2005), ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013) y EN 15251 (AENOR, 2008), sólo facilitan un valor estadístico sobre la cantidad de ocupantes insatisfechos térmicamente o que no se encuentran confortables. Sin embargo, desde el punto de vista de estas normativas, no se facilita ninguna razón concreta o causa del *discomfort* (salvo aquellas

reveladas sobre incomodidad térmica local, pero *a priori* no se enumeran o citan en ningún formato abierto de cuestionario o entrevista, por ejemplo), ni tampoco se citan estrategias parciales o integrales, o al menos pistas sobre cómo procurar un mayor confort ambiental del usuario a través de mejoras sobre el edificio o el entorno, o la interacción con el usuario. Por otra parte, la aplicación de este método necesita de múltiples encuestas sobre una proporción considerable de trabajadores, durante un periodo más o menos significativo y varias veces al día, lo cual no es viable tratándose de una iniciativa que no parte del centro, sino que surge de una investigación propia.

- Los métodos de simulación o modelización (si es aplicada sobre edificios existentes) con herramientas de cálculo dinámico, tipo *DesignBuilder*, *Energyplus*, *Trnsys* u otras, bien basadas en el balance energético de régimen dinámico o en la dinámica de fluidos por ordenador (*Computational Fluid Dynamics*, *CFDs*) se descartan, puesto que estos modelos, complejos, necesitan en primer lugar de una calibración previa que asegure la máxima proximidad de los resultados a la realidad, y esto requiere de un tiempo y un instrumental específicos, que se escapan del objeto de la presente tesis. Sin embargo, elegir modelos de validación, como es el caso del referente LIDER-CALENER, parece más oportuno, ya que estos programas a su vez están validados, y las condiciones de valores por defecto, asunciones y otras simplificaciones e incertidumbres son bien conocidas. Además estos métodos de validación, pese a no dar valores absolutos salvo de forma indirecta (con archivos generados en el cálculo) permiten la comparación de resultados con los estándares establecidos en la normativa nacional (Documentos Básicos de Energía del CTE, y Certificación Energética mediante Calificación). También permite la comparativa entre los resultados de la modelización del estado actual del edificio, y los que resultan de aplicar hipotéticas mejoras sobre el modelo.
- Los métodos de monitorización de espacios interiores: si bien resultan de interés, pues son muy útiles para contrastar las mediciones de parámetros ambientales interiores con la información obtenida de los usuarios, se considera que la información monitorizada aporta datos parciales o muy limitados, (sólo temperatura ambiente, radiante u operativa, humedad relativa, y emisión de CO<sub>2</sub>, en líneas generales) para el objeto de esta tesis. Para la diagnosis más pormenorizada se necesitan más datos, normalmente fruto de la comunicación previa con el propio usuario (por ejemplo, presencia de *discomfort* local, asimetrías térmicas, corrientes o infiltraciones –indeseadas– de aire, entre otras, y sus posibles causas). Como método usualmente no suele utilizarse en exclusividad, y tampoco aporta propuestas de mejora en sí mismo, tan sólo mide magnitudes cuantificables, y tampoco ofrece, en la mayoría de los casos, interpretación o comparativa de resultados.
- Con respecto a la aplicación de la Evaluación Post-Ocupación, la razón por la que no se utiliza para la validez del método cualitativo es principalmente debida a dos razones: una de ellas, porque la perspectiva de aproximación al usuario tiene puntos en común, ya que se tiene en cuenta a este para que exprese cuestiones relacionadas con problemas en el edificio (aunque la expresión de estos problemas se da de forma estructurada, en encuesta o entrevista, con preguntas habitualmente cerradas o codificables<sup>10</sup>).

---

<sup>10</sup> Esto es, con respuestas establecidas en rangos o agrupables, de tal forma que pueden cuantificarse o codificarse mediante variable, por ejemplo (a, b, c, d, por ejemplo).

- La otra razón por la que no se utiliza es porque habitualmente comprende una auditoría energética, que aunque puede tener distinto nivel de detalle en su procedimiento, suele ser compleja, ya se ha comentado que conlleva aparejada mucho tiempo y coste económico.
- El confort adaptativo como método se centra en el bienestar del usuario y las condiciones térmicas o ambientales, según el estudio, que se necesitan para alcanzarlo. Sin embargo, su procedimiento implica en primer lugar establecer un estudio de campo, por la que los usuarios son encuestados o entrevistados (en gran número, para poder establecer unos datos fiables generalizables, como método cuantitativo que es), además de tener que registrar datos simultáneamente por medio de monitorización o mediciones in situ. Esto, además de ser costoso en tiempo y dinero, comporta la participación de un número cuantioso de personas, y un volumen importante de equipo instrumental. Por otra parte, el fin de estos estudios suelen ser, como se vio en el capítulo 3, o bien establecer leyes sobre la temperatura neutra o de confort de los usuarios, -más similares a las condiciones dinámicas, y propias del lugar, y a la capacidad adaptativa de los ocupantes-, o bien desarrollar estudios estadísticos o probabilísticos para poder expresar en algoritmos elaborados el comportamiento del usuario, y poderlo simular después en programas informáticos. No tratan por tanto, ni los problemas de uso eficiente de energía en el edificio, ni las causas directas de disconfort, así como tampoco da pautas de mejoras (suele ser el investigador el que establece determinadas variables climáticas o de adaptación del usuario, por ejemplo, para relacionarlas con el confort del mismo).

## **7.8. Aplicación metodológica de simulación energética. Métodos de validación normativa: Lider y Calener GT.**

### *7.8.1. Análisis propuesto*

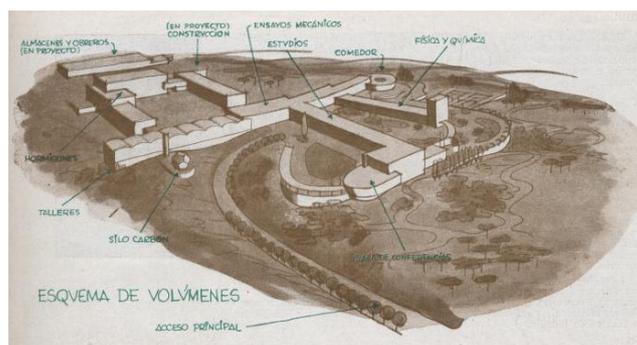
En este análisis se utilizará la simulación energética disponible para la verificación de cumplimiento normativo, esto es, mediante el uso de aplicaciones informáticas reconocidas a nivel gubernamental, como son las herramientas de *Limitación de la Demanda Energética (LIDER)* y de *Calificación Energética para edificios de uso Terciario -Gran Terciario- (Calener GT)* (actualmente unidas mediante la herramienta unificada *LIDER-CALENER, o HULC*).

El análisis propuesto incluye los siguientes aspectos:

- Estudio de la climatización existente (para regímenes de frío y calor), y propuesta de sustitución de la actual producción de calefacción por caldera de gasóleo. Se propone biomasa, una energía renovable, como nueva producción para el régimen de invierno.
- Estudio del estado actual y posibles mejoras en la instalación de iluminación.
- Inclusión de los sistemas de calentamiento de agua caliente sanitaria (ACS) por efecto *Joule* (termos eléctricos), de los cuales existen aproximadamente 80 unidades en todo el edificio.

En cuanto a Energías Renovables:

- Instalación de energía solar térmica, para su uso en vestuarios, baños con agua caliente, cocinas, y laboratorios.
- Calefacción por biomasa.



**Figura 7.21.** Volumetría original del proyecto acabado de "Costillares", hoy IETcc.

### 7.8.2. Justificación de aplicación

Las razones para incluir este análisis diagnóstico del estado actual y las propuestas de mejora mediante simulación energética con LIDER-CALENER son claras:

- a) la modelización en general es un método ampliamente extendido, siendo la simulación energética una herramienta diagnóstica y predictiva muy útil y reconocida hoy en día,
- b) permite conocer el grado de cumplimiento normativo nacional, ya que se trata de herramientas reconocidas para la aplicación del *Documento Básico de Ahorro de Energía (DB HE) del Código Técnico de la Edificación*, así como el Real Decreto RD 235/2013 relativo a Certificación Energética de Edificios
- c) permite cuantificar las mejoras implementadas sobre el edificio base, en cuanto a ahorro y eficiencia energéticos

### 7.8.3. Cálculo: Limitación de demanda y calificación energéticas

Para el desarrollo del estudio de *Limitación de Demanda y Calificación Energéticas*, se utilizan las herramientas LIDER y CALENER GT, y no la *Herramienta Unificada (HULC)*. Esto se debe a que para el estudio llevado a cabo entre 2013 y 2014, aún en periodo de coexistencia las herramientas, resultaba más fácil y accesible utilizar las herramientas conocidas y suficientemente probadas. Aun así, algunas especificaciones modificadas, como las zonas climáticas entre otras, obedecen a la versión vigente de 2013. Sin embargo, hay que tener en cuenta que este análisis de estudio debería sufrir una revisión en caso de aplicarse realmente al edificio hoy día, ya que como el propio *Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital (MINETAD)* anuncia en su web, en el apartado de *Energía y Desarrollo Sostenible*: "a partir del 14 de enero de 2016 sólo serán admitidos por los Registros de las Comunidades Autónomas los certificados de eficiencia energética realizados con la versión 20151113 de la Herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC), la versión 2375.1015 de CE3, la versión 2015/06\_2.1 de CE3X o la versión 4 de CERMA o versiones posteriores de las mismas"<sup>11</sup>.

En cuanto a los parámetros de cálculo, hay que destacar que, al ser edificio de uso terciario, se incluyen en los cálculos simulados para la *Limitación de la Demanda*, los parámetros relativos a las cargas por iluminación (potencia instalada, VEEI y VEEI límite), referentes al estudio de la situación actual y a la propuesta de mejora incluidas en los cálculos de iluminación. Análogamente, se incluyen las instalaciones térmicas del edificio de estudio de climatización y agua caliente sanitaria (ACS), tanto actuales como propuestas, para su calificación energética en cada caso mediante CALENER GT.

<sup>11</sup><http://www.minetad.gob.es/energia/development/EficienciaEnergética/CertificaciónEnergética/DocumentosReconocidos/Paginas/procedimientos-certificacion-proyecto-terminados.aspx>

### 7.8.3.1. Hipótesis de cálculo

Una vez analizada la situación del edificio con respecto a lo establecido en la normativa aplicable, y dada la disyuntiva irresoluble – porque queda en manos de los organismos competentes- en cuanto a si es o no objeto de aquella, se establecen diferentes estrategias de estudio, adecuándolas en algunos casos a las características reales y la situación económica del edificio, y en otras, a un hipotético deber de cumplimiento con dicha normativa.

Por todo ello se establecen las siguientes hipótesis, tanto de LIDER como de CALENER GT, tales que engloben un estudio completo y equilibrado, entre lo que debería ser (situación ideal), y lo que puede ser (situación real), en términos temporales y sobre todo, económicos.

#### Hipótesis lider (limitación de la demanda energética, opción general).

*Estado actual.*

En él se incluyen los parámetros de iluminación actuales (los cálculos relacionados se pueden ver en el anexo correspondiente de esta tesis).

*Estado Reformado. Sólo envolvente:*

- Propuesta 1: en ella se resuelven parte de los requerimientos mínimos exigidos para el cumplimiento de *Limitación de Demanda*, como se cumple con respecto al edificio de referencia.
- Propuesta 2 (Estado Ideal): en ella se resuelven todas las exigencias y requerimientos necesarios para el total cumplimiento con la *Limitación de la Demanda*. Se le denomina *Estado Ideal* porque conlleva una serie de actuaciones sobre la envolvente imposibles de abordar en términos económicos y prácticos, por la singularidad del edificio. No obstante, para evaluar las necesidades del edificio, parecía interesante incluirlo en este análisis.
- Propuesta 3 (Estado Real): en ella se resuelve principalmente el cumplimiento con las exigencias de demanda con respecto al edificio de referencia, aunque alberga principalmente las soluciones más fáciles de abordar, más realistas (de ahí la denominación de *Estado Real*), como son la modificación de determinados huecos, así como ciertos elementos de fachada, cubierta y del falso techo a desván. Algunas actuaciones sobre las condensaciones en determinados muros y la permeabilidad de elementos transparentes singulares (comedor, hall de entrada, lucernario, etc.) no serían viables, por lo cual se justificarían de otra manera, bien sea de modo prestacional, es decir, con otras soluciones como garantizar la ventilación de espacios, o bien apelando al grado de protección parcial del edificio y su envolvente.

*Estado Reformado. Sólo iluminación:*

En este caso se evalúa la repercusión exclusiva de la modificación propuesta sobre la iluminación del edificio mediante lámparas LED.

*Estado Reformado. Envolvente (propuesta 3, realista)+iluminación:*

Se establece el estudio de la *Limitación de la Demanda* para la propuesta 3, más realista, a la que se añade la mejora de la instalación de lámparas LED en iluminación<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup>Por tratarse de un edificio terciario, donde el consumo por iluminación es el más importante, incidiendo en gran medida sobre la demanda, LIDER permite la inclusión de todos los elementos de iluminación aunque el resto de instalaciones relevantes se introduzcan en CALENER

Hipótesis calener (certificación energética, opción general).

*Estado actual.*

En él se incluyen los parámetros de iluminación actuales, además de todas las instalaciones relevantes para el cálculo de certificación energética, como son: climatización frío/calor y producción de agua caliente sanitaria (ACS).

*Estado Reformado.*

Para todas las hipótesis siguientes en las que se modifique la envolvente, se seguirá la propuesta 3, según denominación del apartado anterior de evaluación de LIDER, ya que resulta la más realista y equilibrada en cuanto a cumplimiento normativo y viabilidad económica de las actuaciones.

Medidas pasivas: Sólo envolvente. Se califica el edificio modificando solamente lo relativo a la epidermis o envolvente del mismo.

Medidas activas: Sólo iluminación. Se califica el edificio modificando solamente lo relativo a la propuesta de iluminación, aplicada sobre el estado actual de la envolvente.

Medidas activas: Iluminación+Biomasa. Se aplican las medidas de mejora en iluminación y calefacción mediante biomasa a la envolvente del edificio actual.

Medidas activas: Iluminación+Biomasa+ ACS solar. Se aplican las medidas de mejora en iluminación, calefacción mediante biomasa, así como solar térmica propuestas, a la envolvente del edificio actual.

Medida pasiva+activa: Envolvente+ Iluminación (E+I). En esta hipótesis se mejora la envolvente y la iluminación, y se califica energéticamente.

Medida pasiva+activa: Envolvente+ Iluminación+ Biomasa (E+I+B). En esta hipótesis además, se mejora la calefacción mediante biomasa.

Medida pasiva+activa: Envolvente+ Iluminación+ Biomasa+ACS solar (E+I+B+ST). En esta hipótesis además, se mejora la producción de ACS mediante energía solar térmica. Esta sería la evaluación más completa, ya que incluiría todas las mejoras propuestas bajo este análisis.

### 7.8.3.2. Simplificaciones del modelo.

Una vez establecidas las hipótesis de cálculo, se describen las simplificaciones del modelo. Estas a su vez se clasifican en:

- Simplificación geométrica
- Simplificación constructiva
- Simplificación operacional (relativas al uso)
- Simplificación espacial (zonificación interior)
- Simplificación de instalaciones (adecuación al modelo y a los equipos definidos por los programas).

#### Simplificación geométrica

En la siguiente sección transversal se observa la disposición de los espacios con respecto a la rasante. Como número máximo de plantas en el edificio principal, se encuentran un sótano, planta baja, planta alta, y desván (no habitable, también definido como *bajocubierta*). Es decir, tres plantas máximas sobre rasante (incluyendo el desván), y una bajo rasante. Adicionalmente se crearon unas cámaras técnicas, con forjado incluido, para el trasiego de las instalaciones, principalmente las de climatización, que llegan a contar con una altura en la que cabría una persona a gatas.

Estas cámaras se han simplificado, y la razón es que, al no formar parte de toda la sección transversal, sino que estas cámaras surgen quitándole altura a los espacios de zonas comunes como los pasillos, la generación de este espacio en LIDER, y por tanto en CALENER GT podría dar problemas, por no tener la altura

de los espacios de la misma planta. Es por esto que se decide no incluirlas en el modelo.

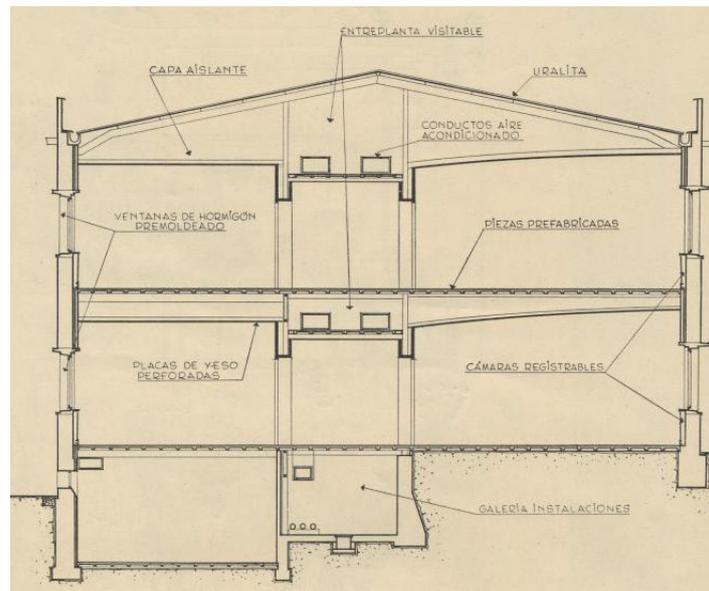


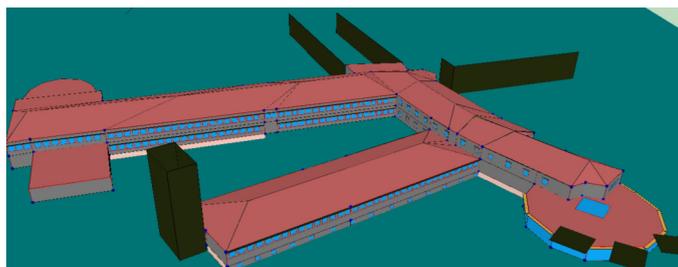
Figura 7.22. Sección transversal del ala de Estudios, con la definición de espacios.

El lucernario del comedor también se simplifica y se crea como ventana superior en la cubierta del mismo.

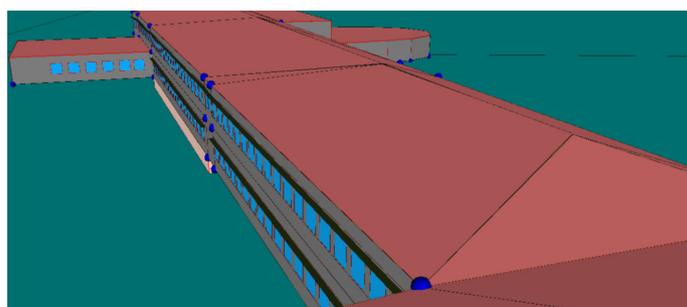
Otra simplificación importante es aquella relativa a los espacios interiores, incluida también en la simplificación espacial. El motivo principal es que este edificio tiene una superficie considerable no sólo con respecto a la horizontal, sino también en superficie de envolvente, y numerosos elementos transparentes en fachada y alguno en cubierta, por lo que resulta muy difícil tanto su definición del modelo en los programas, como las simulaciones. Se decide unificar todos aquellos espacios en planta que sean de usos y horarios similares. También influirá en esta sectorización el servicio dado por cada climatizador, que también sectorizados, a fin de que todo sea lo más real posible, en su modelización en *CALENER GT*. En los planos anexos se podrá ver cómo se ha llevado a cabo esa sectorización y agrupación de espacios en planta.

Como elementos de sombra se incluyen en el modelo los siguientes:

- Sombras remotas junto al comedor, que simulan los pinos más próximos.
- Torre de acumulación de aguas pluviales, situada a poniente en el ala de laboratorios, como gran elemento de sombra remota.
- Nave nueva de ensayos, unida al edificio principal por planta alta sobre el hall de entrada, y cuyo volumen se ha representado gráficamente porque da sombra a este edificio principal.
- Nave de ensayos mecánicos, cuyas fachadas se han puesto también como elementos de sombra remotos para valorar su posible influencia sobre el edificio de estudio.



**Figura 7.23.** 3D del edificio simulado en LIDER.



**Figura 7.24.** Edificio simulado en LIDER: detalle de voladizos de sombra para huecos.

#### Simplificación constructiva

En este apartado se detalla la simplificación derivada del propio proceso constructivo del edificio. La prefabricación ha sido una de las principales estrategias para la creación de este complejo, lo cual implicaba innovación y ahorro en tiempo y en material, además de mano de obra, con mayores controles de seguridad. Sin embargo, esto trae otras consecuencias constructivas, que probablemente en el momento de su construcción, si bien podrían ser conocidas, no eran restringidas por la normativa, inexistente en materia de energía. Son los puentes térmicos, y en general, la falta total o parcial de aislamiento en la envolvente.

Los huecos de fachada, los elementos de lucernario en cubierta, y los elementos de sombreado del propio edificio han supuesto un interesante valor añadido por el confort añadido al edificio y a sus usuarios, pero se gestaron como piezas prefabricadas en la envolvente, lo cual ha generado puentes térmicos que, por la protección del edificio no pueden ser modificados. Esto junto a otros problemas derivados de la necesaria simplificación de la envolvente en otros puntos, evidencia las limitaciones del programa (por ejemplo la pieza de hormigón ciega entre ventanas, que acomete a los muros superior e inferior).

Otra simplificación constructiva viene de la propia disposición de materiales en la base de datos de LIDER, sean de la parte opaca o transparente, por lo que la simplificación posible es tomar aquellos con la transmitancia térmica o el factor solar más parecidos, si no iguales, a los datos originales de proyecto.

#### Simplificación operacional (uso)

En este caso, las plantillas de horarios se establecen con respecto a la ocupación habitual en el edificio. Obviamente, no todos los usuarios hacen el mismo horario: por ejemplo las limpiadoras entran muy temprano, mientras que existen investigadores y operarios que, por las características y duración de los ensayos que llevan a cabo, a veces salen muy tarde. Estos casos son difíciles de cuantificar, y pueden ser más o menos puntuales, por lo cual es preciso simplificar y concretar los horarios al común de las casuísticas.

### Simplificación espacial (zonificación interior)

Esta es una de las simplificaciones que más afectan al modelo, por cuanto de decisivo tienen con respecto a los posibles resultados. Es preciso sopesar previamente el alcance de lo que se pretende lograr, ya que la herramienta no admite determinados cambios, sobre todo geométricos, una vez el modelo esté acabado. En este sentido, se ha seguido un patrón de simplificación por similitud de uso y ocupación, de tal manera que todos los despachos de tareas y ocupados por usuarios de similar perfil ocupacional y horario se han unido. Con esta estrategia se consigue omitir el arduo trabajo de definición de espacios muy similares, y a la vez se ahorra en la capacidad de simulación de los programas. Este último aspecto es importante, teniendo en cuenta que estos programas cuentan con una limitación importante sobre la descripción geométrica en número de elementos de definición (vértices) y número de espacios.

### Simplificación de instalaciones (adecuación al modelo y a los equipos definidos por los programas, etc.).

La principal simplificación relativa a las instalaciones térmicas e iluminación llevada a cabo en los modelos, ha sido aquella relativa a la potencia de los equipos con respecto al edificio modelizado. Los equipos de climatización, los cuales son básicamente los mismos elementos para refrigeración que para calefacción, salvo la producción, sirven a todo el complejo de edificios. Sin embargo, sólo se ha simulado el edificio principal. Esto conlleva que si bien la producción se ha introducido con sus consumos reales actuales para todo el conjunto edificatorio, los climatizadores no están todos incluidos, ya que los espacios a los que sirven no lo están. Esto es un elemento a tener en cuenta en la repercusión tanto de los resultados, como en las conclusiones, ya que existe un desfase importante entre la relación edificio-consumo y edificio-demanda. Esto sin embargo no ha sido posible disgregarlo, ya que se carece a corto plazo de medios suficientes para discriminar los consumos derivados de cada espacio. Ya se comentó que el espacio de trasiego de las instalaciones, el cielorraso o cámara técnica, no se ha introducido, lo cual hace que las instalaciones no se hayan definido exactamente como son (por ejemplo, no se han incluido *plenums*<sup>13</sup> en los casos puntuales en los que pudieran darse, ni las bocas de impulsión de iluminación en espacios concretos como el aula Torroja o sala de conferencias).

La iluminación ha sido introducida, por tratarse de un edificio terciario, tanto en el modelo en *LIDER*, como en *CALENER GT*, ya que se trata de la principal fuente de carga interna atribuible a las instalaciones para edificios de este tipo. Para ello se han utilizado los datos obtenidos por cálculo mediante el software *DIALux*<sup>14</sup>, donde se han analizado múltiples espacios representativos del edificio, uno de cada tipo, y por analogía se han asignado valores a los espacios similares. Esto conlleva cierta simplificación, pero por otra parte es una forma más aproximada de obtener valores lo más reales posible, frente a otras alternativas de obtención de datos, ya que las luminarias se han ido modificando con el tiempo por cuestiones de mantenimiento o requisitos de nuevos usos o particiones de espacios. Por ello los valores de potencia instalada por superficie, VEEI y VEEI límite se han obtenido teniendo en cuenta estos usos asimilados, y la simulación en la herramienta *DIALux*.

---

<sup>13</sup> Son espacios cerrados o cámaras, por ejemplo en falso techo, utilizadas a menudo en climatización como recurso para repartir aire en todo el volumen, de tal forma que se equilibren presiones ante entrada o salida al equipo de climatización. También se puede utilizar para evitar la acumulación de aire viciado o caliente, o condensaciones, por lo cual esta cámara puede tener ventilación desde el exterior.

<sup>14</sup> Software para modelizar o simular entornos interiores o exteriores mediante iluminación natural o artificial. <https://www.dial.de/es/dialux/download/>

### 7.8.3.3. Cálculos: Limitación de la Demanda con LIDER

A continuación se procede al cálculo, cuyos resultados se analizarán al final del epígrafe 7.8. Este es el resultado obtenido para el estado actual del edificio principal:

#### 2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	153,2	77,3
Proporción relativa calefacción refrigeración	73,3	26,7

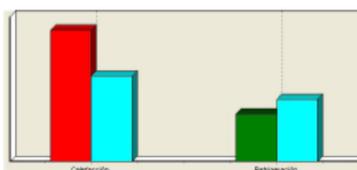


Figura 7.25. Resultados del LIDER del estado actual.

El resultado obtenido muestra que el edificio en estado actual supera con creces la demanda de calefacción con respecto al edificio de referencia. Además, como muestra en el anexo correspondiente sobre resultados, se obtienen numerosos incumplimientos en cuanto a requerimientos mínimos, transmitancias térmicas tanto en cerramientos opacos como en transparentes, así como en permeabilidades de huecos, y en condensaciones superficiales e intersticiales. Como se ha comentado en reiteradas ocasiones, el nivel de protección del edificio podría llevar a que este no tuviera que cumplir con las exigencias relativas al DB HE del CTE, así como tampoco con el RD 235/2013 relativo a Certificación energética. No obstante, el grado de protección de edificio no es integral, y por tanto, no se conoce si el grado de exigencia sobre protección de la envolvente es tal que no tenga que cumplir la *Limitación de la Demanda*, ya que el documento al respecto resulta impreciso.

Se proponen inicialmente algunas medidas para eliminar ciertos requisitos mínimos:

#### Propuesta 1: Eliminación de requisitos mínimos inicial.

Analizando los resultados obtenidos, y la naturaleza de cada elemento de la envolvente que no cumple, se introducen los siguientes cambios:

- Ventanas: dobles en posición vertical (4+6+4), con marco de madera de densidad media-alta. ( $U_{vid}=3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ ;  $U_{marco}=2,40\text{W/m}^2\text{K}$ ). Sólo se cambian las ventanas de despachos y laboratorios, que pertenecen a los elementos prefabricados de fachada.
- Muro contención sótano: se sustituye la cámara (definida como de 2 cm, aunque es más ancha), por 3 cm de poliuretano (PUR) inyectado con  $\text{CO}_2$ .
- Muro de granito, misma operación que en muro de contención de sótano.
- En cerramiento superior, se coloca en la cámara 2 cm de poliuretano (PUR) inyectado.
- En cerramiento de hormigón, se disponen 3 cm de poliestireno expandido (EPS) por la cara interior y un acabado de enlucido de yeso de 1,5 cm.
- En forjado prefabricado, se cambia la cámara ligeramente ventilada de

- 10 cm por 5 cm de lana mineral de  $\lambda = 0,031$  W/mK, más 5 cm de cámara.
- En falso techo, se disponen sobre el cielorraso 6 cm de lana mineral de  $\lambda = 0,031$  W/mK.
- Cubierta plana: se añaden 5 cm de aislante con lana mineral de  $\lambda = 0,031$  W/mK más 5 cm de cámara.
- En las particiones, tanto sótano como planta baja, se añaden 3cm de lana mineral de  $\lambda = 0,031$  W/mK, más 1,5 cm de yeso laminado (tipo *pladur*<sup>®</sup>).

Los resultados obtenidos son los siguientes:

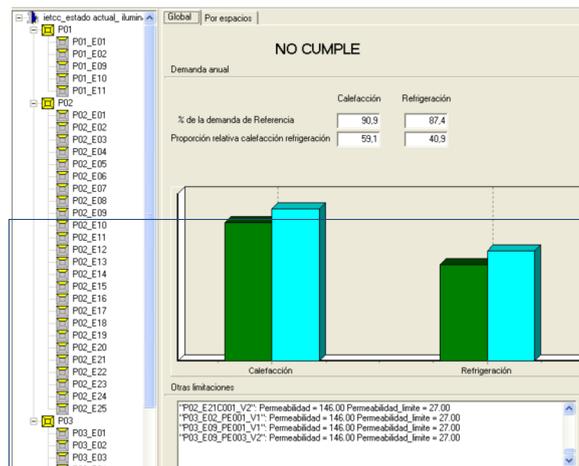


Figura 7.26. Resultados del LIDER de la propuesta 1.

Para la propuesta 1, se han añadido los cambios suficientes para que las transmitancias térmicas de todos los elementos opacos se encontrasen dentro de los valores límite. Además, se han cambiado las ventanas seriadas de todas las fachadas (es decir, las de marco prefabricado), dejando intactos los huecos especiales. Estos siguen dando problemas de permeabilidad, así como se siguen detectando condensaciones en los cerramientos en contacto con terreno y sótano.

Los requerimientos mínimos que aún no se cumplen son los relativos a los vidrios "especiales", es decir, aquellos a los cuales no se ha modificado la permeabilidad hasta llegar al valor de  $27 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ , además de cambiar vidrios a dobles, y marcos de madera, como eran originariamente.

Por otra parte, algunos muros sin cámara (como el de hormigón, o el "cerramiento superior", donde esta se sustituyó por inyección de poliuretano –PUR-) dan problemas de condensaciones superficiales, para las cuales se debería proponer también una solución.

Así pues, se genera una nueva propuesta, denominada "propuesta 2, estado ideal", por la cual se prescinde de todo tipo de limitaciones, buscando solamente que el edificio cumpla las exigencias normativas de demanda. Se intenta responder a la pregunta ¿qué es lo que haría falta para que el edificio cumpliera al completo?, dada su geometría, e intentando modificar lo mínimo de sus paramentos, eso sí, sin estudiar si es viable económica, temporalmente, o si es más o menos invasiva la medida.

Propuesta 2: cumplir demanda y requisitos mínimos en su totalidad (Estado Ideal).

Para estos problemas sin resolver, se proponen adicionalmente los siguientes cambios:

- Todos los vidrios, sin excepción, serán dobles 4+6+4, respetando en el

caso de los huecos singulares las carpinterías metálicas. Se garantiza una permeabilidad para todas ellas de  $27 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ .

- Cerramiento superior: se añadirá adicionalmente 1cm de cámara sin ventilar por la cara caliente, y como esto no es compatible físicamente con el relleno por inyección de bolas de PUR, se sustituye este aislante por unas planchas de espesor 2 cm de PUR de  $\lambda = 0,027 \text{ W/mK}$ .
- Cerramiento de hormigón: se le dejará entre el muro de hormigón y el EPS del trasdosado una cámara sin ventilar vertical de 1 cm.
- Se añade una capa de betún puro (ya que no hay láminas bituminosas en la Base de Datos de LIDER como barrera de vapor) de 5mm por el interior de la masa térmica en cada uno de los cerramientos superior y de hormigón
- Se coloca en todos los marcos metálicos (pertenecientes a huecos especiales) rotura del puente térmico entre 4 y 12 mm.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

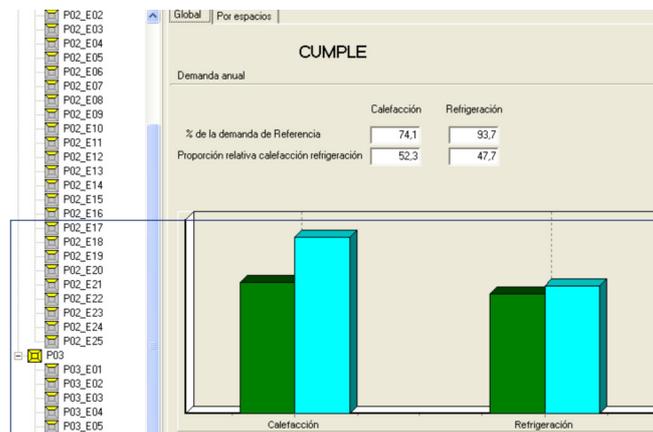


Figura 7.27. Resultados del LIDER de la propuesta 2.

Con lo que ya quedarían resueltos todos los problemas de condensaciones, transmitancias y permeabilidad.

Sin embargo, esta situación es "ideal", ya que no es posible acometer todas estas modificaciones de la envolvente. Por ello se decide optar por una propuesta 3, más realista, teniendo en cuenta esa viabilidad citada, en cuanto al tiempo, al coste, y con la premisa de no invadir el espacio de trabajo, en la medida en que se pueda evitar.

Propuesta 3: cumplir los requerimientos de demanda aunque no se cumplan los requerimientos mínimos, de forma más realista (Opción viable).

Esta tercera propuesta es similar a la propuesta 1, por cuanto que se intenta cumplir con la demanda, sin cumplir todos los requisitos mínimos de condensaciones y permeabilidad.

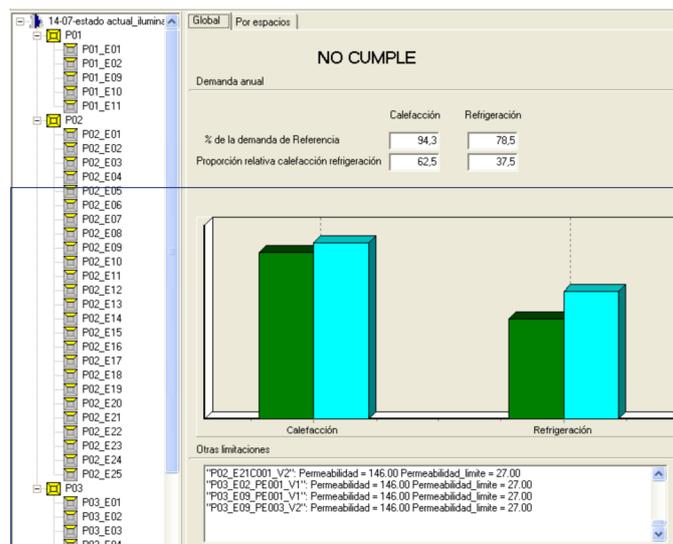
Si bien el no cumplir con los requisitos de ciertas condensaciones podría justificarse en primer lugar con el grado de protección del edificio, y por tanto el no acceso a determinados paramentos, además se podría justificar su eliminación mediante el uso de otros sistemas, como podría ser la ventilación, en el modo en que fuese necesario.

Por otra parte, la sustitución de la carpintería para cumplir con la permeabilidad

necesaria para determinados elementos de hueco, como son los denominados *especiales* (cafetería, puertas, lucernarios, ventanales de los hall de entrada, etc) no es viable económicamente, ya que estos elementos, como se ha comentado anteriormente, han sido diseñados pieza a pieza casi de forma artesanal, aunque prefabricada, para el instituto. El cambio de los marcos y las piezas de vidrio sería tan costoso que el ahorro de energía no sería suficiente razón para justificarlo.

Por ambas razones, se modifica sólo lo que resulte viable económicamente para un edificio como este, de la Administración Pública, teniendo en cuenta a su vez los trabajos necesarios para ello, consiguiendo cumplir con respecto a la demanda del edificio de referencia:

- PUR inyectado en cámara, con espesor de 5 cm, para el cerramiento singular,
- Al falso techo, con las placas de yeso, se le añaden 10 cm de lana mineral, con  $\lambda = 0,031$  W/mK, y un panel de virutas orientadas (OSB) de 2 cm de espesor,
- Los vidrios seriadados, es decir, los que se han definido por orientación, (por contraposición a los especiales), se han determinado como *Doble Bajo Emisivos*, de espesores 4+15+6, con carpintería de madera, de densidad media-baja, y permeabilidad  $27 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ . El resto de huecos, los especiales, no se modifican.



**Figura 7.28.** Resultados del LIDER de la propuesta 3.

Con esta propuesta el modelo cumple la demanda con respecto a los valores obtenidos para el edificio de referencia, mientras que se originan condensaciones intersticiales y alguna superficial (en elementos como muro de hormigón), que como se ha comentado, habría que justificar bajo la protección del edificio o con su eliminación con otros elementos, como estrategias activas (ventilación mecánica, por ejemplo). Este problema, tan costoso como modificar los huecos especiales, se deja sin solución, por inviabilidad de la actuación.

Además de estos análisis, y al ser edificio de uso terciario y por tanto poder introducir la iluminación como carga de la demanda, se hacen dos estudios adicionales:

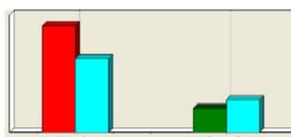
Uno, del estado actual del edificio, sin modificación de la envolvente, pero con la propuesta de iluminación *LED*, para evaluar su incidencia por sí misma

sobre el porcentaje con respecto al edificio de referencia, y cuyos resultados se adjuntan:

**2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN**

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	145,6	73,7
Proporción relativa calefacción refrigeración	81,7	18,3



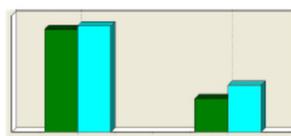
**Figura 7.29.** Resultados del LIDER de estado actual con iluminación LED.

A continuación, se propone la medida conjunta de mejora de la envolvente, en la propuesta 3, más realista, y la iluminación mediante LED:

**2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN**

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	96,9	71,5
Proporción relativa calefacción refrigeración	75,4	24,6



**Figura 7.30.** Resultados del LIDER de estado actual con iluminación LED.

Los resultados arrojan cierta mejora, aunque no excesiva, tanto para la demanda de invierno como la de verano, con respecto al edificio de referencia.

**7.8.3.4. Cálculos: Exportación a Calener GT. Calificación Energética.**

A continuación los modelos se exportan a CALENER GT, para introducir los datos de las instalaciones térmicas, y proceder a su calificación.

Una vez analizadas las propuestas anteriores con LIDER, para su introducción en CALENER GT se escogen las siguientes:

- Estado actual
- Estado actual con iluminación propuesta LED
- Estado reformado en la envolvente (propuesta 3, más realista)
- Estado reformado totalmente, de envolvente más iluminación.

Estos casos se combinan tanto con el estado actual de las instalaciones, como con las paulatinas modificaciones que se propongan, que afectarán a:

- Iluminación (ya introducida en los cálculos mediante LIDER)
- Calefacción, con propuesta de energía renovable mediante biomasa
- ACS solar, que sustituya a los termos eléctricos existentes.

Antes de describir someramente el procedimiento seguido en estas simulaciones, recordar que existen algunos parámetros que de alguna manera “se pierden”, cambian sus valores a otros “por defecto”, o desaparecen, en la transición de LIDER a CALENER GT. Por ello se revisan previamente todos los elementos y parámetros determinados en LIDER, para que sigan constando en CALENER GT.

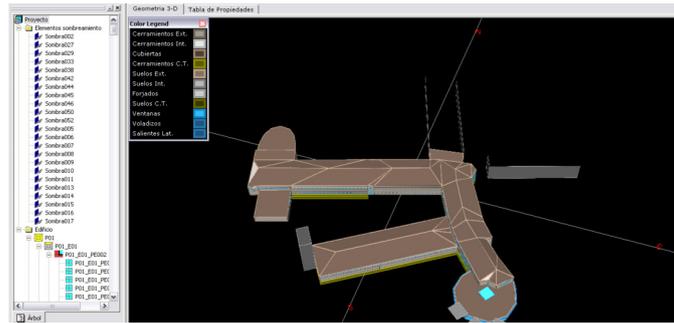


Figura 7.31. 3D del modelo exportado a CALENER GT.

Revisión de los cerramientos: se hace una comprobación de que están todos los cerramientos incluidos en el modelo, con todos sus parámetros correctos.

Nombre	Definido por	Espesor (m)	Conductividad (W/(m·K))	Densidad (kg/m³)	Calor esp. (J/(kg·K))	Res. térm. (m²·K/W)
1	Hormigón en masa 2000	0,020	1,6500	2.150,0	1.000,0	n/a
2	re sin ventil horizontal	Propiedades	n/a	n/a	n/a	0,160
3	ncillo [40 mm < Espes	0,040	0,4450	1.000,0	1.000,0	n/a
4	revoce/enlucido 1800 <	0,020	1,3000	1.900,0	1.000,0	n/a
5	Granito [2500 < d < 2700	0,020	2,8000	2.600,0	1.000,0	n/a
6	aire sin ventil vertical	Resistencia térmica	n/a	n/a	n/a	0,150
7	trico o catalán 40 < G <	0,240	1,0300	2.140,0	1.000,0	n/a
8	trico o catalán 40 mm < G	0,115	0,9910	2.170,0	1.000,0	n/a
9	aire sin ventil vertical	Resistencia térmica	n/a	n/a	n/a	0,170
10	de LH doble [60 mm < E	0,060	0,4320	930,0	1.000,0	n/a
11	Azulejo cerámico	Propiedades	0,020	1,3000	2.300,0	940,0
12	revoce/enlucido 1000 <	Propiedades	0,020	0,5500	1.125,0	1.000,0
13	Hormigón armado 2300 <	Propiedades	0,020	2,3000	2.400,0	1.000,0
14	mente ventilada horizo	Resistencia térmica	n/a	n/a	n/a	0,090
15	de respo o escayola 750	Propiedades	0,020	0,2500	825,0	1.000,0
16	BH convencional espes	Propiedades	0,300	1,1600	585,0	1.000,0
17	Arcilla o limo [1200 < d	Propiedades	0,020	1,5000	1.500,0	2.100,0
18	Asfalto	Propiedades	0,020	0,7000	2.100,0	1.000,0
19	re sin ventil horizontal	Resistencia térmica	n/a	n/a	n/a	0,180
20	Acero Inoxidable	Propiedades	0,020	17,0000	7.900,0	460,0
21	breño Expandido [ 0,037	Propiedades	0,020	0,0375	30,0	1.000,0

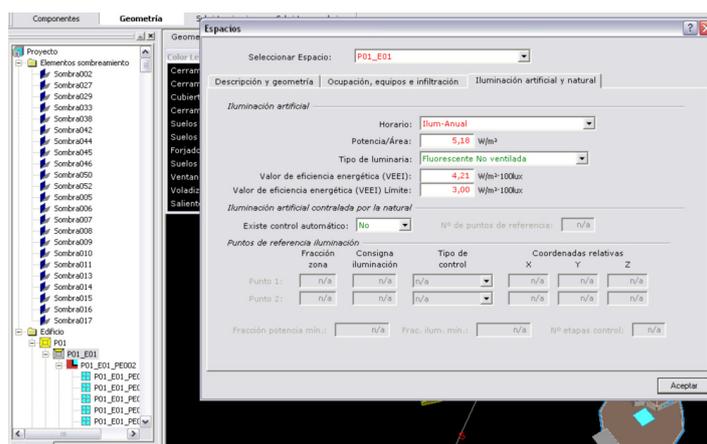
Figura 7.32. Captura de los cerramientos referenciados en CALENER GT.

Introducción de las plantillas horarias, semanales y anuales para las diferentes instalaciones: se introducen todos los horarios de funcionamiento por instalación, para que el programa simule el uso de estas en condiciones lo más reales posible.

Horario Diario			Horario Semanal			Horario Anual		
Seleccionar Horario Diario: <b>Ocup-Lab-Ver</b>								
Nombre: <b>Ocup-Lab-Ver</b>								
Tipo: <b>Fracción</b>								
0 - 1:	0,0000	ratio	8 - 9:	0,2000	ratio	16 - 17:	0,5000	ratio
1 - 2:	0,0000	ratio	9 - 10:	0,5000	ratio	17 - 18:	0,5000	ratio
2 - 3:	0,0000	ratio	10 - 11:	0,6000	ratio	18 - 19:	0,2000	ratio
3 - 4:	0,0000	ratio	11 - 12:	0,7000	ratio	19 - 20:	0,1000	ratio
4 - 5:	0,0000	ratio	12 - 13:	0,7000	ratio	20 - 21:	0,1000	ratio
5 - 6:	0,0000	ratio	13 - 14:	0,7000	ratio	21 - 22:	0,0000	ratio
6 - 7:	0,1000	ratio	14 - 15:	0,4000	ratio	22 - 23:	0,0000	ratio
7 - 8:	0,1000	ratio	15 - 16:	0,5000	ratio	23 - 24:	0,0000	ratio

Figura 7.33. Captura de la plantilla de ocupación horaria en CALENER GT.

Descripción de las instalaciones, ocupación, y datos geométricos en cada espacio: se introducen las instalaciones relacionadas con los espacios y sus parámetros geométricos, así como el grado de ocupación relacionado.



**Figura 7.34.** Información vinculada al espacio (descripción, ocupación, instalaciones) en CAENER GT.

### Introducción gráfica de los elementos de las instalaciones térmicas en CAENER GT.

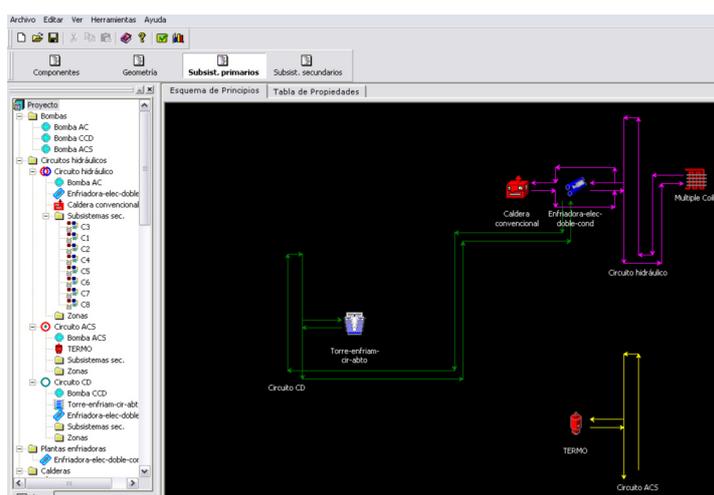
En este apartado se definen todos los elementos que componen las instalaciones térmicas para el edificio.

Se distinguen los elementos de subsistemas primarios, vinculados a la producción y circuitos de condensación, ACS, etc. principalmente, y los secundarios, con las unidades terminales, en este caso climatizadores.

Para este edificio se introduce la caldera convencional por gasóleo, para calefacción, la torre de refrigeración junto con el circuito de condensación a la planta enfriadora para refrigeración, y el circuito de distribución a los diferentes climatizadores, desde donde saldrán los conductos de aire climatizado.

Además, se introducen los elementos de ACS, en este caso mediante termos eléctricos, vinculados al circuito de ACS.

También se determinan elementos secundarios como la acumulación en ambos casos, junto con los parámetros de todos los elementos enumerados.



**Figura 7.35.** Instalación de climatización en CAENER GT.

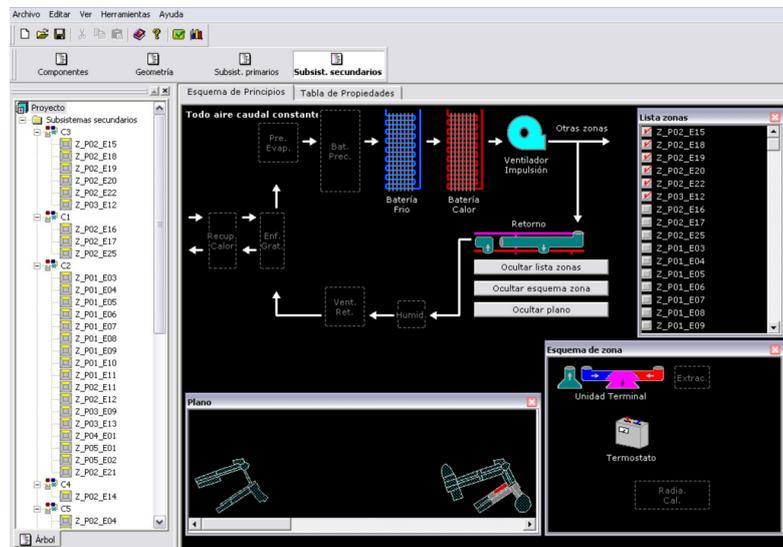


Figura 7.36. Subsistemas secundarios definidos en CALENER GT.

A continuación se obtienen las calificaciones energéticas en función de la solución o combinación de soluciones adoptadas:

Calificación del Estado Actual

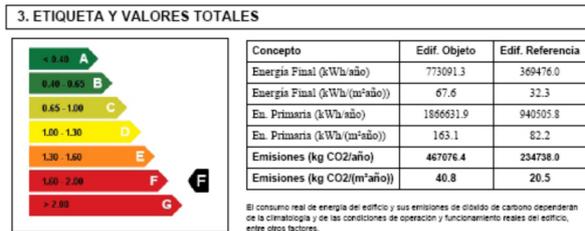


Figura 7.37. Calificación para el Estado Actual.

Medidas de mejora pasivas: mejora de la envolvente.

La calificación obtenida para el caso de mejora de la envolvente según la propuesta 3 anteriormente expuesta es:

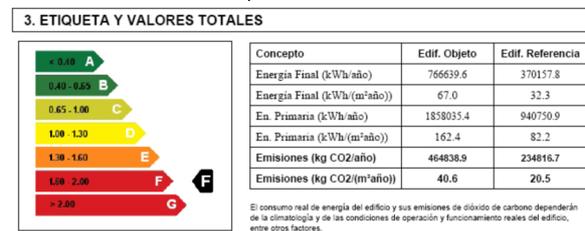


Figura 7.38. Calificación para la propuesta de mejora solo envolvente.

Medidas de mejora activas: instalaciones.

A continuación, se obtiene la calificación y etiquetado para el estado actual con la nueva propuesta de mejora de la iluminación:

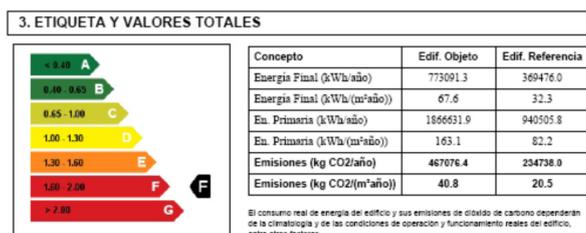


Figura 7.39. Calificación para la propuesta de mejora solo iluminación.

Una vez introducida la iluminación, viendo que el cambio es apreciable, pero no significativo, se le añade, además, la calefacción por biomasa:

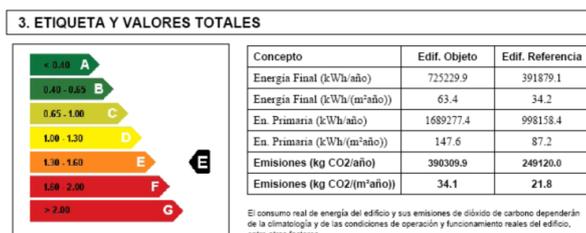


Figura 7.40. Calificación para la propuesta de mejora iluminación+biomasa.

En este caso la calificación ha mejorado una letra, lo cual es interesante. Parece coherente, puesto que una de las grandes penalizaciones de la demanda, era precisamente la calefacción.

A continuación, se introduce además de las anteriores instalaciones, el ACS mediante solar térmica:

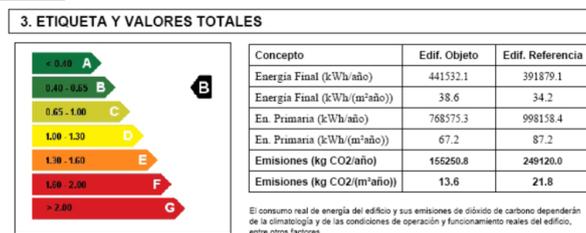


Figura 7.41. Calificación para la propuesta de mejora iluminación+biomasa+ACS solar térmica.

Por último, se combinan todas las propuestas de mejora, tanto pasivas (envolvente) como activas (iluminación, biomasa, y ACS solar térmica), obteniendo lo siguiente:

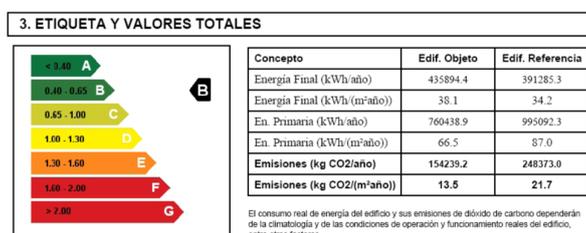


Figura 7.42. Calificación para la propuesta de mejora envolvente+iluminación+biomasa+ACS solar térmica.

También se han hecho pasos intermedios, en los que la mejora de la envolvente se ha ido combinando con iluminación; iluminación+biomasa; al no suponer una mejora significativa frente a los cálculos expuestos, no se adjuntan como

resultados, por considerarse pasos intermedios.

#### 7.8.4. Análisis de resultados.

Este método facilita, como se viera en el capítulo 4, resultados sobre el cálculo de demanda y eficiencia mediante certificación y etiquetado energéticos, de acuerdo a la norma nacional y a las directivas europeas, ya transpuestas. Se obtienen dos infografías: la primera corresponde a los resultados obtenidos en el cálculo de la demanda energética mediante cálculo con *LIDER*.

En primer lugar, como valoración general, se puede entender que los resultados han sido satisfactorios, tanto en las aproximaciones sobre la *Limitación de la Demanda*, como en aquella para la *Certificación Energética*, puesto que con las hipótesis de cálculo formuladas se ha conseguido cumplir las dos exigencias. En el cálculo mediante la herramienta *LIDER*, se establece la comparativa entre los porcentajes de demanda de referencia en calefacción y refrigeración, y los porcentajes que demanda el edificio de estudio, o edificio objeto en nomenclatura del programa y de la norma. Mientras que el edificio de referencia establece una relación entre calefacción y refrigeración de 73,3 y 26,7% respectivamente, el edificio objeto obtiene 153,2 y 77,3 %. Esto es indicativo de varias cuestiones: por un lado, claramente el régimen de calefacción requiere de más del 100% de la demanda de referencia, y este valor no se admite como cumplimiento del Documento Básico DH-HE1 de *Limitación de la Demanda* energética del Código Técnico de la Edificación. Pero, además, se observa que los porcentajes del edificio objeto son muy superiores tanto para refrigeración como para calefacción, con respecto a los valores obtenidos para el edificio de referencia. Este resultado va acompañado de las indicaciones de incumplimientos de diversos cerramientos y elementos huecos, como se puede comprobar en el documento adjunto en el anexo XX de los resultados de cálculos, y muestran que el edificio tiene problemas de transmitancia térmica tanto en partes opacas como en partes acristaladas, así como permeabilidades de huecos, y condensaciones tanto superficiales como intersticiales.

Si bien, como se ha comentado, el cumplimiento total ha exigido tomar ciertas medidas que en términos reales serían en algunos casos, difíciles de acometer, por la antigüedad del edificio y la singularidad de algunos elementos de la envolvente, principalmente (como carpinterías especiales geométrica y funcionalmente, y vidrios singulares), además de la ya citada protección del IETcc. La viabilidad de estas medidas son complicadas, costosas económicamente y, de acometerse, a nivel de operatividad, muy invasivas. Especialmente en el caso de la *Limitación de la Demanda*, como se ha citado, determinadas actuaciones sobre muros de sótano, elementos prefabricados de hormigón, y ventanas especiales no serían realizables, por lo que no se lograría el cumplimiento total. Lo que sí se logra, mediante medidas sencillas, puntuales y económicas, es que la demanda del edificio objeto se sitúe por debajo de la demanda del edificio de referencia, requerimiento que estrictamente habría que cumplir, en caso de que el grado de protección del edificio no fuera tal que quedara exento de esta evaluación. El resto de la exigencia se justificaría documentalmente alegando tal razón.

Por otra parte, mediante el cálculo con *CALENER GT*, los resultados obtenidos indican un importante consumo de energía y número de emisiones, que suponen el doble de los generados por el edificio de referencia, tanto en valores de energía primaria, como energía final, como emisiones de CO<sub>2</sub>. No obstante, la calificación y etiquetado energéticos de las propuestas de mejora han sido muy positivos. Si bien podría parecer que la iluminación mediante *LED* iba a dar mejores resultados (aunque es muy satisfactoria a nivel de cumplimiento con normativa

de iluminación), es cierto que puede encontrar cierta contraposición al calor que desprende, por lo que las cargas se ven en cierto modo compensadas entre el ahorro que suponen, y las cargas térmicas que aportan. La calificación obtenida no varía en relación a la letra obtenida inicialmente, una F, aunque disminuyen los valores absolutos vinculados a consumos y emisiones.

Al añadir la mejora relativa a la generación de calefacción por biomasa, se observa una mejora de la calificación hasta la letra E. Esto se debe a que gran parte de la penalización venía dada por la producción de calefacción mediante combustible fósil (gasóleo).

Pero realmente la mejora decisiva para la calificación energética sobre el caso de estudio la constituye la introducción del ACS mediante producción de instalación solar térmica. Con esta medida se alcanza un etiquetado B. Esto es tan acusado por la presencia en el edificio de unos 80 termos eléctricos. Esto supone un consumo desmesurado para la producción de ACS, debido al efecto *Joule* – con generación eléctrica- como fuente de energía.

Si bien la mejora de la envolvente favorece la justificación de la *Limitación de la Demanda* sin intervenir significativamente sobre los consumos y por tanto sobre la calificación.

Como simplificación a tener en cuenta, dada la falta de segregación en los consumos eléctricos del edificio, se advierte que, si bien la totalidad de la producción de climatización ha sido asignada a los equipos introducidos en la simulación, geoméricamente sólo se ha considerado el edificio principal. Hay algunos climatizadores, como se puede ver en los planos anexos, que no sirven al edificio principal. Por tanto, existe un desfase que puede perjudicar al valor final de la calificación, frente a lo que sería la asignación de la parte proporcional de consumo y emisiones exclusivas de este edificio.

## **7.9. Cálculo de la huella de carbono del edificio**

### *7.9.1. Análisis propuesto.*

A continuación se presentan los resultados obtenidos del *Informe sobre huella de carbono para el año 2015* (OECC, 2017), elaborado por la *Oficina Española de Cambio Climático (OECC)* en colaboración con el *Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA)*, a petición del propio organismo (IETcc-CSIC) en enero de 2017, y disponible en la intranet del IETcc.

En el informe citado se cuantifican las emisiones de *gases de efecto invernadero (GEI)* para el edificio del caso de estudio, a través de las actividades que las generan. Posteriormente se elaboran propuestas para la reducción tanto de las emisiones, como de los impactos derivados. Al considerarse un cálculo no estacionario, las mejoras que se implementen deben ser permanentes, en constante revisión y mejora.

### *7.9.2. Justificación de la aplicación.*

El análisis mediante huella de carbono facilita un indicador ambiental global, como ya se definiera en el capítulo 4, epígrafe 4.2, relativo a la actividad que se desarrolla en la organización. No es por tanto un valor relativo directamente al edificio, pero resulta de gran interés poder medir su actividad durante la fase de uso, contabilizando consumos de combustibles fósiles, electricidad, recursos, y tareas diarias vinculadas al funcionamiento diario del mismo, y que generan un impacto ambiental, medido mediante la emisión de *GEI*, comúnmente de CO<sub>2</sub>. Entre estas actividades se sitúa el uso de los sistemas de climatización frío/calor,

combustibles de vehículos y maquinaria, consumo de electricidad, entre otros, lo cual puede resultar otra manera de medir tanto el consumo de recursos destinados al confort ambiental de los usuarios, como la eficiencia de los sistemas o equipos utilizados para este fin.

Una vez se conocen las fuentes de emisiones que más impacto generan, se pueden tomar decisiones en relación a los ámbitos de la organización, del edificio o de su funcionamiento destinadas a reducir tales emisiones. Algunos documentos-guía (MAPAMA, 2016), que existen sobre este método de cálculo sugieren algunas actuaciones que favorecen la reducción de emisiones e impacto finales, las cuales se incluyen en los informes que se facilitan a los demandantes de este tipo de cálculos para organizaciones.

### 7.9.3. Propuesta metodológica

En este caso se aplica la metodología de cálculo de *huella de carbono de organizaciones* -detallado en el epígrafe 4.2 del capítulo 4-, según los criterios detallados en la “*Guía para el cálculo de la huella de carbono de una organización y para la elaboración de un plan de mejora*” (MAPAMA, 2016), elaborada por el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA).

Los impactos de las actividades que alberga el IETcc pueden contabilizarse mediante distintas unidades de medida.

La metodología empleada para realizar los cálculos de alcance 1+2<sup>15</sup> se corresponden con los descritos en el “*Estándar corporativo de contabilidad y reporte del Protocolo de gases de efecto invernadero*”<sup>16</sup>, sistema de mayor índice de implantación, según las directrices del *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC)<sup>17</sup>.

### 7.9.4. Recopilación y organización de datos.

#### 7.9.4.1. Fase I: Límite temporal.

Se establece el límite temporal de un año (2015) para el cálculo.

#### 7.9.4.2. Fase II: Límite de la organización: Enfoque.

El enfoque seleccionado es el de control operativo. Así, sólo se incluyen en el cálculo las instalaciones y vehículos respecto de los cuales el IETcc-CSIC tiene capacidad de operatividad y toma de decisiones, con información completa y accesible.

En cuanto a las actividades que en él se llevan a cabo, y a los distintos edificios que componen el complejo del IETcc-CSIC, se remite al subcapítulo 1 de este

---

<sup>15</sup>Para los factores de emisión aplicables a los datos de actividad en los cálculos de alcances 1 y 2, se han utilizado factores publicados en el marco del Registro de huella de carbono, compensación y proyectos de absorción de dióxido de carbono, basados en fuentes oficiales, y publicados por el Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA).

<sup>16</sup>Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de Gases Efecto Invernadero. Dirigen World Resources Institute y World Business Council for Sustainable Development, con la Secretaría de medio ambiente y recursos naturales (SEMARNAT). [www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Guia%20C%26P%20Mexico%20V1.0-Spanish.pdf](http://www.ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Guia%20C%26P%20Mexico%20V1.0-Spanish.pdf)

<sup>17</sup> <http://ipcc.ch>

capítulo, en concreto a los apartados 7.1. y 7.4.

Para los cálculos de la huella de carbono, se tienen en cuenta los siguientes datos<sup>18</sup>:

- Superficie de edificio principal computada: 7.524 m<sup>2</sup>
  - Superficie de resto de instalaciones: 2.583 m<sup>2</sup>.
- Total: 10.107 m<sup>2</sup>.

- Número de empleados considerados (2015): 202

#### 7.9.4.3. Fase III: Límite Operativo.

Para establecer este límite, se determinan las emisiones asociadas a las operaciones en el IETcc, clasificándolas como emisiones directas—funcionamiento de vehículos del IETcc, combustión de combustibles fósiles para necesidades térmicas de edificios, y fugas de equipos de acondicionamiento del aire en el edificio (HVAC) con refrigerantes compuestos por gases fluorados- (alcance 1) o indirectas, por consumo de electricidad (alcance 2).

#### 7.9.5. Cálculo de huella de carbono.

El cálculo de emisiones se presenta en primer lugar disgregado por alcances (1 y 2). El resultado será expresado posteriormente en un único valor final.

##### 7.9.5.1. Cálculo de huella de carbono. Alcance 1.

Los datos relativos a fuentes emisoras de alcance 1 se corresponden con el consumo de combustibles de los edificios (del edificio principal, en el caso de estudio), el consumo de combustibles de la flota de vehículos propia del IETcc y el de maquinaria, así como fugas de gases fluorados de equipos de climatización.

##### Consumo de combustibles de la flota de vehículos y maquinaria.

En total son cuatro los vehículos operativos en 2015 cuya gestión dirige el propio IETcc. La información se facilita en tipo y cantidad de combustible en litros/año para cada vehículo. Los factores de emisión son las citadas anteriormente. Las densidades utilizadas para combustibles se fijan de acuerdo al Real Decreto 1088/2010<sup>19</sup>.

Tipo de combustible	Consumo (l) 2015	Factor emisión (kg CO <sub>2</sub> /ud)	Emisiones (t CO <sub>2</sub> )
Gasoil (vehículos)	2293	2,508	5,75
Total IETcc	2293		5,75

**Tabla 7.1.** Emisiones del consumo de combustibles de la flota propia de vehículos. Año 2015. Fuente: *Informe sobre huella de carbono para el año 2015, OECC- MAPAMA.*

##### Consumo de combustibles en los edificios.

Análogamente, se realiza el cálculo para el consumo de combustibles en el edificio, así como las densidades especificadas de estos. Se obtienen los siguientes valores:

<sup>18</sup> Estos datos han sido facilitados por la entidad encargada de hacer los cálculos de la huella de carbono, y algunos difieren sensiblemente de los facilitados en el subcapítulo 1. Esto en parte puede suceder porque el impacto de las actividades a tener en cuenta en este subcapítulo, igualmente también es diferente a las áreas consideradas para cálculos de otros epígrafes de este capítulo.

<sup>19</sup> Real Decreto 1088/2010, de 3 de septiembre, por el que se modifica el Real Decreto 61/2006, de 31 de enero, en lo relativo a las especificaciones técnicas de gasolinas, gasóleos, utilización de biocarburantes y contenido de azufre de los combustibles para uso marítimo.

Tipo de combustible	Consumo (kWh)	Factor emisión (kg CO <sub>2</sub> /ud)	Emisiones (t CO <sub>2</sub> )
Gas propano (kg)	0	-	-
Gasoil (l)	515.000,00	2,828	141,40
Total:			141,40

**Tabla 7.2.** Emisiones debidas al consumo de combustibles fósiles en el IETcc. Año 2015. Fuente: *Informe sobre huella de carbono para el año 2015, OECC- MAPAMA.*

Fugas de equipos de refrigeración y climatización de edificios.

Las emisiones producidas por fugas de gases se obtienen a partir de la cantidad de gas fugado a la atmósfera y de su *potencial de calentamiento global*, o PCG (ver capítulo 4, epígrafe 4.2.3).

Al no haberse realizado recargas de gases refrigerantes durante el año 2015, las emisiones ligadas a tales gases este año se consideran nulas.

7.9.5.2. Cálculo de huella de carbono. Alcance 2: Consumo de electricidad.

Los datos relativos a fuentes emisoras de alcance 2 se corresponden con consumo directo de electricidad.

Para este cálculo se dispone de la información existente sobre el consumo de energía eléctrica (kWh) de las instalaciones del IETcc, así como de la procedencia, puesto que es relevante si procede de fuentes de energía renovable.

El IETcc no tiene contratada la *Garantía de Origen (GdO)* de la electricidad procedente de fuentes de energía renovable y de cogeneración de alta eficiencia, por lo que las emisiones por consumo eléctrico no pueden considerarse nulas.

La *Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC)* publica de forma anual el factor de emisión del mix eléctrico para las diferentes comercializadoras de la energía. Para la que opera en el IETcc, en el año 2015, el mix tiene un valor de 0,40 kgCO<sub>2</sub>/kWh. Así, se obtiene el siguiente valor de emisiones de CO<sub>2</sub>:

Instalaciones	Consumo (kWh)	Mix Eléctrico (kgCO <sub>2</sub> /kWh)	Emisiones (t CO <sub>2</sub> )
Total IETcc	1.321.433,00	0,40	528,57

**Tabla 7.3.** Emisiones debidas al consumo de electricidad en el IETcc. Año 2015. Fuente: *Informe sobre huella de carbono para el año 2015, OECC- MAPAMA.*

7.9.5.3. Cálculo de huella de carbono. Total emisiones alcance 1+2.

En la tabla siguiente se desglosan las emisiones derivadas de los alcances 1 y 2, para reflejar finalmente el valor de las emisiones totales atribuibles a la actividad del edificio del IETcc-CSIC durante el año 2015:

Alcance	Fuente emisora	Emisiones alcance 1+2 (2015)	
		t CO <sub>2</sub>	%
Alcance 1	Consumo combustibles edificios	141,40	20,93
	HVAC	0,00	0,00
	Consumo combustible vehículos	5,75	0,85
Alcance 2	Consumo eléctrico	528,57	78,22
		675,72	100

**Tabla 7.4.** Emisiones de alcance 1+2 en 2015, incluyendo fugas de gases fluorados. IETcc. Fuente: *Informe sobre huella de carbono para el año 2015, OECC- MAPAMA.*

#### 7.9.5.4. Indicadores en sedes: Ratios de consumo y emisiones.

La información sobre consumos de las instalaciones del IETcc es un indicador más sobre la eficiencia energética de las mismas, así como un reflejo de los hábitos de consumo de quienes lo ocupan habitualmente.

Por este motivo, se puede utilizar la información sobre consumos de las instalaciones del IETcc en relación a dos parámetros significativos, número de empleados y superficie del edificio. Así, se obtienen dos indicadores para analizar consumos y emisiones e impactos relacionados con la energía y recursos utilizados en el ejercicio de la organización a lo largo del periodo de estudio. Los indicadores se denominan *ratios de consumo y de emisiones respecto a la superficie, y respecto al número de empleados de los edificios, respectivamente.*

##### Ratio número empleados/superficie en edificios:

El ratio de ocupación (nº empleados/superficie) en el IETcc es de 0,020. Este ratio informa sobre el aprovechamiento del espacio, lo cual influye en la eficiencia del consumo de energía.

##### Ratios de consumo y de emisiones por empleado y por superficie:

Los ratios de consumo de electricidad y de combustibles fósiles por número de empleados y por superficie del edificio se expresan a continuación, así como las emisiones asociadas a dichos consumos.

*Datos de consumo relativos a la superficie:* no se pueden facilitar, de acuerdo a la superficie calefactada/refrigerada, debido a que la información relativa a la superficie acondicionada térmicamente sólo se refiere al edificio principal (5.470 m<sup>2</sup> con respecto al total de 7.524 m<sup>2</sup> del total del edificio principal). No se dispone de información disgregada de consumos de electricidad o combustibles fósiles en las instalaciones del IETcc, por lo que no se pueden analizar los consumos y emisiones vinculadas por superficie climatizada.

*Datos de consumo relativos al número de empleados:* El consumo de electricidad por empleado es de 6541,75 kWh/empleado.

En cuanto a los combustibles fósiles para cubrir necesidades térmicas (gasoil), el ratio de consumo es de 2549,5 kWh/empleado, lo que supone casi un 61% menos que el ratio de consumo de electricidad.

El ratio en cuanto a los consumos totales de energía (electricidad y combustibles fósiles) alcanza los 9901,75 kWh/empleado.

El IETcc tan sólo ha consumido combustibles fósiles en el edificio principal, del cual se ha acondicionado un 67% de la superficie total.

#### 7.9.6. Plan de mejora. Posibles medidas de reducción.

A continuación se facilitan las pautas que la OECC y el MAPAMA ofrecen en el Informe sobre *huella de carbono* para el Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja (IETcc-CSIC), a la luz de los resultados obtenidos tras los cálculos.

*“Se establece la necesidad de elaborar un plan de mejora ambiental del IETcc para disminuir su consumo energético, huella de carbono, y hacer un uso racional del agua. Para ello se solicita hacer estudios de detalle como una auditoría energética en la que se estudien consumos eléctricos desagregados, u otro tipo de alcance como el que supone la compra pública o la gestión de residuos. Conocer en profundidad el tipo de consumo permite una propuesta ajustada de mejora en la eficiencia y por tanto, una reducción del impacto ambiental y sus costes de uso correspondientes, permitiendo además ajustar la potencia contratada y reducir costes.*

A continuación se proponen una serie de medidas que facilitarán la reducción de emisiones acordes a las características de las instalaciones del IETcc y que pueden acometerse a corto y medio plazo.

Algunas de las medidas indicadas, no supondrán una reducción en la huella calculada en este documento, pero sí en el cómputo global de las emisiones del IETcc. Esto se debe a que no se contemplan en el estudio todas las emisiones derivadas de su actividad, sin que esto sirva de impedimento para acometer acciones como el fomento de la movilidad sostenible, el incremento del reciclaje, etc., para reducir emisiones.

Las medidas seleccionadas para la reducción de la huella, deben plasmarse en un documento o plan de mejora, que oriente sobre el posible cronograma, reducciones esperadas, medidas realizadas, etc. A continuación se proponen una serie de posibles medidas que conducirían a la reducción de los consumos por parte del IETcc y por ende de su huella de carbono.

Agrupadas por la fuente de emisión en que se localizan, se proponen las siguientes medidas:

#### Iluminación

- Aprovechamiento de la luz natural (con o sin sensores de luz)
- Zonificación de la iluminación.
- Instalación de sistemas con control de presencia para el encendido y apagado de las luminarias
- Limpieza regular de ventanas y lámparas.

#### Climatización

- Programar los sistemas de frío y calor para que funcionen exclusivamente durante el periodo de trabajo (y momentos previos)
- Empleo del "free-cooling" o enfriamiento gratuito que puede conseguir un ahorro de hasta el 30% al año en la oficina gracias al control de aire fresco del exterior. Esta técnica consiste en permitir el ingreso de aire exterior dentro de un edificio por medios mecánicos y controlados
- Zonificación de las áreas a climatizar
- Mantenimiento preventivo de los equipos de calefacción y/o refrigeración
- Instalación de dispositivos de regulación y control de manera que no se sobrepasen las temperaturas de confort preestablecidas (reloj programable, termostato temporizado, válvulas termostáticas, etc.).
- Sustitución de gases refrigerantes de alto potencial de calentamiento global (PCG) por otros de menor potencial. Sólo se pueden contemplar aquellos gases que sean contabilizados como de efecto invernadero de cara a la contabilidad a nivel internacional
- Instalación de energía solar para el abastecimiento de agua caliente sanitaria en los actuales termos de los aseos
- Reducción de la demanda con objeto de reducir las emisiones derivadas del acondicionamiento térmico, mejorando a la vez los problemas de falta de confort térmico de los empleados

A través de los estudios de certificación energética, y con el modelo de simulación energética del edificio, se ha estimado la reducción de la demanda que supondría la sustitución de ventanas y la incorporación de aislamiento en cubiertas. Se detallan en la tabla adjunta:

	<i>Demanda calefacción kWh/m<sup>2</sup></i>	<i>Demanda refrigera- ción kWh/m<sup>2</sup></i>	<i>Demanda conjunta ponderada kWh/m<sup>2</sup></i>	
Estado actual	-48,77	18,10	61,44	% respecto al valor inicial
Bajo emisor norte y doble acristalamiento sur	-40,90	18,78	54,05	87,96%
MW10+XPS planas	10 -37,54	17,50	49,79	81,03

**Tabla 7.5.** Mejoras implementadas en LIDER-CALENER<sup>20</sup>

Estas estrategias de reducción de demanda se podrían completar con otras como:

- posibilidad de enfriamiento nocturno
- mejora de sistemas de sombreado
- mejora de eficiencia de las instalaciones, con la sustitución de la caldera, uso de recuperadores de calor en el sistema de aire
- incorporación de energía renovable in situ (solar, geotérmica) o la sustitución del combustible por gasoil o biomasa.

#### Equipos

- Sustitución de equipos informáticos y de reprografía por otros con mayor eficiencia energética (Etiqueta Energy Star<sup>21</sup>)
- Sustitución de ordenadores, además de aquellos que dispongan de etiqueta "Energy Star", por los que tengan la "etiqueta ecológica europea".

#### Medidas genéricas

- Realización de campañas de sensibilización entre los empleados sobre el uso eficiente de la energía
- Fomento de modos de transporte más respetuosos con el medio ambiente: transporte público y/o bicicleta
- Impartición de cursos de conducción eficiente
- Incorporación de buenas prácticas entre los empleados: sustitución de reuniones presenciales por reuniones por video-conferencia, etc.

Un aspecto a destacar, que conduce a una reducción importante de las emisiones de CO<sub>2</sub>, es el cambio de comercializadora de electricidad a una con factor de emisión con un menor mix energético. Especialmente significativo en este sentido, es el caso de la contratación de electricidad con Garantía de Origen (GdO), procedente de fuentes de energía renovable, que lleva a cabo el MAPAMA y que podría aplicarse también en el IETcc. Así se consigue que las emisiones derivadas del consumo eléctrico sean nulas, ya que el factor de emisión asociado a la electricidad es 0 kg/kWh todo ellos sin descartar las aplicaciones enumeradas anteriormente en los apartados de "iluminación" y "climatización" destinadas a mejorar la eficiencia energética. A esta acción se debería ir sumando también la instalación de energía renovable in situ<sup>22</sup>.

(referenciar el informe de nuevo, del IETcc, y su huella de carbono).

<sup>20</sup> Estas mejoras han sido resultado de estudios anteriores de miembros del IETcc, sugeridos al equipo de cálculo de huella de carbono, para su inclusión en el estudio de propuestas de mejora, pero no provienen directamente de la implementación del método de huella de carbono.

<sup>21</sup> Este etiquetado surge por iniciativa de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency), que promueve el consumo eficiente de electricidad, a través del uso de equipos y productos eléctricos más eficientes, y que emitan menos GEI. El uso de estas etiquetas en equipos como ordenadores, por ejemplo, está muy extendido internacionalmente.

<sup>22</sup> Informe anual sobre huella de carbono del Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja (IETcc-CSIC) para el año 2015. Emitido en enero de 2017. Oficina Española de Cambio Climático (OECC), Ministerio de Agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente. Disponible en la intranet del IETcc, con acceso restringido.

### 7.9.7. Análisis de resultados.

El método de cálculo de la *huella de carbono* aplicado al caso de estudio arroja un único valor absoluto de todas las emisiones del edificio y las actividades que en él se desarrollan. Este valor se expresa en toneladas de CO<sub>2</sub> (tCO<sub>2</sub>). Sin embargo, para llegar a él, previamente se suman los consumos y emisiones vinculados a las fuentes generadoras de emisiones de GEI, por lo que se puede expresar cada una de ellas sobre el porcentaje del total de emisiones de la organización. Estos porcentajes permiten discernir qué fuentes generadoras de emisiones inciden en mayor medida sobre el total de la organización, lo cual resulta decisivo para la creación de planes de mejora, que fomenten la reducción del impacto debido a la actividad.

En cuanto a las medidas de reducción de emisiones sugeridas en el plan de mejora del *Informe de huella de carbono del caso de estudio*, es preciso hacer ciertas observaciones. En primer lugar, se han sugerido numerosas medidas, lo cual favorece la viabilidad del plan de mejora, ya que si bien todas no van a poder llevarse a cabo, algunas resultan más económicas, operativas, y rápidas que otras. Sin embargo, este método de cálculo no permite la implementación predictiva, *a priori*, que cuantifique el impacto de tales medidas, por lo que no se puede valorar de modo exhaustivo la incidencia de cada una de ellas, para posterior toma de decisiones.

Entre las medidas que sugiere el plan de mejora, se encuentran aquellas que afectan a la actividad, a los usuarios, y su relación con el edificio, no estableciéndose una relación jerárquica entre estas, y las propuestas que afectan al edificio y sus sistemas. Es decir, en principio las medidas sobre el usuario y su actividad pueden tener incidencia directa en la generación de emisiones de GEI, del mismo modo que lo puedan tener otras medidas. Esto puede ser positivo a la hora de tomar decisiones, ya que algunas pueden solucionarse con campañas de concienciación, o formación a los trabajadores, que pueden resultar más económicas y rápidas y tener un efecto a largo plazo.

En cuanto al origen de las medidas de mejora, algunas de las medidas sugeridas en este informe se han tomado probablemente, por parte de la entidad emisora, de información facilitada por el IETcc proveniente de otros cálculos o de la aplicación de otros métodos, como por ejemplo, de la simulación mediante *LIDER-CALENER* –el cual ha permitido que se dieran ciertos valores de mejora en términos relativos (ver tabla 7.5)-, por lo que no pueden considerarse fruto directo de la aplicación metodológica de la *huella de carbono*. Otras mejoras se han sugerido por parte de los evaluadores de la *huella de carbono* desde el conocimiento de otras metodologías, como por ejemplo de la herramienta *LEED*, y todas ellas pueden resultar válidas, en menor o mayor grado. Sin embargo, ninguna de ellas se puede contabilizar, a menos que se conozca de forma exacta el valor del dato de actividad previsto en la mejora, y el factor de emisión (por ejemplo, en la compra de un vehículo más eficiente, híbrido o eléctrico). Si bien conocer estos datos permitiría hacer cierta valoración aproximativa, en ningún caso resultaría tan exacto como conocer el valor de consumo *a posteriori*.

## **7.10. Aplicación del método checklist a través de herramienta LEED v. 4 del U.S. Green Building Council (USGBC), para edificios existentes (BO&M)**

### *7.10.1. Análisis propuesto.*

Para la aplicación sobre el caso de estudio, el IETcc, se ha optado por la modalidad de *LEED* especial para *Edificios Existentes, operaciones y mantenimiento* (en inglés, *Existing Buildings, Building Operations and Maintenance*, o su acrónimo *BO&M*).

Esta modalidad de evaluación está enfocada especialmente a edificios en fase de uso, rehabilitación o mantenimiento, y sus créditos van dirigidos a efectuar mejoras y actuaciones que potencien las posibilidades del edificio, de su actividad, y del entorno, en claves de sostenibilidad y alta eficiencia, minimizando el uso de los recursos. Además, tiene en cuenta el bienestar del usuario, a través de la adopción de medidas de calidad de ambiente interior y confort. Con esta modalidad se pueden efectuar, de manera iterativa, cuantificaciones de las medidas a adoptar, para hacer un estudio que albergue la combinación de distintas estrategias de mejora del edificio y su actividad.

### *7.10.2. Justificación de la aplicación.*

La certificación *LEED* constituye el método más utilizado tipo “*checklist*”, de entre las certificaciones para edificios sostenibles – o verdes- que existen a disposición de los proyectistas y promotores hoy en día a nivel mundial. Esta certificación permite valorar de forma global todas las características del edificio y su entorno (en la fase que se encuentre: proyecto, uso, mantenimiento, etc.), iniciativas relacionadas con la actividad que en él se realiza, y propuestas que disminuyan el impacto ambiental de la entidad que en él desarrolla sus funciones. La evaluación se cuantifica mediante puntos o créditos, y al ser un planteamiento global, establece unos mínimos obligatorios para optar a la certificación (prerrequisitos), y unas propuestas que dan créditos en función de su cumplimiento.

Por todo ello, la evaluación del caso de estudio mediante este método es conveniente, puesto que evalúa no sólo la eficiencia de los equipos, o calidad del ambiente interior, sino que además incluye epígrafes de créditos relativos al confort del usuario, o actuaciones sobre otras cuestiones vinculadas al desarrollo de las actividades de la entidad: gestión del agua, materiales fungibles e inventariables, por citar algunos.

Antes de esta evaluación no se había realizado un análisis similar sobre este caso de estudio, de forma global en el ámbito de la sostenibilidad. Además, el edificio del caso de estudio ofrece *a priori* características positivas, no sólo las negativas derivadas de la obsolescencia de los sistemas o de la dificultad para materializar determinadas actuaciones de mejora en la envolvente. Esta evaluación contribuye a valorar el estado del edificio y su capacidad de desarrollo potencial. Certificar *LEED* supone además una apuesta de la entidad beneficiaria por un modelo de empresa, con un pensamiento integrador de modo de operación, no sólo por la capacidad de mejora del edificio (en el caso de edificios existentes), sino por todas las consideraciones relacionadas con el respeto al medioambiente, el uso eficiente de los recursos, y el bienestar del capital humano, los trabajadores (usuarios), directa e indirectamente abordadas en los créditos, y por el desarrollo de la actividad diaria y la gestión de los recursos vinculados a ella.

Para acometer este tipo de certificaciones, además de implicar a personal relacionado con la gestión económica y administrativa del centro, hay que seguir una política de gestión desde la propia Dirección (y Gerencia en su caso), que va a trascender a todo el funcionamiento y toma de decisiones futuras sobre la entidad al completo.

### 7.10.3. Cálculo de créditos mediante certificación LEED Edificios Existentes (BO&M).

#### 7.10.3.1 Checklist de estado actual

En el estado actual, se han tenido en cuenta los siguientes parámetros o actuaciones vigentes, según las categorías de créditos disponibles:

- Transporte Alternativo: La encuesta sobre el personal y su forma de acceder al IETcc se estima efectuada, ya que se conocen bien los hábitos de cada trabajador a grandes rasgos. Además, se estima que un 15% de los trabajadores, ya utiliza un transporte alternativo al motorizado particular.
- Parcela Sostenible:
  - Desarrollo de Parcela (Hábitat): Se obtienen 2 puntos, el máximo, por preservar y restituir, en su caso, más del 20% de la vegetación autóctona del lugar, en más de 465 m<sup>2</sup> de parcela.
  - Reducción de islas de calor: se aporta 1 crédito o punto por la aplicación de la opción 1, *no tejado*, ya que se considera que al menos un 50% de la pavimentación de la parcela está cubierta por sombras de elementos arquitectónicos, estructuras vegetadas, maceteros con plantas, etc.
  - Reducción de contaminación lumínica: se obtiene 1 punto por la opción 2, relativa a las mediciones del perímetro de la parcela, para conocer los niveles de iluminación nocturna.
- Uso eficiente del agua :
  - Reducción del consumo de agua en interior: se asigna un punto, ya que se ha procedido recientemente a la medición de todos los puntos de consumo y sanitarios, y a través de las compras se empieza a reducir el consumo de los mismos (<5%, que equivale a 1 punto).
  - Medición del agua: se otorgan 2 puntos, puesto que ya se tiene constancia de la existencia de al menos 4 subsistemas con sendos contadores parciales de agua.
- Energía y Atmósfera:
  - Recepción de edificio existente- análisis: se obtienen dos puntos por la opción 1, puesto que ya se lleva mucho evaluado sobre las necesidades de cambios en el edificio con respecto a sus equipos y sistemas, y las estrategias más urgentes a acometer.
  - Recepción de edificio existente- implantación: se considera que ya existe un plan de mejora a 5 años, que se está llevando a cabo, por lo que se otorgan estos 2 puntos.
  - Recepción de edificio existente- recepción continua: ya se está desarrollando, desde hace unos años, un plan de recepción que mantenga informados y organizados sobre el funcionamiento del edificio y la gestión de la eficiencia, aunque hasta la implementación de determinados cambios importantes en los equipos, no serán efectivas tales medidas de gestión.
- Materiales y Recursos:
  - Compras continuas: al menos el 60% por coste de los consumibles

continuos totales cumplen al menos uno de los criterios determinados en esta categoría, como pueda ser el origen del papel y productos de madera, por ejemplo.

- Bombillas: está implantado el plan de compras de las bombillas con el contenido de mercurio determinado como máximo.
- Compras de mantenimiento y renovación de instalaciones: se suman los puntos de las opciones 1 y 2, de productos y materiales, y de mobiliario, respectivamente, porque se cumplen los porcentajes mínimos de compras (mantenimiento y renovación), con al menos uno de los criterios, como puedan ser los productos de madera, o la reutilización de materiales.
- Gestión de residuos sólidos-continua: se mantiene una política de reducción y reciclaje de residuos, incluyendo residuos continuos, residuos de bienes duraderos, pilas descartadas, y bombillas con mercurio, en los porcentajes y bajo las indicaciones del crédito especificado.
- Calidad Ambiental Interior (CAI):
  - Estrategias mejoradas de CAI: se otorga un punto por la existencia de elementos a la entrada tipo alfombra que frenan la introducción en el edificio de ciertos elementos nocivos para la CAI.
  - Luz natural y vistas de calidad: aquí el edificio es un privilegiado, y por tanto cuenta tanto con vistas de nivel 3 como mínimo, y por cumplir mediciones de entre 300 y 3000 luxes en el 50% del edificio como mínimo<sup>23</sup>.
- Innovación: no se aporta nada.
- Prioridad regional: no se aporta nada.

LEED v4 para Operaciones y Mantenimiento: Edificios Existentes (Existing Buildings)		Nombre del proyecto: Estado Actual Edificio Principal IE Tcc-CSIC																																																	
Checklist del proyecto		Fecha: 02/04/2017																																																	
<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Ubicación y Transporte</b> <b>15</b>																																																
Si	No	Si	No																																																
5	0	0	0																																																
Craso		Craso																																																	
<table border="0"> <tr> <td>15</td> <td>Craso</td> <td>Transporte Alternativo</td> <td>15</td> </tr> </table>				15	Craso	Transporte Alternativo	15																																												
15	Craso	Transporte Alternativo	15																																																
<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Sitios Sustentables</b> <b>10</b>																																																
Si	No	Si	No																																																
4	0	0	0																																																
Craso		Craso																																																	
<table border="0"> <tr> <td>10</td> <td>Obligatorio</td> <td>Políticas de Manejo del Sitio</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Craso</td> <td>Desarrollo del Sitio - Protección o Restauración del Habitat</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Craso</td> <td>Manejo de Agua Pluviales</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Craso</td> <td>Reducción del Efecto Isla de Calor</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Craso</td> <td>Reducción de la Contaminación Lumínica</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Craso</td> <td>Manejo del Sitio</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Craso</td> <td>Plan de Mejora del Sitio</td> <td>1</td> </tr> </table>				10	Obligatorio	Políticas de Manejo del Sitio		2	Craso	Desarrollo del Sitio - Protección o Restauración del Habitat	2	3	Craso	Manejo de Agua Pluviales	3	2	Craso	Reducción del Efecto Isla de Calor	2	1	Craso	Reducción de la Contaminación Lumínica	1	1	Craso	Manejo del Sitio	1	1	Craso	Plan de Mejora del Sitio	1																				
10	Obligatorio	Políticas de Manejo del Sitio																																																	
2	Craso	Desarrollo del Sitio - Protección o Restauración del Habitat	2																																																
3	Craso	Manejo de Agua Pluviales	3																																																
2	Craso	Reducción del Efecto Isla de Calor	2																																																
1	Craso	Reducción de la Contaminación Lumínica	1																																																
1	Craso	Manejo del Sitio	1																																																
1	Craso	Plan de Mejora del Sitio	1																																																
<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Uso Eficiente del Agua</b> <b>12</b>																																																
Si	No	Si	No																																																
3	0	0	0																																																
Craso		Craso																																																	
<table border="0"> <tr> <td>12</td> <td>Obligatorio</td> <td>Reducción del Consumo de Agua en el Interior</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Craso</td> <td>Medición del Consumo de Agua por Edificio</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Craso</td> <td>Reducción del Consumo de Agua en el Exterior</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Craso</td> <td>Consumo de Agua de la Torre de Enfriamiento</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Craso</td> <td>Medición del Consumo de Agua</td> <td>2</td> </tr> </table>				12	Obligatorio	Reducción del Consumo de Agua en el Interior		2	Craso	Medición del Consumo de Agua por Edificio	2	5	Craso	Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	5	3	Craso	Consumo de Agua de la Torre de Enfriamiento	3	2	Craso	Medición del Consumo de Agua	2																												
12	Obligatorio	Reducción del Consumo de Agua en el Interior																																																	
2	Craso	Medición del Consumo de Agua por Edificio	2																																																
5	Craso	Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	5																																																
3	Craso	Consumo de Agua de la Torre de Enfriamiento	3																																																
2	Craso	Medición del Consumo de Agua	2																																																
<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Energía y Atmósfera</b> <b>38</b>																																																
Si	No	Si	No																																																
7	0	0	0																																																
Craso		Craso																																																	
<table border="0"> <tr> <td>38</td> <td>Obligatorio</td> <td>Mejores Prácticas de Gestión de la Eficiencia Energética</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Craso</td> <td>Desempeño Energético Mínimo</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Craso</td> <td>Medición del Consumo de Energía por Edificio</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Craso</td> <td>Gestión Básica de Refrigerantes</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Craso</td> <td>Retrocomisionamiento - Análisis</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Craso</td> <td>Retrocomisionamiento - Implementación</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>Craso</td> <td>Comisionamiento Continuo</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Craso</td> <td>Optimización del Desempeño Energético</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Craso</td> <td>Medición de Energía Avanzada</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Craso</td> <td>Respuesta a la Demanda</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Craso</td> <td>Energías Renovables y Compensaciones de Carbono</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Craso</td> <td>Gestión Avanzada de Refrigerantes</td> <td>1</td> </tr> </table>				38	Obligatorio	Mejores Prácticas de Gestión de la Eficiencia Energética		1	Craso	Desempeño Energético Mínimo	1	3	Craso	Medición del Consumo de Energía por Edificio	3	2	Craso	Gestión Básica de Refrigerantes	2	2	Craso	Retrocomisionamiento - Análisis	2	3	Craso	Retrocomisionamiento - Implementación	3	20	Craso	Comisionamiento Continuo	20	2	Craso	Optimización del Desempeño Energético	2	3	Craso	Medición de Energía Avanzada	3	5	Craso	Respuesta a la Demanda	5	1	Craso	Energías Renovables y Compensaciones de Carbono	1	1	Craso	Gestión Avanzada de Refrigerantes	1
38	Obligatorio	Mejores Prácticas de Gestión de la Eficiencia Energética																																																	
1	Craso	Desempeño Energético Mínimo	1																																																
3	Craso	Medición del Consumo de Energía por Edificio	3																																																
2	Craso	Gestión Básica de Refrigerantes	2																																																
2	Craso	Retrocomisionamiento - Análisis	2																																																
3	Craso	Retrocomisionamiento - Implementación	3																																																
20	Craso	Comisionamiento Continuo	20																																																
2	Craso	Optimización del Desempeño Energético	2																																																
3	Craso	Medición de Energía Avanzada	3																																																
5	Craso	Respuesta a la Demanda	5																																																
1	Craso	Energías Renovables y Compensaciones de Carbono	1																																																
1	Craso	Gestión Avanzada de Refrigerantes	1																																																
<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Materiales y Recursos</b> <b>8</b>																																																
Si	No	Si	No																																																
8	0	0	0																																																
Craso		Craso																																																	
<table border="0"> <tr> <td>8</td> <td>Obligatorio</td> <td>Política de Compras y Desechos Continuos</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Craso</td> <td>Política de Mantenimiento y Renovación de Instalaciones</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Craso</td> <td>Compras - Continuas</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Craso</td> <td>Compras - Lámparas</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Craso</td> <td>Compras - Gestión y Renovación de Instalaciones</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Craso</td> <td>Gestión de Desechos Sólidos - Continuos</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Craso</td> <td>Gestión de Desechos Sólidos - Gestión y Renovación de Instalaciones</td> <td>2</td> </tr> </table>				8	Obligatorio	Política de Compras y Desechos Continuos		1	Craso	Política de Mantenimiento y Renovación de Instalaciones	1	1	Craso	Compras - Continuas	1	2	Craso	Compras - Lámparas	2	2	Craso	Compras - Gestión y Renovación de Instalaciones	2	2	Craso	Gestión de Desechos Sólidos - Continuos	2	2	Craso	Gestión de Desechos Sólidos - Gestión y Renovación de Instalaciones	2																				
8	Obligatorio	Política de Compras y Desechos Continuos																																																	
1	Craso	Política de Mantenimiento y Renovación de Instalaciones	1																																																
1	Craso	Compras - Continuas	1																																																
2	Craso	Compras - Lámparas	2																																																
2	Craso	Compras - Gestión y Renovación de Instalaciones	2																																																
2	Craso	Gestión de Desechos Sólidos - Continuos	2																																																
2	Craso	Gestión de Desechos Sólidos - Gestión y Renovación de Instalaciones	2																																																
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Innovación</b> <b>6</b>																																																
Si	No	Si	No																																																
0	0	0	0																																																
Craso		Craso																																																	
<table border="0"> <tr> <td>6</td> <td>Obligatorio</td> <td>Innovación</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Craso</td> <td>LEED Accredited Professional</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Craso</td> <td></td> <td>1</td> </tr> </table>				6	Obligatorio	Innovación		5	Craso	LEED Accredited Professional	5	1	Craso		1																																				
6	Obligatorio	Innovación																																																	
5	Craso	LEED Accredited Professional	5																																																
1	Craso		1																																																
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Prioridad Regional</b> <b>4</b>																																																
Si	No	Si	No																																																
0	0	0	0																																																
Craso		Craso																																																	
<table border="0"> <tr> <td>4</td> <td>Obligatorio</td> <td>Prioridad Regional: Crédito Especifico</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Craso</td> <td>Prioridad Regional: Crédito Especifico</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Craso</td> <td>Prioridad Regional: Crédito Especifico</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>Craso</td> <td>Prioridad Regional: Crédito Especifico</td> <td>1</td> </tr> </table>				4	Obligatorio	Prioridad Regional: Crédito Especifico		1	Craso	Prioridad Regional: Crédito Especifico	1	1	Craso	Prioridad Regional: Crédito Especifico	1	1	Craso	Prioridad Regional: Crédito Especifico	1																																
4	Obligatorio	Prioridad Regional: Crédito Especifico																																																	
1	Craso	Prioridad Regional: Crédito Especifico	1																																																
1	Craso	Prioridad Regional: Crédito Especifico	1																																																
1	Craso	Prioridad Regional: Crédito Especifico	1																																																
<b>32</b>		<b>0</b>																																																	
<b>0</b>		<b>0</b>																																																	
<b>TOTALES</b> <b>Puntos posibles: 110</b>																																																			
Certificado: de 40 a 49 puntos, Plata; de 50 a 59 puntos, Oro; de 60 a 79 puntos, Platino; más de 80 punti																																																			

Figura 7.43: Checklist para la definición de estado actual aplicada al caso de estudio.

En este estado actual se ha optado por la vía conservadora, obteniendo puntos o créditos solo por aquellas medidas o actuaciones que se tiene total certeza de que han sido o están siendo implementadas.

### 7.10.3.2. Propuestas de mejora según las estrategias ofrecidas por LEED. Las propuestas de mejora que se efectúan bajo el método de evaluación LEED

<sup>23</sup> Windows and offices: a study of office worker performance and the Indoor Environment. Technical Report. California Energy Commission.2003.

para el caso de estudio, se proponen en tres niveles. Estos niveles obedecen principalmente a la viabilidad económica, operativa y efectiva de la realización de las modificaciones necesarias para llevarlas a cabo.

Propuesta de Mejora 1 (PM1): sobre el cálculo del estado actual, se añaden los créditos relativos a actuaciones sobre el IETcc cuya característica común es la viabilidad potencial a muy corto plazo. De hecho, esta propuesta incluye algunas estrategias que posiblemente ya hayan sido contempladas por la organización del IETcc, y por lo cual bastaría con la comprobación, en algunos casos, del cumplimiento de los créditos expuestos, que por desconocimiento específico de determinados datos, o por tratarse de una información compleja o inaccesible, no se ha tenido constancia suficiente para incluirlos en el *Estado Actual*. En realidad podría tratarse de un *Estado Actual* menos conservador, en el que se han considerado algunas actuaciones no tenidas en cuenta en el estado actual por falta de datos, y que se han comprobado hipotéticamente para esta propuesta.

Propuesta de Mejora 2 (PM2): en esta propuesta se incluyen aquellos créditos que responden a unas acciones o estrategias sobre el IETcc que constan como iniciadas parcialmente, o que están contempladas a corto-medio plazo (en los próximos 2-5 años) en la planificación del IETcc, o bien que resultarían relativamente sencillas por presupuesto, tiempo de realización o cualquier otra razón estimada.

Propuesta de Mejora 3 (PM3): en esta propuesta se incluyen aquellos créditos que responden a estrategias o acciones difícilmente realizables a corto-medio plazo (previsibles al menos pasados más de 5 años), bien porque implican un coste y/o tiempo de ejecución importantes, bien porque no está contemplado en la agenda general tanto de los decisores o gestores, como en los responsables de los distintos departamentos, por la dificultad de implementación en el edificio del que se trata, o bien por cualquier otra causa justificada.

A continuación se definen las principales estrategias o acciones a tener en cuenta en cada una de las hipótesis de propuestas de mejora, y los créditos obtenidos.

#### Propuesta de Mejora 1:

- Transporte Alternativo: añade un punto más por aplicar alguna propuesta de incentivo a compartir vehículos o fomentar el uso de transportes respetuosos con el medio ambiente, como bicicletas, por ejemplo.
- Parcela Sostenible: no aporta nada nuevo.
- Uso eficiente del agua : no aporta nada nuevo.
- Energía y Atmósfera: no aporta nada nuevo.
- Materiales y Recursos: no aporta nada nuevo.
- Calidad Ambiental Interior: en esta categoría se implementan la mayoría de actuaciones de esta propuesta. Entre ellas, se producen las siguientes:
  - Monitorización de CO<sub>2</sub> en espacios densamente ocupados
  - Instalación de medidores de parámetros de confort térmico (T<sup>a</sup> radiante, Humedad Relativa, velocidad de aire, T<sup>a</sup> del aire), según normativas ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013), ISO 7730 (ISO, 2005) y EN 15251 (AENOR, 2008).
  - Evaluación efectiva de la limpieza, mediante comprobación de medidas que posiblemente ya se estén acometiendo, o solicitar a la contrata que las efectúe.
  - Productos y materiales de limpieza sostenible, también probablemente mediante comprobación, o en todo caso,



esta medida antaño se hacía en el IETcc por la distancia entre el centro de la ciudad y la periférica ubicación del Centro, hoy en día las instalaciones, incluido el depósito de recogida de aguas existentes, necesitarían de una reforma importante, aunque no inviable, a corto-medio plazo.

- Reducción del efecto *isla de calor*: además de la opción “no tejado”, se puede contemplar la opción de revestir con material de alta reflectancia (IRS), y tejado vegetado, alcanzando hasta tres puntos.
- Plan de Mejora de la Parcela: se añade un punto por el desarrollo de un plan de mejora de la parcela, que alberga los siguientes puntos: hidrología, vegetación y suelos.
- **Uso eficiente del agua:**
  - Reducción del consumo de agua en el interior, añadiendo dos puntos extra con respecto a la propuesta de mejora 1, gracias a la reducción propuesta de consumo de agua interior de hasta el 10%.
  - Sobre el consumo de agua de la torre de refrigeración, por la consecución del análisis del agua del condensador del sistema. Debido a la elección del número de ciclos de la torre de refrigeración, en esta propuesta se alcanzan 2 puntos extra.
- **Energía y atmósfera:** no se añade nada.
- **Materiales y recursos:** no se añade nada.
- **Calidad de Ambiente Interior:** no hay modificaciones con respecto a la propuesta de mejoras 1.
- **Innovación:** no hay nada nuevo
- **Prioridad regional:** se propone conseguir mediante otro crédito específico, un crédito más.

LEED v4 para Operaciones y Mantenimiento: Edificios Existentes (Existing Buildings)		Nombre del proyecto: Propuesta Mejora 2 Edificio Principal IETcc-CSIC	
Checklist del proyecto		Fecha: 02/04/2017	
<b>6</b>	<b>1</b> 0 <b>Ubicación y Transporte</b> <b>15</b>	<b>13</b>	<b>0</b> 0 <b>Calidad Ambiental Interior</b> <b>17</b>
0	1	0	0
<b>10</b> 0 0 <b>Sitios Sustentables</b> <b>10</b>		<b>1</b> 0 0 <b>Innovación</b> <b>6</b>	
0	0	1	0
<b>7</b> 0 0 <b>Uso Eficiente del Agua</b> <b>12</b>		<b>2</b> 0 0 <b>Prioridad Regional</b> <b>4</b>	
0	0	2	0
<b>7</b> 0 0 <b>Energía y Atmósfera</b> <b>38</b>		<b>54</b> 0 0 <b>TOTALES</b> <b>Puntos posibles: 110</b>	
0	0	54	0
<b>8</b> 0 0 <b>Materiales y Recursos</b> <b>8</b>		Certificado: de 49 a 59 puntos. Plata: de 50 a 59 puntos. Oro: de 60 a 79 puntos. Platino: más de 80 punt	
0	0		

**Figura 7.45:** Checklist para la propuesta de mejora 2 aplicada al caso de estudio.

Para esta propuesta de mejora se obtiene un certificado *LEED Plata*, puesto que se obtienen 54 créditos (plata supone entre 50 y 59). Esta propuesta es realista, en cierto modo, y aunque no está exenta de una importante inversión, en gran parte está asumida y se puede acometer en unos 2-5 años.

Propuesta de Mejora 3:

- **Ubicación y Transporte:** se añade otro punto más, por una complejidad

mayor en las estrategias de fomento del transporte alternativo al lugar de trabajo

- Parcelas Sostenibles: se actúa sobre la *Gestión de la Parcela*, ya que implicaría la medida de prevenir la contaminación del aire por materiales y actividades de construcción, y limitación del área de césped a menos del 25% del porcentaje total. Sobre todo evitar la contaminación por actividades de construcción, no es un crédito de fácil gestión dadas las funciones de investigación y evaluación de productos y sistemas de construcción, en gran parte innovadores, y por ende, difícilmente agrupables para la gestión pormenorizada y específica que conllevan. Sin embargo, se entiende que debería ser una tarea a afrontar en un medio-largo plazo.
- Uso eficiente del agua:
  - Reducción del consumo de agua en el exterior: reducción del 30% de agua de riego. Es mucha cantidad para la extensión del instituto, por lo que requeriría un estudio de las especies arbóreas existentes, y de los dispositivos de riego automático, entre otros. Se consigue un punto más.
  - Reducción del consumo de agua en el interior: en este epígrafe se añaden dos créditos más, por considerar una reducción de este consumo de hasta el 20%, frente al 10% que se consideraba en la propuesta de mejora 1.
  - Consumo de Agua de la Torre de Refrigeración: al igual que se considerara en la propuesta de mejora 1, se analizaba el agua proveniente del condensador. En este caso se amplía el número de ciclos de la torre, y por tanto se consigue un punto más.
- Energía y Atmósfera: en esta propuesta de mejora 3, esta es la categoría que más se desarrolla, mediante las siguientes estrategias o actuaciones:
  - Optimización de la eficiencia energética: mediante la comparación con datos históricos (opción 2), se podría conseguir siendo conservadores, hasta una mejora del 33%, por lo que se obtendrían 6 puntos.
  - Medición avanzada de la energía: supondría poner contadores disgregados a todos los equipos individuales con más de un 10% de consumo con respecto al consumo total anual del edificio. Esto siempre ha supuesto ciertos problemas en el centro, no sólo por la propia red del instituto, sino por problemas entre los responsables investigadores. Entendiéndolo como una medida a adoptar a medio-largo plazo, se podría acometer.
  - Respuesta a la demanda: este punto extra o crédito se conseguiría de intervenir en las contrataciones actuales con las compañías de servicios eléctricos, y acordar este tipo de servicios, o buscar otras alternativas que lo incluyan. A medio-largo plazo se podría contemplar.
  - Energías Renovables y compensaciones de carbono: se podrían conseguir hasta 5 puntos sustituyendo el combustible fósil actual que alimenta a la caldera (gasóleo) por biomasa. Esto supondría una serie de gastos adicionales, como la inversión en otro tipo de caldera policomcombustible o específica para biomasa, así que de llevarse a cabo, sería en un plazo más bien medio-largo.
  - Gestión avanzada de refrigerantes: este punto se contempla solo en el caso de que se cambiase el sistema de climatización frío/calor, por lo que si se lleva a cabo este cambio, y se puede solicitar que su nuevo refrigerante cumpla estas especificaciones, se llevará

a cabo. Este cambio está previsto para finales de 2017, principios del 2018, pero de momento es un cambio a medio plazo.

- Materiales y recursos: ninguna modificación añadida
- Calidad Ambiental Interior:
  - Programa de Gestión de la Calidad del Aire Interior: se propone implantar un programa de gestión de la calidad del aire interior (CAI) según el EPA (I-BEAM), y realizar una auditoría I-BEAM, al menos una vez cada 5 años, Con esto se podrían alcanzar dos puntos extra. Esto tendría sentido si se cambia, como está previsto, el sistema de climatización y ventilación del IETcc.
  - Iluminación interior: como medida no inmediata, aunque viable, se pueden implementar controles de iluminación por despachos individuales, que permitan la iluminación parcial, y medidas de calidad en la iluminación. Sin embargo, en principio no se asume como medida urgente.
- Innovación:
  - se añaden dos créditos o puntos más con respecto a la propuesta de mejora 2, ya que se podrían implementar medidas innovadoras no tenidas en cuenta anteriormente, o bien mediante algún crédito piloto o la eficiencia ejemplar, que consiste en alcanzar el doble de requisitos del crédito que se trate, o el siguiente porcentaje incremental del umbral.
  - Añadir una persona profesional acreditado *LEED* al equipo que esté gestionando la implementación de las mejoras.
- Prioridad Regional: se añaden dos puntos extra por créditos específicos, al considerar que se pueden llevar a cabo más medidas establecidas por los gobiernos regionales o municipales.

LEED v4 para Operaciones y Mantenimiento: Edificios Existentes (Existing Buildings)				Nombre del proyecto: Propuesta Mejora 3 Edificio Principal IETcc-CSIC			
Checklist del proyecto				Fecha: 02/04/2017			
SI	?	No		SI	?	No	
<b>7 0 0 Ubicación y Transporte</b>				<b>15</b>			
7			Transporte Alternativo	15			
<b>11 0 0 Sitios Sustentables</b>				<b>10</b>			
11			Política de Manejo del Sitio	10			
2			Desarrollo del Sitio - Protección o Restauración del Hábitat	2			
3			Manejo de Aguas Pluviales	3			
3			Reducción del Efecto Isla de Calor	2			
1			Reducción de la Contaminación Lumínica	1			
1			Manejo del Sitio	1			
1			Plan de Mejora del Sitio	1			
<b>11 0 0 Uso Eficiente del Agua</b>				<b>12</b>			
11			Reducción del Consumo de Agua en el Interior	12			
1			Medición del Consumo de Agua por Edificio	2			
1			Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	5			
3			Reducción del Consumo de Agua en el Interior	3			
1			Consumo de Agua de la Torre de Enfriamiento	2			
1			Medición del Consumo de Agua	2			
<b>22 0 0 Energía y Atmósfera</b>				<b>38</b>			
22			Mejores Prácticas de Gestión de la Eficiencia Energética	38			
1			Desempeño Energético Mínimo	1			
1			Medición del Consumo de Energía por Edificio	1			
1			Gestión Básica de Refrigerantes	1			
2			Retrocomisionamiento - Análisis	2			
2			Retrocomisionamiento - Implementación	2			
3			Comisionamiento Continuo	3			
16			Optimización del Desempeño Energético	20			
2			Medición de Energía Avanzada	2			
1			Resposta a la Demanda	3			
15			Energías Renovables y Compensaciones de Carbono	5			
1			Gestión Avanzada de Refrigerantes	1			
<b>8 0 0 Materiales y Recursos</b>				<b>8</b>			
8			Política de Compras y Desechos Continuos	8			
1			Política de Mantenimiento y Renovación de Instalaciones	1			
1			Compras - Continuas	1			
1			Compras - Lámparas	1			
2			Compras - Gestión y Renovación de Instalaciones	2			
2			Gestión de Desechos Sólidos - Continuos	2			
2			Gestión de Desechos Sólidos - Gestión y Renovación de Instalaciones	2			
<b>4 0 0 Calidad Ambiental Interior</b>				<b>17</b>			
4			Desempeño Mínimo de la Calidad del Aire Interior	17			
1			Control del Humo Ambiental del Tabaco	1			
2			Política de Limpieza Ecológica	2			
2			Programa de Gestión de la Calidad del Aire Interior	2			
4			Estrategias Avanzadas de Calidad del Aire Interior	4			
1			Confort Térmico	1			
2			Iluminación Interior	2			
4			Iluminación Natural y Vistas de Calidad	4			
1			Limpieza Ecológica - Evaluación de la Efectividad de la l	1			
1			Limpieza Ecológica - Productos y Materiales	1			
1			Limpieza Ecológica - Equipo	1			
2			Manejo Integrado de Plagas	2			
1			Encuesta de Confort de los Ocupantes	1			
<b>4 0 0 Innovación</b>				<b>6</b>			
4			Innovación	6			
5			LEED Accredited Professional	5			
1			LEED Accredited Professional	1			
<b>4 0 0 Prioridad Regional</b>				<b>4</b>			
4			Prioridad Regional - Crédito Especifico	4			
1			Prioridad Regional - Crédito Especifico	1			
1			Prioridad Regional - Crédito Especifico	1			
1			Prioridad Regional - Crédito Especifico	1			
<b>84 0 0 TOTALES</b>				<b>Puntos posibles: 110</b>			

**Figura 7.46:** Checklist para la propuesta de mejora 3 aplicada al caso de estudio. Para esta propuesta de mejora se obtiene un certificado *LEED Platino*, puesto que se superan los 80 créditos (84 créditos totales), si bien representa una realidad difícilmente viable en los próximos 5 años al menos.

#### 7.10.4. Análisis de resultados.

En los epígrafes anteriores se han evaluado tanto los créditos *LEED* del estado actual del caso de estudio, como tres propuestas de mejora, en relación a tres niveles diferentes de viabilidad de las soluciones que en cada una de ellas se sugieren.

El estado actual ha conseguido 32 puntos o créditos, que en la escala determinada por la certificación *LEED* equivale a no conseguir certificado, puesto que para obtenerlo se necesitan, además de superar los prerequisites obligatorios, un mínimo de 40 créditos.

En el *estado actual* el edificio y la entidad que en él desarrolla sus funciones, obtienen los créditos principalmente provenientes de: cierta proporción de usuarios en transporte alternativo; algunos créditos por parcela sostenible, por contar con una zona arbolada, y con sombra vegetal en general; sobre el uso eficiente del agua no se consiguen demasiados puntos, ya que los contadores están parcialmente diferenciados, y el riego controlado por aspersión, pero hay margen para potenciar mejoras; sobre energía y atmósfera, aunque se cuenta con unos créditos iniciales, existe gran posibilidad de mejora, puesto que los créditos obtenidos son principalmente en el epígrafe de recepción de edificio existente, por lo que responden a la implantación de planes, que abarcan la concienciación y mejora en la gestión de la eficiencia en la organización, así como la mejora inmediata de sistemas y equipos. En la categoría de materiales y recursos, los créditos conseguidos son los máximos que se pueden obtener, tanto a corto, medio o largo plazo, ya que existe implantada una política de gestión y optimización de los materiales que abarca todo el ciclo de vida, desde el origen de los mismos, a la recogida selectiva y entrega en lugares apropiados para el reciclaje y reutilización entre otros. En cuanto a calidad ambiental interior, se consiguen unos créditos iniciales debido a las vistas de calidad y la luz natural percibida desde las ventanas a los diferentes espacios interiores de trabajo, algo característico del edificio de estudio, además de contar con elementos de limpieza (alfombras) a la entrada del mismo. En cuanto a medidas de innovación o de prioridad regional, no se recoge ninguna estrategia actual.

Con respecto a la *propuesta de mejora 1*, que añadía al estado actual algunas estrategias de inminente implantación en el IETcc, destacan sumando créditos las siguientes categorías: en primer lugar, con mayor contribución de créditos, se encuentra la calidad ambiental interior, a través de estrategias como medición tanto de CO<sub>2</sub> en espacios densamente ocupados, como de otros parámetros de confort térmico según la legislación de bienestar térmico de usuarios (ASHRAE 55, ISO 7730 o EN 15251). Además, se consiguen créditos derivados de la gestión sostenible de la limpieza del edificio, a través de la elección y sustitución de su maquinaria –si procede-, la elección de material y productos de limpieza sostenible, o la gestión por parte de la empresa subcontratada a tal efecto; por otra parte añaden créditos en la misma categoría la gestión integral de plagas, alguna iniciativa de carácter municipal o regional a través de la prioridad regional, o de innovación; pero entre ellas conviene destacar la contribución de créditos a través de la realización de encuestas de confort de ocupantes, para conocer el grado de satisfacción de los mismos con respecto al ambiente interior, fácil de acometer, y que se cumple con sólo la participación de un 30% de los ocupantes.

En la *propuesta de mejora 2* se establecen aquellas medidas que, si bien requieren de una planificación y gestión no excesivamente dificultosa, no se pueden acometer a corto plazo, sino en un plazo de unos 2 a 5 años. Se añaden créditos en los ámbitos de parcela sostenible, uso eficiente del agua y un crédito más por prioridad regional.

En cuanto a parcela sostenible, los créditos se consiguen a través de las estrategias de recogida de aguas pluviales (que ya se consideraban en el edificio originariamente), por reducción del efecto *isla de calor* con alta reflectancia en tejados, combinados con tejados vegetados, y la implantación de un plan de mejora de la parcela. Con respecto al uso eficiente del agua, se amplía el rango de reducción de consumo de agua interior, al 10%, y se potencia el análisis del agua de condensación por torre de refrigeración, ampliando el número de ciclos. Por prioridad regional se obtiene un punto más, potenciando la adhesión a programas regionales. Así, se consiguen 54 créditos, certificación *LEED Plata*.

Finalmente, a través de la *propuesta de mejora 3*, que representa medidas realizables a largo plazo (más de 5 años), y por tanto no viables al menos en un futuro inmediato, se suman créditos por las siguientes categorías: principalmente, se ubican las propuestas de energía y atmósfera, con la optimización de la eficiencia energética (mejora de un 33%), contadores para mejora avanzada de energía; implementación de energías renovables (biomasa); o gestión avanzada de refrigerantes. Muchas de estas medidas están relacionadas con la modificación o sustitución al menos parcial del sistema de climatización frío/calor, así como de su producción (lo que conlleva el cambio de la caldera), y del refrigerante, que puede implicar también cambio del circuito primario y enfriadora.

A través de la calidad ambiental interior (CAI), se implantaría un Plan de Gestión, tipo I-BEAM, y se efectuaría una revisión individual de la iluminación interior de despachos.

En cuanto a innovación, se tendría en cuenta un crédito piloto o por eficiencia ejemplar, si se consiguen el doble de créditos de umbrales de otras categorías, o subir de nivel en los límites de alguna de ellas; y se considera también adherir una persona acreditada *LEED* al proceso de evaluación.

En el uso eficiente del agua, se conseguirían mayores reducciones de consumo, tanto en el exterior (por riego) como en el interior (consumo final), y en el análisis de los ciclos del agua de condensación en la torre de refrigeración.

En Gestión de la Parcela, se tiene en cuenta la prevención de la contaminación del aire por materiales y actividades de construcción, y limitación del área máxima de césped sobre el total de la parcela.

Por último, se tomarían medidas más a largo plazo de concienciación y fomento de transporte alternativo, por lo que se conseguiría algún crédito extra.

Con esta evaluación se consiguen 84 créditos, y la consiguiente certificación *LEED Platino*.

A través de las tres propuestas de mejora evaluadas, se ha cubierto un amplio espectro de estrategias con el fin lograr una mayor eficiencia en el uso de recursos, entre ellos energía, agua y materiales; además, se reducen los impactos ambientales, se vela por la sostenibilidad global del edificio y se contempla de forma explícita el confort del usuario a través de encuestas de satisfacción, a la vez que se mejora en cuestiones relacionadas con la calidad ambiental interior. Por otra parte, a través de las propuestas escalonadas en niveles de viabilidad de la ejecución de las mejoras, se consigue, no sólo la certificación, sino que se postula a un certificado plata, e incluso a un *LEED Platino*, en la propuesta más

compleja pero de mejor resultado.

LEED ha demostrado ofrecer una gran amplitud de estrategias dirigidas a obtener créditos por la aplicación de mejoras de diversa índole. Sin embargo, a nivel de sostenibilidad y uso eficiente de energía no todas repercuten de la misma forma (obteniendo más o menos créditos), ni tienen la misma incidencia en términos ambientales o de confort con el usuario. La certificación exige un mínimo de prerequisites obligatorios para cada ámbito de aplicación (categorías), pero según se ha visto en las propuestas diferentes, se puede dar el caso de que, con respecto al estado actual del edificio, puntúen lo suficiente actuaciones que poco o nada tienen que ver directamente con la eficiencia de los equipos de acondicionamiento o con el confort de los usuarios - por ejemplo mediante la gestión de limpieza sostenible o gestión de residuos de la actividad de la entidad-. Sin embargo, la sostenibilidad ambiental y económica es entendida en toda su amplitud, y eso permite implementar una forma de gestión y trabajo más global.

El método permite la implementación pormenorizada sobre el edificio, tanto en el estado actual como en las propuestas de mejora, y el análisis comparativo cuantificable no tanto por la cuantificación en términos de impactos, como en créditos establecidos por el propio sistema de certificación *LEED*.

### **7.11. Aplicación de criterios bioclimáticos a través del climograma de Givoni y módulos del software Autodesk Ecotect Analysis ® (weather and solar tools)**

#### *7.11.1. Análisis propuesto.*

El análisis propuesto en este epígrafe utiliza las estrategias bioclimáticas establecidas en el *Climograma de Givoni*, ya explicado en el epígrafe 4.4 del capítulo 4, y que a su vez fija sus orígenes en la interacción del edificio con el entorno, con las condiciones exteriores –derivadas del clima, la geografía y el urbanismo-, y por otra parte, con las condiciones interiores, relacionadas con sus ocupantes y sus necesidades de confort. En esa interacción, las estrategias bioclimáticas se proponen para hacer una arquitectura que minimice los impactos ambientales, tratando de reducir cualquier consumo de energía que pueda ser sustituido por un mejor aprovechamiento de las condiciones naturales proporcionadas por el clima, mediante elementos y sistemas constructivos y otras mejoras en el diseño o en la rehabilitación de los edificios.

Para implementar el caso de estudio en el climograma, se han estudiado las condiciones climáticas del municipio donde se ubica el IETcc, en Madrid, que el módulo *Weather Tool*<sup>24</sup> (*Autodesk Ecotect Analysis*® ) toma de los archivos climáticos del *Department of Energy*<sup>25</sup> de EEUU, referencia reconocida a nivel internacional. Una vez introducidos los datos, a través de la herramienta estos quedan reflejados gráficamente en el ábaco psicrométrico, donde se superpone el área de confort estadísticamente establecido, y que se ajusta al caso de estudio determinando el valor de la tasa metabólica media de la actividad en el edificio (establecida como 1,2 met, equivalente a una actividad sedentaria). Una vez ajustadas las áreas, se observan las superposiciones de estas, y se aplican estrategias bioclimáticas determinadas por Givoni, basadas en estudios como el de los hermanos Olgay, y de la ASHRAE-SKU<sup>26</sup> (ver epígrafe 4.4.2. del capítulo 4).

---

<sup>24</sup> El módulo *Weather Tool* de *Autodesk Ecotect Analysis*® permite establecer estrategias bioclimáticas para un determinado lugar utilizando un ábaco psicrométrico y diagramas de confort como el de Givoni.

<sup>25</sup> <https://energy.gov/eere/office-energy-efficiency-renewable-energy>

### 7.11.2. Justificación de la aplicación.

Las razones que llevan a aplicar esta aproximación son, una vez más, porque el método permite hacer una diagnosis inicial, así como elaborar propuestas de mejora, para el edificio, basadas en estrategias bioclimáticas, esto es, aquellas donde se establece un equilibrio constante idealmente entre el medio ambiente (entorno), y el interior del edificio. Sus premisas se basan en el confort ambiental, teniendo en cuenta el clima y las condiciones del entorno, para lo cual habitualmente se adecua el diseño, geometría, orientación y construcción del edificio adaptado a las condiciones exteriores. En este caso, se aplicarían las propuestas de mejora para rehabilitar el edificio y hacerlo más confortable. La idoneidad de aplicación de este método, en el caso de estudio presentado concreto, es triple:

- a) porque el edificio en su concepción, como se describió al comienzo de este capítulo, albergó numerosas estrategias pasivas bioclimáticas, y
- b) porque por razones de protección del edificio y viabilidad de soluciones bastante restringidas, parece oportuno explorar las posibilidades que ofrece esta aproximación
- c) porque este enfoque establece una prioridad absoluta sobre el confort ambiental del usuario, explícitamente, por lo que parece oportuno tener en cuenta este tipo de análisis.

Los principios bioclimáticos tienen unos antecedentes claros en la arquitectura vernácula, que contaba con numerosos ejemplos: ventanales orientados al sur para zonas del norte de España, uso de materiales autóctonos con determinadas propiedades térmicas, ubicación estratégica geográficamente, entre muchos otros. La arquitectura bioclimática es por tanto aquella que en la medida en que es posible, se adapta al medio ambiente que le rodea, minimizando estrategias activas (sistemas mecánicos de ventilación, refrigeración y calefacción) y reduciendo los consecuentes consumo energético y reducción de emisiones al exterior, así como del uso de recursos naturales.

Estos principios en los que se sustenta la arquitectura bioclimática aprovechan los recursos naturales propios del medio ambiente más próximo: condiciones del terreno, soleamiento, corrientes de aire predominantes, vegetación y otros elementos naturales, etc. aplicables a aspectos como la distribución de espacios o la ubicación y regulación de huecos en la envolvente, con el fin de conseguir ahorro y eficiencia energéticos. Si bien tener en cuenta los recursos que ofrece el entorno donde se sitúa el edificio no tiene por qué condicionar un aspecto determinado del mismo; el diseño puede ser de vanguardia y a la vez ser funcional y energéticamente eficiente.

A continuación se exponen los resultados del estudio bioclimático del Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja, con la finalidad de:

- Conocer las medidas bioclimáticas que dispone el edificio.
- Incorporar nuevas medidas que mejoren el confort de los usuarios y supongan un uso eficiente, y menor, de la energía.

### 7.11.3. Aplicación metodológica: Toma de datos, entrada en climograma y elaboración de estrategias bioclimáticas.

Tal y como se explicó en el capítulo 4, la metodología para aplicar estrategias

---

<sup>24</sup>De la cooperación entre la American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers (ASHRAE), y la Kansas State University (KSU), surge un diagrama climático denominado ASHRAE-KSU, antecedente, entre otros, del que ya propusiera años más tarde Baruch Givoni.

bioclimáticas en el caso de estudio utilizando el *Climograma de Givoni* requiere la obtención de una serie de datos iniciales relativos a las condiciones exteriores de geografía, urbanismo, y clima (estos últimos provenientes de archivos climáticos estadísticos o datos climáticos reales medidos en un amplio periodo de tiempo), e interiores (vinculados a la actividad de los ocupantes del edificio, principalmente). A continuación se establecen los pasos efectuados para la aplicación metodológica en el caso de estudio.

#### 7.11.3.1. Emplazamiento.

El edificio está situado en la calle de Serrano Galvache, 4 (Madrid), en un extenso solar, con edificios adyacentes de igual altura y mucha arboleda de altura aproximada 10-12 m.

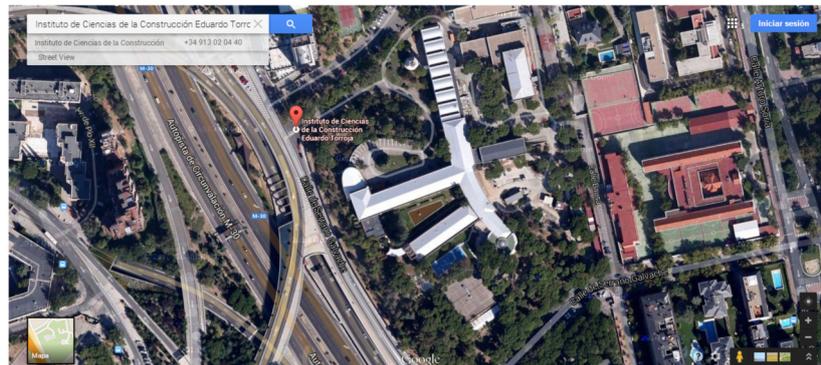


Figura 7.47. Vista aérea del edificio

#### Factores geográficos

Madrid se encuentra en la latitud:  $40.5^{\circ}$  N, longitud:  $-3.5^{\circ}$  O, y altitud: 582.0 m. El edificio se desarrolla en una pequeña elevación, alejado de otras edificaciones que puedan interferir en el intercambio entre el edificio y su entorno, una parcela con gran presencia de árboles, de alturas comprendidas entre 10-12 m, que pueden reducir las ganancias solares y la acción del viento.

#### Factores climáticos

##### 1. Temperatura

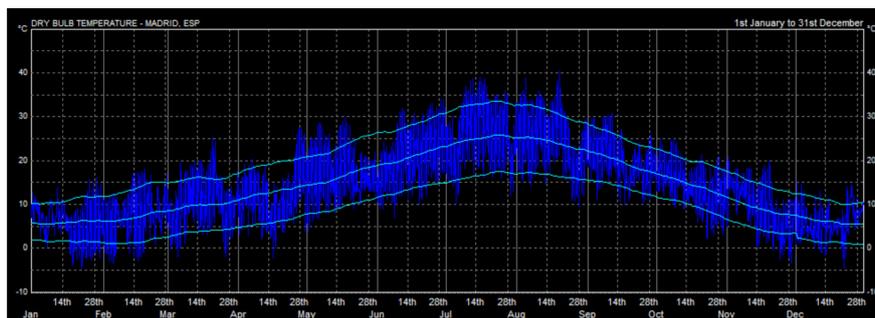


Figura 7.48. Temperaturas máximas medias diarias, medias diarias y mínimas medias diarias

Avg.Temp. (°C) ▶	
Jan	5.5
Feb	6.8
Mar	10.0
Apr	11.7
May	16.9
Jun	20.6
Jul	25.5
Aug	24.6
Sep	20.0
Oct	14.1
Nov	9.4
Dec	5.8

Tabla 7.6. Temperaturas medias mensuales

En la figura 7.48 se observan, en sentido descendente, las temperaturas medias diarias (incluidos valores máximos y mínimos promediados), de todo un año.

Las medias diarias y mensuales del año reflejan un clima con inviernos fríos y veranos calurosos, con temperaturas mínimas medias diarias entre 1-2 °C y mínimas mensuales de 5,5-7 °C en invierno; un verano con temperaturas máximas medias diarias de 33-34 °C y medias mensuales de 24,5-25,5 °C.

La diferencia entre las medias de las máximas y de las mínimas diarias (*oscilación térmica*), es mayor durante el verano (junio, julio y agosto), alcanzando unos valores entre 15-20 °C durante esta estación y entre 8-11 °C en invierno.

Un rasgo a tener en cuenta es la existencia de la llamada *isla térmica* o *isla de calor*, fenómeno que se produce porque la aglomeración urbana modifica el clima regional. Debido a esto, se elevan las temperaturas mínimas nocturnas durante el invierno y aumentan las del verano, pudiendo encontrarse diferencias térmicas entre barrios centrales y periferias de 4°C en verano y 6°C en invierno.

## 2. Humedad relativa

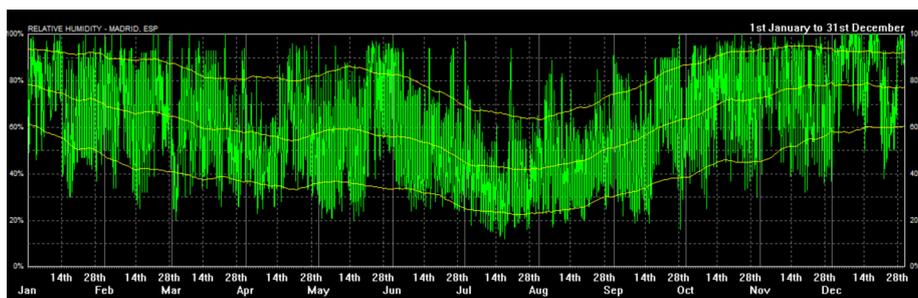


Figura 7.49. Humedad relativa máxima media diaria, media diaria y mínimas medias diarias

En la figura 7.49 se presentan de forma análoga, la humedad relativa máxima media diaria, media diaria y mínima media diaria, de todo un año.

Los valores de humedad relativa muestran valores bastante bajos en verano (42-45%) y elevados en invierno (90-95%). Con ello se observa un clima relativamente seco en verano y húmedo en invierno.

### 3. Radiación solar global

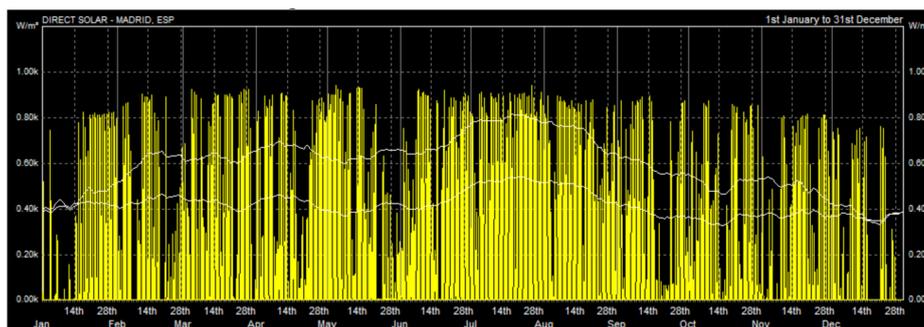


Figura 7.50. Radiación solar directa

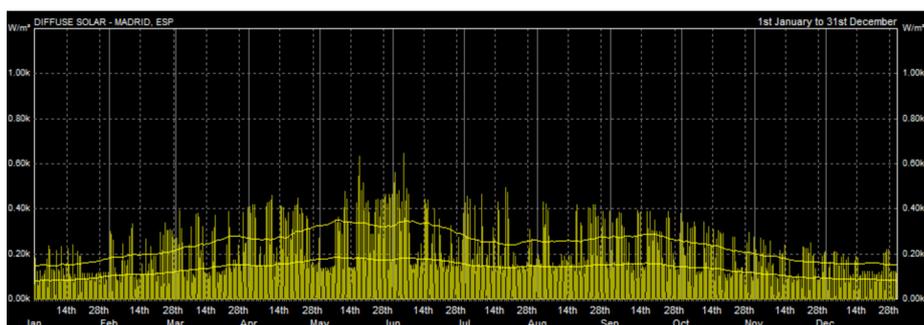


Figura 7.51. Radiación solar indirecta

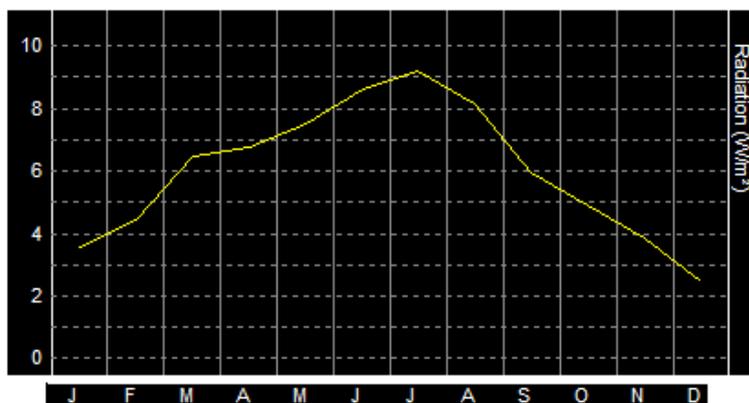


Figura 7.52. Radiación solar total

Sol.Rad.(Wh/m²) ▶	
Jan	3579
Feb	4431
Mar	6479
Apr	6774
May	7511
Jun	8629
Jul	9193
Aug	8148
Sep	5950
Oct	4886
Nov	3884
Dec	2487

Tabla 7.7. Valores radiación solar total

Tal y como reflejan las figuras 7.50 y 7.51, la radiación solar directa recibida sobre superficie horizontal es mucho mayor en comparación con la radiación solar indirecta (*difusa*), debido a la excesiva contaminación atmosférica existente en Madrid durante todo el año.

En la figura 7.52 y la tabla 7.7 se establecen los valores de radiación solar total (directa y difusa) recibida en Wh/m<sup>2</sup>.



Figura 7.53. Valores de radiación solar fachada oeste

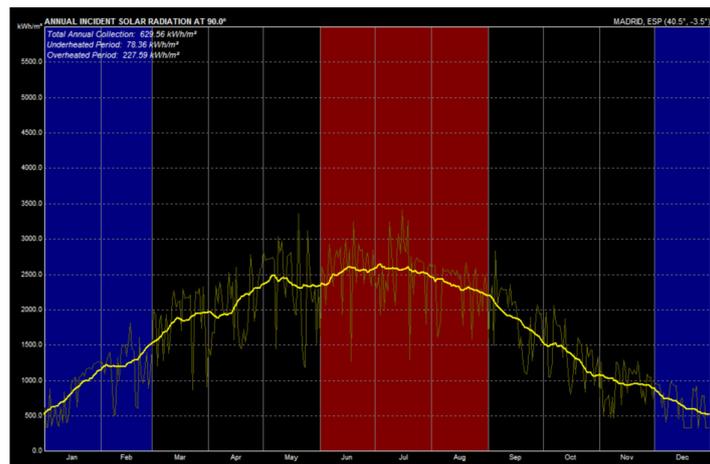


Figura 7.54. Valores de radiación solar fachada este

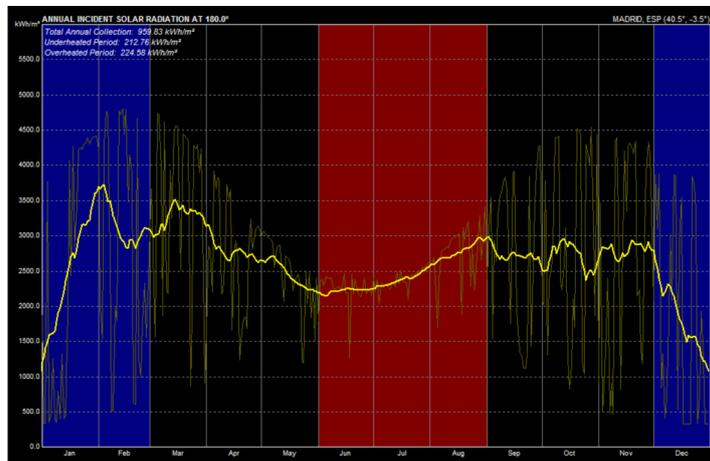


Figura 7.55. Valores de radiación solar fachada sur

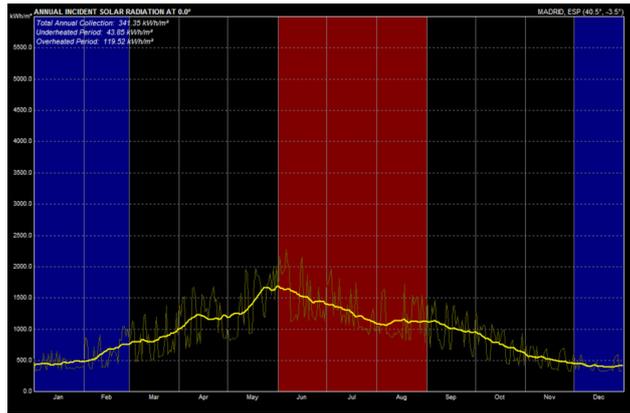


Figura 7.56. Valores de radiación solar fachada norte

La radiación solar en las fachadas este y oeste reciben mayor radiación durante los meses de verano, lo cual es muy perjudicial para un clima como el de Madrid. La fachada sur recibe la máxima radiación solar durante los meses de primavera y otoño, aunque también bastante durante los meses de verano, por lo que será una fachada aconsejable para captar la radiación solar, pero habrá que tomar medidas de protección solar de huecos en verano. La fachada norte apenas recibe radiación solar en comparación con el resto de fachadas.

#### 4. Viento

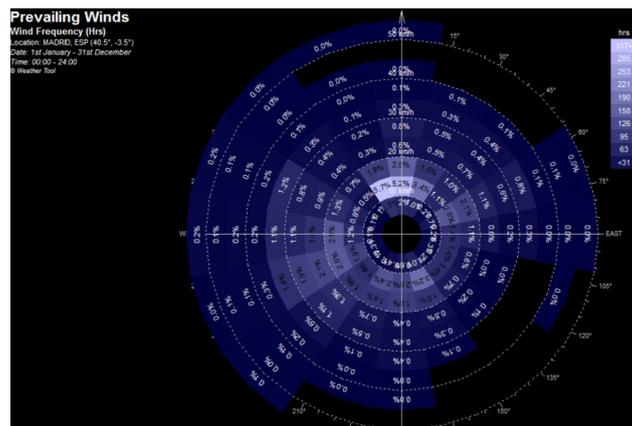


Figura 7.57. Vientos predominantes anuales



Figura 7.58. Vientos predominantes en las mañanas de verano

La figura 7.57 muestra los vientos predominantes, que proceden principalmente del norte, con una velocidad media de 10 km/h. Sin embargo, los vientos más fuertes vienen del oeste, pero se producen en un porcentaje muy pequeño. En la figura 7.58 aparecen los vientos predominantes durante las mañanas de los veranos, provenientes del norte, siendo muy favorables para permitir la ventilación.

#### Factores urbanísticos

El edificio se encuentra en una parcela muy extensa y exenta al completo, motivo por el cual no se ve afectada por ninguna edificación adyacente.

#### 7.11.3.2. Orientación

El edificio objeto de estudio cuenta con tres zonas diferenciadas:

1. Zona 1: con una orientación nornoroeste-sudsudeste.
2. Zona 2: con una orientación nordeste-sudoeste.
3. Zona 3: con una orientación noroeste-sudeste.

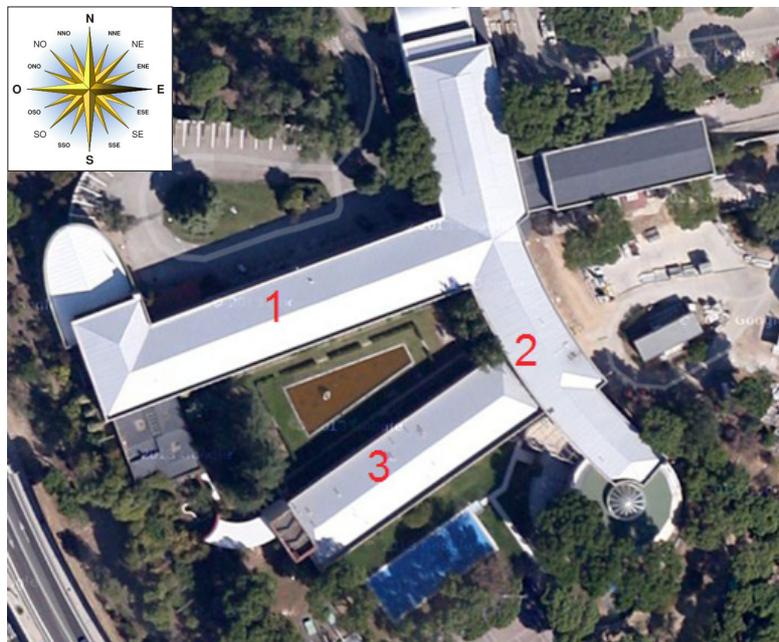


Figura 7.59. Orientación del edificio.

#### 7.11.3.3. Tamaño y factor de forma.

En los edificios ubicados en climas rigurosos, como puede ser el de este caso de estudio, donde se tienen temperaturas bajas en invierno y cálidas en verano, se producen intensos flujos de calor en los cerramientos, que pueden calentar o enfriar el ambiente interior hasta temperaturas fuera de los límites de comodidad. En estos casos es importante aplicar a los edificios estrategias de diseño arquitectónico, adaptando su tamaño y forma para reducir los intercambios de calor por los cerramientos.

Como este caso es un edificio existente, se va a hacer un análisis del *factor de forma (F)*, indicador de la proporción existente entre superficie de cerramiento y el volumen contenido dentro del mismo.

Para averiguar el factor de forma del edificio, se va a dividir en dos zonas, en función de las plantas que tienen cada una de ellas:

1. Zona de dos alturas:

Las fachadas tienen una altura media de 8,30 m.

Los faldones de la cubierta tienen un ancho de 7,10 m.

Tiene una longitud aproximada en fachadas rectas de 150 m.

Tiene un ancho de planta de 15,40 m.

Superficie de la sección por plantas = 126 m<sup>2</sup>

Total superficie= 150 m x 2 x 8,30 m + 15,40 m x 8,30 m + 150 m x 2 x 7,10 m = 4748 m<sup>2</sup>.

Total volumen= 126 m<sup>2</sup> x 150 m= 18900 m<sup>3</sup>.

2. Zona de una altura:

Las fachadas tienen una altura media de 4,5 m.

Los faldones de cubierta tienen un ancho de 7,10 m.

Tiene una longitud aproximada de 81 m en fachadas rectas y de 102 m en fachadas curvas.

Tiene un ancho de planta de 15,40 m.

Superficie de la sección por plantas = 83 m<sup>2</sup>

Existe una superficie de 813 m<sup>2</sup> de cubiertas planas.

Total superficie= 81 m x 2 x 4,5 m + 102 m x 4,5 m + 15,40 m x 4,5 m + 81 m x 2 x 7,1 m + 813 m<sup>2</sup>= 3220 m<sup>2</sup>.

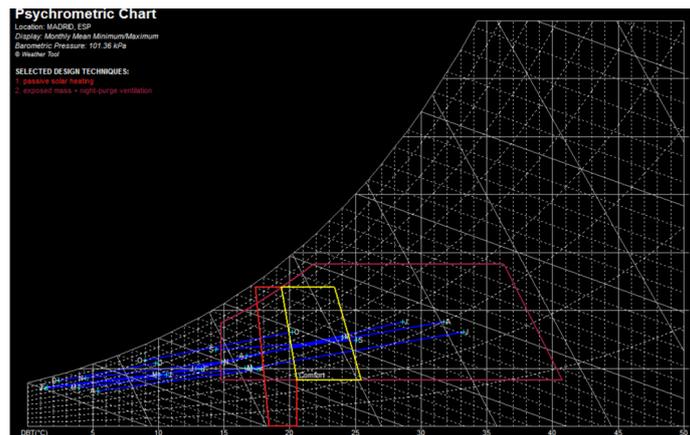
Total volumen= 83 m<sup>2</sup> x 81 m + 813 m<sup>2</sup> x 4,5 m=10382 m<sup>3</sup>

Factor de forma (F)= (4748 m<sup>2</sup> + 3220 m<sup>2</sup>) / (18900 m<sup>3</sup> + 10382 m<sup>3</sup>)=0,272

El edificio cuenta con una buena relación entre la superficie de cerramiento y su volumen contenido, al estar muy por debajo de 1.

7.11.3.4. Climograma y definición de estrategias para alcanzar el confort

A continuación se describen las estrategias bioclimáticas más adecuadas para alcanzar el bienestar en Madrid, siguiendo el *Climograma de Givoni*.



**Figura 7.60.** Climograma con las medidas pasivas de masa térmica + ventilación nocturna y calefacción solar pasiva

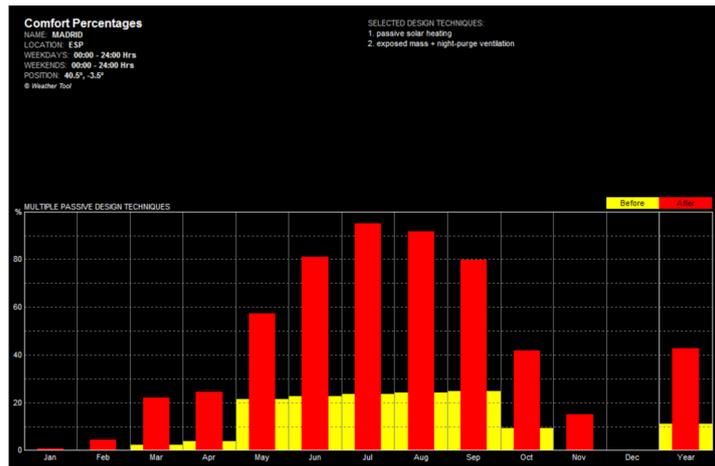


Figura 7.61. Porcentaje de confort con las medidas pasivas de masa térmica + ventilación nocturna y calefacción solar pasiva

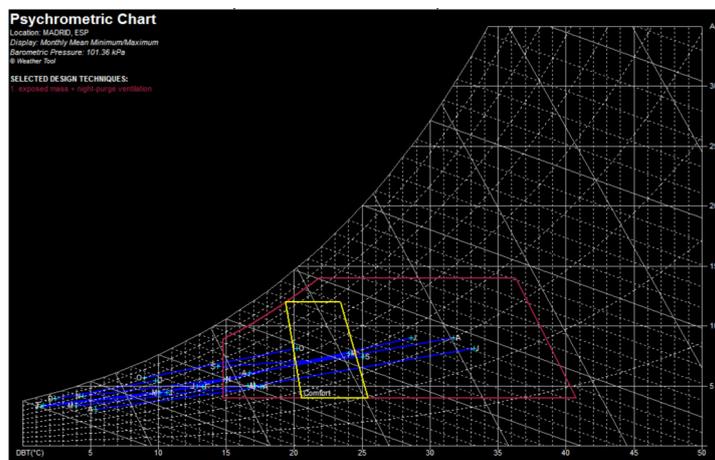


Figura 7.62. Climograma con medida pasiva de masa térmica y ventilación nocturna

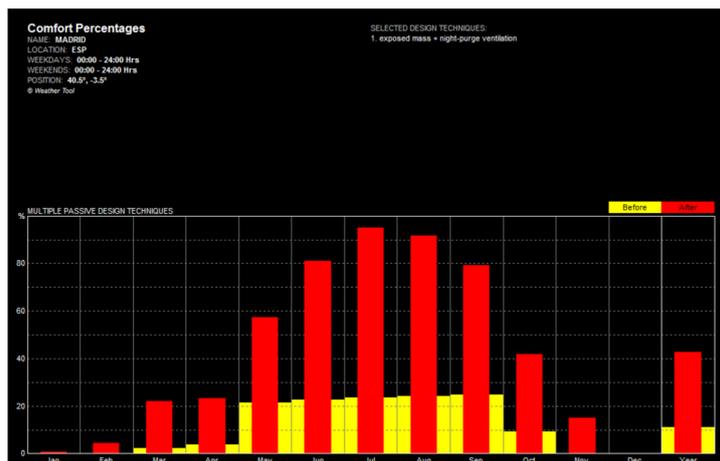


Figura 7.63. Porcentaje de confort conseguido con la medida pasiva de masa térmica y ventilación nocturna

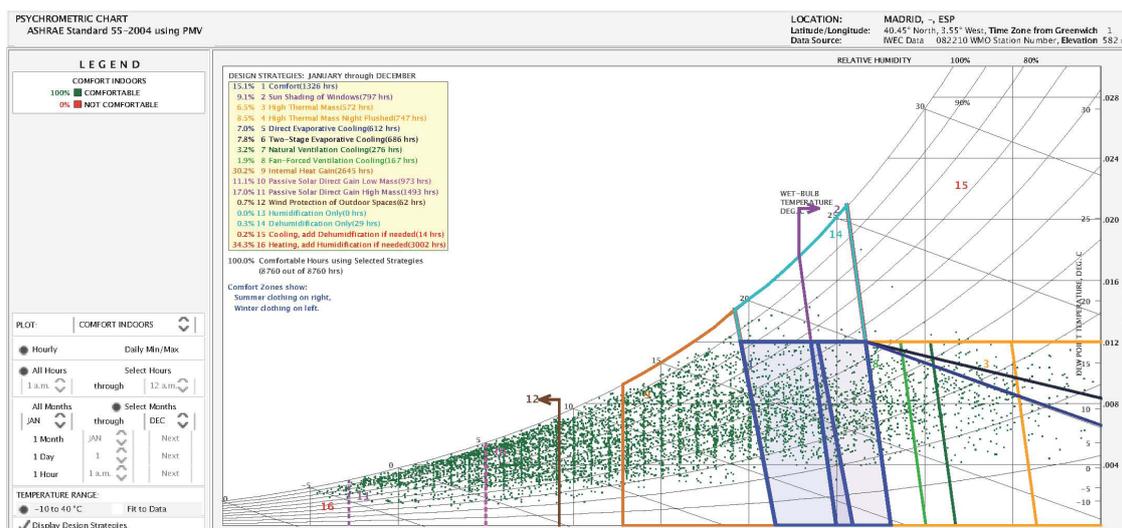


Figura 7.64. Diagrama climático (Climograma) de Givoni para Madrid.

De la lectura de los climogramas y las gráficas de porcentajes de confort conseguido con la introducción de estrategias bioclimáticas, se desprenden las siguientes conclusiones:

1. En los meses cálidos, la ventilación nocturna puede emplearse en conjunto con sistemas constructivos de elevada masa térmica para mejorar su efecto de enfriamiento, consiguiendo un porcentaje de confort superior al 90 % durante los meses de julio y agosto, y del 80 % en junio y septiembre. Deben preverse sombras y elementos de sombreamiento en huecos de fachada para impedir el aumento de la temperatura interior.
2. En los meses fríos, dependiendo de los datos mostrados por el programa *Weather Tool* o utilizando un diagrama climático de Givoni y datos climáticos de Madrid recogidos por el AEMET<sup>27</sup>, se observa disparidad de conclusiones. Siguiendo las estrategias propuestas por el diagrama de Givoni, se obtienen las conclusiones siguientes:
  - La mayor parte de los meses, los espacios del edificio están infracaentados, siendo necesarias ganancias internas, y sistemas solares pasivos y activos. Por tanto es necesaria una adecuada superficie de captación solar, así como capacidad de acumulación mediante inercia térmica, además de aislamiento térmico para la conservación de la energía
  - Se pueden conseguir condiciones de confort con sistemas activos en diciembre, enero y febrero
  - Con sistemas solares pasivos se entra en confort los meses de noviembre, marzo y abril, durante los días más templados y horas de mayor radiación solar de los meses de diciembre, enero y febrero, y noches de octubre y mayo.
  - Se alcanzan condiciones de confort por ganancias internas durante los días de abril, marzo, octubre y mayo y las noches de septiembre y junio.

### 7.11.3.5. Estrategias bioclimáticas.

#### Estrategias de invierno

##### *Sistemas pasivos*

Como medida pasiva principal para conseguir unas condiciones de confort durante los meses de invierno, se estudia la captación solar directa.

Para conseguir una correcta aplicación de los sistemas solares pasivos se tienen que dar las siguientes condiciones:

<sup>27</sup> <http://www.aemet.es>

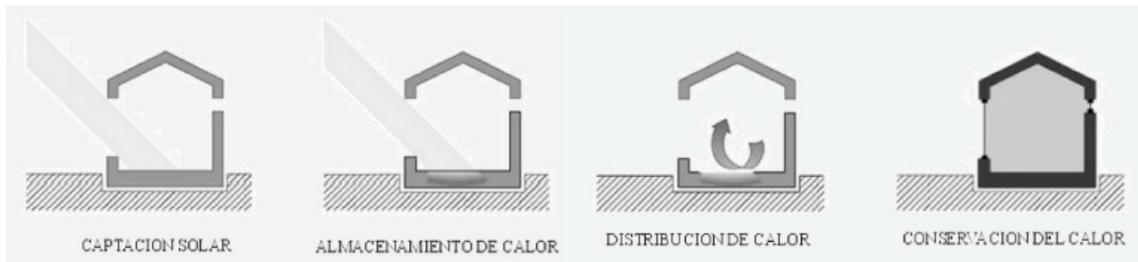


Figura 7.65. Calefacción pasiva.

Los despachos cuentan con una superficie acristalada a lo largo de la fachada, motivo por el cual se permite la captación solar directa, aprovechándola para atemperar las estancias.

Se posibilita la acumulación solar mediante las particiones interiores y los suelos. Sin embargo, el edificio no dispone de un sistema de distribución, que permita repartir el calor a las estancias con una peor orientación.

Debido a que el edificio se construyó durante los años 50, no existen en él elementos que favorezcan la conservación del calor, como pueden ser materiales aislantes y ventanas con baja transmitancia térmica (aunque sí dispone de cierta inercia térmica), ni elementos que impidan las infiltraciones, como pueden ser ventanas con baja permeabilidad al aire, por lo que se hace necesario un estudio de mejoras en la envolvente térmica.

Las estancias orientadas al sudsudeste y sudeste conseguirán suficiente radiación solar como para atemperar la estancia. Sin embargo, el resto de orientaciones no conseguirá una radiación suficiente y por tanto necesitarán de sistemas solares activos para conseguir el confort térmico.

Durante el verano es necesario evitar la radiación solar directamente captada, para lo cual las ventanas cuentan con unos voladizos que impiden la radiación solar durante los meses estivales, pero esta radiación sí penetra durante los meses de invierno. En un apartado posterior se hará un estudio más detallado de las protecciones solares.

#### *Sistemas activos*

El edificio actualmente no dispone de un sistema activo de calefacción, -en el sentido estricto de los criterios bioclimáticos, esto es, de bajo impacto ambiental y origen no fósil-, ya que la caldera actual funciona con gasóleo, motivo por el cual se sugiere la sustitución por biomasa, que implicaría un cambio de la caldera de generación de calefacción.

#### Estrategias de verano

##### *Sistemas pasivos*

##### 1. Sombreamiento de huecos

Dado que se trata de un edificio existente, no es necesario hablar de las mejores orientaciones de huecos.

Para permitir el sombreado del hueco, el edificio cuenta con protecciones solares en las ventanas.

En el IETcc existen tres tipos de protecciones solares en los huecos: los voladizos de las ventanas de los despachos, como el representado en la figura 7.66; las lamas fijas horizontales, presentes en zonas de paso a las dependencias de Dirección (figura 7.67), y las lamas móviles verticales situadas en el gran ventanal del hall del aula Torroja, como se ve en la figura 7.68.



**Figuras 7.66. y Figura 7.67.** Voladizo para protección solar en huecos, y lamas fijas horizontales, respectivamente.

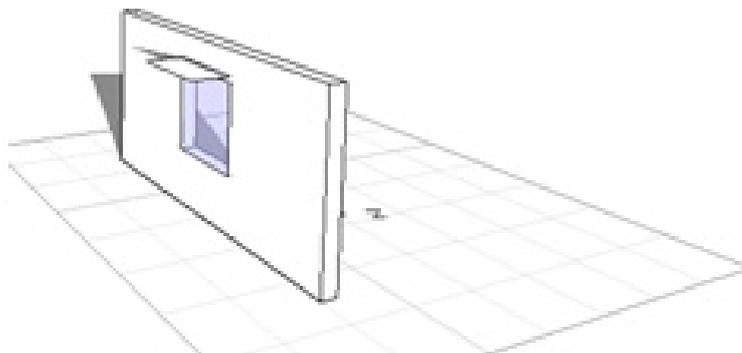


**Figura 7.68.** Lamas móviles verticales

Para completar este apartado de estrategias de verano, se realiza un estudio de los voladizos en las diferentes orientaciones, excepto en las orientaciones de componente norte, -ya que la incidencia de la radiación solar en estas fachadas no es directa y no implica *disconfort*-, para comprobar que se impide la entrada de radiación solar en verano, permitiéndola en invierno. Para comprobarlo, se utiliza la herramienta *Solar Tool*, módulo del programa informático ya mencionado, *Autodesk Ecotect Analysis*<sup>27</sup>.

Los voladizos, tal y como están diseñados actualmente, cuentan con una profundidad de 0,30 m.

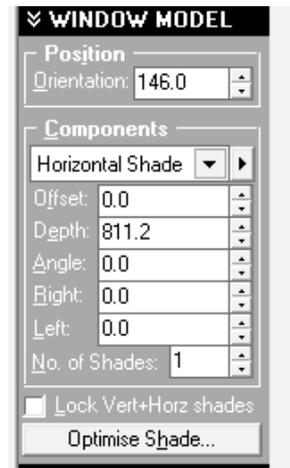
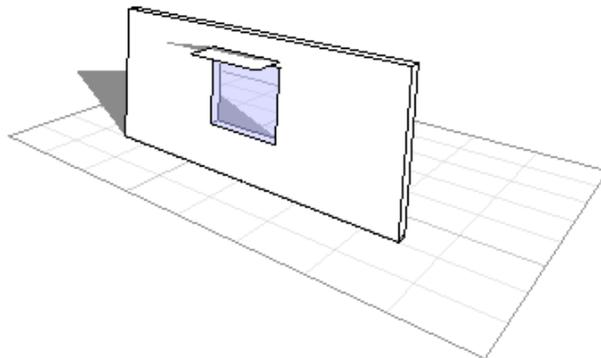
Para la orientación sudsudeste:



<sup>27</sup>Ya no existe, aunque se permite su uso a los que tienen licencia.

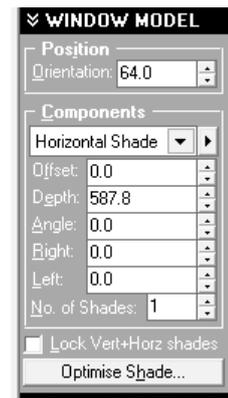
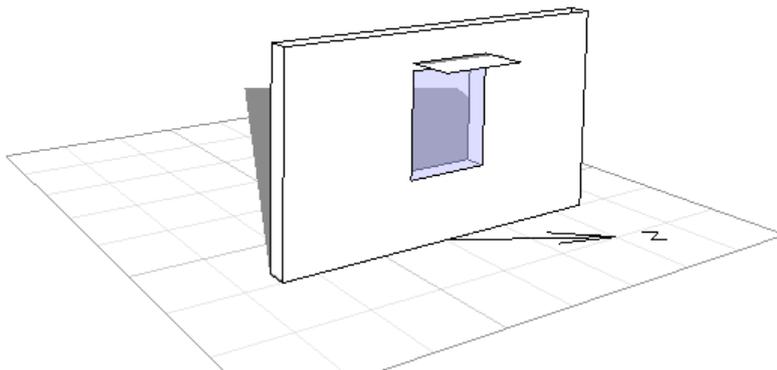
Haría falta un voladizo de profundidad 0,67 m para impedir las ganancias solares durante el verano, por lo tanto, el voladizo existente no es suficiente.

En el caso de la orientación sudeste:



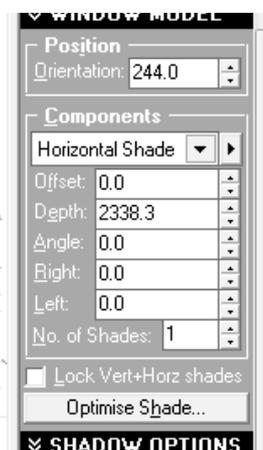
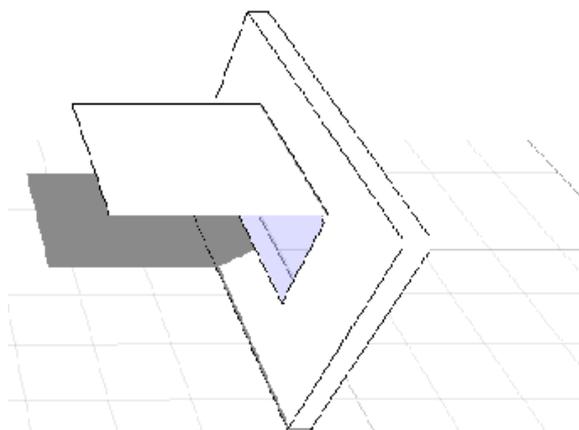
En esta orientación se requiere un voladizo de profundidad 0,81 m para impedir las ganancias solares durante el verano, por lo que, el voladizo existente no resulta suficiente.

Para la orientación nordeste:



Se necesita un voladizo de profundidad 0,59 m que impida las ganancias solares durante el verano. En este caso tampoco resulta suficiente el voladizo actual.

Orientación sudoeste:



Haría falta un voladizo de profundidad 2,34 m para impedir las ganancias solares durante el verano, por lo tanto, el voladizo existente no es suficiente. Para esta orientación habría que pensar en colocar como sistema de protección solar lamas horizontales o verticales, ya sea por el exterior o por el interior, que resulten igualmente eficaces sin suponer un elemento tan significativo en la fachada.

## 2. Aislamiento en cubierta

El edificio del caso de estudio, al tener más de 60 años, contaba en su configuración original con una cubierta de uralita (fibrocemento de amianto) sobre cerchas metálicas, con una capa de aislamiento de lana de vidrio sobre el falso techo. En una rehabilitación posterior, se sustituyó dicha cubierta por otra formada por paneles sándwich metálicos con núcleo de aislamiento térmico.

## 3. Aislamiento en cerramientos exteriores (fachada)

Debido una vez más a la antigüedad del edificio, este no cuenta con aislante térmico en los cerramientos exteriores de fachada, aunque sí dispone de elevada inercia térmica, motivo por el cual se hace necesario un estudio de mejoras en la envolvente térmica.

## 4. Ventilación nocturna + masa térmica

Durante la época estival, la ventilación nocturna puede emplearse combinada con sistemas constructivos de elevada masa térmica para mejorar el enfriamiento del edificio.

El edificio cuenta con cierta masa térmica (inercia), al estar ejecutadas la envolvente y ciertas particiones interiores con piezas prefabricadas de hormigón. Para conseguir ventilación nocturna se pueden colocar climatizadores con tecnología *free-cooling*, de forma que permitan renovar el aire sobrecalentado del interior del edificio por aire nuevo con temperatura inferior, aprovechando las temperaturas nocturnas.

La estrategia de ventilación nocturna + masa térmica, implica el traslado del efecto de enfriamiento desde los horarios en que este es más fácil de conseguir hacia los horarios en los que es más necesario, mediante la inercia o amortiguación térmica de los cerramientos. Así, durante la noche la ventilación natural es permitida y potenciada, en la medida de lo posible, en el interior del edificio. Los flujos de aire fresco provenientes del exterior contribuyen a enfriar los cerramientos de elevada masa térmica, de tal manera que éstos descargan su energía calórica y disminuyen su temperatura de manera notable.

La efectividad de este proceso dependerá en gran parte de factores como flujos de aire provenientes del exterior, cerramientos con elevada masa térmica suficientemente expuestos, y de la configuración espacial abierta, de tal manera que los flujos de aire incidan sobre la mayor cantidad posible de superficies. Al día siguiente, ya descargados de buena parte de su energía calórica, los cerramientos con elevada masa térmica son capaces de absorber gran parte del calor que se genera en el interior del edificio.

En resumen, éste proceso genera un efecto de enfriamiento diurno, al contribuir a mantener unas temperaturas interiores relativamente bajas durante los periodos de temperaturas exteriores elevadas.

## 5. Enfriamiento evaporativo

El enfriamiento evaporativo es un enfriamiento que no altera el cómputo total de la energía de un ambiente; se trata de provocar la evaporación y en el proceso captar calor para reducir la temperatura del aire.

La existencia de parques, jardines y fuentes, ayuda a regular la temperatura

ambiente. La vegetación que rodea a los edificios permite tener zonas sombreadas, evitando de esta manera el sobrecalentamiento de las fachadas, por otro lado, la vegetación contribuye a la evaporización del agua a través de las hojas.

En el edificio objeto de estudio, existe un estanque (figura 7.69) situado entre las zonas 1 y 2, una piscina (figura 7.70) situada por debajo de la zona 3, reflejada en la figura 7.59, con una zona de arboleda (figura 7.70) que rodea todo el edificio, propiciando un microclima con una condiciones ambientales más favorables



Figura 7.69. Estanque



Figura 7.70. Piscina y arboleda

#### *Sistemas activos*

El edificio no cuenta con ningún sistema activo de refrigeración de origen solar; sin embargo, se podría estudiar la posibilidad de incorporar una instalación geotérmica de baja temperatura a la instalación de refrigeración actual, que funcionase durante periodos con cargas térmicas medias. En momentos críticos de máxima demanda podría apoyarse en la instalación de refrigeración actual convencional.

La incorporación de una instalación de geotermia de baja temperatura se podría llevar a cabo, debido a que al tener una parcela de gran extensión, no existirían *a priori* limitaciones de terreno para colocar el intercambiador, aunque es cierto que existe mucha superficie vegetada.

#### 7.11.4. Análisis de resultados.

Una vez se obtiene el climograma de Givoni con el área de confort de los usuarios – definidos para la localidad y tasa metabólica de actividad del caso de estudio-, se observa si existe solapamiento parcial o total con respecto a los gráficos de valores medios de parámetros climáticos para un año completo. El solapamiento suele ser parcial, por lo que hay que determinar estrategias bioclimáticas que compensen ese *discomfort* utilizando en su favor las características del clima, mediante el diseño, o en este caso la modificación de las características constructivas, geométricas o de los sistemas del edificio.

Entre las estrategias bioclimáticas sugeridas por el climograma, existen algunas más fáciles de acometer (como podrían ser el aislamiento de fachada, o los voladizos o sistemas de protección solar, aunque su aplicación en fachada podrían requerir de una evaluación previa por la protección del edificio), pero otras propuestas no son viables técnicamente, como la modificación de masa

térmica o el establecimiento de acumulación térmica. Otras propuestas son viables técnicamente, pero habría que evaluar si económicamente compensan a la ganancia en confort y eficiencia, como el caso del sistema de ventilación nocturna, u otros sistemas como geotermia o biomasa para la generación de sistemas activos de origen no fósil. Esto no se puede contabilizar con el propio método, por lo que habría que acudir a sistemas predictivos (por ejemplo por simulación por ordenador), para establecer un valor aproximado de la mejora, y, junto a un estudio de retorno de inversión, valorar mediante toma de decisiones. Este método resulta muy gráfico porque propone las mejoras, y cada una, por separado o combinadas, permiten ver gráficamente la cobertura de confort con respecto a los parámetros climáticos por meses del año para la localidad de estudio, por lo que esa es la vía cuantificable de la aplicación de la mejora. Pero por otra parte, no se conoce el efecto en términos de consumos, emisiones, impacto ambiental, o costes, por ejemplo, ni potencias equivalentes a ahorro en equipos mediante la aplicación de sus sistemas activos. Esto habría que acometerlo a través de otro tipo de estudios y análisis más completos y a un nivel más técnico. Sin embargo, hay que valorar positivamente la combinación entre la aparente sencillez de manejo de un programa como este, y la cantidad de información relacionada con el diseño o remodelación de un edificio que puede aportar a través de unas sencillas modificaciones sobre un diagrama.

En este sentido, el estudio comparativo que se elabora precisamente ha permitido escoger aquellas metodologías que permiten con relativa facilidad elaborar diagnosis cuantitativas del estado actual de un edificio existente, y sobre esta diagnosis proponer mejoras, y poder valorarlas, para tomar decisiones en relación con la calidad ambiental, la sostenibilidad, la eficiencia en el uso de la energía, y el confort del usuario. Esta metodología ha demostrado cumplir con todas estas premisas.

## Referencias

- (AENOR, 2008): AENOR. (2008). UNE-EN 15251:2008. <http://www.aenor.es/>. Recuperado a partir de <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0041732#.WTnaDIVIa8Q>
- ASHRAE. (2013). Standard 55 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Recuperado 6 de junio de 2017, a partir de <https://www.ashrae.org/resources--publications/bookstore/standard-55-and-user-s-manual>
- (BOE, 2013a): Boletín Oficial del Estado. (2013). Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- (BOE, 2013b): Boletín Oficial del Estado. (2013). Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.
- (ISO, 2005): International Organization for Standardization. (2005). ISO 7730:2005. Recuperado 6 de junio de 2017, a partir de <https://www.iso.org/standard/39155.html>
- (OECC, 2017): Oficina Española de Cambio Climático. (2017). *Huella de carbono del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) año 2015*.
- (MAPAMA, 2016): Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. (2016). *Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización*. Recuperado a partir de [http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia\\_huella\\_carbono\\_tcm7-379901.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia_huella_carbono_tcm7-379901.pdf)



## CASO DE ESTUDIO: ANÁLISIS MEDIANTE MÉTODOS CUALITATIVOS. APLICACIÓN DEL PHOTOVOICE.

En este capítulo se presenta la aplicación metodológica de *Photovoice* al caso de estudio. Al ser la metodología propuesta en esta tesis, se detallan todos los aspectos necesarios para llevar a cabo paso por paso el estudio, la recopilación de datos de los participantes, el análisis de los mismos, los resultados, y finalmente las conclusiones.

*Photovoice* es un método cualitativo basado en la acción participativa y las imágenes, y por tanto, como ya ocurriera en el capítulo 5, el léxico utilizado así como el desarrollo del propio procedimiento y de los resultados, tratan de expresarse, por rigor, en los términos habitualmente utilizados en el ámbito de la investigación cualitativa y concretamente en la participativa.

### 8.1. Introducción.

Como ya se avanzara en el capítulo 6 -sobre propuesta metodológica de adaptación del método cualitativo en el análisis de las condiciones de confort ambiental en los edificios-, el método *Photovoice* es el elegido para su aplicación al caso de estudio. En él se realiza el estudio sobre el confort ambiental del usuario en el entorno de trabajo en un edificio en particular, el Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja (IETcc-CSIC), en Madrid.

La experiencia desarrollada en este caso de estudio se ha afrontado metodológicamente desde dos perspectivas a la vez:

- evaluar la idoneidad del método empleado en el ámbito de la arquitectura en general, así como en el estudio ámbito del confort ambiental del usuario y la gestión energética en espacios de trabajo en particular, aplicando el método tal y como fue concebido, y
- evaluar el grado de adaptación del método ante las necesidades y características específicas del caso propuesto, el IETcc-CSIC; del perfil de los usuarios participantes (algunos profesionales de la arquitectura y del uso eficiente de la energía del edificio); del tipo de edificio del que se trata, y de su uso; así como del fin para el que se aplica, el confort ambiental de sus usuarios, entre estas cuestiones.

### 8.2. Cuestiones previas.

En el capítulo 6 ya se planteaba la primera cuestión previa que hay que establecer a la hora de evaluar la necesidad real de la aplicación del *Photovoice* en general, para espacios de trabajo en particular, lo que se denominó la *pregunta de investigación*: *¿es este ambiente laboral poco confortable para el usuario? ¿hay indicio alguno, suficiente, como para acometer este estudio?*

En el caso que la pregunta tuviese una respuesta negativa, no tendría sentido aplicar *Photovoice*, es más, se consideraría pretencioso y nada objetivo, y se cuestionaría la naturaleza de la investigación.

Esa es una de las razones de la pertinencia de este edificio: tras la presunción de ambientes laborales poco confortables para el usuario en su interior, parecía un entorno muy apropiado para llevar a cabo el caso de estudio necesario para el desarrollo de esta tesis.

La segunda acción inicial es comunicarle a la Dirección del centro el interés en la investigación de aplicar este método para el estudio del confort ambiental de los usuarios en el IETcc-CSIC. Además de la información interesante para el propio centro que puede extraerse, la aplicación interesa por dos razones:

- porque así transcurre sin ningún impedimento institucional, y
- porque una de las premisas metodológicas es la implicación de la *audiencia objetivo*, o personas influyentes o con capacidad de toma de decisiones en la materia de estudio, la gestión energética y el bienestar del usuario. La Dirección es una parte decisiva de tal audiencia.

Tras la gestión inicial con la consulta a la Dirección del centro, se obtuvo doble beneficio. Una vez concedido el permiso comienza la planificación efectiva para la aplicación de *Photovoice*.

### **8.3. Objetivos de la aplicación del método *Photovoice* en el caso de estudio.**

El objetivo general en el caso de estudio del IETcc es conocer el grado de disconfort ambiental actual al que están sometidos sus usuarios mediante el método *Photovoice*. Con él, los usuarios pueden expresar detalladamente las causas o aspectos de los espacios ocupados que según sus experiencias generan situaciones que los alejan del bienestar en el espacio de trabajo, evidenciado mediante fotos y narrativas que las acompañan.

Más específicamente, este método permite que los participantes compartan sus experiencias, por lo que les empodera a tomar decisiones al respecto, a comprometerse, proponiendo soluciones desde sus experiencias, cohesionándolos como grupo con inquietudes y fortalezas comunes, que les puede llevar a afrontar acciones para el cambio, incluyendo la comunicación de sus hallazgos, a través de *Photovoice*, a los decisores en materia del edificio, de su gestión energética y del bienestar ambiental del usuario.

### **8.4. Justificación metodológica de la aplicación de *Photovoice* en el caso de estudio del IETcc.**

Sobre el edificio, el interés de la investigación es indudable:

- Al ser un edificio de la Administración Pública, terciario, con más de 60 años desde su construcción, protegido, y al contar con un origen tan innovador basado en su actividad principal –investigación en construcción–, que contrasta con su obsolescencia actual, sin duda se convierte en un caso de estudio con muchas posibilidades de ofrecer una riqueza de datos para analizar. Esto a su vez puede ayudar a consolidar la metodología aplicada, para su uso en edificios de características similares (por ejemplo, en el parque de edificios pertenecientes al Consejo Superior de Investigaciones Científicas-CSIC).
- Además, por su antigüedad y grado de protección, el edificio queda fuera del ámbito de estudio, o al menos de la obligatoriedad de aplicación de la normativa, pese a ser un edificio de la Administración Pública, por tener una protección histórica de nivel 2. En efecto, no le son de aplicación ni la

*Directiva Europea de Eficiencia Energética*<sup>2</sup>, ni su trasposición a través del RD 56/2016<sup>3</sup>, como tampoco lo son las normas nacionales (documento básico DB-HE0 y DB-HE1 del *Código Técnico de la Edificación* y el *Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios –RITE–*).

En cuanto al procedimiento, la pertinencia es clara:

- Es un método poco costoso, relativamente sencillo de aplicar, con resultados en un periodo corto tiempo,
- *Photovoice* permite hacer un análisis en un momento determinado, *replicable* en determinados momentos del año (aunque esto tiene una limitación, que es la propia duración de toda el proceso *Photovoice* frente a la duración de las características climáticas exteriores que afectan al estudio del confort, lo que ya se expuso en el capítulo 6). Su replicación será posible si se plantea como investigación de seguimiento o *follow-up*, lo cual permite a su vez una retroalimentación casi inmediata de los cambios en el bienestar térmico de los usuarios una vez se adoptan las medidas de subsanación, mejora y eficiencia determinadas por los técnicos a la luz del análisis inicial.

En cuanto al tipo de usuarios, se da una circunstancia especial que enriquece la experiencia en este caso de estudio. Como ya se ha comentado previamente, en este edificio se producen algunas situaciones particulares, y una de ellas es la concurrencia de múltiples usuarios que son a su vez profesionales dedicados al estudio e investigación sobre el uso eficiente de la energía en edificios y el confort ambiental del usuario, los cuales pueden suponer un porcentaje en torno al 10-15 % máximo de la plantilla total del IETcc. También hay personal que, sin ser expertos en materia de energía, tienen formación reglada al respecto, y un gran número de personal que no se dedica a actividades relacionadas con la energía en ningún caso.

Para aquellos que se dedican a la investigación en energía, se produce la circunstancia de que a su vez son usuarios del edificio, y por tanto cumplen la doble faceta de técnico y usuario. Esto hace que, a la hora de estudiar sus impresiones en relación con el bienestar ambiental dentro de sus espacios, el discurso se hila sobre razonamientos basados en el conocimiento, a la vez que se entretienen las experiencias personales. Pese a no poder mejorar las circunstancias de confort sólo por el mero hecho de tener conocimientos al respecto sí que les permite posiblemente actuar de modo adaptativo de forma más aventajada, a la vez que les hace comprender el hecho del confort de una forma diferente a un usuario que carece de tal información.

Esto para la investigación que se presenta en este caso de estudio tiene una ventaja añadida, y es que desde la experiencia plural de distintos tipos de participantes -expertos, y no expertos-, se puede valorar la adaptación metodológica al tema en cuestión utilizando los propios consejos de ellos. Es decir, en este caso, no sólo se les empodera siendo conscientes de su situación, ayudándolos a encontrar estrategias de cambio, expresándose por sí mismos, y a tomar decisiones para el cambio, sino que además se les hace partícipes activos con la colaboración en la adaptación metodológica del proceso *Photovoice*

<sup>2</sup>Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética.

<sup>3</sup>Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos y promoción de la eficiencia del suministro de energía.

para el análisis del confort ambiental en espacios de trabajo. Esto entonces es un descubrimiento doble, tanto para ellos como para la investigadora, puesto que los puntos más flexibles de la metodología, las partes más adaptables, han permitido que determinados participantes se impliquen en la metodología, con el doble rol de profesionales y usuarios. No obstante, todos han participado en ambas cuestiones, y no se ha hecho distinciones de ningún tipo en ningún caso.

### **8.5. Adaptación metodológica del método Photovoice.**

La aplicación metodológica del *Photovoice* en el caso de estudio del IETcc y del confort ambiental de sus usuarios, se plantea siguiendo las directrices que inicialmente marcaran sus propias creadoras, Wang y Burris (Wang & Burris 1994; 1997; 1999). Estas se resumen en los siguientes puntos:

- En debates, a través de reuniones sucesivas, - donde los participantes cuentan qué han captado con sus instantáneas, cuáles son sus vivencias relacionadas-, se exponen estas experiencias, de forma clara, ética y respetuosa.
- Una vez expuestas las fotos ante el grupo, serán categorizadas y seleccionadas por los propios participantes, en función de lo representativas que resulten para el grupo. Las fotos podrán ser elegidas también para la representatividad de los intereses del grupo en acciones sociales o eventos, como la creación de una página web, exposiciones, *fotolibros*, entre otras.
- Se decidirá cómo llevar a cabo la comunicación de los resultados a personas con influencia en la toma de decisiones para superar las dificultades detectadas, y más a largo plazo para mantener la conciencia de grupo y las fortalezas generadas durante el proyecto.
- Para garantizar la integridad de las personas y su protección, así como el compromiso tras el conocimiento expreso del proyecto, los participantes firmarán un consentimiento informado.

Sin embargo, dada la versatilidad del método, y en parte donde reside su creciente éxito para captar realidades o experiencias en un sin fin de situaciones cotidianas diferentes, existen algunos puntos de la metodología que quedan suficientemente abiertos como para tener que tomar determinadas decisiones en el propio desarrollo del proceso *Photovoice*. Esto es acorde con su circunstancia de investigación participativa, que enuncia que la investigación se co-construye sobre el propio devenir de los discursos grupales y sus acuerdos conjuntos, en los que el investigador no es "más", en términos jerárquicos, que los participantes, sino que actúa como un facilitador del debate, guiándolo, pero sin intervenir o interferir en el grupo. Asimismo, las partes de la metodología que admitan variaciones, deben quedar sujetas a los acuerdos entre los propios participantes, ya que ellos son soberanos en su experiencia y en el tema que les ocupa, puesto que son los que están viviendo su experiencia y nadie sabe mejor que ellos la forma en la que expresar sus inquietudes o sus carencias como comunidad o grupo.

La adaptación no sólo se producirá en determinados aspectos de la metodología, sino en decisiones de tipo organizativas, de contenido, de planificación (para garantizar el éxito de asistencia a las sesiones, planificándolas conjuntamente con los participantes), entre otras.

Todas estas adaptaciones se van a presentar en sucesivos epígrafes de este capítulo.

## 8.6. Planificación del proyecto Photovoice en el IETcc.

A continuación se presentan aspectos de la planificación concreta para el caso de estudio, a tener en cuenta.

### 8.6.1. Definición de los distintos roles: participantes, fotógrafos, facilitadores, audiencia objetivo.

El presente estudio se lleva a cabo en un edificio terciario concreto, como es el IETcc-CSIC, cuyo usos principales son oficinas, laboratorios y dependencias de gestión administrativa y económica, además de salas de lectura, salón de actos, *office* y comedor.

La promoción de la participación voluntaria en esta investigación se produce mediante medios informales como es la invitación *boca-a-boca* en el propio centro de trabajo, dirigida a determinado personal que *a priori podría* mostrar cierto interés en este tipo de iniciativas. Este aspecto, que no debe ir en detrimento de la objetividad del estudio y su consecución sin sesgos o conflictos de intereses, sin embargo es importante, porque el compromiso del participante es el primer paso para el éxito de la aplicación metodológica de Photovoice.

El perfil de participante buscado es el siguiente:

- ✓ Son personas trabajadoras en sector terciario, en administración pública, y en concreto en el Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)
- ✓ Trabajan de forma habitual en despachos o laboratorios concretos, o bien en áreas localizadas dentro del mismo edificio.
- ✓ No ocupan puestos de relevancia relacionados con la gestión energética del edificio donde trabajan (no son personal directivo, ni personal de mantenimiento, entre otros), a menos que se comunique expresamente por interés del proyecto Photovoice (por ejemplo en el caso de miembros de la audiencia objetivo).
- ✓ Si tienen conocimientos específicos aplicados sobre el uso de la energía en el edificio, más allá que los de mero usuario o determinada formación teórica, deberán comunicarlo expresamente.
- ✓ Tienen móvil inteligente –*Smartphone*- operativo con cámara (y memoria)
- ✓ Tienen motivación suficiente para colaborar en un proyecto que se considera útil para los participantes, para los investigadores involucrados, así como para el mismo centro y su gestión energética
- ✓ Todos los participantes llevan en el centro al menos un año, aunque algunos participantes hayan sido cambiados de despacho recientemente. En este caso esta condición no se contempla como un problema, porque los participantes conocen suficientemente el edificio, los cuales cuentan con una media de más de cinco años de permanencia trabajando allí. Por lo demás, no parecía relevante en este caso si llevaban más o menos tiempo en el espacio, ya que todos han estado durante el invierno en los mismos espacios, y el proceso Photovoice se lleva a cabo al final de la temporada invernal.

En principio todos los participantes serán fotógrafos, ese es el planteamiento inicial, para unificar ciertos criterios organizativos y las tareas, siendo las mismas para todos los participantes.

En este caso, debido al fin del caso de estudio, que es el desarrollo de esta tesis, se plantea una única facilitadora, quien firma este trabajo, a pesar de que en todo momento se ha contado con asesoramiento por parte de personas relacionadas con este método, y con las técnicas y métodos cualitativos en general, así como los recursos de estudio y consulta de rigor científico y experimental contrastados.

En cuanto a la audiencia objetivo, en este caso se establecen tres contactos principales por su relevancia en la cuestión de gestión energética del edificio, y en general, por su labor institucional:

- Dirección
- Gerencia
- Subdirección Técnica, encargada de la gestión energética del edificio.

Además, para cualquier consulta o dato relevante, se cuenta con el contacto del encargado de *Infraestructuras y Obras*, y con el *Jefe de Mantenimiento* del edificio.

#### 8.6.2. Organización de toma de datos

La organización de los datos a obtener debe estar planificada con la suficiente antelación, sobre todo si es la primera vez que se afronta este tipo de casos de estudio. En el ejemplo de la aplicación al IETcc, se estableció una serie de carpetas y subcarpetas en el ordenador de trabajo de la facilitadora, donde se iban depositando todos los cuestionarios o formularios para la entrega a los participantes, así como los que ellos facilitaban ya rellenos, las fotos, los textos que las acompañaban, etc. Previamente, se planificaron una serie de tareas en una agenda semanal, coincidente con las sesiones, y en cuya carpeta digital también se incluirían documentos audiovisuales de las propias sesiones, y datos recogidos de las mismas, dependiendo de las tareas a realizar.

Es importante insistir no sólo en la homogeneidad de los datos a la hora de entregarlos, sino en la homogeneidad de soporte, así como en la creación del canal de comunicación que se establecerá entre facilitadora-investigadora y participantes. Esto se retomará más adelante, en el epígrafe 8.8. sobre la *recopilación de datos*, pero también afecta a la organización de los mismos, ya que una buena planificación de todos estos detalles ahorrará muchas horas de trabajo posterior, e incluso la posible ralentización en el avance solapado de análisis de datos, por ausencia de parte de estos, o porque los formatos no son los esperados.

Acorde con lo anteriormente expuesto, establecer plazos concretos y hacérselo saber a los participantes es muy importante para poder llevar un buen desarrollo de las tareas *Photovoice* en tiempo y plazo. Si bien tener cierto margen de flexibilidad por cuestiones que se puedan presentar con respecto al desarrollo del proyecto, o necesidades de los participantes, puede ser requerido en algún momento, hay que saber distinguir entre las tareas y momentos susceptibles de flexibilización, y los plazos inquebrantables para las tareas fijadas.

#### 8.6.3. Recursos: material necesario y lugar de reuniones.

Durante la aplicación de *Photovoice* en el IETcc, se han previsto una serie de recursos necesarios para el desarrollo de las sesiones y tareas con los participantes.

A continuación se clasifican según la finalidad.

#### Material para la toma de fotos.

Para que los participantes pudiesen tomar las fotos, era necesario establecer el tipo de recurso, la procedencia, y qué otros materiales se requieren para poder elaborar tanto el presupuesto, como la financiación, y finalmente la facilitación de este material al grupo de participantes. En este caso, la naturaleza de la investigación no permitía financiación, así que la viabilidad de la toma de fotos era posible siempre y cuando los participantes contaran con dispositivos móviles –*smartphones*- con cámaras fotográficas incorporadas, suficiente memoria para su almacenamiento, y conexión a internet o algún otro método de descarga del material fotográfico captado. Esta posibilidad, aunque restringe en cierto modo al tipo de participante –no demasiado hoy en día- sí que resulta mucho más barato frente a las primeras experiencias *Photovoice*, cuando las cámaras debían ser desechables o no desechables, en todo caso réflex, no digitales, que además requerían de rollos de películas que había que reponer y revelar, lo cual conllevaba aún mayor gasto. Esto es una ventaja adicional de la evolución de este método en los últimos tiempos.

#### Material y lugar de celebración para las reuniones.

- Material para escritura: se proveen bolígrafos y papel para las notas necesarias durante las sesiones.
- Canal de comunicación con los participantes: en este caso no se establece un repositorio o soporte de acopio virtual, sino que la entrega de documentos se hace vía papel en algunos casos, y otros en formato digital utilizando el *e-mail*.
- Espacio para las reuniones: la planificación de las reuniones debe hacerse en un formato cómodo para los participantes, tal que favorezca la mayor asistencia a las sesiones. En este caso, el establecimiento de encuestas de asistencia virtuales tipo *doodles*, u otros formularios virtuales para conocer la disponibilidad de los miembros del grupo, puede resultar muy útil para establecer la fecha y hora de cada reunión. Esto es compatible con comunicar al grupo la iniciativa original de establecer periódicamente las reuniones, por ejemplo semanalmente. Sin embargo, si se prevé que el grupo no pueda fijar un día y hora determinados a la semana, como es el caso, se facilita a través de estos cuestionarios según la disponibilidad de cada participante semana a semana.
- Asimismo, si el espacio no es de dedicación exclusiva a la investigación, y se comparte con el resto del centro, por ejemplo, esta planificación semanal debe hacerse con suficiente antelación como para reservar la sala en cada ocasión. Así, deberá comunicarse a las personas encargadas de asignación de espacios, para no tener sorpresas de última hora por no disponer de un espacio con características concretas (dispositivos de proyección, pizarra, mesa y sillas de reunión, aislamiento suficiente, calidez y ambiente agradable, entre otros). En el caso del IETcc las salas de reuniones eran reservadas a través de la intranet, y las personas encargadas nos comunicaban la disponibilidad en cada momento. En casi todas las ocasiones la sala fue la misma; no obstante alguna semana la sala habitual se encontraba ocupada con reserva anticipada, y por ello hubo que

replantear la reserva, con las mismas condiciones. Afortunadamente nunca hubo problemas de disponibilidad espacial.

- Material audiovisual para las reuniones: para el estudio se dispuso de material grabado con grabadoras (audio), ya que en principio no había interés especial en grabación de imágenes. No obstante sí existen fotos de las reuniones. Una vez más conviene recordar la importancia de planificar cómo se van a recopilar los testimonios verbales, ya que según el análisis posterior del discurso, así se precisará la información. Para la transcripción de los discursos grupales era necesario al menos la grabación del audio de las sesiones. Además, el análisis temático se realizará sobre otros soportes de datos, como los escritos entregados por los participantes.

#### Material para la organización y tratamiento de los datos.

El material de trabajo de la investigadora constó de un ordenador de sobremesa; una impresora A4 a color para poder imprimir las fotos para el manejo en las sesiones con un mínimo de calidad y gramaje; etiquetas para la codificación de las fotos con códigos alfanuméricos (para las referencias de las fotos en las sesiones); y una cuenta de correo electrónico para el intercambio de información y convocatorias con los participantes. Para facilitar el envío de las fotos tomadas con el móvil, se abrió también el canal de comunicación de mensajería instantánea móvil con la aplicación de *Whatsapp*, entre la investigadora y los participantes. Si bien esto facilitó la inmediatez de comunicación entre unos y otra, no conviene dar demasiadas alternativas en general de comunicación o soporte a los participantes, ya que esto se traduce en más trabajo para la investigadora, que debe reunir la información y mantener el grado de organización requerido para poder manejarla convenientemente. Para los formularios y otros documentos entregados en formato original y soporte papel, se recurrió a carpetas archivadoras por temas o tipo de documento.

#### *8.6.4. Definición temporal del proyecto. Duración y periodo de interés.*

Debido al planteamiento inicial del proyecto para la investigación de la tesis, se inicia el proyecto en la estación fría (invierno), por lo que su desarrollo se produce entre los meses de enero-febrero-marzo del presente año 2017, celebrándose las sesiones principales en estos meses. Conviene reseñar que los meses más fríos de invierno para Madrid son enero y febrero, por lo que la toma de fotos y el registro tanto individual como grupal de testimonios debían coincidir temporalmente con el periodo climático anual que interesa en el estudio. En este caso, todos los testimonios que acompañaban a las fotos, así como las sesiones de análisis de fotos y posteriores, salvo la sesión final, se han desarrollado en periodo invernal. El total de sesiones celebradas fueron cinco.

Cuando se hace el planteamiento temporal de *Photovoice*, puede ocurrir que ciertos participantes no encuentren, en el periodo inicial facilitado para tomar datos, replicado el efecto que les incomoda especialmente. Como ejemplo, el testimonio de M.G.: “¿puedo entregar las fotos más tarde? Es que como esta semana no hay hecho buen tiempo, no he encontrado el momento para hacer la foto que quería”.

En este caso, M.G. buscaba un día soleado de invierno, típico día en el que el sobrecalentamiento de su despacho hace que tenga que abrir la ventana a

tope, con la calefacción central encendida, y una temperatura en su despacho de 26-27°C. Finalmente pudo hacer su foto, pero necesitó una semana más al menos para encontrar el momento concreto.

Con este ejemplo se refleja la estrecha dependencia entre el periodo del año para realizar el estudio, el plazo para tomar las fotos, y las condiciones climáticas necesarias para que los usuarios sientan sus necesidades reflejadas en las imágenes tomadas. Una vez más la comunicación entre los participantes y el facilitador hará que impere el equilibrio entre las necesidades de los primeros y el buen desarrollo del *Photovoice*.

#### 8.6.5. Planificación de las sesiones y agenda de *Photovoice*.

En la siguiente tabla se resumen las sesiones establecidas para la aplicación de *Photovoice* en este caso de estudio del confort ambiental del usuario en el IETcc. Además, se plantean las tareas propuestas para cada sesión, y "tareas para casa", de implicación individual, a realizar por los participantes antes de la sesión siguiente. Esto permite compensar la duración excesiva de las sesiones, y aprovechar el tiempo de grupo para tareas de debate y reflexión juntos.

S	Título de sesión	Tareas en grupo durante la sesión	Tareas "para casa" tras la sesión
0	<b>PRESENTACIÓN</b> del Proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Presentación a participantes potenciales</li> <li>Presentar proceso, tema de estudio, objetivo, y nº de sesiones previstas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reflexión: participación y compromiso</li> <li>Tomar fotos de prueba para presentación y debate el próximo día.</li> </ul>
1	Detalles del Proyecto, y uso de la cámara (presentación por fotógrafo profesional) <b>SELECCIÓN de fotos.</b> (sesión audio-grabada)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los participantes traen sus fotos (media de 3 por persona) y las muestran explicándolas someramente.</li> <li>Debate sobre efectos y elementos permitidos en fotos</li> <li>Aclaraciones sobre temas éticos, riesgos potenciales, consentimiento informado (C.I.)</li> <li>Indicaciones sobre uso y técnica de cámara (Sesión por una profesional de medios audiovisuales participante).</li> <li>Presentación del formulario o cuestionario <i>SHOWeD</i>, aclaración de dudas al respecto.</li> <li>expresar primeras experiencias</li> <li>acuerdo sobre soporte de convocatoria <i>online</i> (<i>¿doodle?</i>)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Traer consentimientos informados firmados, entendidos y aceptados.</li> <li>Traer encuesta de datos demográficos y otra información rellena (conocimientos energéticos y tipo de dispositivo móvil).</li> <li>Elaborar <i>SHOWeD</i> al menos de una foto propia.</li> </ul>
2	Primer encuentro grupal de <i>Photovoice</i> como co-investigadores <b>CONTEXTUALIZACIÓN</b> (sesión audio-grabada)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Más debate sobre la experiencia de hacer fotos, vivencia personal, retos individuales relacionados</li> <li>Poner en común los cuestionarios <i>SHOWeD</i> de las fotos, contar la intencionalidad reflejada en ellas.</li> <li>Debate sobre el significado del acrónimo <i>SHOWeD</i> y cómo rellenar el cuestionario</li> <li>Presentación de alternativas al <i>SHOWeD</i> (<i>PHOTO</i>, y preguntas abiertas). Decisión sobre ello.</li> <li>Describir dificultades encontradas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Traer fotos definitivas, previamente seleccionadas con criterio personal y formato homogéneo, y <i>SHOWeDs</i> de cada una rellenos.</li> <li>Enviarlas previamente a la persona responsable (<i>facilitadora</i>) para la preparación de la sesión antes de fecha límite.</li> <li>Solicitar si aún quedara algún documento pendiente de entrega</li> </ul>

3	Debate sobre fotos <b>CODIFICACIÓN.</b> Establecimiento de tres subgrupos homogéneos de 5 personas para debate. (sesión audio-grabada)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver y debatir fotos definitivas a nivel grupal (estimular a otros, reflexionar, potenciar el grupo)</li> <li>• Clasificar y codificar las fotos en grupo y temas relacionados (confort, aspectos positivos/negativos,...)</li> <li>• Seleccionar en grupo las fotos más significativas para el conjunto. Justificarlo.</li> <li>• Proponer soluciones para las necesidades reflejadas en las fotos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proponer más reuniones en el tiempo si fuese necesario para seguir motivándolos</li> </ul>
4	<b>ANÁLISIS DE DATOS.</b> Sesión conjunta. (sesión audio-grabada)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planteamiento de categorización grupal en conjunto. Aprobación del grupo.</li> <li>• Propuestas unificadas de soluciones a nivel de grupo unificado.</li> </ul>	(sigue el trabajo de análisis por parte de la facilitadora, que recoge el feedback de la sesión 4).
5	Selección para <b>ACCIÓN SOCIAL.</b> (sesión audio-grabada)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con todo entregado, el grupo prepara la exposición de <i>Photovoice</i> ante la comunidad y la audiencia objetivo.</li> <li>• Se elabora una lluvia de ideas para propuestas de acción social y exposición del trabajo, y se vota. Establecer trabajo en equipo para repartir las tareas de elaboración del material.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar documentos finales acordados: informe, fotolibro, exposiciones, sobre el trabajo <i>Photovoice</i>. y resultados.</li> </ul>

**Tabla 8.1.** Sesiones establecidas para la aplicación de Photovoice en el caso de estudio.

El proyecto *Photovoice* prevé una duración de 5 semanas; no obstante, al ser una experiencia piloto en cuanto a la aplicación sobre el confort ambiental del usuario en un entorno de trabajo, y debido a otras consideraciones concretas que pudieran surgir, se valora la posibilidad de que se necesite alguna sesión adicional no contemplada de inicio. En principio no hizo falta, ya que se pudo compensar de forma equilibrada con trabajo individual fuera de las sesiones.

La media de duración de cada sesión fue de entre 1 hora y 2.30 horas, dependiendo en cada caso de las tareas a tratar.

#### 8.6.6. Preparación del dossier informativo a los participantes potenciales.

En el dossier informativo entregado a los participantes para su lectura, comprensión y conservación, se incluyeron los siguientes epígrafes:

- Título de la investigación
- Datos de la investigadora responsable (facilitadora)
- Introducción, metodología y objetivos
- Participación voluntaria
- Duración
- Consideraciones éticas
- Confidencialidad
- Otra información relevante

Como ya se han desarrollado muchos de los principales epígrafes citados, a continuación se van a detallar los conceptos relacionados con las consideraciones éticas, y la confidencialidad.

*Consentimiento informado:* Este escrito firmado se obtendrá de todos los participantes en el estudio. El modelo se adjunta con el dossier informativo que se facilita a cada participante para su lectura y firma.

*Autoría:* Cada imagen será atribuida a su autor, tanto privada como públicamente, a menos que la persona prefiera no revelar su identidad, en

cuyo caso se asignará un pseudónimo codificado. Así mismo, se cederán los derechos de todas las imágenes entregadas al proyecto *Photovoice* para su desarrollo y todas aquellas actividades de investigación y divulgación que se deriven de él.

Los datos sociodemográficos que se han facilitado a través del cuestionario serán de uso estrictamente confidencial para el desarrollo del proyecto *Photovoice*, sin hacerse público en ningún momento.

*Consentimiento a terceros:* Si en alguna imagen se desea fotografiar a una tercera persona, se le pedirá permiso mediante un consentimiento informado a terceros, para confirmación de que esa persona presta su imagen sin problema y así proteger el buen funcionamiento del *Photovoice*. El modelo también adjunta al *dossier* facilitado, y se podrán hacer las copias necesarias.

*Privacidad y seguridad:* En ningún momento se tomarán imágenes que afecten a la seguridad, privacidad, honor de las personas, así como atentar contra la ética personal ni profesional.

*Confidencialidad:* El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes se ajustarán a lo dispuesto en la *Ley Orgánica*, de 13 de diciembre de *protección de datos de carácter personal*. De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, el participante podrá ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse al responsable del estudio.

Las fotos y textos relacionados irán siempre asociados a su autor/a en todo el proceso *Photovoice*, y todos los eventos y publicaciones que se generen después de su finalización, a menos que exprese su deseo explícitamente en contra. En este caso se procederá a codificar su información y sólo el responsable del estudio podrá relacionar dichos datos con la persona en cuestión.

#### 8.6.7. Gestiones para la sesión fotográfica y otros medios audiovisuales.

Para la sesión fotográfica del *Photovoice* llevado a cabo en el IETcc, se contactó a una trabajadora del propio centro, cuyos estudios superiores es Grado en Comunicación Audiovisual, con experiencia en reportajes fotográficos y de vídeo. Esta persona a su vez, ha dado, desde el departamento de *Divulgación* del IETcc, soporte técnico a las grabaciones y toma de fotos de las sesiones celebradas por *Photovoice*.

Además, tanto ella como su superior formaron parte del grupo de participantes, lo cual hizo la experiencia mucho más enriquecedora para todos.

### 8.7. Estructura del *Photovoice*

A continuación se presenta el desarrollo del proceso *Photovoice*, incluyendo las cuestiones organizativas iniciales, tanto de la investigadora como de los participantes, la planificación de sesiones con los participantes y tareas relativas a cada sesión, recopilación y análisis de datos, propuestas de *acción social* basadas en los resultados obtenidos, e información a la *audiencia objetivo*.

#### 8.7.1. Primer contacto con la audiencia objetivo y los participantes.

En el proyecto *Photovoice* establecido para el edificio Torroja se da la circunstancia de que la audiencia era un tanto peculiar, dado el tema de análisis,

el confort ambiental de los usuarios en espacios de trabajo. La peculiaridad reside en que una gran parte de la plantilla de personal del edificio se dedica a la construcción. De ellos, una buena parte trabaja en edificación, y de estos últimos casi todos tienen conocimientos en menor o mayor medida sobre temas relacionados con la energía en los edificios.

Al principio el planteamiento de hacer un proyecto *Photovoice* con usuarios de cierto nivel podía parecer poco apropiado, ya que sus opiniones, experiencias, vivencias y aportaciones podían estar muy condicionadas por todo ese bagaje anterior. Por el contrario, existe una buena parte de la plantilla que tienen conocimientos simplemente a nivel usuario sobre el confort, y establecer un marco conjunto de intercambio de experiencias y opiniones había que estudiarlo detenidamente, con pros y contras, dado que la "contaminación" de conocimientos podía interferir en los resultados a obtener.

Sin embargo, el planteamiento que surge a la luz de la situación, es la siguiente:

- ¿no es cierto que todos ellos, sean de la disciplina que sean, con la experiencia que tengan, se encuentran o acusan problemas relacionados con el discomfort ?
- ¿no es cierto que el conocimiento sobre confort ambiental en edificios puede no ser suficiente para poder acometer actuaciones sobre el edificio, dado que no tienen poder decisorio sobre labores relacionadas con el acondicionamiento y sobre las instalaciones del mismo? por tanto, ¿no es cierto que tener conocimientos no implica necesariamente poderlos poner en práctica en el lugar donde trabajan?

En otro orden de cosas, el conocimiento de las personas no sólo viene dado por los estudios, cualificación o actividad profesional que tengan; también puede provenir de diversos ámbitos de la propia experiencia de vida. Y esa heterogeneidad puede hacerse presente en los usuarios de forma diversa:

- años de experiencia trabajando en el Torroja,
- y, relacionado con el anterior, aunque no necesariamente vinculante, conocimiento más o menos profundo del edificio
- lugar de procedencia del usuario (ciudad natal, clima, relación con otros edificios en otros lugares, ...)
- otros

Cuando se convoca, de manera informal o formal a los participantes potenciales, y se les explica en qué consiste *Photovoice*, los objetivos, calendario y compromiso, se puede conformar una idea de cuántas personas podrán formar el grupo, y sus perfiles.

Una vez determinados los participantes que formarán el grupo *Photovoice*, conviene contactar con el resto de agentes implicados en el método, que junto a la facilitadora o investigadora principal, es la *audiencia objetivo*.

Para determinar la *audiencia objetivo* en el IETcc, se establecen, como se ha citado anteriormente, tres contactos principales por su relevancia en la cuestión de gestión energética del edificio, y en general, por su labor institucional:

- Dirección
- Gerencia
- Subdirección Técnica

La Directora del IETcc fue la primera persona con la que se contactó para establecer la viabilidad del proyecto, puesto que al ser por iniciativa personal para la investigación, era importante asegurar la respuesta positiva y el apoyo institucional, así como que no se malinterpretasen los fines de la propuesta como algún tipo de argucia o interés en contra de la propia institución, teniendo en cuenta que se trata de destacar las carencias de confort ambiental de sus usuarios, aunque el propósito sea diametralmente opuesto. Se obtuvo su acuerdo, al que se le comentó que esta propuesta no tenía sentido si al final no llegaba hasta la propia Dirección la información generada, y que luego se decidiría entre todos los implicados cómo dar a conocer las propuestas para la mejora del confort ambiental, así como las fotos y testimonios recopilados en el propio proceso.

En segundo lugar, se le comunica este proyecto a la gerente del IETcc, quien no sólo mostró su interés por la iniciativa, sino que puso a disposición del proyecto tanto su persona como a su secretaria, para la toma de fotos, aunque debido al poco tiempo con el que cuentan, no pudieron participar de ninguna de las reuniones. Pero sin duda como parte de la *audiencia objetivo* se han implicado, lo que se reflejará en la parte final del proceso *Photovoice*.

Por último, la tercera persona directamente implicada con el proyecto *Photovoice*, fue el Subdirector Técnico, quien además estaba previsto que participara activamente como un participante más –a pesar de su doble faceta-. Sin embargo, también por problemas de agenda, no pudo asistir a ninguna de las sesiones. Aunque sí estaba al corriente del transcurrir de estas, de los resúmenes de los temas debatidos, etc. Una vez más, a esta parte interesada también se le insta al final del proceso a compartir los hallazgos generados por el proyecto.

### 8.7.2. Información y reclutamiento a los participantes potenciales

El contacto inicial con los participantes se realiza con medios informales, como se ha comentado anteriormente, mediante el *boca-a-boca*, puesto que se les invita a una sesión informativa, o *sesión cero*, donde se les facilita toda la información tanto en proyección digital, como escrita a través del *dossier* informativo con los consentimientos para su firma.

Se les convoca en una sala acondicionada para la recepción del grupo, y se les comentan las principales tareas y cuestiones relacionadas con el proyecto.

Como una de las tareas del facilitador, destaca saber observar cuáles pueden ser los inconvenientes o las reservas que pueden tener los trabajadores de inicio ante un proyecto como este. Una de las cuestiones iniciales que se planteó en el momento del reclutamiento es el tema de la privacidad y la confianza. No son pocos los proyectos de investigación que se llevan a cabo en el instituto, y gran parte de ellos se cofinancian o se establecen conjuntamente con alguna entidad u organismo, o debido a la novedad que suponen, por lo que conllevan cierto grado de confidencialidad y privacidad. Esto a veces se traduce en gran medida en secretismo, hasta el punto de que se percibe cierta reticencia a la hora plantear una actividad basada en tomar fotos (de entrada con un interés promovido por mi persona, no a instancias de ningún ente decisor del edificio –ni Dirección, ni mantenimiento, ni Gerencia- con una metodología poco conocida, etc.), con lo cual toda la desconfianza hace que el número de participantes pudiese mermar. En realidad, todo esto subyace, puesto que se contactaba con los trabajadores, que en algún caso, no se negaban, pero

me instaban a hablar con sus superiores para que “no se creyeran nada raro”, expresado en sus propias palabras.

Superado este aspecto, y de hecho, dado el volumen de personas que finalmente accede a ser participante del *Photovoice* (n=16), se hace inmanejable el grupo para afrontar el debate grupal sobre las fotografías. Es en este momento cuando surge la necesidad de que todos puedan ser debidamente escuchados, participar activamente, y ser empoderados en la categorización de fotos y propuestas para solucionar las carencias detectadas. Así pues, se forman tres subgrupos, atendiendo al nivel de conocimientos en materia de energía, obteniendo un primer subgrupo con poco o nulo conocimiento especializado en energía; el segundo subgrupo, con conocimiento teórico reglado en energía, pero sin experiencia en aplicación del conocimiento al campo de la arquitectura; y el tercer subgrupo, investigadores dedicados al uso eficiente de la energía en edificios. Cada subgrupo contaba con 5 participantes (uno tuvo que ausentarse en alguna sesión).

Esta fue la decisión que se tomó por cuestiones organizativas. Pero son muchos los estudios que también avalan los beneficios de los grupos heterogéneos, por su riqueza en vivencias y enseñanza que grupos homogéneos no ofrecen a ese nivel.

En cualquier caso, este planteamiento grupal se debe planificar previamente y con razonamientos fundamentados, y conformarlo cuando se tenga el grupo consolidado, para acometer las sesiones por separado o conjuntamente, según la elección tomada. En este punto hay que tener en cuenta el rango de participantes ideal por grupo, entre 7 y 10 personas.

### 8.7.3. Información sobre el método *Photovoice* y objetivos del estudio. Información de consentimiento informado. Cuestionario demográfico.

En esta sesión cero se presenta la propuesta de proyecto *Photovoice* al grupo en su conjunto. Esta sesión tiene varios cometidos, de diversa índole. Principalmente se centran en:

- dar a conocer los fundamentos del proyecto *Photovoice*, aunque previamente ya se ha contado boca a boca a cada uno de los participantes potenciales, pero así se asegura que a todos les llega la misma información
- reafirmar el compromiso inicial de los participantes potenciales en el proyecto, impulsado por la formación del grupo emergente, donde cada uno ha prestado interés con su presencia
- intercambiar las primeras tomas de contacto entre los miembros del grupo, decisivas para la buena marcha del mismo (los niveles de trato entre los participantes son muy distintos, ya que hay gente que sólo se conoce de vista, y otros comparten grupo de investigación, proyectos, etc.)
- conseguir el compromiso a largo plazo de los participantes (salvo fuerza mayor), lo cual sólo se puede conseguir si manejan información completa y veraz sobre aspectos como la duración, grado de implicación requerido, plazos, tareas a realizar, y cuestiones relacionadas con la toma de fotos, con la ética del procedimiento y con aquello relativo al trabajo grupal, respeto hacia las personas y su trabajo, entre otros.

En esta sesión se les orienta sobre qué fotografiar, ya que un aspecto clave del método es retratar o reflejar todo aquello que representa algún aspecto del *discomfort* en las distintas dependencias, no sólo despachos, que ocupan durante

su jornada laboral. Por tanto, se les enumeran objetos, lugares, situaciones que puedan conllevar esa significación, aunque sólo se les orienta, procurando no sesgar sus propias percepciones sobre los problemas existentes y su forma de mostrarlos con imágenes. La toma de fotos que se les solicita para la semana siguiente, a modo de prueba.

Para llevar a cabo la toma de fotos, se les pregunta si cuentan con dispositivo móvil tipo *Smartphone* con cámara, que les permita además almacenar las fotos y compartirlas con la *facilitadora* sin mayor problema. Salvo uno de los participantes, el resto reunía este requisito. El participante que no lo cumplía se limitó a participar en los debates grupales, aunque no fue participante-fotógrafo.

A continuación se les comentan cuestiones sobre los permisos y ética, respeto, y confidencialidad. Se les explica el consentimiento informado, que a su vez es un compendio de consentimientos (a ser grabado o a ceder las fotos, entre otros). Se les facilita la documentación escrita con copia de este consentimiento, junto al consentimiento a terceros, a rellenar por la persona que fotografía, así como por la persona fotografiada en señal de su permiso para ceder su imagen.

**Figuras 8.1. y 8.2.** Modelos utilizados de consentimiento informado y consentimiento a terceros.

Como tarea tras la sesión *zero*, se solicita a los participantes que hagan fotos de

**DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACIÓN.**

**TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:** MÉTODO PHOTOVOICE APLICADO AL CONFORT ENERGÉTICO EN ENTORNOS LABORALES. EL CASO DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA (IETCC-CSIC), MADRID.

**INVESTIGADORA RESPONSABLE:**  
Dña. M<sup>a</sup> Teresa Cuervo Vilches.  
Personal laboral del Departamento de Construcción.  
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETCC-CSIC).  
Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.  
Teléfono: 913020440, ext. 870417. Correo: teresacuervo@ietcc.csic.es

Por favor chequea en caso afirmativo las siguientes preguntas:

¿Has leído la hoja de información al sujeto?(Por favor guarda una copia.)

¿Has recibido contestaciones satisfactorias a todas sus preguntas?

¿Has recibido suficiente información sobre el estudio?

¿Has comprendido que se puede retirar del estudio?

- En cualquier momento
- Sin dar razones de tu retirada
- Sin que esto trascienda de ningún modo
- Pidiendo que todos los datos personales sean retirados si así lo deseas.

¿Has tenido tiempo suficiente para tomar una decisión?

¿Das tu consentimiento para participar voluntariamente en este estudio?

Sólo podrás participar en el proyecto si todas las respuestas son afirmativas.

Recuerda que los datos personales serán confidenciales. Sólo se facilitará la información sobre la autoría de tus fotos si no tienes inconveniente.

Mediante este consentimiento informado cedes el derecho de propiedad de las imágenes para el proyecto, independientemente de que en todo momento te sean atribuidas si así lo deseas.

M<sup>a</sup> Teresa Cuervo Vilches me ha proporcionado la información necesaria para comprender el contenido de la hoja de consentimiento, del proyecto Photovoice y de todas las dudas que me hayan podido surgir. Así mismo, tras haber sido convenientemente informado, afirmo que:

Yo presto libremente mi conformidad para participar en la investigación "Método Photovoice aplicado al confort energético en entornos laborales. El caso del Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja (IETCC-CSIC), Madrid".

Yo cedo los derechos de las imágenes que tome como fotógrafo en este proyecto Photovoice, para su desarrollo y todas aquellas actividades de investigación y divulgación que se deriven de él.

Yo acepto ser grabado (audio) durante las sesiones Photovoice, con el único fin de facilitar análisis de lo debatido en las mismas.

Yo acepto que se me atribuyan de forma nominativa las fotos que yo mismo realice.

Firma del participante: \_\_\_\_\_ Firma del investigador responsable: \_\_\_\_\_  
Fecha: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_ Fdo: M<sup>a</sup> Teresa Cuervo Vilches

**DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO A TERCEROS.**

**TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:** MÉTODO PHOTOVOICE APLICADO AL CONFORT ENERGÉTICO EN ENTORNOS LABORALES. EL CASO DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA (IETCC-CSIC), MADRID.

**INVESTIGADORA RESPONSABLE:**  
Dña. M<sup>a</sup> Teresa Cuervo Vilches.  
Personal laboral del Departamento de Construcción.  
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETCC-CSIC).  
Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.  
Teléfono: 913020440, ext. 870417. Correo: teresacuervo@ietcc.csic.es

Mediante esta hoja de consentimiento informado, afirmas que has recibido información acerca del proyecto Photovoice para el cual prestas tu imagen en alguna foto. Así pues, das tu permiso para que la foto sea mostrada en las sesiones del grupo Photovoice, así como en actividades relacionadas con la investigación realizada, los resultados obtenidos, y cuantas labores de divulgación se lleven a cabo.

D/D\* \_\_\_\_\_ (fotógrafo que me presenta como sujeto en su imagen) me ha proporcionado la información necesaria para comprender el proyecto Photovoice y aclarado todas las dudas que me hayan podido surgir. Así mismo, tras haber sido convenientemente informado, afirmo que:

Yo presto libremente mi imagen como parte de la/s foto/s de las realizadas en la investigación "Método Photovoice aplicado al confort energético en entornos laborales. El caso del Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja (IETCC-CSIC), Madrid".

Yo cedo los derechos de la/s imagen/es de mi persona en este proyecto Photovoice, para su desarrollo y todas aquellas actividades de investigación y divulgación que se deriven de él.

Firma de la persona que presta su imagen \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos (mayúsculas, letra clara) \_\_\_\_\_

Firma del fotógrafo responsable \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_  
Nombre y Apellidos (mayúsculas, letra clara) \_\_\_\_\_

Firma del investigador responsable \_\_\_\_\_  
Fecha \_\_\_\_\_  
Fdo: M<sup>a</sup> Teresa Cuervo Vilches \_\_\_\_\_

prueba de sus puestos de trabajo y en general de los espacios que utilicen del edificio, reseñando fortalezas y sobre todo carencias o problemas detectados en ellos en relación al confort ambiental.

Además, se les facilita un resumen escrito sobre el proyecto, metodología, plazos,

participación voluntaria y consentimiento informado para su entendimiento y firma.

Finalmente, se les hace entrega de un cuestionario sobre datos demográficos, así como nivel de estudios y grado de conocimiento sobre la energía en el edificio, para poder obtener un perfil de los participantes del grupo, y para la posible segregación del grupo en subgrupos homogéneos dada la afluencia de participantes.

**Figura 8.3.** Cuestionario socio-demográfico, con información sobre dispositivos móviles con cámara y sobre conocimiento en energía.

8.7.4. Entrega de fotos de prueba. Entrega de consentimientos informados.

CUESTIONARIO PARTICIPANTES PHOTOVOICE TORROJA.					
DATOS SOCIO-DEMOGRÁFICOS					
Nombre y Apellidos:			Sexo		Edad
			M	H	
Profesión:					
Tipo de personal (marque la casilla correspondiente):					
Funcionario	Lab. fijo	Lab. No fijo (sentencia)	Contrato O/S		
Jubilado	Becario	Estante	Otros		
NIVEL DE ESTUDIOS					
Nivel de estudios superiores cursados (marque la casilla correspondiente):					
Doctor	Licenciado/Arq. /Ing./Grado	Diplomado/Ing. Téc./Arq. Téc.			
Bachiller	FP/ciclos superiores	E.G.B. o similar			
Estudios superiores cursados:					
A continuación, ya que vamos a usar móviles para hacer fotos, queremos saber:					
¿Tienes móvil con cámara?	Si	No			
¿nos puedes indicar marca y modelo?:					
¿Tiene flash?	Si	No			
CONOCIMIENTOS DE ENERGÍA					
Durante tus estudios reglados superiores, ¿has cursado materias o contenidos relativos a la energía?			Si	No	
En caso afirmativo...					
¿Has estudiado la energía relacionada con el edificio, con el confort, el acondicionamiento, intercambio/transferencia, etc.?			Si	No	
¿Participaste alguna vez en algún proyecto/investigación relacionada con el ahorro y eficiencia energéticos en edificios?			Si	No	
¿En qué aspecto de la energía en el edificio se basaba?:					
En caso negativo...					
¿Has acudido alguna vez a algún curso, seminario, conferencia, sobre energía en los edificios?			Si	No	
¿Has tenido alguna iniciativa en casa para ahorrar energía?			Si	No	
Si es así, cuéntanosla:					
¿Has tenido alguna iniciativa en el trabajo para ahorrar energía?			Si	No	
En caso afirmativo, dinos en qué ha consistido:					

Entrenamiento fotográfico.

En la primera sesión de *Photovoice*, cada uno de los participantes explica las fotos de prueba que ha tomado tras la sesión cero explicativa. Las imágenes previamente han sido enviadas a la *facilitadora*, para organizarlas en un formato que se pueda proyectar para la visualización del grupo en la sesión *una*. Asimismo, se solicita que cada foto vaya acompañada de una descripción mínima (ya sea título, leyenda o pequeño párrafo), a fin de entender mejor qué se quiere reflejar.

Durante la sesión *uno*, las fotos se van proyectando para la visualización del grupo, puesto que no se van a trabajar de momento en papel hasta que los participantes-fotógrafos las crean "definitivas" y así se presenten en común. Una a una son descritas por sus creadores, así como su intencionalidad, contextualizando lo que representan, el problema o problemas reflejados, y todos los comentarios relacionados que el interlocutor estima oportuno. Ocasionalmente surgen dudas sobre detalles de la imagen o del contexto de la misma, pero en general es el fotógrafo el que habla, al que el grupo escucha atentamente.

Van surgiendo las primeras opiniones, los primeros consensos o reflejos de empatía por la vivencia de situaciones comunes. En esta sesión se comienza a romper el hielo.

Además de la entrega de estas fotos, se les pide que entreguen los consentimientos informados ya firmados, puesto que sin este formulario entendido y cumplimentado, no es posible grabar las sesiones ni admitir las fotos, entre otros aspectos. Es importante agilizar estos permisos, ya que si los participantes no se apresuran en firmar, se van retrasando las entregas de documentos y luego se



Figura 8.4. Sesión uno, de exposición de fotos de prueba.

acumulan las tareas pendientes. Si se puede prever tiempo en las sesiones para rellenar los diferentes cuestionarios, mejor. Pero si se dispone de poco tiempo, conviene cederlo a las actividades grupales prioritariamente.

La sesión *uno* finaliza con la formación o entrenamiento acerca del uso de la cámara fotográfica, y más concretamente aplicada a la cámara de los

*Smartphones*. Cuestiones como el encuadre, la exposición, o los distintos planos de encuadre, por citar algunas, son trasladadas a los participantes para que tengan unas ligeras nociones que les ayuden a sacar partido tanto de sus fotos como de los dispositivos que van a utilizar. Esta formación para el caso de estudio duró aproximadamente media hora, ya que no se disponía de más tiempo. Tuvo una gran acogida y a lo largo de las siguientes sesiones los participantes hicieron comentarios sobre algunos parámetros de las cámaras de sus dispositivos móviles, qué permitían hacer y qué no.



**Figura 8.5.** Imagen de la sesión de formación sobre fotografía.



**Figura 8.6.** Imagen de la sesión de formación sobre fotografía.

8.7.5. *Primer debate sobre las fotografías. Presentación y adecuación de métodos de debate. El SHOWeD y otros métodos de reflexión sobre las fotos.*

Al final de esta sesión uno, se les anticipó en qué consistía el método SHOWeD de análisis de las fotos tomadas, haciéndoles entrega de un ejemplar en papel para que lo rellenasen con el análisis de una de las fotos que habían tomado previamente. Así, para el siguiente día debían traer el cuestionario relleno, asegurando la lectura y comprensión del método de análisis propuesto, para poder debatirlo y trabajarlo en mayor profundidad durante la sesión dos.

La entrega del SHOWeD relleno se hizo, en lo posible, antes de la próxima sesión, para que la *facilitadora* pudiera verlo previamente.

Una vez comenzada la sesión dos, casi todos los participantes entregaron al menos un análisis SHOWeD de una foto suya antes de celebrarse la sesión dos del proyecto Photovoice. Esto permitió a la *facilitadora* su lectura previa, seleccionando pasajes (por las letras del acrónimo SHOWeD) con más enjundia de cada uno de los formularios rellenos. Una vez da comienzo la sesión, se van leyendo estos pasajes a la vez que se proyecta la foto analizada, por su fotógrafo. Esto permitió que el resto del grupo pueda entender mejor el análisis.



**Figura 8.7.** Debate del cuestionario SHOWeD.



Figura 8.8. Debate del cuestionario SHOWeD.

En este momento empezaron a surgir las primeras cuestiones en relación a cada uno de los significados de las letras del acrónimo. Se localizaron principalmente las dudas en cuanto al significado en las últimas dos letras: la "e" y la "D". Esto genera debate, ya que uno de los puntos menos rígidos de la estructura metodológica del *Photovoice* es el método para analizar las imágenes presentadas y generar debate. Como se indicó en el capítulo 5, la creadora de *Photovoice*, Caroline Wang, presentaba este método bajo el acrónimo *SHOWeD* como una estructura bien definida de preguntas para el análisis de las imágenes (Wang, 1999):

- *What do you **S**ee here?*
- *What is really **H**appening here?*
- *How does this relate to **O**ur lives?*
- ***W**hy does this concern, situation, strength **e**xist?*
- *What can we **D**o?*

Esta estructura a su vez tiene una variante, que gira en torno a la "e" y la existencia o no de pregunta exclusivamente vinculada a ella. Esta letra no queda muy bien definida en la literatura sobre el cuestionario *SHOWeD*, ya que algunos autores no la definen como una pregunta en sí misma (de ahí que se escriba en minúscula), mientras que otros autores expresan la "E" con una pregunta aparte, que versa sobre el empoderamiento. Esta es la versión que se ha utilizado en la presentación del acrónimo *SHOWED* al grupo del IETcc, quedando la estructura así:

- *What do you **S**ee here?*
- *What is really **H**appening here?*
- *How does this relate to **O**ur lives?*
- ***W**hy does this concern, situation, strength **E**xist?*

- *How can we become **E**mpowered through our new understanding?*
- *What can we **D**o?*

(Hergenrather et al., 2009).

Otros investigadores, han establecido sus propias estructuras (bajo el acrónimo PHOTO, por ejemplo).

- *Describe your **P**icture*
- *What is **H**appening in your picture?*
- *Why did you take a picture **O**f this?*
- *What does this picture **T**ell us about your life?*
- *How can this picture provide **O**pportunities for us to improve life?*

(Hergenrather et al., 2009).

Sin embargo, otros investigadores, partiendo de esta estructura, han desarrollado métodos menos estructurados ante la dificultad de la adaptación de estos cuestionarios a determinadas comunidades y sus necesidades (McIntyre, 2003), o han propuesto debates abiertos sin estructura alguna (Lykes, 2001). La adaptación de esta metodología a diversos campos hace que el lenguaje visual de las imágenes y la comunicación de los problemas que han de representar, necesiten de un apoyo textual que las contextualice y defina, lo que en algunos casos necesita ser más o menos preciso, y pudiendo requerir de cierta flexibilidad que quizás el SHOWeD no les brinda.

Dado que esta metodología se plantea por primera vez en este ámbito del confort ambiental, y por la peculiaridad y también en cierto modo la limitación que puede tener el representar con un solo sentido (la vista) algo como es el confort (que a veces afecta a más sentidos, sea térmico o ambiental, por ejemplo), se presenta el método SHOWeD, ya trabajado antes de esta sesión, se discute, y se plantean las otras estructuras alternativas. Parece que la mayoría del grupo está de acuerdo en que con el SHOWeD la foto queda bien explicada y analizada.

Así pues, se les facilita el cuestionario SHOWeD incluyendo la pregunta del empoderamiento (*E: How can we become **E**mpowered through our new understanding?*), teniendo en cuenta que para este estudio el empoderamiento es importante, e interesaba obtener una retroalimentación del grupo a través de sus respuestas, para conocer la perspectiva de cómo lo entendían.

Suscitado el debate grupal con el alcance de las preguntas E y D, y una vez leídos los textos de cada uno de los participantes en cuanto a estas letras, se dialoga acerca del significado y las implicaciones de las respuestas en la letra E (*How can we become **E**mpowered through our new understanding?*), y lo que engloban las implicaciones relativas a la letra D (*What can we **D**o?*).

Entre los participantes, hay quienes afirmaban que la letra E les sugiere lo que pueden hacer ellos, mientras que la D invita a actuar a alguien con más poder, capaz de llevar a cabo soluciones más duraderas, de mayor inversión, y mejores en cuanto a resultados. Sin embargo, para combatir el discomfort, ellos toman decisiones a veces por pura necesidad, a sabiendas de que no son del todo correctas, descritas en la letra E. Se podría considerar que el debate aún, a final de la sesión dos, no había finalizado.

Una vez debatido el cuestionario abierto del acrónimo SHOWeD, y apelando

al concepto del empoderamiento *freiriano* (Freire, 1974) y la *conciencia crítica* del grupo, se presenta al grupo el cuestionario relativo al acrónimo *PHOTO*, así como la posibilidad de presentar las fotos sin cuestionario estructurado, para que valoren qué estructura de preguntas es la más adecuada para expresar sus reflexiones acerca de cada foto realizada. Su elección es el *SHOWeD*, porque a pesar de no terminar de diferenciar las competencias asignadas a las preguntas E y la D respectivamente, según los participantes la elaboración de sus preguntas es más acertada y ajustada a los requerimientos del tema a tratar y de sus propias fotos.

Para sucesivas aplicaciones, bastaría con que los investigadores establezcan claramente, si la "E" es incluida en el cuestionario *SHOWeD*, el alcance de las preguntas, tanto de la "E" como de la "D", es decir: establecer una regla unificada que permita entender a los participantes si la "E" es efectivamente el empoderamiento del participante desde sus "limitados" recursos disponibles, y la "D" es aquello que pueden hacer los gestores o los superiores encargados, suponiendo el destino de recursos a mayor nivel para subsanar los problemas. Esta aproximación parece ser la que entendió el grupo, y dado que no se especifica más en la bibliografía, parece ser la más apropiada.

#### 8.7.6. Codificación alfanumérica de las fotos.

Para mejor manejo de las fotos en formato papel a la hora de trabajar con ellas en la categorización y selección de fotos, estas se codificaron, por parte de la facilitadora, con un código alfanumérico sencillo. Este se basaba en la letra inicial del nombre de pila de su autor (seguido de alguna otra letra si coincidían más de uno), y el número de orden de foto del mismo autor. La correspondencia foto-código quedó plasmada digitalmente en una copia de las fotos en el ordenador de la facilitadora, así como en las copias de papel que se les entregaba a los subgrupos para su trabajo, mediante etiquetado de cada una de ellas con tal código. Así, cuando se referían a alguna de ellas categorizando temas o realizando la selección, resultaba mucho más sencillo referirse a cada una de ellas.

Por otra parte, cuando los subgrupos seleccionaron las fotos o las categorizaron, resultó más conveniente dárselas estableciendo un orden reconocible por el facilitador o facilitadora, para que a ser posible, las referenciasen verbalmente por su código mientras las comentaban. Así era mucho más sencillo seguir la transcripción de los audios/vídeos y trabajar los datos para su mejor análisis.

Grupalmente, se tomaron las decisiones en torno a la clasificación de las fotos, según las cuestiones o carencias que se observasen. Tras esa clasificación, los miembros del grupo acordaron qué fotos eran representativas y cuáles descartaban, razonándolo de forma consensuada. Y por último, una vez consensuados los temas de las fotos, se propusieron soluciones para tales problemas.

#### 8.7.7. Debates por subgrupos (I): categorización temática de las fotografías usando aspectos, conceptos o temas relacionados con la cuestión principal de investigación.

Antes de exponer la categorización temática tal y como se dio en el caso de estudio, conviene plantear una cuestión, aunque se haya reflejado anteriormente en el capítulo 6. A nivel metodológico, se planteó si seleccionar las fotos antes, y posteriormente categorizarlas, o bien invertir el orden. La justificación para

tomar una decisión u otra en este caso fue la siguiente: para comodidad de los subgrupos, parecía más lógico primero categorizar todas las fotos, y luego, una vez agrupadas por temáticas o aspectos afines, ir seleccionando de cada una de estas categorías, las más significativas. La razón es que, haciéndolo al contrario, primero seleccionando, había una serie de fotos que quedaban desechadas, y corrían el riesgo de no ser categorizadas o no apropiadamente. Aunque esto no tiene por qué ocurrir, si los subgrupos trabajan conjuntamente en el mismo espacio y solo hay una facilitadora guiándolos, conviene que se unifique el criterio de orden de estas dos tareas. A los subgrupos les fue mejor así, ya que de por sí es una tarea ardua, y puede alargarse por el debate generado entre miembros de los mismos subgrupos; mejor facilitar el trabajo.

Aprovechando la cuestión, no es aconsejable compartir espacios por más de un subgrupo, y no es tanto por la “contaminación” entre grupos – referida a la influencia de perspectivas entre unos participantes y otros-, a la hora de opinar o trabajar los contenidos, sino más bien por una cuestión de posterior transcripción de los audios/vídeos de las sesiones. En la medida de lo posible, se instó a celebrar las sesiones con subgrupos en espacios separados, siempre que alguien pudiera guiarlos (más de un facilitador) o bien citarlos en días diferentes.

Sobre la categorización temática, los subgrupos fueron comentando los asuntos, cuestiones o temas que surgían a través de la revisión de todas las fotos aportadas finalmente. Se les solicitó elegir palabras clave, o conceptos concisos y claros que permitieran una categorización exclusivista, para evitar dudas. Asimismo, si las categorías eran muy generales, se les permitía una subcategorización, igualmente concreta, con términos lo más escuetos y clarificadores posible.

La categorización se hace más efectiva cuando en cada subgrupo se determina quién va a escribir, de forma que no se pierda la información, o no sólo dependa de la transcripción de audio/vídeo, puesto que no es un proceso lineal, y las idas y vueltas del debate se aclaran mejor cuando existe un registro final escrito, además de que en las grabaciones pueden darse momentos de difícil comprensión de lo hablado. Por otro lado, en esa categorización se puede añadir en paralelo la selección de fotos y las propuestas de mejora, para un entendimiento integral del proceso de análisis grupal.



**Figura 8.9.** Subgrupo categorizando a través de las imágenes.

#### 8.7.8. Debates por subgrupos (II): selección de las fotos representativas para cada subgrupo.

Una vez categorizadas las fotos por temas o cuestiones representadas, se eligen aquellas fotos que más significativas les resulten al grupo de forma consensuada. Esta selección puede hacerse en general, o bien, más aconsejable, yendo categoría por categoría eligiendo las fotos más relevantes de cada una de ellas. Aun así, puede ocurrir que una categoría presente pero muy minoritaria (por ejemplo en una sola foto) no sea representativa para el grupo. En ese caso se puede elegir si debe ser seleccionada como foto o no. Aquí se puede añadir otra salvedad: si sólo hay un grupo de trabajo, hay que decidir si esta foto será seleccionada (la selección podría ser para la posterior exposición, o *fotolibro*, por ejemplo), o si por el contrario se puede prescindir de ella. En el caso de estudio, al haber tres subgrupos, no hubo problema al respecto, ya que posteriormente se unificaron criterios por parte de la facilitadora y la selección de fotos reunió ejemplos de todas las categorizaciones. Esto se puede ir decidiendo con el grupo, lo cual es positivo porque el nivel de empoderamiento, realización tanto individual como grupal a través de la toma de decisiones, y los razonamientos que las acompañen, hace crecer y cohesiona al grupo, reforzando el trabajo final.



Figura 8.10. Subgrupo seleccionando las imágenes.

#### 8.7.9. Debates por subgrupos (III): propuestas de soluciones para cada una de las categorías temáticas consensuadas.

A continuación, una vez categorizadas y seleccionadas las fotos, se procede a las propuestas de soluciones para las carencias detectadas. Estos se irán relacionando con los problemas observados, y se registrarán en el documento escrito que cada subgrupo está preparando a la vez que lo debaten.

Los documentos escritos los recoge la facilitadora como fuente de datos para posterior análisis y transcripción como uno de los resultados o entregables del proyecto *Photovoice*, ya que cumple con una de las premisas establecidas por sus creadoras, Wang & Burris, ya que se empodera a los participantes, estableciendo ellos mismos sus propias propuestas; nadie mejor que ellos conocen su situación (Wang & Burris, 1994; Palibroda, Krieg, Murdock, Havelock, 2009; Escalante, 2013).

### 8.8. Recopilación de datos

En el caso de estudio, tal y como se han estructurado los “entregables” o documentos de los participantes para su análisis –especialmente los individuales–, más las sesiones conjuntas por subgrupos, se establecen las siguientes fuentes de obtención de datos:

- las imágenes de los participantes-fotógrafos y sus descripciones para contextualizarlas
- los cuestionarios *SHOWeD* rellenos
- cuestionarios demográficos y con datos sobre dispositivos móviles y nivel de conocimientos y aplicación de medidas relativas a energía en edificios (en

entorno doméstico y/o laboral)

- grabaciones de audio de los debates de las sesiones grupales (incluida aquella de descripción de fotografías una a una, y del resumen de los *SHOWeD* por sus autores, que pueden considerarse a su vez fuente de datos de cada participante)
- la categorización de las carencias o problemas detectados de cada subgrupo
- las propuestas de soluciones efectuada por cada subgrupo a la luz de los problemas evidenciados en el proceso *Photovoice*.

Desde la planificación deben considerarse cuáles van a ser los entregables o fuentes de obtención de datos, para prepararlos convenientemente, ajustarlos en la planificación de tareas, y adaptarlos a los tiempos de entrega estimados. Asimismo, estas entregas y sus plazos afectan directamente al ritmo de análisis a llevar a cabo, y puesto que en las técnicas y métodos cualitativos la etapa de análisis se solapa con la de recopilación de datos, se recomienda ser estrictos con los plazos de entrega de estos hitos para la obtención de datos.

Todos estos entregables se vieron reflejados inicialmente en la planificación sesiones y de sus tareas, aunque ha existido cierta flexibilidad a la hora de las entregas, en la medida en que la fase de análisis y los ritmos de respuesta de los participantes lo han permitido.

Para cada sesión se planteó en el orden del día unas tareas, que en ningún caso se completaron al 100% en las sesiones. Esto, sin embargo, no respondía a un mal planteamiento. Como se establecía en el capítulo 6, los ritmos del grupo pueden variar entre sesiones, o según el tema a tratar, por lo que conviene establecer la jerarquía de tareas mencionada, de forma que las prioritarias o de carácter grupal se traten en la sesión prevista, mientras que aquellas que tengan margen de movimiento a otra sesión, o bien si es tarea individual, queden como “tareas” fuera de las sesiones. La clave es encontrar el equilibrio entre el establecimiento de plazos, la flexibilidad requerida por los participantes (puesto que se desarrolla en horario laboral), y las necesidades y plazos del propio proceso *Photovoice*.

Asimismo, se aconseja una vez más organizar las tareas de forma flexible, por ejemplo estableciendo tanteos de métodos de respuesta del grupo más eficaces. Por ejemplo, si el grupo demuestra mayor índice de respuesta, y más rápida, para la asistencia a sesiones mediante formularios *online* tipo *doodle*, como ocurrió en el caso de estudio, no se debe abandonar esta propuesta para asegurar el éxito de asistencia. Otro ejemplo podría ser la forma de comunicación bidireccional participantes-facilitadora de los *entregables* (fotos, cuestionarios *SHOWeD*, formularios, cuestionario demográfico, consentimientos informados, etc.), mediante repositorios tipo *Dropbox*, *intranet*, o correos electrónicos. En este caso se realizó para comodidad del grupo mediante *e-mail* (envíos, salvo algo puntual, a todos los participantes) o bien se habilitó la mensajería instantánea mediante móvil con la aplicación *Whatsapp*, para poder enviar quien quisiera las fotos desde los *smartphones* con más facilidad).

Es importante prever los soportes en los que se va a solicitar la información y unificarlos en la medida de lo posible, a la vez que solicitar un tipo de soporte de entrega de la información cumplimentada, también unificado. Por ejemplo, el formulario *SHOWeD* se podía, en el caso de estudio, entregar en *Word*, pero conviene especificar en la medida de lo posible si se devolverá relleno en *Word*, *pdf* o soporte papel. Esto que pueda parecer sin importancia puede facilitar

tanto la localización y almacenamiento ordenado de las fuentes de datos, como la propia transcripción *verbatim* de los distintos testimonios escritos, o incluso la exportación a programas informáticos de análisis cualitativo.

En este caso no hubo problema por el volumen de producción de datos escalonados. Algunas entregas en *pdf* se cambiaron a formato *Word* o se solicitaron de nuevo en otro formato. Sin embargo, en cuanto a las entregas de datos, como criterio generalista, se aconseja dar sólo un canal de comunicación que permita búsquedas fáciles o visionado rápido de los datos disponibles. La multiplicidad de canales permite más facilidad *a priori* al participante, aunque puede confundirlo, pero al investigador o facilitador puede tornarse tarea ardua buscar si alguien entregó cierto documento. Esto se puede compensar, como en el caso de estudio, con un registro llevado en tiempo real cada vez que se recibían *entregables* por parte de algún participante, mediante tabla *Excel* o similar, lo cual es abordable si se trabaja con grupos de tamaño reducido, como establecen las técnicas y métodos cualitativos.

### 8.9. Procedimiento de análisis de datos

El análisis de datos se efectúa partiendo del trabajo realizado en las sesiones grupales por los participantes, a la que se une el análisis temático o de contenidos por parte de la investigadora-facilitadora, teniendo en cuenta tanto las categorizaciones de problemas propuestas por cada uno de los subgrupos, como el resto de fuentes de obtención de datos recogidas en todo el proceso *Photovoice*. Además, se procedió de forma análoga con las propuestas de soluciones a los problemas detectados por los subgrupos, de forma que la propuesta final dada por la investigadora-facilitadora se había visto enriquecida con todos los datos de la investigación.

El análisis se aborda desde el enfoque de *Aproximación Sucesiva* (Díez et al., 2017; Chaudhury et al., 2012), tal y como se explica en el capítulo 6 (Neuman, 2014; pág. 489). Asimismo, la categorización ofrecida por la investigadora-facilitadora responde a los criterios establecidos por Ruiz Olabuénaga (Ruiz Olabuénaga, 2012).

Para esta categorización se tuvieron en cuenta no sólo las categorías realizadas por los tres subgrupos, sino las otras fuentes de obtención de datos, que son:

- Transcripción a soporte común de cada uno de los textos, títulos, leyenda o texto corto descriptivo con el que el autor de cada foto contextualiza el motivo de su captura
- Extracción de las descripciones de las fotos del *SHOWED* para mejor entendimiento de las intenciones del autor de cada foto
- Transcripción de las partes de las grabaciones de las sesiones de debate grupales relacionadas con los problemas detectados
- Anotaciones en tiempo real sobre las sesiones que efectúa la investigadora-facilitadora.

Además, para aunar en una sola las tres propuestas de mejoras elaboradas por cada subgrupo, también se tuvieron en cuenta otras fuentes de datos, nuevamente:

- Extracción de las descripciones de las fotos del *SHOWED* para mejor entendimiento de las reflexiones sobre causas, consecuencias, empoderamiento, y reflexión de soluciones que aporta el autor de cada foto

- Selección de la transcripción de las grabaciones de las sesiones de debate grupales relacionadas con soluciones o propuestas.

Una vez se establece la categorización final tras el análisis de todas las fuentes de obtención de datos, se contrasta y triangula con minería de textos mediante *software* analítico "R", para ver los conceptos o temas más frecuentes en el discurso.

Una vez obtenidas las categorías de *primer nivel* (resultado del análisis de las categorizaciones de los subgrupos y la información obtenida), se trabaja la categorización denominada de *segundo nivel*, correspondiente a otros temas o cuestiones tratadas en los debates y escritos en los documentos de los participantes, pero no vinculadas directamente en ninguna de las categorías propuestas.

Tanto unas como otras se pueden enriquecer con los testimonios visuales (imágenes del *Photovoice*), textuales (testimonios escritos por los participantes), o con la información derivada de estas, para mejor entendimiento y evidenciar lo expuesto. En este caso es la categorización de segundo nivel, no tratada con los participantes, la que se refuerza con fotos y textos que evidencien los testimonios al respecto de cada categoría.

Análogamente a la categorización de primer nivel, se trabaja con las propuestas de soluciones a las carencias o problemas detectados. En este caso, si bien la categorización de los distintos subgrupos podía diferir desde el enfoque de cada uno de ellos, las propuestas básicamente coincidían en todas las aportaciones, aunque se pudieran expresar de forma ligeramente distinta. Esto ayudó a que la propuesta unificada de soluciones simplemente supusiera la ordenación de las ideas sugeridas, el establecimiento de una tabla comparativa, y eliminación de las duplicidades, para redactarlas de forma que acogiera cada una de las aportaciones al completo.

Todo esto se refleja en el apartado 8.11., correspondiente a "resultados".

## **8.10. Acción Social**

Para convenir la forma de dar a conocer el trabajo de *Photovoice* y expandir su radio de acción e influencia, se insta a los participantes, mediante lluvia de ideas, a proponer aquellos eventos o medios de divulgación de los resultados obtenidos en este estudio - las fotos y sus testimonios, narrativas significativas, y conjunto de categorizaciones y propuestas-, de forma que el mensaje se propague entre sus compañeros de trabajo, así como a la *audiencia objetivo*, para que esta tome las decisiones oportunas y se cumpla una de los grandes fines de *Photovoice*, la *acción para el cambio*.

La opción más viable, además de la exposición de las fotos en un lugar concreto del IETcc con permiso de la Dirección, es la elaboración de un informe, así como un *fotolibro*, que registrará visualmente todo el trabajo realizado.

## **8.11. Resultados de la aplicación del método *Photovoice* al caso de estudio.**

### *8.11.1. Muestra participante.*

En el cuestionario a rellenar por los participantes, se diferencian datos demográficos, nivel de estudios, y los conocimientos específicos sobre energía de cada uno de ellos.

La muestra total son dieciséis participantes (n=16). De todos ellos, 15 fueron fotógrafos, y uno optó por formar parte del proceso *Photovoice* sin tomar fotos.

#### Datos demográficos.

Sexo: en el estudio había 9 hombres y 7 mujeres.

Edad: La edad media de los participantes es de 43 años, y está comprendida entre 26 y 69 años.

Teniendo en cuenta que es un centro de investigación perteneciente a la Administración Pública, el tipo de trabajador participante es heterogéneo, estando compuesto por 4 funcionarios, 6 laborales indefinidos-no fijos, 3 contratados, 1 estante y 2 catalogados como "otros".

En cuanto al nivel de estudios, existen 5 doctores, 10 licenciados/arquitectos/ingenieros, y 1 bachiller. Por otra parte, exceptuando al único participante no universitario, las carreras universitarias de los participantes son: Arquitectura (8), Ingeniería de Caminos, Canales Y Puertos (3), Ingeniería de Materiales (1), Licenciatura en Química (1), Licenciatura en Física (1), y Comunicación Audiovisual (1).

#### Dispositivos móviles.

Hoy en día con la posesión de dispositivos móviles por la amplia mayoría de la población, parecía innecesario recurrir a cámaras (desechables o no) para llevar a cabo el estudio. Se preguntó a los participantes si contaban con cámaras en sus móviles, y estos respondieron afirmativamente casi en su totalidad (15/16). Los 15 participantes contaban con *smartphones*, todos con cámara, *flash* – por si fuese necesario- y memoria suficiente. El único participante que no contaba con móvil con cámara fue invitado a utilizar una cámara prestada, pero finalmente por cuestiones de tiempo y agenda, optó por participar sin ser fotógrafo.

#### Conocimientos sobre energía.

De los 16 participantes, 4 reconocen no tener conocimientos reglados sobre energía, mientras que los otros 12 sí. A su vez, de los 12 que tienen conocimientos sobre energía, todos la aplican al campo de la arquitectura, aunque sólo 7 han participado en proyectos o investigaciones relacionadas con la aplicación de la energía en edificios, destacando los siguientes campos:

- monitorización y simulación de eficiencia energética de edificios, especialmente: calidad y renovación del aire interior, ahorro de energía, estudio de la envolvente. (3)
- a nivel normativo, mediante redacción del CTE-DB-HE (2)
- Climatización de los espacios del edificio (1)
- Limitación de la demanda del edificio (3)
- Arquitectura bioclimática (1)
- Confort (1)

#### Iniciativas energéticas.

Sobre la cuestión de llevar a cabo iniciativas energéticas en casa, la mitad de los encuestados contesta afirmativamente, habiendo realizado principalmente:

- cambio de lámparas a tipo LED (4)
- Cambio de motores a los ascensores (1)
- Cambio del tipo de caldera diésel a gas (1)

- Programación de la calefacción (1)
- Colocación de doble ventana (2)
- Termostato de calefacción más bajo (19-20°C) (1)
- Colocación de paneles reflectantes entre radiadores y pared (1)
- Electrodomésticos eficientes (2)
- Discriminación de consumo (1)
- Aislar el techo por el interior (1)
- Reducción del término de potencia (1)
- Colocación de SATE (1)

La mayoría de las soluciones las proponen personas con conocimiento de energía, y de ellos, casi todos profesionales vinculados a investigación en el uso de la energía en edificios.

Análogamente, sobre la pregunta de tomar iniciativas energéticas en el trabajo, cinco reconocen algún tipo de acción, entre las que están:

- apagar las luces del baño (2)
- bajar el termostato en invierno y subirlo en verano, si se puede manejar (1)
- abrigarse más (1)
- contribuir con estudios sobre eficiencia en el IETcc (1)

En este caso también las propuestas vienen en su mayoría, aunque no exclusivamente, por profesionales vinculados a la energía y la investigación en torno a ella.

### 8.11.2. Imágenes.

#### Imágenes totales

Se han recogido en total 52 imágenes, provenientes de 15 de los 16 participantes. Del total de ellos, uno no aportó foto alguna, otro de los participantes aportó una, y el resto aportaron entre 2 y 7. La media de fotos entregadas son 3 por participante (3,25). La distribución entre los participantes y la entrega de fotos es la siguiente:

PARTICIPANTE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL
Nº fotos	2	5	7	4	2	2	2	0	3	6	4	4	2	4	4	1	52

**Tabla 8.2:** Número de fotografías aportadas por cada participante.

Todas las fotos fueron tomadas con las cámaras de los *smartphones* de los usuarios, excepto las de una participante, licenciada en Medios Audiovisuales y encargada de impartir la formación en fotografía, que decidió tomar las fotos con propia cámara. Para facilitar el envío de fotos, se utilizó la mensajería instantánea a través de aplicación móvil (*Whatsapp*), o a través de *e-mail* a la investigadora-facilitadora.

#### Codificación de las fotos

Para que cada subgrupo pudiese manejar mejor las imágenes en las sesiones de trabajo, y referirse a ellas unívocamente, se decide codificarlas, utilizando para ello

un código alfanumérico con la inicial del autor (y en caso de repetición alguna letra más para diferenciación), y el número de foto aportada. En la siguiente tabla 8.3 se muestra la combinación alfanumérica utilizada para codificar.

Selección de imágenes

Al categorizar, cada subgrupo introdujo una serie de fotos en cada una de las categorías, de forma que todas las fotos quedaban inmersas en alguna de ellas, lo cual se repitió para cada subgrupo. Posteriormente, se hizo una selección de las fotos más representativas para cada uno de los subgrupos. Como resultado, los tres subgrupos resultaron tener en común en su selección 13 fotografías.

En la siguiente tabla se muestra la creación de los códigos. En sombreado se encuentran las fotos seleccionadas por unanimidad por los tres grupos en color gris, seguida de las fotos seleccionadas por dos de los tres subgrupos en azul.

PARTICIPANTE	1 (R)	2 (J)	3 (CAr)	4 (A)	5 (Is)	6 (Mig)	7 (O)	8 (-)	9 (E)	10 (B)	11 (Ig)	12 (Mt)	13 (Ma)	14 (D)	15 (F)	16 (Cal)
1	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•*	•	•
2	•	•	•	•	•	•	•		•	•	•	•	•	•**	•	•
3		•	•	•					•	•	•	•		•	•	•
4		•	•	•						•	•	•		•	•	
5		•	•							•						
6			•							•						
7			•													

Las imágenes con \* y \*\* son las únicas que, por pertenecer a una imagen "conjunta", se denominaron D1 y D1', en lugar de D1 y D2.

**Tabla 8.3.** Codificación alfanumérica de las fotografías y selección mayoritaria.

Categorización de las imágenes

La siguiente tabla presenta la categorización y selección de las fotos por subgrupos:

CÓDIGO DE FOTO	¿ELEGIDA?			CATEGORÍA		
	SG1	SG2	SG3	SG1	SG2	SG3
A1				Iluminación	Iluminación	Discomfort lumínico
A2		•	•	Temperatura	Envolvente	Infiltraciones
A3	•	•		Defectos de obra y reparaciones	Agujeros interiores	Infiltraciones
A4		•		Ergonomía	Distribución mobiliario	Discomfort lumínico
B1		•		Ergonomía	Distribución mobiliario	Controles improvisados
B2	•	•	•	Ergonomía	Distribución mobiliario	Controles improvisados
B3				Defectos de obra y reparaciones	Distribución mobiliario	Infiltraciones
B4		•		Defectos de obra y reparaciones	Distribución mobiliario	Infiltraciones
B5	•			Defectos de obra y reparaciones	Distribución mobiliario	Infiltraciones
B6				Temperatura	Confort	Confort (+)
C A1 1		•	•	Iluminación	Iluminación	Discomfort lumínico
C Ar 1	•	•		Temperatura	Confort	Discomfort (-)

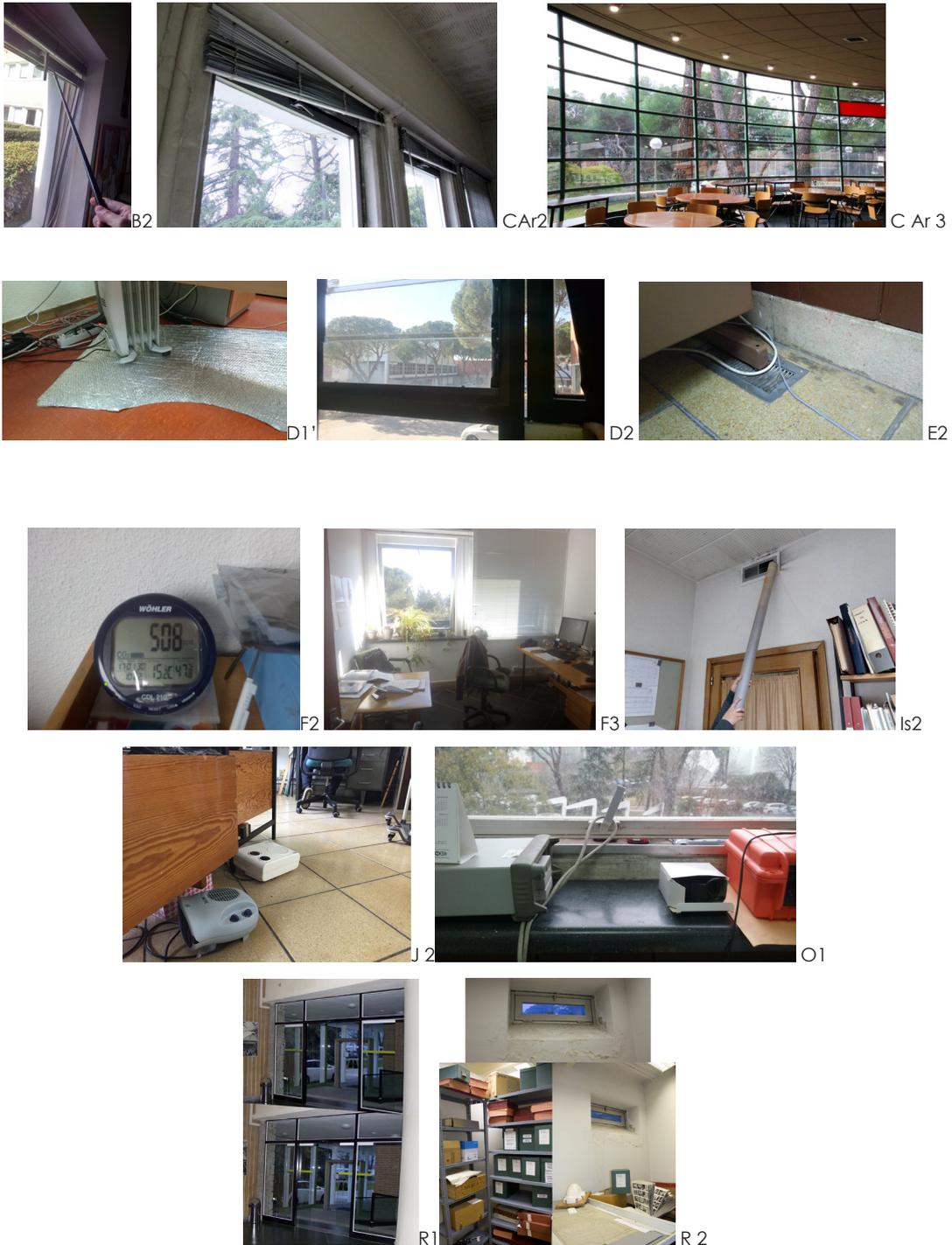
LA PARTICIPACIÓN DEL USUARIO EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS:  
 APLICACIÓN DEL MÉTODO PHOTOVOICE EN ESPACIOS DE TRABAJO.

C Ar 2	●	●	●	Defectos de obra y reparaciones	Envolvente	Disconfort lumínico
C Ar 3	●	●	●	Iluminación	Derroche	Derroche
C Ar 4		●	●	Humedad	Humedades	Disconfort (-)
C Ar 5		●	●	Temperatura	Derroche	Soluciones poco eficientes
C Ar 6	●	●		Temperatura	Envolvente	Infiltraciones
C Ar 7				Temperatura	Confort	Disconfort (-)
D1		●		Temperatura	Derroche	Soluciones poco eficientes
D1'	●	●	●	Temperatura	Derroche	Disconfort (-)
D2	●	●	●	Defectos de obra y reparaciones	Envolvente	Infiltraciones
D3	●	●		Temperatura	Agujeros interiores	Infiltraciones
E1		●		Iluminación	Envolvente	Disconfort lumínico
E2	●	●	●	Defectos de obra y reparaciones	Agujeros interiores	Infiltraciones
E3	●	●		Defectos de obra y reparaciones	Envolvente	Infiltraciones
F1	●	●		Iluminación	Envolvente	Disconfort lumínico
F2	●	●	●	Temperatura	Confort	Disconfort (-)
F3	●	●	●	Iluminación	Envolvente	Confort (+)
F4	●			Temperatura	Confort	Confort (+)
Ig1		●	●	Temperatura	Confort	Confort (+)
Ig 2				Temperatura	Confort	Disconfort (-)
Ig 3				Temperatura	Confort	Confort (+)
Ig 4				Temperatura	Confort	Confort (+)
Is 1	●	●		Ergonomía	Accesibilidad a rejillas	Controles improvisados
Is 2	●	●	●	Ergonomía	Accesibilidad a rejillas	Controles improvisados
J1				Temperatura	Confort	Disconfort (-)
J2	●	●	●	Temperatura	Derroche	Soluciones poco eficientes
J3		●		Ergonomía	Accesibilidad a rejillas	Controles improvisados
J4		●		Ergonomía	Accesibilidad a rejillas	Controles improvisados
J5		●		Ergonomía	Accesibilidad a rejillas	Controles improvisados
Ma 1	●	●		Temperatura	Envolvente	Disconfort lumínico
Ma 2		●		Temperatura	Accesibilidad a rejillas	Controles improvisados
Mt 1				Temperatura	Confort	Disconfort (-)
Mt 2				Temperatura	Confort	Disconfort (-)
Mt 3		●		Temperatura	Confort	Disconfort (-)
Mt 4		●		Temperatura	Derroche	Soluciones poco eficientes
Mig 1	●	●		Iluminación	Iluminación	Disconfort lumínico
Mig 2	●	●		Olores	Confort	Soluciones poco eficientes
O 1	●	●	●	Ergonomía	Envolvente	Controles improvisados
O 2	●	●		Iluminación	Envolvente	Disconfort lumínico
R 1	●	●	●	Defectos de obra y reparaciones	Envolvente	Confort (+)
R 2	●	●	●	Humedad	Humedades	Disconfort (-)

SG1: Subgrupo 1; SG2: Subgrupo 2; SG3: Subgrupo 3.

**Tabla 8.4.** Categorización y selección de las imágenes, por subgrupo.

Mediante la selección de las imágenes, los subgrupos efectúan un ejercicio reflexivo de priorización y representatividad, a través del debate, lo cual les refuerza en su cohesión grupal, trabajando el empoderamiento. A continuación se presentan las 13 fotos representativas elegidas en común por los tres subgrupos de trabajo:



**Figuras 8.11. a 8.23:** Imágenes coincidentes en la selección efectuada por los tres grupos .

8.11.3. SHOWeD de las imágenes.

Tal y como se ha explicado anteriormente, como fuente testimonial de los participantes de forma individual, y para obtener una reflexión más profunda sobre la intencionalidad y contextualización de las fotos tomadas por ellos, se optó, siguiendo las directrices de Wang & Burris (1994), por utilizar el cuestionario abierto conocido con el acrónimo *SHOWED*, aunque se utilizó la variante del cuestionario, esto es, aquel que incluye la pregunta del empoderamiento, relativa a la *E* del acrónimo:

- *What do you **S**ee here?*
- *What is really **H**appening here?*
- *How does this relate to **O**ur lives?*
- ***W**hy does this concern, situation, strength exist?*
- *How can we become **E**mpowered through our new understanding?*
- *What can we **D**o?*

(Hergenrather et al., 2009).

Se solicitó a los participantes que rellenen este cuestionario preferiblemente para cada foto, aunque en algunas ocasiones algún *SHOWED* aglutinaba el análisis de una serie de fotos con una temática o intencionalidad similar para el autor, por lo que se permitía la entrega grupal del cuestionario para varias fotos del mismo autor.

Este cuestionario relleno ha permitido el análisis a nivel individual de los intereses, inquietudes, y carencias detectadas por cada participante, así como las soluciones que cada uno ofrece para los problemas detectados, y en qué forma se ven empoderados para acometer soluciones, y de qué tipo son estas últimas.

Esto resulta una fuente rica de datos para el análisis y para contrastar esta información con los resultados obtenidos por los subgrupos.

En primer lugar se codifican los cuestionarios al igual que las fotos, para tener la correspondencia clara entre las imágenes de los participantes y sus *SHOWED* relacionados.

A continuación se presentan las aproximaciones desde las que se ha realizado el análisis sobre estos cuestionarios, de los que se recogen 38:

- En primer lugar se extraen a modo de palabras clave, para cada cuestionario, y tras la lectura iterativa de cada uno de ellos, los temas abordados tanto relacionados con la problemática expuesta en la foto que representa, como con posibles causas y soluciones, que el usuario propone acometer tanto por parte del él mismo, como por parte de los decisores.
- Una vez extraídas las palabras clave, cada cuestionario se relaciona con las categorías que posteriormente se expondrán, de modo que se relacionen testimonios escritos individuales de los participantes, con las fotos, y con las categorías consensuadas.
- Estas palabras clave a su vez pueden evidenciar otro tipo de problemáticas que no se encuentren entre las categorizaciones propuestas por los participantes ni por los investigadores. En ese caso se analizará la conveniencia de adjuntarlas como categorías de segundo nivel, derivadas de los discursos individuales y/o grupales.
- Mediante el software analítico "R", se realiza un análisis temático de

minería de texto, para localizar la frecuencia de conceptos citados en los cuestionarios *SHOWED*. Este análisis permite contrastar los resultados con los efectuados por la investigadora-facilitadora a través de las transcripciones (ver la tabla 8.5).

Letra acrónimo	Pregunta representada	Concepto más repetido	Número de repeticiones	Nube de palabras
S	<i>What do you See here?</i> (¿qué ves aquí?)	despacho	18	
		Ventana	15	
		temperatura	10	
		Foto	9	
H	<i>What is really Happening here?</i> (¿qué está realmente ocurriendo aquí?)	despacho	11	
		temperatura	11	
		Aire	8	
		rejilla	7	
		Frío	6	
		Ventana	6	
		Entra	5	
		Foto	5	
		Puede	5	
		sistema	5	
ventanas	5			
O	<i>How does it relates to Our lives?</i> (¿cómo se relaciona esto con nuestras vidas?)	trabajo	9	
		invierno	7	
		Temperatura	7	
		Trabajar	7	
		Veces	7	
		despacho	6	
		Frío	6	
		Hace	6	
		Aunque	5	
		Calor	5	
Hacer	5			
W	<i>Why does this concern exist?</i> (¿por qué existe este problema, preocupación (o también fortaleza)?)	Despacho	11	
		edificio	8	
		Problema	8	
		ventana	7	
		Climatización	6	
		Calefacción	5	

<b>E</b>	<i>How can we become Empowered through our new understanding?</i> (¿cómo podemos empoderarnos a través de nuestro nuevo entendimiento?)	Problema	8	
		Podemos	7	
		Despacho	5	
		entendimiento	5	
<b>D</b>	<i>What can we Do?</i> (¿qué podemos hacer?)	Sistema	10	
		Edificio	8	
		Medidas	8	
		Solución	8	
		Calefacción	6	
		Cambiar	6	
		problema	6	
		Ventanas	6	
		Climatización	5	
		Mejorar	5	
Mientras	5			

**Tabla 8.5.** Conceptos más frecuentes utilizados por los participantes en los cuestionarios SHOWeD (se han despreciado las palabras con frecuencia <5).

Además de los aspectos analíticos anteriores, que se han utilizado para llegar a la categorización final que se aportará más adelante, otros análisis se han obtenido de estos cuestionarios:

- Análisis del tipo de soluciones aportadas por los participantes, distinguiendo si son propuestas al alcance del usuario, o bien de tipo institucional
- Análisis del entendimiento del empoderamiento según el cuestionario (letra E)
- Debate formulado sobre el significado de las cuestiones E y D, y entendimiento de cada participante

Sobre estos análisis, se concluye que en la mitad de los cuestionarios SHOWED se dan soluciones a realizar por los propios participantes, (n=19), mientras que en 31 de 38, la inmensa mayoría, se dan soluciones a acometer por los responsables.

Sobre el entendimiento de la E, y el debate formulado sobre las diferencias entre qué tipos de medidas corresponderían a la respuesta a la pregunta E (*How can we become Empowered through our new understanding?/¿cómo podemos empoderarnos a través de nuestro nuevo entendimiento?*), y cuáles serían adecuadas en la pregunta D (*What can we Do? /¿qué podemos hacer?*), se produce la siguiente proporción:

E			D	
Participantes	Responsables	NS/NC	Participantes	Responsables
19/38	11/38	10/38	13/38	31/38
(dos responden en ambas casillas, participantes y responsables), mientras que 10 la dejan sin contestar)			(seis participantes responden en ambas casillas, y todas resultan contestadas)	

**Tabla 8.6.** Asociación de los participantes entre las preguntas “E” y “D” del acrónimo SHOWeD, y los responsables que deben solucionar los problemas detectados en Photovoice.

Mientras que la D parece tener un significado más claro, y casi todos entienden que las propuestas en este sentido se refieren a apelar al poder de los decisores y responsables, la E no tiene un sentido tan claro para los participantes (no en vano, en la metodología original esta pregunta no se define). Sin embargo, ya

que se estableció para recibir retroalimentación por parte de los participantes, y comprobar hasta qué punto entendían el concepto y la idea asociada a la pregunta, con términos como “empoderamiento” y “nuevo entendimiento”, se puede afirmar que al menos la mitad lo asoció a propuestas relacionadas con los propios participantes, y además, algunos apelaban a su poder para solicitar la intervención de los responsables. No obstante, 10 respuestas en blanco indican que este concepto o pregunta de cuestionario relacionada con la E necesita ser explicitada, o bien, bajo consenso, eliminarse. La opción de aclarar las diferencias explícitas entre E y D pueden evitar eliminar esta pregunta relativa a la E, estableciendo la diferenciación entre lo que pueden hacer los propios participantes (E) y lo que pueden realizar los responsables o decisores (D).

8.11.4. Discurso grupal. Debate de las sesiones. Categorización de primer nivel, por subgrupos, y propuesta de la investigadora-facilitadora.

En este apartado se recogen las categorizaciones efectuadas por los subgrupos, tanto para las categorías de carencias o problemas detectados, como para las propuestas de soluciones que ellos han estimado pertinentes a la luz de los primeros. Las fuentes de datos en esta parte son las categorizaciones que facilitan los participantes por escrito, fruto del trabajo por subgrupos, así como las grabaciones de audio para cualquier aclaración o completado. Al final, se propone una categorización unificada por parte de la investigadora-facilitadora, a fin de aglutinar todas las propuestas y expresarlas en un lenguaje común, bajo los criterios de una categorización según Ruiz Olabuénaga (2012).

Categorización por subgrupos atendiendo a su formación en temas de Energía (I). Problemas o carencias detectados.

Subgrupo 1 (SG1):

El subgrupo 1 está formado por aquellos participantes cuya formación es mayoritariamente ajena al estudio de la energía en el edificio. Está conformado por 5 participantes (n=5) con un perfil homogéneo en cuanto al poco conocimiento de energía en general y sin experiencia en el campo de la energía en edificios.

Se presenta a continuación la tabla con categorías según las carencias o fortalezas observadas por dicho subgrupo. Asimismo, se presentan las imágenes relacionadas con la categorización.

Las referencias de las imágenes en la tabla mostradas en negrita son aquellas seleccionadas como representativas para cada categoría. El resto de las imágenes están categorizadas, pero se rechazaron de la selección por no ser suficientemente relevantes o representativas a nivel grupal.

Categorías	Subcategorías	Imágenes relacionadas
Humedad		<b>R2</b> ; CAr4
Temperatura		CAr7; Ig4; <b>CAr6</b> ; B6; <b>D3</b> ; D1; <b>D1'</b> ; CAr5; <b>J2</b> ; J1; Ma2; Mt4; Mt3; Mt2; <b>Ma1</b> ; <b>CAr1</b> ; Mt1; <b>F4</b> ; <b>F2</b> ; Ig3; Ig2; Ig1; A2.
Iluminación	(general)	E1; F3; F1; CAr3; Mig1; O2; CAI1; A1.
	Reflejos	<b>Mig1</b>
	Luz artificial	<b>CAr3</b>
	Falta de persianas	<b>O2</b>
	Diferencia de luz natural (exceso/defecto)	<b>F1</b> ; <b>F3</b> .

Ergonomía	(general)	B2; B1; A4; J5; J4; J3; O1; Is1; Is2.
	Ni abrir calefacción, ni cerrarla, ni abrir ventana,...	<b>Is1; Is2; O1; B2.</b>
Olores		<b>Mig2</b>
Defectos de obra y reparaciones	Solucionados	<b>R1</b>
	Sin solucionar	<b>B5; B4; E3; B3; E2; A3; D2; CAr2.</b>

### Subgrupo 2 (SG2):

El subgrupo 2 está formado por aquellos participantes cuya formación les ha dotado de algún conocimiento sobre energía, pudiendo ser o no la aplicación de energía en edificios. Está conformado por 5 participantes (n=5) con un perfil homogéneo en cuanto al conocimiento de energía en general, pero nula o casi nula experiencia en el campo de la energía en edificios.

La tabla con categorías según las carencias o fortalezas observadas por dicho subgrupo, y las imágenes relacionadas con la categorización, es la que sigue:

Categorías	Subcategorías	Imágenes relacionadas
Envolvente	-	<b>O1; CAr6; D2; Ma1; E1; F3; F1; A2; R1; O2; E3; CAr2.</b>
Confort	-	CAr7; Ig4; B6; <b>Mig2; Mt1; J1; Mt3; Mt2; F4; F2; Ig2; Ig3; Ig1; CAr1.</b>
Iluminación	-	<b>CAI1; Mig1; A1.</b>
Accesibilidad a rejillas	-	<b>J5; J4; J3; Ma2; Is2; Is1.</b>
Distribución interior /mobiliario	-	<b>A4; B1; B2; B3; B4; B5.</b>
Agujeros interiores	-	<b>D3; E2; A3.</b>
Derroche	-	<b>D1; D1'; CAr5; J2; Mt4; CAr3.</b>
Humedades	-	<b>CAr4; R2.</b>

### Subgrupo 3 (SG3):

El subgrupo 3 está formado por aquellos participantes cuya formación es mayoritariamente no ajena a la energía en realidad, y tampoco a la aplicación de energía en edificios. Está conformado por 5 participantes (n=5) con un perfil homogéneo en cuanto al conocimiento de energía en general, así como experiencia en el campo de la energía en edificios, a través de proyectos, investigación, formación, etc.

La tabla con categorías según las carencias o fortalezas observadas por dicho subgrupo, y las imágenes relacionadas con la categorización, es la que sigue:

Categorías	Subcategorías	Imágenes relacionadas
Confort (+)	-	<b>R1; Ig4; Ig3; Ig1; F4; F3; B6.</b>
Disconfort (-)	-	<b>R2; Mt3; J1; CAr4; Mt2; Mt1; Ig2; F2; D1'; CAr7; CAr1.</b>
Controles improvisados	-	<b>O1; Ma2; J5; J4; J3; Is2; Is1; B1; B2.</b>
Disconfort lumínico	-	<b>CAr2; O2; Mig1; Ma1; F1; A1; A4; E1; CAI1.</b>
Soluciones poco eficientes	-	Mig2; Mt4; <b>J2; D1; CAr5.</b>
Derroche	-	<b>CAr3.</b>
Infiltraciones	-	B4; B5; B3; <b>E2; A3; A2; E3; D3; D2; CAr6.</b>

### Categorización por subgrupos (II). Propuesta global.

Tras el análisis de las categorías propuestas por los subgrupos, se elabora una categorización que aglutine y condense las tres anteriores, según las directrices de categorización de Ruiz Olabuénaga (Ruiz Olabuénaga, 2012). Siguiendo

estas pautas, y con las categorizaciones sugeridas por los tres subgrupos, surge esta categorización por parte de la investigadora:

<b>A. Envoltente</b>
A.1. Huecos
A.2. Parte opaca
<b>B. Sistema de climatización</b>
B.1. Tipo de sistema (general)
B.2. Transporte y distribución
B.3. Regulación y control
<b>C. Ergonomía/Espacios interiores</b>
C.1. Distribución de usuarios (trabajadores)
C.2. Mobiliario
C.3. Reutilización/replanteamiento de espacios
C.4. Ubicación de contenidos
<b>D. Ahorro y Eficiencia</b>
D.1. Mecanismos de aclimatación
D.2. Concienciación del usuario
<b>E. Actuaciones localizadas (reparaciones)</b>
E.1. Olores (baño)

Categorización por subgrupos (III). Solucionando los problemas.

A continuación se presentan las tablas con las categorías acordadas por cada subgrupo, sus subcategorías, y las soluciones propuestas vinculadas a los problemas o carencias que tales categorías representan.

*Subgrupo 1 (SG1):*

Categorías	Subcategorías	Propuestas (soluciones)
Humedad		Aislamiento/cambio de situación (de contenidos).
Temperatura		- Cambio del sistema de calefacción y aislamiento. - Tirar el edificio anexo (CEMCO) - Aislamientos y falta de rejillas.
Iluminación	(general)	Quitar persianas y poner estores en todos los lugares donde se precise sombreado en ventanas.
	Reflejos	Placa mate o elemento de cobertura (barniz o pintura) en mobiliario.
	Luz artificial	Apagar las luces
	Falta de persianas	
	Diferencia de luz natural (exceso/defecto)	
Ergonomía	(general)	Cambio de carpinterías.
	Ni abrir calefacción, ni cerrarla, ni abrir ventana,...	Actualización del sistema de climatización.
Olores		Ubicar un extractor.

Defectos de obra y reparaciones	Solucionados	
	Sin solucionar	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión y limpieza de rejillas de ventilación obsoletas.</li> <li>- Sellado de grietas/eliminación de elementos obsoletos/sellado y cambio de ventanas/ quitar rejillas y</li> <li>- suprimir el edificio CEMCO.</li> </ul>

Subgrupo 2 (SG2):

Categorías	Subcategorías	Propuestas (soluciones)
Envolvente	-	Cambio de envolvente (ventanas, sellado de grietas) Cambio de sistema de refrigeración y calefacción
Confort	-	Regulación de sistema de climatización teniendo en cuenta la humedad
Iluminación	-	Control solar lumínico integrado
Accesibilidad a rejillas	-	Son necesarios más dispositivos de regulación adecuados
Distribución interior /mobiliario	-	No cambiar uso de los espacios sin adecuarlo previamente Desmasificar despachos
Agujeros interiores	-	Reparación o eliminación
Derroche	-	Actualizar todo el sistema de climatización general. Lo ideal sería que los usuarios lo puedan regular.
Humedades	-	Reparaciones puntuales

Subgrupo 3 (SG3):

Categorías	Subcategorías	Propuestas (soluciones)
Confort (+)	-	(no necesarias)
Disconfort (-)	-	Sustitución de ventanas+carpintería Control de sistema climatización Aislamiento térmico de suelos Impermeabilización de muro de sótano o trasdosado con cámara
Controles improvisados	-	Cambiar tipo de apertura de ventanas Más varas de manejo de rejillas (solución económica) Cambiar las ventanas (mecanismos de apertura) Cajas de mezclas (para el aire acondicionado) Sustitución del sistema de climatización con control individual de temperatura o caudal, a ser posible por <i>fancoils</i> .
<i>Disconfort</i> lumínico	-	Poner elementos de protección solar
Soluciones poco eficientes	-	Sistemas de climatización (cambiar) Envolvente (problema de no poder poner SATE) Aislamiento de suelo
Derroche	-	Apagar la luz
Infiltraciones	-	Rejillas con silenciadores ( <i>plenum</i> de retorno)

Categorización por subgrupos (IV). Propuestas de soluciones unificadas.

A partir de las sugerencias o propuestas de mejora que han obtenido de sus reflexiones grupales cada uno de ellos, surge una propuesta por parte de la facilitadora, que engloba y sintetiza todo lo acordado por los participantes:

Propuestas SG1	Propuestas SG2	Propuestas SG3
Apagar las luces		Apagar la luz
Quitar persianas y poner estores en todos los lugares donde se precise sombreado en ventanas.	Control solar lumínico integrado	Poner elementos de protección solar
Cambio de carpinterías.	Cambio de envolvente (ventanas)	Sustitución de ventanas+carpintería
Sellado y cambio de ventanas	Cambio de envolvente (ventanas)	Cambiar tipo de apertura de ventanas
Aislamiento (sótano)	Envolvente	Aislamiento térmico de suelos envolvente (problema de no poder poner SATE)
Sellado de grietas	Sellado de grietas	Envolvente (problema de no poder poner SATE)
Cambio del sistema de calefacción Actualización del sistema de climatización.	Actualizar todo el sistema de climatización general. Lo ideal sería que los usuarios lo puedan regular. Cambio de sistema de refrigeración y calefacción	Cajas de mezclas (para el aire acondicionado) Sustitución del sistema de climatización con control individual de temperatura o caudal, a ser posible por fancoils. Sistemas de climatización (cambiar)
Revisión y limpieza de rejillas de ventilación obsoletas. Falta de rejillas	Regulación de sistema de climatización teniendo en cuenta la humedad Son necesarios más dispositivos de regulación adecuados	Control de sistema climatización más varas de manejo de rejillas (solución económica) Rejillas con silenciadores (plenum de retorno)
Eliminación de elementos obsoletos/quitar rejillas (puertas) Ubicar un extractor (baño).	Reparación o eliminación (agujeros interiores) Reparaciones puntuales (humedades)	Impermeabilización de muro de sótano o trasdosado con cámara
Cambio de situación (de contenidos). Placa mate o elemento de cobertura (barniz o pintura) en mobiliario.	No cambiar uso de los espacios sin adecuarlo previamente - Desmasificar despachos	
Tirar el edificio anexo (CEMCO)		

**Tabla 8.7.** Comparativa de las medidas de mejora propuestas por cada uno de los subgrupos.

A continuación se ofrece el cuadro-resumen de las categorías y subcategorías de primer nivel que surgen de la investigación e interacción con los grupos, y las propuestas de soluciones unificadas:

Categoría	Subcategoría	Propuestas de soluciones
Envolvente	Huecos	Tipo (carpintería+vidrio) Control (apertura/cierre) Dispositivos de sombreado Sellado
	Parte opaca	Aislamiento Sellado de grietas e infiltraciones Eliminación humedades
Sistema de Climatización	Tipo de sistema (general)	Unidades interiores (Fancoils)
		Cajas de mezcla (tratamiento del aire)
		Incluir tratamiento de humedad relativa (HR)
	Transporte y distribución	Caudales controlados
Regulación y control	Regulación en difusión (rejillas u otro sistema)	
	Control por usuario dividido en zonas/despachos	
Ergonomía/Espacios interiores	Distribución de usuarios (trabajadores)	Adecuada, desmasificando despachos
	Mobiliario	Adecuado, evitando deslumbramientos y saturación del espacio evitando accesos a otros elementos (p.ej. ventanas)
	Reutilización/replanteamiento de espacios	Adecuados previamente al nuevo uso. Si existen espacios poco adecuados (CEMCO), replantear su uso/fin.
	Ubicación de contenidos	Localización y preservación adecuadas
Ahorro y Eficiencia	Mecanismos de aclimatación	Activos: Calefactores efecto Joule (+sistema centralizado ON)
		Pasivos: Ventanas abiertas
Concienciación del usuario	Apagar luces	
Actuaciones localizadas (reparaciones)	Olores (baño)	Ver si extracción basta, o bien reforma del baño.

**Tabla 8.8.** Cuadro-resumen de categorías y soluciones unificadas.

#### 8.11.5. Resultados de la aplicación de Aproximación Sucesiva sobre los datos de Photovoice (I): Desarrollo de la categorización de primer nivel.

Como ya se describiera en el apartado 8.9. de este capítulo, (*Procedimiento de Análisis de Datos*), el procedimiento utilizado será la combinación del trabajo grupal, y el análisis de todas las fuentes de datos que maneja la investigadora-facilitadora. El análisis temático se realiza aplicando el método de *Aproximación Sucesiva*, que consiste en contrastar las fuentes empíricas con las teóricas más abstractas, en un ejercicio cíclico e iterativo. En ese ir y venir (*back and forth*) se depuran las categorías, refinando el trabajo para conseguir reflejar todo lo que los testimonios y las imágenes expresan sobre las vivencias de los participantes de *Photovoice*, en una categorización clara, concisa, y exclusivista, que dé las pautas para la *acción social*. Y de igual forma, se facilitan las propuestas de soluciones analizadas y depuradas que tienen su origen en la reflexión de los subgrupos.

Estas categorías de primer nivel, expuestas en el punto 8.11.4., se han mostrado ya depuradas en la categorización global ofrecida por la investigadora-facilitadora. A continuación se desarrollan cada una de las categorías de primer nivel, según se han entendido por los usuarios participantes del *Photovoice*:

## A. Envolvente

### A.1. Huecos

En esta categoría se concentran varios problemas o carencias a su vez, que se desglosan más claramente una vez los participantes enumeran las distintas estrategias de soluciones propuestas (esto pasará en varias categorías, como se observará más adelante).

Los huecos (principalmente se refiere a las ventanas) son uno de los elementos más significativos de la envolvente del edificio, por su carácter seriado y prefabricado de las piezas que lo componen, así como por la afección del grado de protección del propio edificio. Además, como se ha comentado en algún debate, estos huecos permiten unas vistas singulares a la parcela arbolada, lo cual hace más confortable el espacio de trabajo.

Existen otros huecos, como ya se expuso en el cálculo de la demanda energética mediante LIDER en el capítulo 7, al que se hizo referencia como "huecos especiales", que influyen en la carga térmica del edificio, pero cuya sustitución resulta muy difícil, puesto que por geometría, composición, diseño de las piezas (incluida carpintería) y coste de reemplazo por singularidad sería inabarcable. A esos no se hace referencia ahora, por esa cuestión. Los huecos que se citan a continuación son los referentes a los despachos y laboratorios, principalmente, todos de idénticas dimensiones.

Estos huecos dan problemas a cuatro niveles principales: tipo (carpintería+vidrio), sistema de apertura/cierre, dispositivos de sombreado, y sellado de unión con elemento opaco de envolvente.

Sobre el tipo de ventana, los participantes acusan los problemas derivados del tipo de carpintería, principalmente, aunque también hacen alusión a los vidrios simples, y a sus desventajas.

En cuanto al sistema de apertura/cierre de ventana, se ha establecido una categoría aparte, puesto que merece una mención distinguida por los problemas generados según la elección de apertura (batiente desde la parte superior o batiente desde la parte inferior), así como la posición que ocupa con respecto al marco.

Esto además afecta a otros aspectos, como por ejemplo a la combinación del sistema actual de sombreado de las ventanas.

También en ocasiones según los usuarios, o a determinadas horas (inicio de la tarde en orientación de componente oeste) hay que priorizar si utilizar sistema de sombreado de la ventana, o dejar que las cargas térmicas entrantes a través del vidrio simple compensen la falta de eficiencia o funcionamiento fuera de horario del sistema de calefacción.

Aprovechando la mención de los dispositivos de sombreado, también se detectan problemas asociados a esta categoría, ya sea por ausencia de dispositivos, mal estado, o bien poca eficiencia por el diseño o la elección de la solución.

Para terminar con los problemas asociados a esta subcategoría de huecos, se citan aquellos relativos al falta de sellado de ventanas.

### A.2. Parte opaca

Aislamiento: una de las necesidades más acusadas por los usuarios participantes

es la falta de aislamiento, que repercute en la rapidez del edificio para perder las condiciones de confort una vez alcanzadas en determinados espacios, así como la necesidad de apoyo de otro tipo de fuentes de calefacción adicionales, que evidencian la alta demanda del edificio, sobre todo en invierno, época de estudio en el que se aplica este *Photovoice*.

Grietas e infiltraciones: otra de las causas de *discomfort* que se atribuyen a la parte opaca de la envolvente es la existencia de infiltraciones, o entradas no deseadas de aire, a través de grietas y otros huecos irregulares al exterior. Esto genera *incomodidad térmica*, según la definen las normas ISO 7730, o ASHRAE 55, término que se definirá posteriormente en la categorización de segundo nivel, puesto que en *Photovoice* surgen problemas de ese tipo.

Presencia de humedades: la última subcategoría relacionada con la envolvente opaca es aquella sobre la presencia de humedades, que además de causar malestar, influye en el deterioro de los elementos de fachada, y en la estética, así como en la calidad ambiental interior, por la presencia de hongos, esporas u otros microorganismos y sus métodos de proliferación, pudiendo causar afecciones respiratorias.

## **B. Sistema de climatización**

### *B.1. Tipo de sistema (general)*

Uno de los comentarios más extendidos sobre el sistema de climatización (frío/calor) es el estado en el que se encuentra, ya que es el sistema original del edificio, datando de los años 50, y por tanto obsoleto actualmente.

Una consecuencia de la obsolescencia del sistema de climatización es la falta de calidad de aire existente, que se une a otras cuestiones, como las de limpieza de los elementos de difusión (rejillas), como se verá más adelante.

Además, los participantes comentan la necesidad de coordinar con los usuarios los horarios de funcionamiento, especialmente tras el fin de semana, puesto que el edificio no es confortable los lunes hasta pasada la media mañana.

Los participantes hacen hincapié en las unidades terminales y la necesidad de cambiarlas, así como en incluir un tratamiento del aire más completo, incluya la humedad relativa, y ventilación mecánica (integrada o no en el sistema).

### *B.2. Transporte y distribución*

Con respecto al transporte y distribución del aire tratado, el tema más recurrente fue la necesidad de caudales controlados, puesto que con el sistema actual, de secciones de conductos casi constantes y con control manual sobre las rejillas, la descompensación entre espacios acondicionados es un problema que afecta a casi todos los espacios ocupados.

### *B.3. Regulación y control*

Otra de las cuestiones que necesitan modificarse es la regulación en la difusión, usualmente mediante rejillas de regulación manual (salvo algún espacio singular), lo cual influye en el epígrafe anterior de la distribución del aire, y resulta de difícil manejo a los usuarios, además de carecer de medios para su manejo, que da lugar a todo tipo de argucias, como se puede ver en las fotografías (ver anexo correspondiente de fotografías). Esto puede desencadenar a su vez problemas físicos, como riesgos de caídas, por la altura de las rejillas.

Existen además otros elementos, como las rejillas interiores, que se presumen para antiguo uso de retorno por *plenums*, las cuales en muchas ocasiones se encuentran tapadas parcial o totalmente ya sea en pared por mobiliario o accesorios, o en suelo, en mal estado –deformadas-, e inservibles, por soportar el peso de muebles, como las mesas de los despachos.

Como propuesta mayoritaria de los participantes se solicita control del sistema por zonas, e idealmente por los usuarios del mismo despacho, para adecuar las condiciones operativas de las unidades terminales o de la distribución de aire en los espacios a las necesidades en cada uno de ellos.

## **C. Ergonomía/Espacios interiores**

### *C.1. Distribución de usuarios (trabajadores)*

La distribución de usuarios es un tema que ha surgido en los testimonios de algunos participantes, que explican que aunque un espacio sea confortable, al encontrarse masificado, esto produce incomodidad para el manejo de dispositivos como apertura de ventanas, manejo de rejillas, así como para la incidencia en otros parámetros como la calidad del aire interior.

### *C.2. Mobiliario*

En relación al mobiliario, los participantes expresaron la necesidad de la adecuación entre el diseño de cada elemento, los riesgos potenciales de causas de *discomfort*, como el deslumbramiento, y finalmente la necesidad de mantener un equilibrio entre la proporción de mobiliario existente y el espacio disponible, a fin de no dificultar el acceso a huecos de fachada o a rejillas de difusión.

### *C.3. Reutilización/replanteamiento de espacios*

En el IETcc existen multitud de espacios que son resultado de compartimentaciones o adecuaciones a otros usos. Esta adecuación no se ha realizado a nivel de instalaciones, y en ocasiones las proporciones de los espacios resultan inadecuadas para el nuevo uso. En este sentido, sería necesario, según los participantes, adaptar tanto el espacio como sus elementos, acondicionamiento, etc, al nuevo uso, y si ello no es posible o carecen de uso, replantear su eliminación u otro uso distinto.

### *C.4. Ubicación de contenidos*

Existen contenidos de especial interés, como pueden ser los relativos al Archivo Torroja, con planos originales, documentos históricos e incluso personales de Eduardo Torroja, que se conservan en un lugar inapropiado por falta de un espacio con ambiente adaptado. Este tipo de situaciones deberían evitarse, procurando la conservación de estos documentos en espacios acondicionados, y no con presencia de humedades, por ejemplo.

## **D. Ahorro y Eficiencia**

### *D.1. Mecanismos de aclimatación*

A pesar de que el edificio cuenta con sistema de climatización frío/calor, como se ha visto, este se encuentra obsoleto y no cumple bien sus funciones

de acondicionamiento de los espacios. Por esta razón, los usuarios se ven obligados a recurrir a otras soluciones para aclimatarse a las condiciones interiores imperantes, ya sean activas (mediante sistemas de apoyo adicionales) o pasivas, utilizando la apertura de ventanas, por ejemplo.

En el caso de los sistemas activos, la mayoría recurre a calefactores efecto *Joule*, que además de resultar ineficientes, procuran aún más consumo del que ya efectúa el sistema centralizado.

En cuanto a las medidas pasivas, muchos de los usuarios también reconocen abrir las ventanas incluso en pleno invierno para contrarrestar los efectos combinados del sobrecalentamiento por radiación solar a través de huecos, con temperaturas altas provenientes del sistema de climatización y sus descompensaciones. Otra medida pasiva a la que aluden varios usuarios es a la adecuación de la indumentaria para subsanar efectos del *discomfort*, aunque a veces esta medida resulta insuficiente para lograr el bienestar en los espacios interiores de trabajo.

## D.2. Concienciación del usuario

Sobre la concienciación del usuario, se han hecho alusiones a comportamientos no éticamente correctos –desde el punto de vista ambiental-, y a la conciencia de que en efecto no lo son. Los participantes han hablado particularmente de la necesidad de concienciar sobre apagar las luces al salir de los baños o de los despachos, al igual que del uso inapropiado (aunque a veces necesario por salud) de encender calefactores eléctricos, con la consiguiente ineficiencia y consumo evitable de energía.

## E. Actuaciones localizadas (reparaciones)

### E.1. Olores (baño)

Como ejemplo de actuaciones localizadas que exigen reparación, se cita el problema de olores existentes en un baño, que se subsana temporalmente con la apertura de una ventana, que en pleno invierno genera corrientes indeseadas de aire frío que hacen la estancia aún más breve, además de desagradable, con pérdidas de tiempo en buscar otro baño, por ejemplo. Aunque este problema es puntual, evidencia otras carencias relativas al confort, no contempladas anteriormente.

### 8.11.6. Resultados de la aplicación de Aproximación Sucesiva sobre los datos de Photovoice (II): Desarrollo de la categorización de segundo nivel.

En paralelo a las categorías surgidas del trabajo conjunto de participantes e investigadora-facilitadora, y fruto del análisis de todas las fuentes de obtención de datos, han aflorado otras cuestiones, temas o conceptos que han sido relevantes en las experiencias de los participantes, y así lo han mostrado al narrar sus vivencias. Por la trascendencia de estos temas y su relación con los fines de la aplicación de *Photovoice*, se ha considerado trabajar su categorización, enriqueciendo su desarrollo con imágenes y/o textos de los propios usuarios.

La categorización, denominada *de segundo nivel*, es la siguiente:

**I. Incomodidad térmica local o global de los usuarios (según ISO 7730)**

- I.a. Asimetría de temperatura radiante (superficies frías o calientes)
- I.b. corrientes de aire (enfriamiento local del cuerpo debido al movimiento del aire)
- I.c. diferencia en vertical de la temperatura del aire
- I.d. suelos calientes y fríos

**II. Consecuencias físicas sobre el usuario**

- II.a. Salud
- II.b. Riesgo físico
- II.c. Malestar

**III. Consecuencias psicológicas y de comportamiento sobre el usuario**

- III.a. Rendimiento
- III.b. Ámbito psicológico del confort
- III.c. Distracciones en el trabajo

**IV. Singularidad del Edificio**

- IV.a. Edad del edificio
- IV.b. Nivel de protección del edificio
- IV.c. Soluciones apropiadas, modernas en integración con edificio protegido

**V. Gestión del Edificio**

- V.a. Labor de mantenimiento
- V.b. Problemas estéticos
- V.c. Desconocimiento de los responsables, poca relación entre trabajadores y *audiencia objetivo*
- V.d. Desconocimiento del funcionamiento (de elementos del edificio)
- V.e. Temas políticos, políticas económicas
- V.f. Compatibilización de soluciones frente a carencias o problemas

**VI. Empoderamiento**

- VI.a. Poder de (*power to*)
- VI.b. Poder con (*power with*)
- VI.c. Poder sobre (*power over*)
- VI.d. Reflexiones y acciones a nivel personal

**I. Incomodidad térmica local o global**

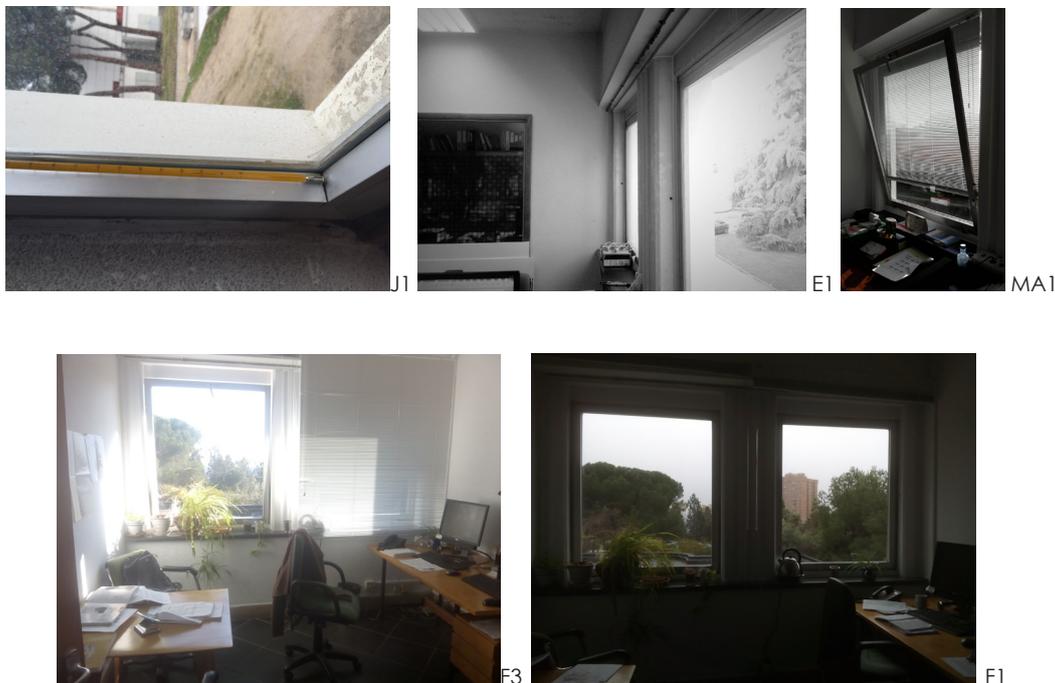
Utilizando la nomenclatura de las normativas ISO 7730 (ISO, 2005) y ASHRAE 55 (ASHRAE, 2013), y a la luz de algunos testimonios y fotografías obtenidas en el proceso *Photovoice*, se han observado fenómenos de incomodidad térmica local o global.

Como fenómenos globales, básicamente se ubican aquellos relativos a sobrecalentamiento de los espacios (especialmente aquellos de orientación con componente sur en días despejados de invierno), o por el contrario *discomfort* por calefacción insuficiente, para otros espacios que por ejemplo se sitúan en orientaciones con componente norte. Algún participante sin embargo

ha reconocido estar en confort, lo cual debería ser algo generalizado.

Con respecto a las incomodidades térmicas locales, los testimonios visuales y narrativos documentan varios tipos:

*l.a. Asimetría de temperatura radiante (superficies frías o calientes)*



El enfriamiento de ventanas con orientaciones de componente norte o este, que contrastan con flujos a menudo muy elevados de aire calefactado (J1, E1); sobrecalentamiento por exceso de radiación solar unida al exceso de calefacción(MA1); o bien despachos cuyas dimensiones los hacen depender directamente del tiempo exterior (F3-F1), son algunas de las situaciones en las que se evidencian estos fenómenos de asimetría.

*l.b. corrientes de aire (enfriamiento local del cuerpo debido al movimiento del aire)*



Las corrientes de aire no sólo provienen de la falta de estanqueidad de algunas ventanas; también proceden de los zócalos registrables originales del interior de fachada (E3), o bien de prácticas para evitar otros problemas (Mig2), como los malos olores en un baño, teniendo que elegir entre soportar frío u otras sensaciones desagradables.

En la cabina de proyecciones del Aula Torroja también se forma una corriente importante, que no cuenta con climatización (frío/calor) si la sala principal no está acondicionada, adquiriendo mayor velocidad de aire debido a que entra por la ventanilla de proyección, tal que es capaz de mover un molinillo de viento (CAR6).

En este sentido, es significativo un testimonio de uno de los participantes: "Me encuentro en una encrucijada térmica...La mitad de mi cuerpo recibe un chorro de aire caliente de la calefacción, la otra mitad está expuesta a corrientes de aire frío", E.M.

I.c. Diferencia en vertical de la temperatura del aire:



Mt 4

Existen muchos puntos donde se establecen diferencias especialmente por pies fríos y cabeza caliente. En el caso descrito mediante la foto (Mt4), la participante explicaba tener que levantar los pies usando un taburete, y elevar el calefactor efecto *Joule* que utiliza para los días más fríos, en los que no encuentra confort suficiente con la calefacción central, de forma que el calor se reparta un poco por su espacio de trabajo. La participante también contaba en su testimonio cómo llegaba a esta solución, consciente de su ineficiencia, cuando la adaptación de la indumentaria no le resultaba suficiente.

I.d. Suelos calientes y fríos:



D1'



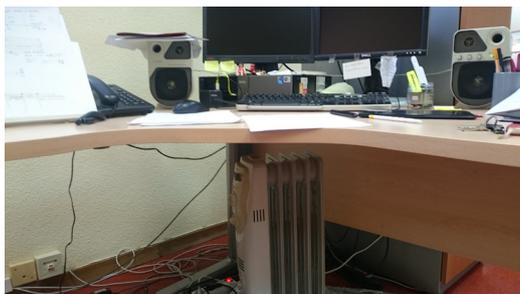
Mt2

Aunque en ocasiones se relaciona este problema con el epígrafe anterior,

es especialmente significativo encontrar en varios despachos que el suelo está demasiado frío en este caso (época invernal). Algunos de los usuarios participantes se ingenian medidas para paliar aunque de forma parcial el problema, como (D1'), mediante aislantes reflexivos, o evidenciando mediante instrumentos de medida las temperaturas registradas (Mt2), radiante y del aire, con valores de *discomfort*.

## II. Consecuencias físicas sobre el usuario

### II.a. Salud



Los usuarios describen visual y textualmente sus experiencias, y en ocasiones apelan a que la falta de confort les provocan a menudo complicaciones o prolongaciones en las enfermedades respiratorias. Otras veces hablan de la calidad del aire, donde partículas procedentes de humedades con hongos, suciedad y otras fuentes de empeoramiento de dicha calidad pueden mermar la salud de los trabajadores.

*"El frío en el trabajo es muy desagradable, es un problema laboral, empeora el rendimiento y produce un aumento de las enfermedades"* D.J.

*"Está la temperatura a 16.8°C. Es lunes a primera hora. El ambiente es desagradable por el frío". "Esta temperatura puede afectar al rendimiento en el trabajo y afectar a la salud. No es una condición para trabajar"*, I.O.

*"La falta de confort implica la utilización y consumo, a veces diario, de sistemas complementarios (poco eficientes) a la climatización general del centro. Un gasto que no me gusta hacer pero que resulta imprescindible muchas veces aunque solo sea por no caer enferma"*, M.S.

### II.b. Riesgo físico



Algunos usuarios han detectado problemas derivados del manejo de las rejillas del sistema de climatización. En efecto, una mala praxis al manejar elementos colocados en posiciones demasiado elevadas puede conllevar riesgo de

caídas, o dolencias cervicales, por ejemplo. En su descripción, la participante comenta: *“Hay un sistema de climatización muy antiguo y que no cuenta con sistemas adecuados para poder regularlo. La única forma de controlar la temperatura del despacho es abrir o cerrar la rejilla y hacer lo mismo con las ventanas. El sistema de apertura/cierre es muy incómodo, por estar situado a mucha altura. Sólo se puede hacer subiéndose a un sitio alto (peligro físico de caídas) o utilizando cualquier material al alcance”* I.S..

II.c. Malestar



CAr7

*“Una compañera toma el desayuno con el abrigo y la bufanda puestos. El frío invernal de la cafetería obliga a la gente a ir con ropa de abrigo, en esta mesa en concreto estaba puesto el calefactor y aún así... En invierno, genera incomodidad y malestar en los trabajadores, además de la posibilidad de enfermar si no llevan la ropa adecuada”*, C.Ar..

La permanencia en espacios insuficientemente calefactados se hace complicada. En el caso de la cafetería-comedor, aunque el tiempo de permanencia medio es corto, los usuarios aprovechan para intercambiar un rato de distensión y relación social con otros compañeros, que se hace muy desagradable por efecto del malestar. Especialmente los lunes, cuando el edificio ha estado todo el fin de semana sin climatizar, los usuarios tienen a menudo que asistir a la cafetería-comedor con indumentaria de abrigo, similar a la que usan para condiciones exteriores.

### III. Consecuencias psicológicas y comportamentales sobre el usuario

#### III.a. Rendimiento

*“Estar incómodo en la jornada laboral ayuda a que no se pueda rendir al 100% y tener que hacer más pausas o tener que ajustarse a la jornada laboral aunque tengas trabajo por hacer”* J.T..

*“Incomodidad en el trabajo, tener que estar abriendo y cerrando la ventana, parones, etc...(…) no se aprovecha la jornada de trabajo al máximo(…)”* J.T.

*“Todavía no se toma el confort interior como algo prioritario o de vital importancia para el rendimiento profesional. Supongo que se cumple el dicho...”**“En casa del herrero cuchillo de palo”*”, E.M..

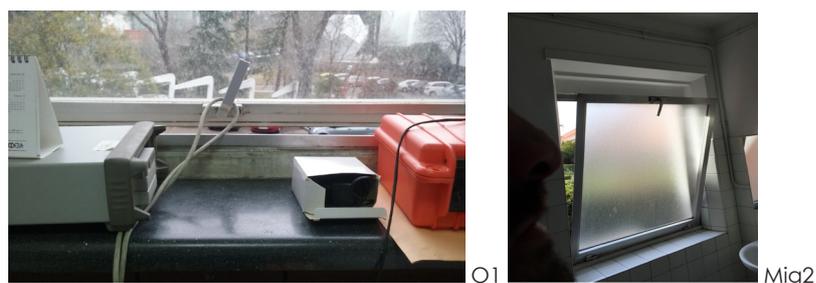
#### III.b. Ámbito psicológico del confort



Sobre la descripción de este lugar de trabajo, la participante narra: “Es un lugar que aunque tranquilo para poder trabajar prefiero tener de espaldas porque estar junto a la ventana además de frío me da incomodidad porque las mesas son muy bajas. El lugar está lleno de muebles y cosas antiguas que nadie ha ordenado ni tirado hace años. No es un lugar confortable para trabajar pero intento no pensar en ello”. Sobre la causa del problema detectado, prosigue: “Es el lugar que me han asignado después de pedir que me cambiaran de otro lugar donde resultaba muy difícil trabajar. En principio es un problema pero al quitarme de la mente cómo es el despacho quizás se convierta en una fortaleza porque estoy siendo capaz de trabajar en cualquier lugar”. Finalmente, a la pregunta de cómo se puede sentir empoderada, alega: “No pensar demasiado y poner soluciones como encender la luz y poner el calefactor cuando haga frío. En verano es muy fresquito así que eso es bueno. No todo es malo este lugar”, A. P..

Otra participante, ante la pregunta de cómo se puede empoderar frente al problema de ruido detectado por una rejilla interior desde su despacho a pasillo, dice: “Podemos ponernos los cascos y escuchar música, sobre todo por la mañana (...)”, B.A..

### III.c. Distracción en el trabajo



Tener que ingeniar mecanismos “caseros” para aclimatarse o buscar el confort a menudo origina pérdida de tiempo, según los testimonios de los participantes. Tener que idear cómo abrir parcialmente una ventana (O1) o buscar otro baño más alejado del despacho pero menos desapacible (Mig2) propician la dispersión o distracción en el trabajo.

## IV. Singularidad del edificio

### IV.a. Edad del edificio



A menudo los participantes muestran su conocimiento de las circunstancias ligadas a la antigüedad del edificio, y concentran en ella muchas de las causas del *discomfort* que padecen. La obsolescencia de muchos de sus componentes y sistemas conllevan pérdida de bienestar o situaciones desagradables para sus usuarios.

*“Se trata de un edificio antiguo, con una envolvente de los años 40-50 y por tanto bastante mejorable en su transmitancia. Los sistemas de climatización del centro son demasiado antiguos y no permiten compensar las diferentes zonas y necesidades de un edificio complejo como es el IETcc”, M.S..*

*“Estamos en un edificio antiguo e histórico. El sistema de climatización es muy viejo también, de tiempos donde no existían los sistemas de regulación actuales, y probablemente poco ha cambiado desde su construcción. Se podría reformar, pero también implica un elevado coste económico. Implicaría hacer una obra importante en el edificio para cambiar toda la climatización, con el coste económico y molestias en el trabajo del personal del IETcc”, I.S..*

#### IV.b. Nivel de protección del edificio



Muchos de los participantes en este estudio, además, por su condición de especialistas en el uso de la energía del edificio, conscientes de la situación, edad y grado de protección del mismo, han mostrado su condescendencia a la hora de hablar de los problemas que les causan *discomfort*, alegando cuestiones económicas, dificultad para sustituir determinados elementos y/o partes protegidos, dificultades de gestión -puesto que pertenece a la Administración

Pública-, y concatenación de causas o problemas que complejizan aún más la solución a según que cuestiones.

No sólo se ha recogido esta concienciación del grado de protección del edificio a través de los testimonios, también se ha reflejado en una imagen (R2), que si bien no es un espacio habitable, alberga la colección del Archivo Torroja, con documentos de relevancia sobre el edificio, publicaciones, planos, etc. Este semisótano tiene unas humedades importantes bajo la ventana, y el participante que tiene acceso a él cree que eso no beneficia a la correcta conservación del legado existente.

#### *IV.c. Soluciones apropiadas, modernas, en integración con edificio protegido*



R1

No todo es complejo o inviable a la hora de rehabilitar o restaurar el confort en un edificio antiguo o protegido. En la imagen que acompaña a este epígrafe se puede ver la solución de doble puerta automática colocada para paliar las pérdidas de aire climatizado del hall del Aula Torroja. En este caso, según dice el testimonio del autor de la foto, se da *“la perfecta integración de una puerta moderna de cierre automático en un entorno de un edificio de especial protección. Todas las reparaciones que conlleven transformaciones en el edificio son complicadas. Este era un punto de gran fuga de calor que no sólo afectaba al vestíbulo del Aula Torroja, servía de tiro para todo el pasillo y sus despachos. Problema solucionado. Felicitar a los ejecutores de la solución”* R. S..

### **V. Gestión del edificio y comunicación con usuario**

#### *V.a. Labor de mantenimiento*



C A1

Puede ocurrir que se observen problemas que, aun teniendo su causa principal en otro aspecto distinto, factores como la falta de limpieza regular en este caso, lejos de ayudar, complican el problema detectado

o lo empeoran. En el ejemplo de la foto, la causa de deslumbramiento y excesiva radiación a primeras horas de la tarde por falta de elementos apropiados de sombreamiento, combinado con la necesidad de ciertas ganancias solares por falta de calefacción, hacen que haya que elegir entre la poca sombra generada por una cortina metálica o el deslumbramiento combinado del sol directo, sobre el mobiliario, y el efecto difusor del polvo y suciedad del vidrio de la ventana. Como comenta el participante: *“Hay que tamizar la luz directa en las horas de sol para poder trabajar. A veces se deja sin tamizar para aprovechar el calor que da en invierno. La ventana está orientada al oeste, sin ninguna obstrucción solar”*, C.A.I.

Este problema también se observa en elementos del sistema de climatización, especialmente en la difusión, en las rejillas, por ejemplo.

#### V.b. Problemas estéticos

En algunos testimonios escritos, se habla de un “problema menor”, pero coexistente, entre los elementos o causas que provocan el *discomfort* del usuario. Es el caso de la cuestión estética, que sin ser tan relevante o urgente, contribuye a que el malestar sea mayor para los participantes del *Photovoice*. Por ejemplo, respondiendo a la pregunta sobre cómo puede ser empoderado para resolver cierto problema, J.T. contesta: *“Ser consciente de que los problemas no sólo son estéticos sino de comodidad y de cómo afecta a nuestro trabajo diario (...)”*.

Otro participante, ante la posible causa de los deslumbramientos en su despacho a través de muebles y otros elementos, comenta: *“Es un problema que se da por no tener en cuenta estos reflejos cuando se encargan las mesas. Opinión personal: anteponeamos la estética a la funcionalidad, cuando son dos cosas que deberían ir de la mano”* M.A.M..

#### V.c. Desconocimiento de los responsables, poca relación entre trabajadores y audiencia objetivo

Puede darse la circunstancia de que no exista, o no en la necesaria medida, comunicación entre los gestores, mantenimiento o resto de decisores en materia de bienestar o confort en los puestos de trabajo. Esto se evidencia a través del siguiente testimonio, donde una participante evidencia la falta de información sobre a quién acudir, ya que su responsable no se hace cargo de una mala distribución de su despacho, antes laboratorio. Esta participante, ante el problema en su puesto de trabajo, expone en el cuestionario sobre cómo se puede sentir empoderada: *“Proponer que alguien responsable de la seguridad y salud, cada cierto tiempo hiciera una revisión de la disposición de los puestos de trabajo y detectar fallos. Esos fallos se les comunicarían a los responsables como algo que deben hacer sí o sí, de este modo casi todo el mundo tendría un mínimo de adecuación a un puesto saludable. Repito “sin lujos””*.

A la pregunta sobre qué cree que pueden hacer, la misma participante responde: *“Acercar la mesa a la ventana, o situarme cerca de ella, lo que ocurre es que las mesas que están cerca de la ventana son muy bajas y por eso no estoy situada*

*en ellas. He hablado con mi responsable para cambiar la distribución y me ha dicho que no tiene intención de hacer ningún cambio, por lo que la solución no creo que esté en ello. La solución estaría en que existiera alguna persona en el centro que velara porque de forma individual se asegurara de que las personas estamos con un mínimo de adecuación de los puestos de trabajo. (Sin lujos ), pero así si viene desde alguien vele por la seguridad y salud del trabajador el responsable del despacho no tendría nada que decir" A. P..*

#### *V.d. Desconocimiento del funcionamiento*

Algunos testimonios también señalan desconocimiento en el funcionamiento, por ejemplo en el caso de los elementos de difusión del sistema de climatización, como las rejillas de los despachos.

Una participante, que comparte despacho con otros compañeros, a la pregunta sobre cómo pueden ser empoderados sobre el problema que apunta en la foto sobre manipulación de apertura y cierre de rejillas, explica: *"Nuestra primera toma de poder en base a nuestro entendimiento se dio hace ya bastantes meses, antes de que se nos remitiera este estudio. Inicialmente la palanca de la rejilla se subía empujando con el tubo de cartón y se bajaba dando golpes repetitivos con el mismo, hasta que se conseguía aproximar la palanca a su punto inferior. Después de bastante tiempo utilizando este sistema, llegamos a la conclusión de que sería más práctico y preciso colocar un hilo para bajar la palanca (primera toma de "poder"). Con esto nos ahorramos mucho tiempo de golpeo, que podemos invertir en trabajar (...)" I.S..*

#### *V.e. Temas políticos, políticas económicas*

A la luz de los testimonios de algunos participantes, se observa cierta conciencia de la complejidad para gestionar y actuar frente a problemas que impliquen acometer obras importantes o sustituciones de elementos o sistemas del edificio de cierta envergadura, por la propia naturaleza del organismo, perteneciente a la Administración Pública, y por tanto gestionado con dinero público. Algunos testimonios comentan: *"Con respecto a la carpintería, entiendo que no es algo que dependa exclusivamente del IETcc, supongo que el CSIC tendrá que aprobarlo y no creo que sea algo instantáneo y fácil de conseguir pues supone un desembolso muy grande" E. M.*

*"Podemos cambiar el gobierno, que estamos en ello, y mientras tanto tapar las rendijas con cinta de embalar" D. J..*

*"La solución pasa por rehabilitar el edificio, tanto con medidas pasivas sobre la envolvente como con medidas activas de cambio y mejora de los sistemas de climatización generales del edificio de manera que no sean necesarias medidas complementarias individuales. Dado que finalmente es un tema de inversión y por tanto dinero público solo cabe seguir trasladándolo a los estamentos directivos", M.S..*

#### *V.f. Compatibilización de soluciones frente a carencias o problemas*

Como ya se ha comentado en algún epígrafe de la categorización de primer nivel, no sólo existen problemas a los que hacer frente y solventar para lograr el confort de los usuarios, sino que además estas soluciones deben ser, como indican algunos participantes de *Photovoice*, compatibles entre sí, lo cual requiere de cierta información sobre la problemática más compleja, planificación, y reflexión

sobre las posibles soluciones y su viabilidad.

*“La foto muestra una ventana de despacho abierta con la persiana veneciana bajada por el exterior. Se puede intuir necesidad de sombreamiento y de ventilación simultáneamente. En los días soleados es necesaria esta operación para no estar incómodo en el puesto de trabajo por excesiva iluminación en la pantalla o temperatura muy alta”, M.G..*

Otra participante, sobre la existencia de una antigua rejilla desde el despacho a un distribuidor, posiblemente utilizado a modo de *plenum*, expone: *“Hay una clara incompatibilidad entre el confort térmico y el acústico”, B.A..*

## VI. Empoderamiento

En esta categoría se han recopilado todas aquellas reflexiones, acciones, etc que han llevado a cabo o proponen los participantes del *Photovoice*, que tienen que ver con sentirse útiles, capaces, influyentes y trascendentes. Parafraseando a French, se pueden establecer las aproximaciones al empoderamiento que establece desde sus tres procesos (French, 1986):

### VI.a. “Poder de” (*power to*)

Es el poder afirmativo, la habilidad de conseguir cosas (French, 1986).

Este es el fin último, el de establecer la *llamada a la acción*, mediante no sólo el empoderamiento a nivel personal, y la ideal “co-gestión” energética del usuario, sino a nivel grupal, donde los objetivos individuales cobran fuerza poniéndose en común, compartiéndose con los de otros participantes, y haciéndolos llegar a la denominada *audiencia objetivo*, o personas influyentes y decisoras sobre el edificio y su gestión energética.

En los cuestionarios *SHOWED*, cabe destacar que 11 de los 38 totales albergan como parte de las soluciones hacérselo llegar a los responsables de forma explícita. Además, otros 12 cuestionarios hacen mención, aunque no explícita, de la apelación a tales responsables. Por otra parte, en 5 cuestionarios se cita explícitamente a los responsables de mantenimiento.

Por último, algunos participantes apelan a la responsabilidad de entes superiores a la propia gestión del edificio y la entidad que representa, apelando al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), a políticos, y a las arcas públicas y su gestión a través de los ministerios.

### VI.b. “poder con” (*power with*)

Es la habilidad de trabajar con otros hacia un propósito común (French, 1986).

Ante la pregunta sobre qué podemos hacer ante el problema detectado (manejo de rejillas de difusión de la climatización), una participante responde: *“Anotar las incidencias en la climatización del edificio entre las necesidades para una posible reforma. Mientras tanto, se puede intentar buscar algún sistema alternativo o solución provisional más económica: limpieza de rejillas, algún sistema de apertura más simple (o menos pesado que un tubo), etc. También ayuda saber que el problema es global, y que hay gente que cuenta con elementos más sofisticados (...)”, I.S..*

Ante la cuestión sobre cómo podemos llegar a empoderarnos (para resolver o afrontar el problema detectado), un participante dice: *“La queja es la forma*

*más primaria de mostrar nuestra desaprobación a eso que nos incomoda. La asociación de personas que comparten las mismas quejas empodera nuestra causa para llegar a nuestro fin", E.M..*

Otro participante, ante la misma pregunta, aporta: *"Aparte de dar parte al responsable de mantenimiento, y ver si más compañeros tienen el mismo problema y buscar soluciones, J.T.. El mismo participante, ante el cuestionario de otra de sus fotografías, en la pregunta de qué podemos hacer sobre eso, asevera: "Intentar recoger más información de otros compañeros sobre el mismo problema y llevarlo a la persona responsable. Intentar ver cuáles son las prioridades por zonas y cuál sería la mejor solución", J.T..*

#### VI.c. "poder sobre" (power over)

Es la habilidad de influenciar o de dirigir otra gente, o al ambiente físico o material (French, 1986).

En el testimonio de una de las participantes, esta nos cuenta: *"Las luces están encendidas cuando la luz entra de sobra por las ventanas. Es una iluminación innecesaria en días con luz. Entiendo que se da por estética y una falta de compromiso energético o desconocimiento de las consecuencias por parte de los encargados de la cafetería. Podemos intentar hacer ver a los compañeros el derroche generado por este tipo de acciones. La solución rápida es apagarlas pero va más allá ya que es sólo un ejemplo y habría que concienciar a los trabajadores, más que al propio centro, sobre este tipo de acciones para que se tomen medidas individuales de forma consciente", C. Ar.*

*"La solución pasa por rehabilitar el edificio, (...). Dado que finalmente es un tema de inversión y por tanto dinero público solo cabe seguir trasladándolo a los estamentos directivos", M.S..*

Otro de los participantes, a la pregunta del cuestionario *SHOWED* sobre las causas de origen del problema detectado, contesta: *"Por los pocos recursos que destina el sector público a mantener sus instalaciones, básicamente por el estado prioriza rescatar al sector financiero: bancos y constructoras". A continuación, sobre qué podemos hacer al respecto, responde: "Podemos cambiar el gobierno, que estamos en ello, y mientras tanto venir más abrigados al trabajo", D.J..*

#### VI.d. Reflexiones y acciones a nivel personal

Aunque el entendimiento del empoderamiento de los participantes, tal y como se ha descrito en los epígrafes anteriores, se hace a nivel grupal, en el proceso *Photovoice* también se produce un innegable empoderamiento a nivel personal, fruto, como ya enunciara Freire (Freire, 1974), de la conciencia crítica y el aprendizaje.

Una de las acciones llevadas a cabo por ciertos participantes (la mayoría con conocimientos en energía), y reflejadas en las imágenes del *Photovoice*, es el uso de instrumentos de medida de parámetros cuantificables relacionados con el confort interior. Estos instrumentos se han utilizado para evidenciar algunos rasgos del malestar o *discomfort* experimentado, en momentos puntuales, destacando los parámetros de temperatura, en algunos casos también humedad relativa, e incluso nivel de CO<sub>2</sub>. Los instrumentos utilizados eran medidores láser de temperatura radiante y temperatura operativa (Mt2) y pequeñas estaciones *multisensor* de interior. Estos instrumentos aparecen en 12 imágenes en total (de 52 que se recogieron en total), que aportan hasta 6 participantes distintos.

Por otra parte, los testimonios recogidos por escrito a nivel individual con los

cuestionarios *SHOWED* han determinado un gran número de participantes concienciados de los problemas y de qué soluciones pueden ser abarcables, o cuáles resultan ineficientes, por ejemplo. Sin embargo, esto en los grupos generó posteriormente un debate muy interesante sobre si se considera derroche o despilfarro tomar medidas ineficientes como encender un calefactor tipo *Joule* adicional al sistema de calefacción central, más allá de la adaptación de la indumentaria, de la distribución dentro de los espacios de trabajo, etc. Sobre esta cuestión, también cabe destacar el número relativamente elevado de fotos con temática relacionada con elementos de climatización adicional (efecto *Joule* casi todos), encendidos además del sistema de climatización central. Estos aparatos aparecen en 7 fotos, facilitadas por 5 participantes distintos. Además, algunos participantes hacen mención a estas medidas "ineficientes" para alcanzar el confort, pero que o bien no usan por saberlos ineficientes, o procuran no usarlos salvo en contadas ocasiones. Estos testimonios se recogen en un total de 12 cuestionarios *SHOWED*, provenientes de 8 participantes distintos. Todos ellos muestran conciencia crítica sobre el uso de estos aparatos y el sobre coste que generan al IETcc.

Por último, existe un cierto desconocimiento sobre el uso y manejo de ciertos elementos del sistema de climatización central en este edificio. Quizás esto puede indicar la necesidad u oportunidad de establecer formación sobre la oportunidad "co-gestora" del usuario en la medida en que el sistema, el edificio, y sus gestores, lo permiten. Que el participante se empodere y sepa hasta dónde puede manejar y sentir que controla su espacio y sus condiciones de confort, si es que puede, y así también poder tomar una posición activa y poder solicitar cambios.

### **8.12. Análisis de resultados.**

En este capítulo se ha presentado la aplicación metodológica del método cualitativo y participativo Photovoice al caso de estudio, el IETcc-CSIC.

Los resultados obtenidos difieren de los que arrojaran los métodos aplicados en el capítulo 7, por su naturaleza cualitativa, en líneas generales, y por englobar técnicas fotográficas y de investigación-acción participativa, en particular.

Como material de análisis se ha obtenido: una serie de fotografías de trabajo; títulos o leyendas que contextualizan estas fotos; cuestionarios abiertos con testimonios relacionados con las fotos, para fomentar o activar el debate (*SHOWED*); grabaciones de las sesiones grupales; categorizaciones de carencias en torno al confort del usuario en el edificio, y cómo resolverlas, para cada subgrupo; y cuestionarios demográficos y consentimientos informados.

Como resultados o datos, se ha obtenido: una primera caracterización, que engloba a las de los tres subgrupos, sobre los temas reflejados en las fotos, correspondientes a carencias del edificio o del entorno relacionadas con el confort ambiental del usuario en sus espacios. Otra caracterización, relacionada con las soluciones propuestas por los subgrupos, integrándolas todas en una sola. También se ha obtenido una selección de las imágenes que reflejan más al conjunto de los tres subgrupos; y por último se ha obtenido una categorización de segundo nivel, o de temas que si bien no se han tratado directamente, sí que han salido bien de forma colateral en cualquiera de los formatos de obtención de datos enumerados anteriormente, o bien que subyacen de lo expuesto por los participantes.

Las categorías tratadas y enunciadas por los participantes cubren el espectro de cuestiones que afectan al ahorro y la eficiencia energéticas del edificio, de forma amplia y detallada. En efecto, se habla de la envolvente, incluyendo parte opaca y parte de huecos; se tratan los equipos y sistemas térmicos, como la climatización frío/calor; se tratan temas de adaptación de los usuarios al confort, así como la concienciación del usuario al ahorro; se trata la iluminación desde el ahorro que supondría apagar todas las luces, y desde el punto de vista del aprovechamiento de la luz natural -matizándola cuando es excesiva o la radiación molesta o caliente demasiado los espacios-. Completan la categorización, temas relativos a la gestión de los espacios interiores, tanto en la distribución para usuarios, como para almacenamiento, organización de material, y especialmente aquellos de cierto valor para el edificio; y algunas actuaciones puntuales que resultan poco confortables, que son subsanables con pequeñas reparaciones u obras.

Sin embargo, se debe hacer la salvedad de que estos temas tratados, si bien se refieren a cuestiones habitualmente vinculadas al ahorro y la eficiencia de energía en el edificio, se han vinculado y priorizado desde la perspectiva del confort ambiental del usuario, en ese edificio en particular, lo cual constituyen dos premisas muy importantes para poder tratar una rehabilitación energética en ese mismo edificio, teniendo en cuenta a su vez las necesidades reales de sus ocupantes.

Es importante destacar esto porque son características que aporta el método que lo distinguen de otros métodos existentes actualmente, que o bien sólo toman en consideración al usuario para que dé cuenta de los problemas del edificio, o bien son más limitados a la hora de encontrar causas y posibles soluciones para aspectos determinados del edificio que afectan a su bienestar.

Además, la segunda categorización hace referencia a otros temas o cuestiones abordadas de forma indirecta, subyacente, o colateral a los temas principales, pero que sin duda están directamente relacionadas con el confort del usuario, la percepción que ellos tienen, y su relación con el edificio. Entre estos temas, se encuentran: por un lado, problemas concretos de incomodidades locales –siguiendo la nomenclatura de la norma ISO 7730-, como diferencia de temperatura entre pies-cabeza o entre los laterales del cuerpo, o presencia de una corriente desagradable de aire; consecuencias sobre el usuario del disconfort, que pueden ser físicas, psicológicas o de comportamiento; conciencia sobre el tipo de edificio, sus características particulares como la antigüedad, el nivel de protección, o asuntos relacionados con su gestión, que dificultan el confort por alguna razón, incluyendo la dificultad de comunicarse con los responsables, o la gestión económica para tomar decisiones, habida cuenta de que es un edificio de la administración pública. Por último, el valor diferenciador de este método, es la concienciación del usuario del “poder” para hacer cosas, del poder de actuación para lograr el cambio del status quo, el empoderamiento. Este se trata a dos niveles, personal y como grupo, ya que el abordar estos asuntos a nivel grupal refuerza el sentimiento de pertenencia, la conciencia crítica sobre las necesidades reales de personas iguales entre sí, y motiva a que se trabajen de forma conjunta para ser escuchados con más posibilidades de éxito.

En cuanto a las propuestas de mejora, estas responden a las categorías de primer nivel, o lo que es lo mismo, aquellas que surgen de la integración de las propuestas por los subgrupos. En ellas, se da gran nivel de detalle sobre las soluciones que se pueden acometer para cada problema, de forma que para cada carencia existe al menos una propuesta de mejora. Estas mejoras

son adaptadas a la necesidad o carencia real detectada por el usuario en el edificio, y aunque luego irán supervisadas por técnicos y gestores del edificio para evaluar su viabilidad y grado de pertinencia, en su mayoría se adaptan bien al problema y se enfocan con criterios realistas de minimización de gasto económico y optimización de recursos. Otras soluciones, como la sustitución del sistema de climatización, por ejemplo, se sabe que no es económica, pero es de las pocas soluciones que no pueden acometerse de otra forma para lograr el confort.

Finalmente, destacar de este método, que en un mes y medio o dos meses ha conseguido sin apenas inversión económica, tan sólo con la información que manejan los usuarios y su tiempo y ganas de participar, obtener datos suficientes, reales y desde el testimonio de sus propios usuarios, para conocer sus principales problemas de gestión energética, así como de confort ambiental, y cómo se pueden resolver. Estos problemas además se han enfocado desde la realidad del edificio: sus patologías, su antigüedad, su grado de protección, y con gran nivel de detalle sobre aspectos de disconfort particulares.

Si bien el criterio de los 16 participantes no es extrapolable al resto de usuarios del edificio, ni al resto de espacios ocupados por otros usuarios, sí da buena idea de cuáles pueden ser los problemas más generalizados, o las patologías y necesidades más acuciantes, y a partir de ahí tomar decisiones sobre actuaciones más ajustadas, optimizando medios, recursos y el tiempo de técnicos, gestores y de los propios usuarios, que deben seguir trabajando en los espacios a mejorar. Estos métodos posteriores podrán cuantificar cuantos parámetros se estime conveniente, ya de forma más controlada y enfocada a las necesidades reales, puesto que muchos de los medios necesitados son caros, a menudo son invasivos de los espacios a evaluar, requieren de tiempo y de expertos cualificados que tomen medidas, analicen y propongan a los decisores todo aquello necesario para su valoración y toma de decisiones final.

## Referencias

- (ASHRAE , 2013): ASHRAE. (2013). Standard 55 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Recuperado 6 de junio de 2017, a partir de <https://www.ashrae.org/resources--publications/bookstore/standard-55-and-user-s-manual>
- (Chaudhury et al., 2012): Chaudhury, H., Mahmood, A., Michael, Y. L., Campo, M., & Hay, K. (2012). The influence of neighborhood residential density, physical and social environments on older adults' physical activity: An exploratory study in two metropolitan areas. *Journal of Aging Studies*, 26(1), 35-43. <http://doi.org/10.1016/j.jaging.2011.07.001>
- (Díez et al., 2017): Díez, J., Conde, P., Sandin, M., Urtasun, M., López, R., Carrero, J. L., Franco, M. (2017). Understanding the local food environment: A participatory photovoice project in a low-income area in Madrid, Spain. *Health & Place*, 43, 95-103. <http://doi.org/10.1016/j.healthplace.2016.11.012>
- (Escalante y de la Iglesia, 2013): Escalante Ruiz, G., & de la Iglesia Martínez, M. (2013). Comunicándonos a través de la fotografía [Communicating through photography]. *Trabajo Social Hoy*, 70(Tercer Cuatrimestre), 97-120. <http://doi.org/10.12960/TSH.2013.0017>
- (Freire, 1974): Freire, P. (1974). *Education for critical consciousness*. Seabury Press.
- (French, 1986): French, M. (1986). *Beyond power : on women, men, and morals*. Ballantine Books.
- (Hergenrather et al., 2009): Hergenrather, K. C., Rhodes, S. D., Cowan, C. A., Bardhoshi, G., & Pula, S. (2009). Photovoice as community-based participatory research: a qualitative review. *American journal of health behavior*, 33(6), 686-98. Recuperado a partir de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19320617>
- (ISO, 2005): International Organization for Standardization (ISO). (2005). ISO 7730:2005. Recuperado 6 de junio de 2017, a partir de <https://www.iso.org/standard/39155.html>
- (Lykes, 2001) Lykes, M. B. (2001). Creative arts and photography in participatory action research in Guatemala. *Handbook of Action Research: Concise Paperback* ....
- (McIntyre, 2003): McIntyre, A. (2003). Through the Eyes of Women: Photovoice and participatory research as tools for reimagining place. *Gender, Place & Culture*, 10(1), 47-66. <http://doi.org/10.1080/0966369032000052658>
- (Neuman, 2014): Neuman, W. L. (William L. (2014). *Social research methods : qualitative and quantitative approaches*.
- (Palibroda, Krieg, Murdock, Havelock, 2009): Palibroda, B., Krieg, B., Murdock, L., & Havelock, J. (2009). *A practical guide to photovoice: sharing pictures, telling stories and changing communities*.
- (Ruiz Olabuénaga, 2012): Ruiz Olabuénaga, J. I. (2012). *Metodología de la investigación cualitativa* (5a edición).
- (Wang, 1999): Wang, C. C. (1999). Photovoice: a participatory action research strategy applied to women's health. *Journal of women's health*, 8(2), 185-92. Recuperado a partir de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10100132>
- (Wang & Burris 1994): Wang, C., & Burris, M. A. (1994). Empowerment through photovoice: portraits of participation. *Health education quarterly*, 21(2), 171-86. <http://doi.org/10.1177/109019819402100204>
- (Wang & Burris 1999): Wang, C., & Burris, M. A. (1997). Photovoice: Concept, Methodology, and Use for Participatory Needs Assessment. *Health Education & Behavior*, 24(3), 369-387. <http://doi.org/10.1177/109019819702400309>

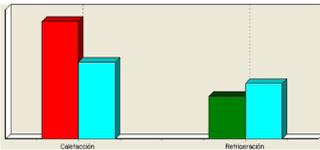
## ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se analizan los resultados de los distintos métodos empleados en el caso de estudio. Se considerará la naturaleza de los datos que definen cada ítem en ellos. Se valorará el tratamiento de la gestión energética, la sostenibilidad, y el confort ambiental del usuario, entre otras consideraciones, para finalmente evaluar la validez del método cualitativo.

### 9.1. Análisis de resultados obtenidos para el estado actual del caso de estudio.

A continuación se muestran los resultados obtenidos en cada método tras su aplicación al caso de estudio, para el estado actual o punto de partida. Si bien en algunos casos puede obtenerse más información que la representada en ella, se muestra el resumen de los datos de salida o información obtenida en cada caso.

**Tabla 9.1.** Tabla comparativa de resultados del estado actual para cada método evaluado, sobre el caso de estudio.

MÉTODO	RESULTADO-DIAGNOSIS																														
SIMULACIÓN (LIDER+ CALENER GT)	<p><b>2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN</b></p> <p>El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Calentación</th> <th>Refrigeración</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>% de la demanda de Referencia</td> <td>153,2</td> <td>77,3</td> </tr> <tr> <td>Proporción relativa calefacción refrigeración</td> <td>73,3</td> <td>26,7</td> </tr> </tbody> </table>  <p><b>3. ETIQUETA Y VALORES TOTALES</b></p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Concepto</th> <th>Edif. Objeto</th> <th>Edif. Referencia</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Energía Final (kWh/año)</td> <td>773091,3</td> <td>369476,0</td> </tr> <tr> <td>Energía Final (kWh/(m²/año))</td> <td>67,6</td> <td>32,3</td> </tr> <tr> <td>En. Primaria (kWh/año)</td> <td>1866631,9</td> <td>940505,8</td> </tr> <tr> <td>En. Primaria (kWh/(m²/año))</td> <td>163,1</td> <td>82,2</td> </tr> <tr> <td>Emissiones (kg CO2/año)</td> <td>467076,4</td> <td>234738,0</td> </tr> <tr> <td>Emissiones (kg CO2/(m²/año))</td> <td>40,8</td> <td>20,5</td> </tr> </tbody> </table> <p><small>El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependen de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.</small></p> <p>Además de estos datos, se dan listados sobre los incumplimientos normativos y con respecto al edificio de referencia generado por el propio programa.</p>		Calentación	Refrigeración	% de la demanda de Referencia	153,2	77,3	Proporción relativa calefacción refrigeración	73,3	26,7	Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Energía Final (kWh/año)	773091,3	369476,0	Energía Final (kWh/(m²/año))	67,6	32,3	En. Primaria (kWh/año)	1866631,9	940505,8	En. Primaria (kWh/(m²/año))	163,1	82,2	Emissiones (kg CO2/año)	467076,4	234738,0	Emissiones (kg CO2/(m²/año))	40,8	20,5
		Calentación	Refrigeración																												
% de la demanda de Referencia	153,2	77,3																													
Proporción relativa calefacción refrigeración	73,3	26,7																													
Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia																													
Energía Final (kWh/año)	773091,3	369476,0																													
Energía Final (kWh/(m²/año))	67,6	32,3																													
En. Primaria (kWh/año)	1866631,9	940505,8																													
En. Primaria (kWh/(m²/año))	163,1	82,2																													
Emissiones (kg CO2/año)	467076,4	234738,0																													
Emissiones (kg CO2/(m²/año))	40,8	20,5																													
HUELLA DE CARBONO	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Alcance</th> <th rowspan="2">Fuente emisora</th> <th colspan="2">Emisiones alcance 1+2 2015</th> </tr> <tr> <th>T CO<sub>2</sub></th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">Alcance 1</td> <td>Consumo combustibles edificios</td> <td>141,40</td> <td>20,93</td> </tr> <tr> <td>HVAC</td> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>Consumo combustible vehículos</td> <td>5,75</td> <td>0,85</td> </tr> <tr> <td>Alcance 2</td> <td>Consumo eléctrico</td> <td>528,57</td> <td>78,22</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: right;">Totales:</td> <td>675,72</td> <td>100</td> </tr> </tbody> </table> <p>Análisis de los consumos y emisiones de CO<sub>2</sub> totales del IETcc en el año 2015.</p>	Alcance	Fuente emisora	Emisiones alcance 1+2 2015		T CO <sub>2</sub>	%	Alcance 1	Consumo combustibles edificios	141,40	20,93	HVAC	0,00	0,00	Consumo combustible vehículos	5,75	0,85	Alcance 2	Consumo eléctrico	528,57	78,22	Totales:		675,72	100						
Alcance	Fuente emisora			Emisiones alcance 1+2 2015																											
		T CO <sub>2</sub>	%																												
Alcance 1	Consumo combustibles edificios	141,40	20,93																												
	HVAC	0,00	0,00																												
	Consumo combustible vehículos	5,75	0,85																												
Alcance 2	Consumo eléctrico	528,57	78,22																												
Totales:		675,72	100																												

# LA PARTICIPACIÓN DEL USUARIO EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS: APLICACIÓN DEL MÉTODO PHOTOVOICE EN ESPACIOS DE TRABAJO.

**LEED**

LEED v4 para Operaciones y Mantenimiento: Edificios Existentes (Existing Buildings)		Nombre del proyecto: Estado Actual Edificio Principal IETOC-CSIC	
Checklist del proyecto		Fecha: 02/04/2017	
<b>5</b>	<b>U</b> Ubicación y Transporte	<b>10</b>	<b>Q</b> Calidad Ambiental Interior
1	Temporales Alternativas	10	Control del Humo Ambiental del Tabaco
4	<b>S</b> Sostenibles	10	Política de Limpieza Ecológica
3	Política de Manejo del Sitio	1	Programa de Gestión de la Calidad del Aire Interior
1	Desarrollo del Sitio - Preservación o Restauración del Hábitat	2	Estrategias Avanzadas de Calidad del Aire Interior
1	Manejo de Aguas Pluviales	3	Confort Térmico
1	Reducción de Efecto Isla de Calor	2	Illuminación Interior
1	Reducción de Contaminación Lumínica	1	Illuminación Natural y Vistas de Calidad
1	Manejo del Sitio	1	Limpieza Ecológica - Evaluación de la Efectividad de la Limpieza
1	Plan de Manejo del Sitio	1	Limpieza Ecológica - Productos y Métodos
3	<b>E</b> Eficiente del Agua	12	Manejo Integrado de Plagas
1	Reducción del Consumo de Agua en el Interior	2	Estrategias de Confort de los Ocupantes
1	Medición del Consumo de Agua por Edificio	2	Innovación
1	Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	5	LEED-Acreditación Profesional
1	Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	2	
2	Consumo de Agua de la Torre de Confortamiento	2	
2	Medición del Consumo de Agua	2	
7	<b>E</b> Energía y Atmosfera	38	<b>P</b> Prioridad Regional
1	Máxima Medición de Gestión de la Eficiencia Energética	1	Calidad Específica
1	Desempeño Energético Mínimo	1	Calidad Específica
1	Medición del Consumo de Energía por Edificio	1	Calidad Específica
1	Gestión Eléctrica de Refrigeración	1	Calidad Específica
2	Reposicionamiento - Análisis	2	
2	Reposicionamiento - Implementación	2	
3	Comentarios Continuos	3	
1	Optimización del Desempeño Energético	20	
1	Medición de Energía Puesta en Marcha	2	
1	Resistencia a la Corrosión	3	
1	Energías Renovables y Compensaciones de Carbono	5	
1	Gestión Avanzada de Refrigeración	1	
8	<b>M</b> Materiales y Recursos	8	
1	Política de Compra y Desechos Continuos	1	
1	Política de Mantenimiento y Reparación de Instalaciones	1	
1	Compra - Contratos	1	
1	Compra - Limpieza	1	
1	Compra - Gestión y Reparación de Instalaciones	1	
2	Gestión de Desechos Sólidos - Continuos	2	
1	Gestión de Desechos Sólidos - Gestión y Reparación de Instalaciones	2	

Se obtienen una puntuación menor de 40 puntos: No se concede el certificado LEED.

**ESTRATEGIAS  
BIOCLIMÁTICAS  
(CLIMOGRAMA  
DE GIVONI)**

En este diagrama o ábaco psicrométrico se observa el área de confort donde se encuentran idealmente las condiciones para los usuarios del edificio. En azul, se trazan los rangos de parámetros ambientales propios de cada mes del año en la localización de Madrid. Para delimitar la zona de confort ideal, se ha tenido en cuenta una tasa metabólica equivalente a una actividad sedentaria (1,2 met según ISO 7730).

**PHOTOVOICE**

- A. Envoltante**
  - A.1. Huecos
  - A.2. Parte opaca
- B. Sistema de climatización**
  - B.1. Tipo de sistema (general)
  - B.2. Transporte y distribución
  - B.3. Regulación y control
- C. Ergonomía/Espacios interiores**
  - C.1. Distribución de usuarios (trabajadores)
  - C.2. Mobiliario
  - C.3. Reutilización/replanteamiento de espacios
  - C.4. Ubicación de contenidos
- D. Ahorro y Eficiencia**
  - D.1. Mecanismos de aclimatación
  - D.2. Concienciación del usuario
- E. Actuaciones localizadas (reparaciones)**
  - E.1. Olores (baño)

Categorización de primer nivel, obtenida como resultado la reflexión de los usuarios sobre sus propias fotografías y testimonios, para detectar los problemas de edificio y su organización. Además de esta, existe otra categorización, denominada "de segundo nivel", un registro de 52 imágenes, y diversas fuentes de recogida de testimonios, individuales y grupales.

Tanto los resultados como el modo de representarlos difieren significativamente entre todos estos métodos. *A priori*, se podrían distinguir aquellos que los expresan como indicadores o parámetros numéricos, ya sea en valores absolutos o como

expresión proporcional de otro conocido o calculado. Entre ellos se encontrarían LIDER-CALENER, y la *huella de carbono*.

Por otra parte, se podría citar el caso del climograma, que siendo igualmente una expresión numérica de parámetros ambientales o climáticos, se expresa de una forma más gráfica o visual, superponiendo los datos climáticos para la localidad de Madrid, al diagrama de confort para determinada actividad metabólica, construido a su vez con valores determinados de magnitudes físicas ambientales, como temperatura y humedad. Esta expresión de resultados también se considera numérica, o cuantitativa, a pesar de mostrarse a través de un ábaco psicrométrico.

Por otra parte, el resultado de *LEED* para el estado actual de caso de estudio, se presenta en una tabla o *checklist*, donde cada actuación o estrategia tenida en cuenta para el caso de estudio es comprobada, y, haciendo uso de el documento Guía citado en el capítulo 4, se rellenan los campos con los créditos o puntos que cada una de estas actuaciones suman al total. Como resultado final, el valor de la suma de esos créditos serán los que determinen si se obtiene o no certificado *LEED*, y de qué tipo. Esto también se puede cuantificar, en una escala que determina el propio método, y por tanto también se considera un método cuantitativo.

Por último, se muestran los resultados obtenidos en el método *Photovoice*. Estos se expresan principalmente a través de la categorización de primer nivel, que integra a su vez las categorizaciones efectuadas por los tres subgrupos de participantes, donde previamente han compartido, reflexionado y debatido los problemas, carencias y asuntos que más les preocupaban o afectaban a su confort ambiental en el lugar de trabajo. Estas categorías expresan todas esas preocupaciones o cuestiones relacionadas con las carencias detectadas. No se dan números, sino palabras, en una categorización, por lo que el método es cualitativo.

## 9.2. Análisis comparativo de resultados obtenidos en cada método para el caso de estudio.

### 9.2.1. Tabla comparativa.

A continuación se presenta una tabla comparativa que engloba los datos analizados y las propuestas resultantes de las cinco herramientas metodológicas, para el caso de estudio. No es por tanto una tabla comparativa de los métodos, sino de los parámetros o ítems evaluados en cada uno de ellos para este caso de estudio en particular. Los criterios para elaborarla han sido:

- Los parámetros listados en la tabla son de dos tipos: 1) datos de partida; y 2) parámetros correspondientes a propuestas de mejora. Las propuestas de mejora están indicadas en el apartado correspondiente. Tanto los datos de partida como las propuestas de mejora, constituyen *unidades de información o ítems*. También existe información secundaria sobre los métodos, en la tabla, para su consideración.
- Dada la diversidad de unidades de información que cada método evalúa, y su forma de expresarlos o valorarlos, se ha determinado una organización o jerarquía de categorías que no obedece a ningún método en particular, sino a la clasificación sobre estas unidades de información, teniendo en cuenta la particularidad del caso de estudio.
- La categorización de los ítems o unidades de información se ha establecido

para una mejor comprensión de los temas tratados y parámetros evaluados. No se valora si unos son más importantes, relevantes o incidentes que otros en materia de sostenibilidad, o eficiencia energética, ni se cuantifican ponderaciones sobre el peso de cada área para la sostenibilidad, el medioambiente, el uso eficiente de los recursos y la energía, o el confort ambiental, por ejemplo, puesto que no hay criterio único respecto a cómo ponderarlos y no es el objetivo final de la comparación entre estos cinco métodos.

- La única ponderación que podría considerarse que se da es aquella en la que los métodos, y particularmente en el caso de *Photovoice*, los participantes, han priorizado por determinada razón más unas propuestas que otras, dada la naturaleza del caso de estudio y su adecuación a cada método. Por ello, algunos temas necesitan expresar aspectos diferentes en siete u ocho ítems distintos (como por ejemplo la climatización), y otros pueden englobar más de una propuesta proveniente de distintos métodos, pero de naturaleza similar. Esto lo determina la capacidad de síntesis que admiten las propuestas de cada método, y el valor que tanto el proceso *Photovoice* como los otros métodos le dan a cada una de tales propuestas. Si difieren mucho unas de otras para un mismo tema, deben constituir ítems diferentes.
- De general a particular, los campos de la tabla son:
  - Campos de estudio: información climática, información del edificio, actividad de la organización, confort de los usuarios, propuestas de mejora, participación activa de partes interesadas, y caracterización del método (o herramienta).
  - Áreas de estudio: clasificación dentro de los campos de estudio.
  - Categorías: se engloban dentro de las áreas de estudio.
  - Unidad de información o ítem: Estas son las unidades a evaluar para cada herramienta. Esta evaluación de los datos se expresa por puntos coloreados, según si son datos cuantitativos, cualitativos, o datos indirectamente tratados en el método.
- Los datos relacionados con las unidades de información o ítems serán valorados para cada método según la naturaleza de expresión del propio dato. Así, si el dato relativo al ítem evaluado es cuantitativo, se pondrá en rojo; si es cualitativo, en azul; y si es un dato opcional, incompleto o de evaluación indirecta en el propio método, se pondrá en amarillo. Por ejemplo, para la herramienta *huella de carbono*, la valoración de la iluminación artificial no es directa, sino que se tiene en cuenta porque interviene en el recuento final de consumos eléctricos, o dicho de otra manera, aunque no se evalúe directamente, su consumo, eficiencia, o estrategias de ahorro incidirán en el resultado para la *huella de carbono*. Por esta razón el dato figura en color amarillo.
- Para cada ámbito de estudio, y para categoría, se tendrá en cuenta que el total de ítems evaluado en la tabla, para el conjunto de los cinco métodos, constituye el 100%, por lo que se puede obtener la proporción de parámetros reflejados en cada herramienta, por categoría, área y campo analizado, y así comparar para el caso concreto de estudio.

A continuación, en la tabla 9.2, a y b, se presentan los ítems evaluados por método.

	Unidades de información o ítems	LIDER- CALENER	Huella de Carbono	LEED Existing BO&M	Estrategias Bioclimáticas	Photo- voice
<b>INFORMACIÓN CLIMÁTICA</b>						
	Datos climáticos : Tº, HR, Radiaciones solares, vientos...	●			●	●
<b>INFORMACIÓN DEL EDIFICIO</b>						
<b>EMPLAZAMIENTO: ENTORNO, PARCELA</b>						
N. UR	Datos geográficos (longitud, latitud, altitud)	●	●	●	●	●
	Información urbanística (densidad, etc.)	●		●	●	
NIVEL PARCELA	Vegetación de la parcela	●		●	●	●
	Elementos de sombra vegetados o no	●		●	●	●
	Limitación de césped al 25% de la parcela			●		
	Contaminación lumínica			●		
	Recogida de aguas pluviales			●		
	Consumo de agua exterior (riego...)			●		
	Acceso al edificio (transporte público, privado, etc).		●	●		
<b>DATOS DEL EDIFICIO</b>						
GEO MET.	Orientación	●			●	●
	Superficie de edificio (construida, útil, acondicionada, etc)	●	●	●	●	
	Geometría (volumen, factor de forma)	●			●	●
ENVOLV ENTE	Cerramientos opacos: masas térmicas, aislamiento, inercia	●			●	●
	Huecos y cerramientos transparentes	●		●	●	●
	Control de apertura-cierre de huecos	●				●
	Sombreamiento local (huecos)	●			●	●
INSTA LAC.	Instalaciones de acondicionamiento: HVAC.	●	●	●	●	●
	Iluminación artificial	●	●	●		●
	Producción de ACS	●	●	●	●	
C AI.	Luz natural en espacios interiores	●		●		●
	Vistas de calidad			●		●
PAT. ENV.	Huecos (infiltraciones, permeabilidad,...)	●			●	●
	Parte opaca (grietas, infiltraciones,...)	●			●	●
	Parte opaca (eliminación de humedades)					●
OTR OS	Protección patrimonial del edificio, aspectos relacionados	●				●
	Antigüedad del edificio	●				●
<b>ACTIVIDAD DE LA ORGANIZACIÓN (IETcc)</b>						
CONSUMOS Y COMPRAS	Combustible consumido por edificio (HVAC, cocina, actividad)	●	●	●		
	Combustible consumido por maquinaria		●	●		
	Combustible consumido por vehículos		●			
	Consumo de electricidad	●	●	●		●
	Consumo de agua del edificio (interior, Torre Refrigeración)			●		●
	Consumibles (derivados de la actividad – oficina/laborat.)			●		
GESTIÓN LIMPIEZA	Equipos y material inventariable			●		●
	Gestión integral de plagas			●		
	Programa de Gestión de Calidad del Aire Interior (C.A.I.)			●		
	Evaluación efectiva de la limpieza: material, equipos,...			●		●
OTR OS	Dispositivos que evitan entrada de suciedad			●		
	Fuga/sustitución refrigerante –gas fluorado- (equipos HVAC).		●	●		
IN T.	Gestión de residuos			●		
	Mobiliario			●		●
US .	Ubicación de contenidos (preservación)					●
	Número de ocupantes	●	●	●		●
ADAPTA CIÓN	Actividad usuario (horario uso-ocupación)	●		●		●
	<b>CONFORT DE USUARIOS</b>					
DIAGNOSIS (DIS)CONFORT	Consulta a los usuarios sobre bienestar (cuestionario, encuesta, puntuación, etc.)			●		●
	Detección de incomodidades térmicas (ISO 7730) y otros orígenes de <i>discomfort</i>					●
	Consecuencias físicas sobre el usuario por <i>discomfort</i> : salud, riesgo físico, malestar					●
	Consecuencias psicológicas y en el comportamiento del usuario: rendimiento, distracciones, etc.					●
ADAPTA CIÓN	Mecanismos de aclimatación pasivos: abrir ventanas	●				●
	Mecanismos de aclimatación pasivos: adaptar ropa					●
	Mecanismos de aclimatación activos: calefactores eléctricos + sistema centralizado encendido		●			●

● DATO CUANTITATIVO; ● DATO CUALITATIVO; ● DATO EVALUABLE DE FORMA INDIRECTA, OPCIONAL, O INCOMPLETA EN EL MÉTODO.

Tabla 9.2.a. Tabla comparativa de ítems y tipo de datos ofrecidos por método comparado, en el caso de estudio. Estado actual o datos de partida

LA PARTICIPACIÓN DEL USUARIO EN LA GESTIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS:  
 APLICACIÓN DEL MÉTODO PHOTOVOICE EN ESPACIOS DE TRABAJO.

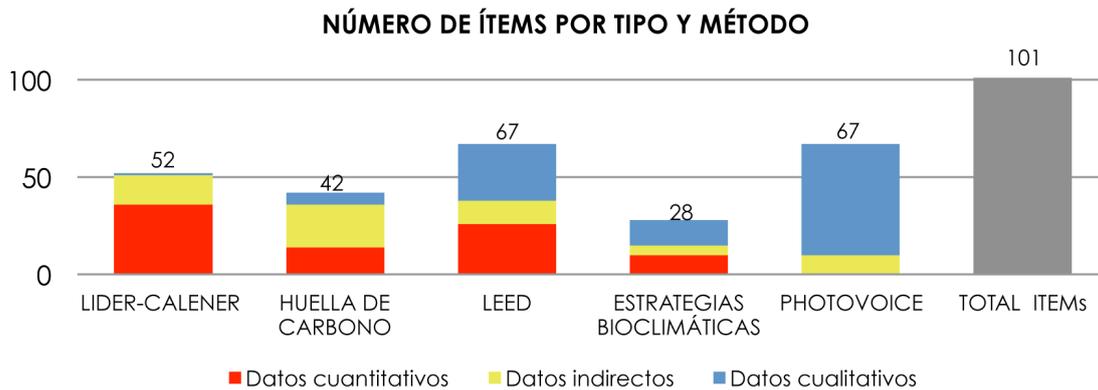
	Unidades de información o ítems	LIDER-CALENER	Huella de Carbono	LEED Existing BO&M	Estrategias Bioclimáticas	Photo-voice
<b>PROPUESTAS DE MEJORA</b>						
P A.	Plan mejora de parcela: (hidrología, vegetación, suelos).			●		
	Fomento vehículo compartido, público, bici		●	●		
DEMAN DA	Mejora de la envolvente	●	●		●	●
	Reducción <i>isla de calor</i> : Tejados vegetados, con alta IRS.			●	●	
	Mejora de sistemas de sombreadamiento	●			●	●
CONSUMO ELÉCTRICO	Reducir cargas (iluminación, equipos más eficientes,...)	●	●	●	●	●
	Instalación de contadores disgregados (todos suministros)		●	●		●
	Cambio comercializadora eléctrica (mejor mix eléctrico)		●			
	Mejoras por cambio a comercializadoras eléctricas GdO		●	●		
	Respuesta a demanda (contratación específica)			●		
CONSUMO: EFICIENCIA Y CALIDAD DE INSTALACIONES	Reducción consumo de agua (interior, Torre Refrigeración)			●		●
	Iluminación artificial (zonificación, regulación, control, etc.)	●	●	●		●
	Climatización HVAC (programación horario uso)	●	●	●	●	●
	Climatización HVAC (regulación y control por zonas)	●	●	●	●	●
	Climatización HVAC (sustitución de sistema de conductos por unidades terminales tipo <i>fancoils</i> )	●	●	●		●
	Climatización HVAC (control de caudales en zonas)	●	●	●		●
	Climatización HVAC (incluir tratamiento de humedad)	●				●
	Climatización HVAC (incluir cajas de mezclas nuevas)	●		●		●
	Climatización HVAC (sustitución de refrigerantes por otros de menor potencial de calentamiento global -PCG-)		●	●		
	Enfriamiento gratuito ( <i>freecooling</i> ) o ventilación nocturna	●	●	●	●	●
	Mejora de equipos más eficientes, etiqueta específica	●	●	●		
	RENOVABLES Y BIOCLIMÁTICAS	Iluminación natural	●	●	●	●
Enfriamiento evaporativo (natural o medios mecánicos)		●		●	●	
ACS solar (sustitución de generación de ACS efecto <i>Joule</i> )		●	●	●		●
Introducción de biomasa (sustitución gasoil calefacción)		●	●	●		●
Sistemas solares pasivos (muro trombe, chimenea solar...)		●			●	
Calefacción solar pasiva (radiación y propagación calor)		●			●	●
Resto de sistemas solares activos –mecánicos- (Calefacción, almacenamiento de calor, etc.)		●	●	●	●	
INT	Distribución adecuada de trabajadores en espacios	●	●			●
	Reutilización/replanteamiento de espacios	●	●			●
M A.	Actuaciones localizadas (reparaciones)			●		●
	Limpieza (espacios, equipos, instalaciones...)		●			●
CAI	Implementación de estándares de confort	●		●	●	●
	Prevención de contaminación del aire por materiales y actividades de construcción.			●		
OTRAS MEDIDAS	Implementación de medidas no convencionales para fomento de sostenibilidad			●		●
	Implantación de medidas regionales para sostenibilidad	●		●		
	Eficiencia ejemplar (valora mejoras muy sustanciales)	●	●	●		●
<b>PARTICIPACIÓN ACTIVA DE PARTES INTERESADAS</b>						
CONCIENCIAC.	Campañas de sensibilización: uso eficiente de la energía		●			●
	Fomento de transporte respetuoso con el medio ambiente, conducción eficiente, etc.		●	●		
	Otras buenas prácticas (reducción consumo y emisiones)		●	●		●
EMPODERA	Reflexiones y acciones a nivel personal					●
	Puesta en valor del usuario: investiga, actúa, participa: IAP					●
	Debates, decisiones grupales.					●
	Plan de Acción y comunicación, iniciativa de los usuarios					●
	Integración de decisores en la propia metodología		●	●		●
<b>CARACTERIZACIÓN DEL MÉTODO</b>						
CÁLCULOS	Cálculo de demanda energética del edificio	●		●		
	Cálculo de consumos (energía primaria, energía final)	●	●	●		
	Cálculo de emisiones CO <sub>2</sub>	●	●			
M O	Monitorización de CO <sub>2</sub> en espacios muy ocupados			●		●
	Monitorización: parámetros de confort térmico (T, HR,...)			●		●

● DATO CUANTITATIVO; ● DATO CUALITATIVO; ● DATO EVALUABLE DE FORMA INDIRECTA, OPCIONAL, O INCOMPLETA EN EL MÉTODO.

Tabla 9.2.b. Tabla comparativa de ítems y tipo de datos por método comparado, para el caso de estudio. Propuestas de mejora y otros datos.

### 9.2.2. Análisis de la tabla comparativa. Valoración general.

El análisis de la tabla 9.2 (subdividida en subtablas a y b) se realiza desde dos perspectivas bien diferenciadas. Esto es, por un lado, teniendo en cuenta los ítems evaluados por cada método; y, por otro lado, diferenciando los tipos de dato para cada campo de estudio, área, categoría o ítem, según el método.



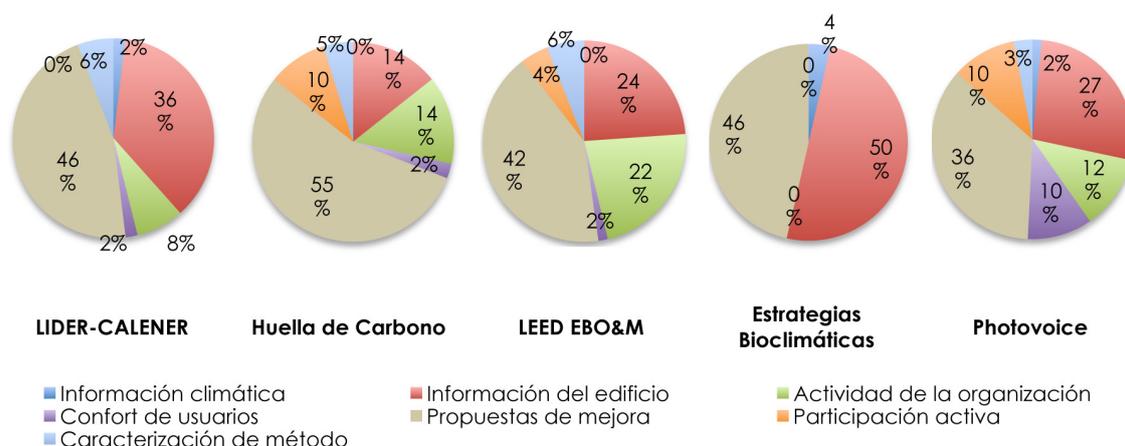
**Gráfica 9.1.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método.

En la gráfica 9.1. se presenta en primer lugar el número de ítems presentes en cada método, de todos los enumerados. Con respecto al total de ítems representado en color gris (101 ítems), hay dos métodos que igualan en número, estos son *LEED* y *Photovoice*, con 67 ítems cada uno. Le sigue con aproximadamente la mitad de ítems el método *LIDER-CALENER*, mientras que *huella de carbono* presenta 42 ítems, y finalmente el método de *estrategias bioclimáticas*, que es algo menos de la tercera parte.

Sobre la naturaleza de los datos (rojo: dato cuantitativo; azul: dato cualitativo; amarillo: dato indirecto, incompleto u opcional en el método), se observa la diferencia entre dos métodos bien diferenciados, *LIDER-CALENER* con la mayoría de datos cuantitativos, y *Photovoice*, en el otro extremo, con la mayoría de datos cualitativos. *LEED* y las *estrategias bioclimáticas* ofrecen de forma aproximada la misma proporción de datos cuantitativos y cualitativos. Esto sugiere que son métodos equilibrados, donde se cuantifican determinados parámetros, mientras que otros están presentes en la metodología, aunque no se ofrece forma de cuantificarlos. En *LEED* especialmente, se ofrecen múltiples ítems, (tantos como en *Photovoice*), tanto en datos de partida como en propuestas de mejora

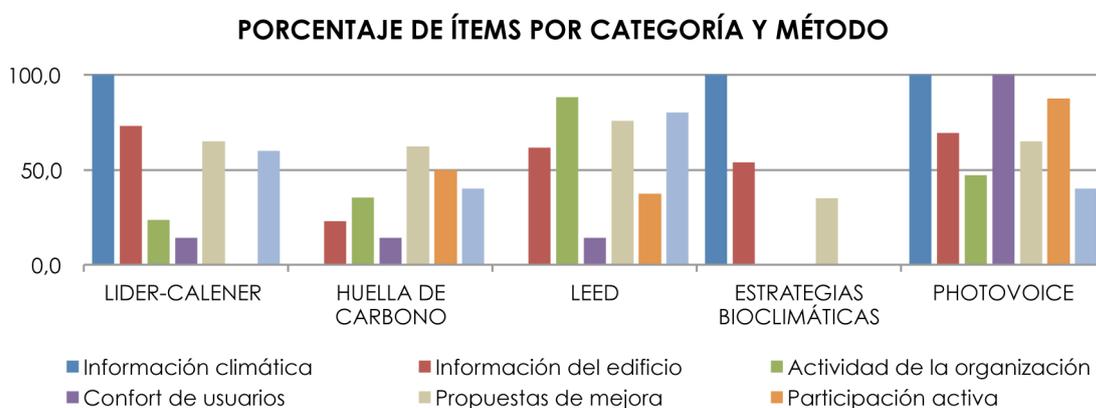
La *huella de carbono* tiene mayor presencia de datos opcionales o indirectos, tanto con respecto al total de datos que ofrece, como en comparación con el resto de métodos. Esto se debe a que las propuestas de mejora del método *huella de carbono*, como ya se advirtió en el capítulo 7, no vienen directamente sugeridas por el propio método, ni tampoco pueden ser valoradas o cuantificadas, mientras que en el Informe del IETcc, se dan múltiples propuestas. Estas, provenientes de otros métodos, se han clasificado como propuestas de

color amarillo, por esa misma razón.



**Gráfica 9.2.** Porcentaje de ítems por campo de estudio, para cada método.

En la gráfica 9.2, se muestra la proporción de ítems existentes para cada campo de estudio, tomando como total el número de ítems presentes en cada método. Así, destaca a primera vista la presencia generalizada en todos los métodos de ítems correspondientes a información del edificio (color rojo), y aún más si cabe, propuestas de mejora (color caqui). Tras estos datos, se encuentra la presencia de actividad de la organización (verde), en cuatro de los cinco métodos, y en menor medida la participación activa (naranja). Ya en mucha menor proporción, se encuentran la información climática (azul) y la caracterización del método (azul claro).



**Gráfica 9.3.** Porcentaje de ítems sobre el total para cada campo de estudio, por método.

En esta gráfica se representan, sobre el total de ítems potenciales para cada campo de estudio, qué porcentaje se halla en cada método.

En este gráfico se puede ver la presencia de ítems por campo de estudio, así como los métodos que tienen una presencia más o menos equilibrada en todos los campos de estudio (*Photovoice*, por ejemplo), u otros que por el contrario destacan en determinados campos, como las estrategias bioclimáticas.

Por campos de estudio, destacan:

*Información climática:* Lider-Calener, Estrategias bioclimáticas, y *Photovoice*.

*Información del edificio:* Destacan claramente Lider-Calener y *Photovoice*,

seguidos por LEED, Estrategias bioclimáticas, y por último, la huella de carbono.

*Actividad de la organización:* en este campo destaca ampliamente el método LEED, con una presencia de casi el 90% de las propuestas totales del campo. No en vano, la mayoría de estas propuestas provienen de este método. Le sigue Photovoice, con algo menos de la mitad de los ítems propuestos. Tras él, se presenta la huella de carbono, con aproximadamente la tercera parte de los ítems totales, y finalmente, LIDER-CALENER, con aproximadamente la cuarta parte de los ítems.

*Confort de usuarios:* En este campo destaca Photovoice con el 100% de los ítems propuestos por los métodos. Si bien la mayoría de ítems que se proponen surgen de este método, existen 3 métodos más que presentan un 14,3% de ítems en este campo, como son: LIDER-CALENER, huella de carbono, y LEED.

*Propuestas de mejora:* en este campo destaca LEED, con más del 75% del total de ítems propuestos. Le siguen a continuación, igualados en porcentaje, Photovoice y LIDER-CALENER, con un 65% de ítems sobre el total. Con un 62% le sigue muy de cerca el método huella de carbono, y con un 35%, algo más de la tercera parte, se muestran las Estrategias Bioclimáticas.

*Participación activa:* en este campo destaca también Photovoice, con casi un 90% del total de ítems. Le sigue el 50% de los ítems el método de huella de carbono, mientras que LEED presenta el 37,5% de los ítems totales. LIDER-CALENER y las estrategias bioclimáticas no presentan ítems en este campo.

*Caracterización del método:* en este último campo, que presenta ítems sobre aspectos de procedimiento específicos de los métodos, se encuentran: LEED, con un 80% de los ítems totales. Le sigue LIDER-CALENER con un 60%, y a continuación coinciden tanto la huella de carbono como Photovoice, con una presencia del 40% sobre el total de ítems. Estrategias bioclimáticas no presentan ítems en esta categoría.

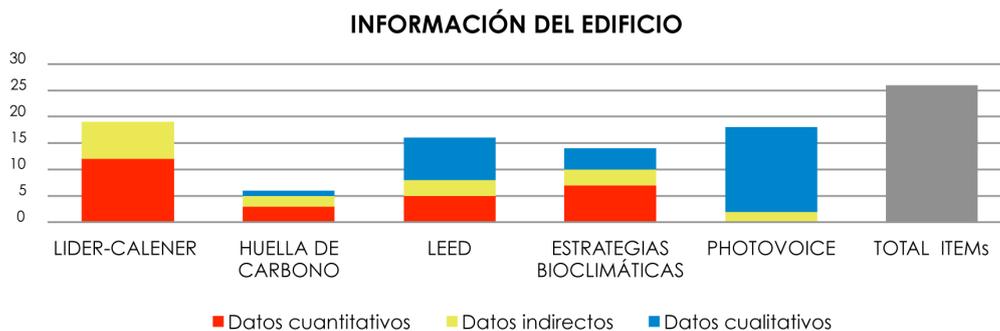
### 9.2.3. Análisis de la tabla comparativa. Información climática.

En este campo sólo se presenta un ítem, sobre datos climáticos, por lo que no es necesario confeccionar una gráfica. Los métodos que muestran este ítem son LIDER-CALENER y Estrategias bioclimáticas, de forma cuantitativa (color rojo en la tabla), y Photovoice, de forma cualitativa (color azul).

### 9.2.4. Análisis de la tabla comparativa. Información del edificio.

Este campo de estudio es bastante amplio, siendo el único que incluye áreas de estudio, agrupando las categorías de ítems.

En primer lugar se presentan los datos referentes a la proporción de ítems por método para todo el campo de estudio.



**Gráfica 9.4.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para el campo "Información del edificio".

La información del edificio es un campo de estudio que resulta importante, ya que es el que contiene más referencias acerca de cómo se configura geométrica, constructiva, y operacionalmente el edificio. Si además el tema a tratar es sobre gestión energética y el confort ambiental, determinados datos sobre el edificio resultan relevantes para poder analizar y tomar decisiones al respecto.

Con respecto a los datos facilitados para los ítems relativos a la "información del edificio", y viendo la gráfica anterior, se distinguen bien dos métodos, *Photovoice*, con la mayoría de la aportación mediante datos cualitativos, mientras que LIDER-CALENER presenta la mayoría de datos cuantitativos, aunque no en tan clara proporción. Los métodos restantes presentan proporciones más igualadas de datos cuantitativos, cualitativos, y datos indirectos u opcionales.

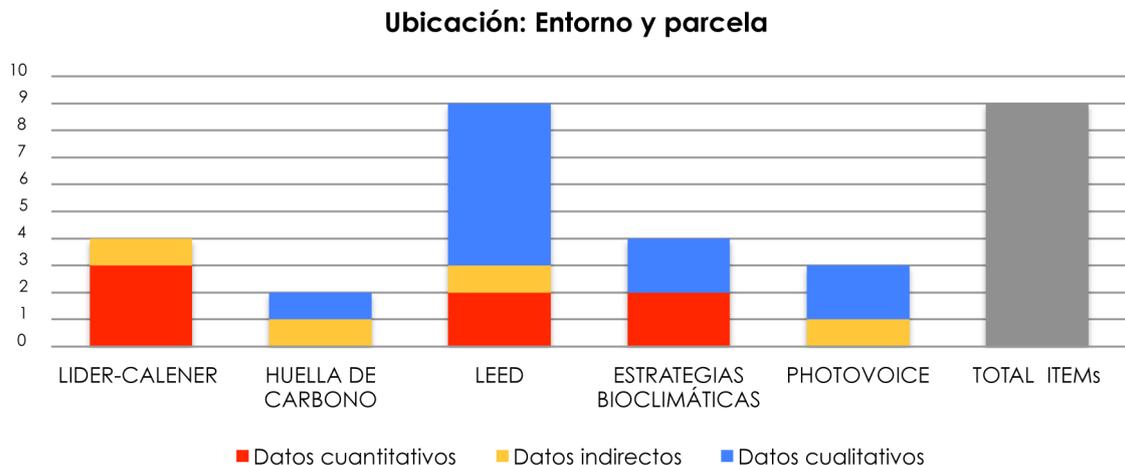
En cuanto a cantidad de ítems en el campo de estudio, destacan por orden decreciente LIDER-CALENER, *Photovoice*, LEED, y las estrategias bioclimáticas. En último lugar se encuentra la huella de carbono.

Otro dato a destacar es la mayor presencia de datos indirectos, opcionales o incompletos que presenta LIDER-CALENER con respecto a los demás métodos. Es destacable por ser un método inicialmente cuantitativo por definición, aunque es cierto que es el método que más ítems ofrece para este campo.

A continuación se distinguen dos áreas de estudio: la ubicación (entorno y parcela), y los datos del edificio.

Ubicación: Entorno y parcela

Este área de estudio no suele presentarse en muchos de los métodos de evaluación del uso eficiente de la energía, por lo que podría deducirse que no es decisivo o relevante en ese sentido. Sin embargo, existen dentro de esta área determinados datos que suelen solicitarse en todos los métodos, como son los datos geográficos, la información urbanística y aquellos relacionados con la vegetación y elementos de sombra no vinculados a los huecos de la envolvente (por ejemplo árboles, pérgolas, voladizos en espacios de tránsito, etc.). Otros datos, relacionados con ítems de la parcela (agua, accesos, iluminación artificial perimetral, entre otros) sólo se presentan en LEED.



**Gráfica 9.5.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para el campo 330

“Información del edificio”.

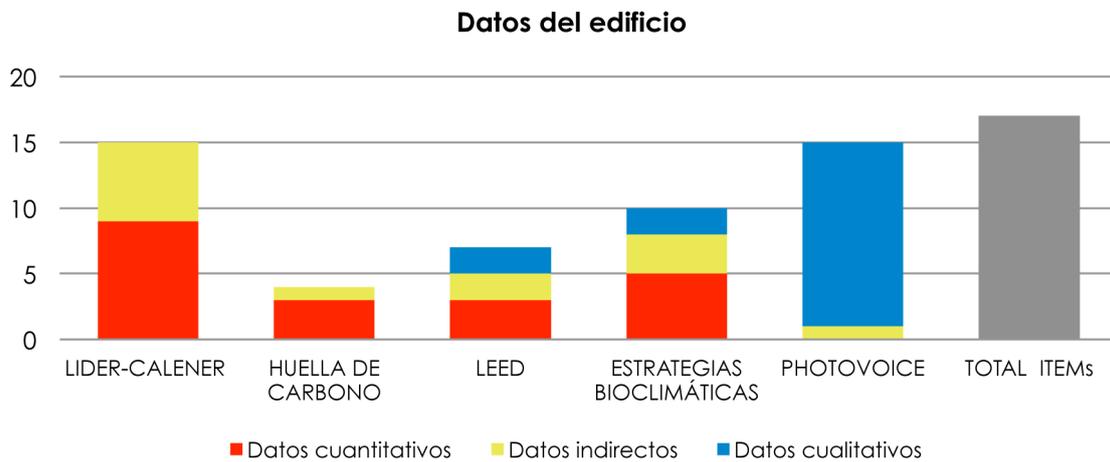
En cuanto a la naturaleza de los datos, en este área de estudio se presentan proporcionalmente más datos cualitativos que en otras áreas o campos de estudio, para todos los métodos excepto para LIDER- CALENER, si bien esta área tiene 9 ítems, y por tanto puede no ser relevante este dato frente a la cantidad total en comparación con estos otros campos. Los datos amarillos, es decir, indirectos u opcionales, se presentan en todos los métodos excepto en las estrategias bioclimáticas en la misma proporción, unitaria.

### Datos del edificio

Esta área de estudio completa, junto a la de “Ubicación: entorno y parcela”, el total de ítems de la “información del edificio”.

Sin embargo, el área de datos del edificio tiene más ítems, puesto que es más relevante para los métodos en general.

A continuación se presenta la gráfica relativa a la cantidad de ítems tratados en cada método para esta área de estudio, y la proporción por tipo de datos por ítem.



**Gráfica 9.6.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para el área “Datos del edificio”.

En cuanto al número de ítems presentes en cada método, se muestra que *LIDER-CALENER* y *Photovoice* proporcionan la misma cantidad, seguidos de las estrategias bioclimáticas, y en menor proporción *LEED* y por último, la huella de carbono.

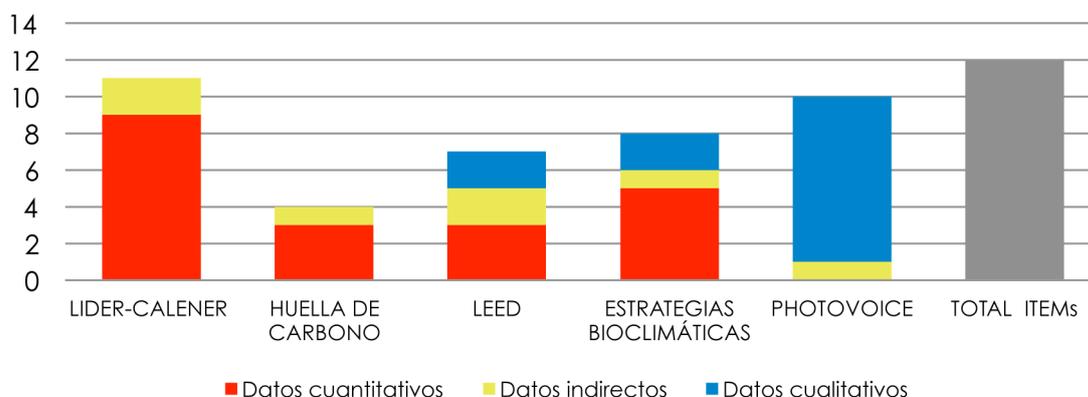
Con respecto al tipo de datos que satisface cada método, destacan *Photovoice*, con una amplia proporción de datos cualitativos, y mínima presencia de datos opcionales, frente a *LIDER-CALENER*, que con los mismos ítems, tiene una presencia mayor de datos cuantitativos, y también bastantes ítems opcionales. En el resto de métodos hay mayor presencia de datos cuantitativos, aunque también existen datos opcionales, y, en menor medida, datos cualitativos (en huella de carbono no se presenta ninguno de los últimos).

En las siguientes gráficas se va a desglosar el área de estudio “Datos del edificio” en dos grupos de categorías: aquellas vinculadas al edificio más generales (geometría, construcción, sistemas y Calidad de Aire Interior, -C.A.I.-), y aquellas

que tratan cuestiones singulares del edificio de estudio, que para este caso son patologías y cuestiones patrimoniales.

Se analizan seguidamente ambas gráficas, los ítems y datos reflejados en ellas.

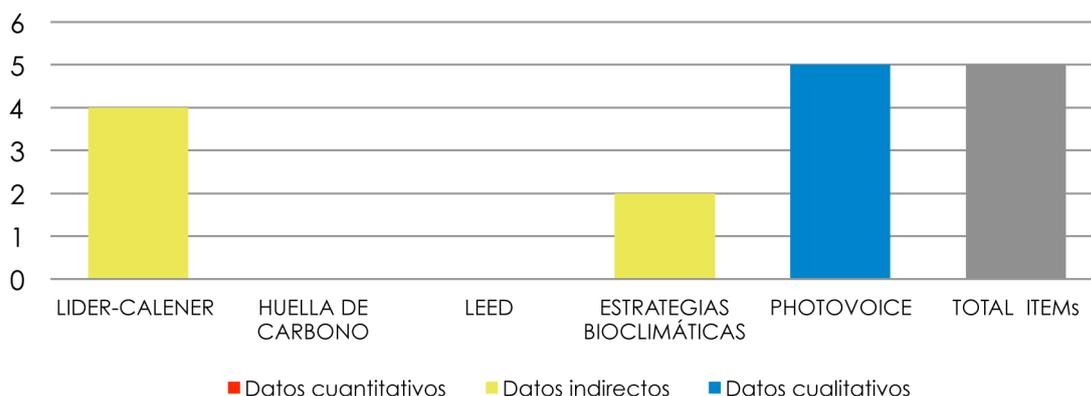
**Datos del edificio: geometría, construcción, sistemas y C.A.I.**



**Gráfica 9.7.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para las categorías de “Datos del edificio” generales (geometría, construcción, sistemas, CAI).

Las categorías generales del edificio se presentan, en mayor o menor medida en todos los métodos evaluados. Destacan nuevamente la presencia de ítems en *LIDER-CALENER*, de forma mayoritariamente cuantitativa, mientras que en *Photovoice* se presenta de modo cualitativo. Los métodos intermedios, con menor número de ítems evaluados sobre el total, presentan mayoritariamente datos cuantitativos, aunque en proporción más cercana a los datos opcionales, y cualitativos.

**Datos del edificio: patologías y patrimonio.**



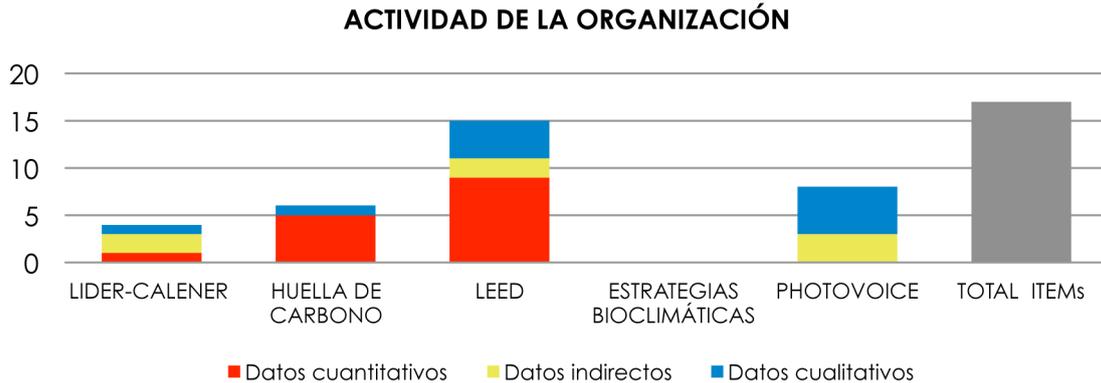
**Gráfica 9.8.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para las categorías de “Datos del edificio” singulares (patologías y cuestiones patrimoniales).

En esta gráfica de categorías singulares sobre el edificio, se evalúan ítems relacionados con patologías detectadas y cuestiones relacionadas con lo patrimonial (antigüedad del edificio y grado de protección, principalmente). En este sentido sólo existe un método en el que se valoren estos ítems de forma explícita, y es en *Photovoice*, mediante datos cualitativos. En *LIDER-CALENER*

y en las estrategias bioclimáticas, la valoración de estos datos se hace de forma opcional (o incompleta, o indirecta), mientras que en LEED y la huella de carbono, estos ítems no son valorados.

#### 9.2.5. Análisis de la tabla comparativa. Actividad de la organización.

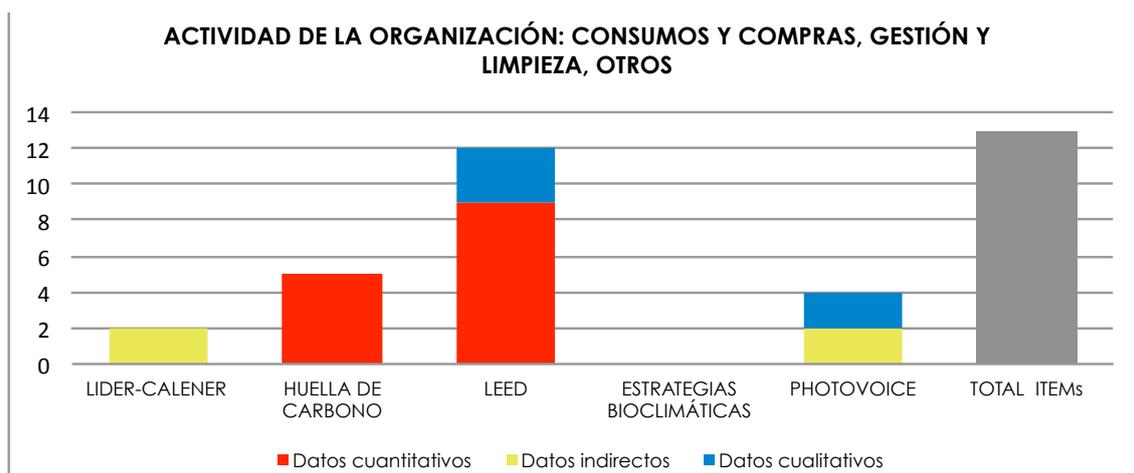
El campo de estudio que se presenta a continuación se refiere a todas aquellas tareas que dependen del tipo y volumen de actividad generadas en la organización o empresa, en este caso en el IETcc. Así pues, incluyen: consumos y compras, gestión de limpieza, de residuos, de espacios interiores (usuarios y bienes), y otros.



**Gráfica 9.9.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para el campo de estudio “Actividad de la organización”.

En la gráfica 9.9 se muestran las proporciones de ítems y el número total que ofrece cada método, para el campo “actividad de la organización”. En él destaca el método LEED, con casi la totalidad de ítems propuestos, siendo la mayoría de naturaleza cuantitativa. Le sigue *Photovoice*, con una proporción más equilibrada entre datos cualitativos e indirectos. A continuación se sitúa la huella de carbono, con la mayoría de datos cuantitativos, y alguno cualitativo, y finalmente LIDER-CALENER, que para este campo de estudio presenta la mayor parte de datos indirectos, con poca presencia de datos tanto cuantitativos como cualitativos. Por último, las estrategias bioclimáticas no tienen presencia de ítems en este campo de estudio.

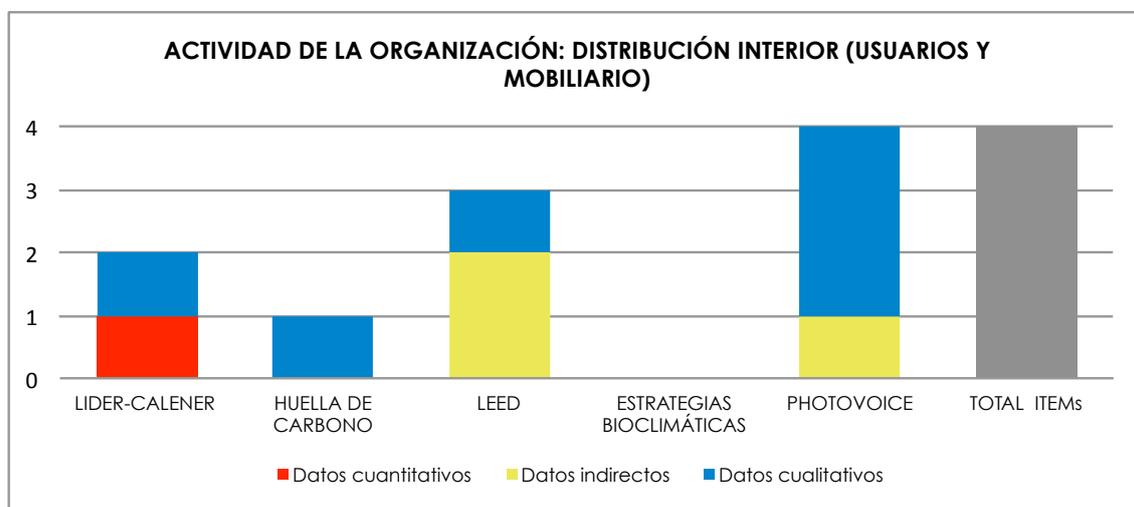
El campo de estudio “Actividad de la organización” se ha dividido a su vez según las categorías de los ítems, distinguiendo aquellos relacionados con la gestión de la actividad, consumos, limpieza y otros relacionados; y aquellos más relacionados con la gestión de espacios, incluyendo usuarios y bienes, como mobiliario. Estos ítems se representan en sendas gráficas, adjuntas a continuación.



**Gráfica 9.10.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para las categorías de “Actividad de la organización” sobre gestión de la actividad.

En la gráfica 9.10 se han representado todas aquellas categorías del campo “actividad de la organización” relacionadas con la gestión de la actividad, como son compras, consumos, gestión y limpieza, y otros. Estos representan la parte mayoritaria de los ítems del campo de estudio.

En este caso el método que ofrece más ítems es LEED, donde más de la mitad de los datos se presentan de forma cuantitativa, algunos más son cualitativos, y alguno puntual, es opcional. El siguiente método es la huella de carbono, con con más de la mitad de ítems propuestos, todos cuantitativos, seguido de *Photovoice*, cuyos ítems se ofrecen mitad cualitativos y mitad opcionales, y finalmente LIDER-CALENER, que presenta la cuarta parte de los ítems, opcionales.

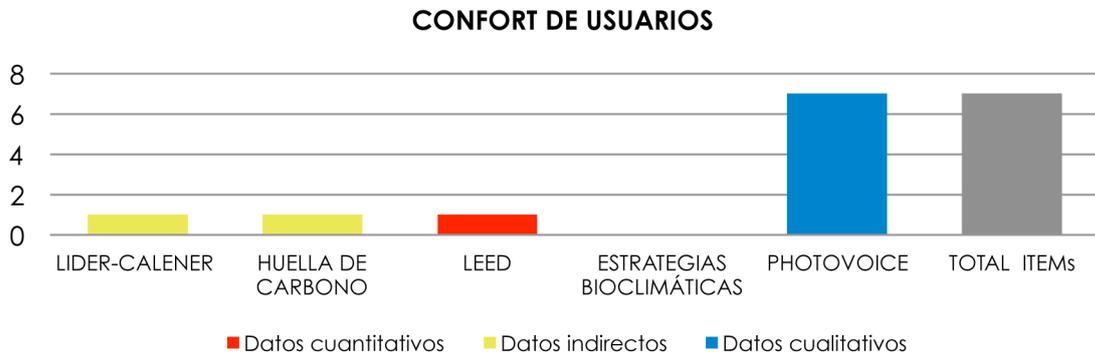


**Gráfica 9.11.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para las categorías de “Actividad de la organización” sobre gestión de los espacios interiores.

Para la gráfica 9.11 de categorías de distribución de espacios interiores, con menos ítems totales que la anterior sobre gestión de la actividad. Se presentan ciertas diferencias, ya que es *Photovoice* el método que más presencia tiene de ítems, la mayoría del tipo cualitativo, y un dato opcional. Le sigue LEED, el cual tiene más proporción de datos opcionales que cualitativos. A continuación LIDER-CALENER presenta la mitad de datos cuantitativos, y la mitad cualitativos, y por último la huella de carbono, que sólo presenta un dato, y es cualitativo.

9.2.6. Análisis de la tabla comparativa. Confort de los usuarios.

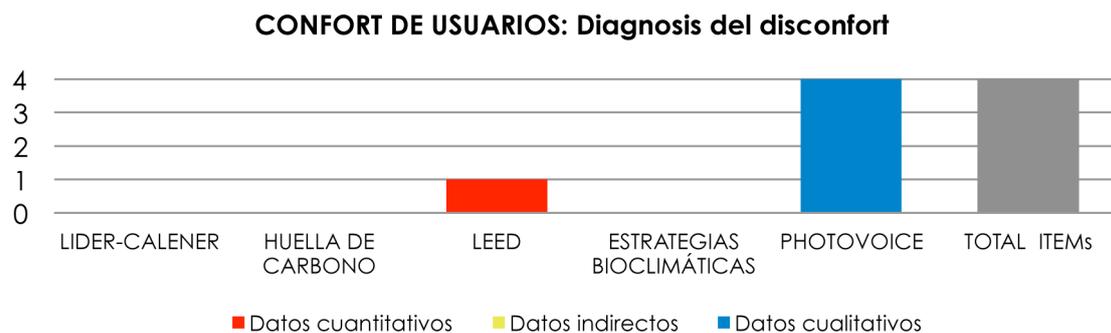
La siguiente gráfica se corresponde con aquellos ítems sobre el confort de usuarios, y su presencia en cada método aplicado al caso de estudio.



**Gráfica 9.12.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para el campo de estudio "Confort de usuarios".

A juzgar por la gráfica 9.12, de entrada el campo de estudio no tiene presencia significativa en los métodos cuantitativos elegidos, ya que de los 7 ítems propuestos entre todos los métodos, sólo tres de los cuatro métodos cuantitativos presentan tan sólo un ítem, que además en dos de los tres se presenta de forma opcional, indirecta o incompleta. En LEED este ítem presente es cuantitativo. *Photovoice* presenta el total de ítems en este campo de estudio, y todos son de naturaleza cualitativa.

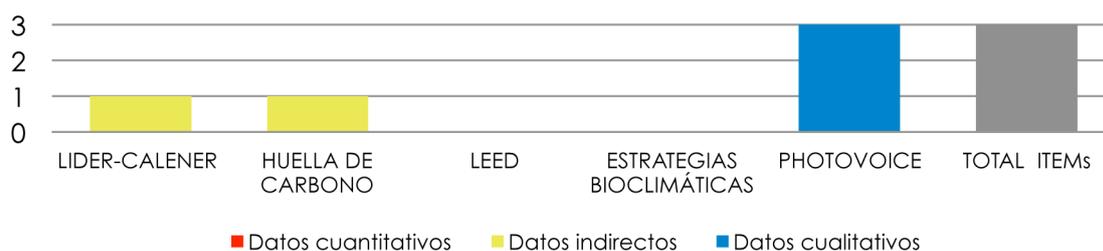
A pesar de ser pocos los ítems presentados en este campo de estudio, se diferencian dos áreas de estudio: diagnóstico del disconfort, y mecanismos de adaptación, ambas áreas representadas gráficamente en las correspondientes gráficas.



**Gráfica 9.13.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para el área de estudio "diagnósis del disconfort", dentro del campo "confort de usuarios".

En esta gráfica se presenta la proporción de ítems sobre la diagnóstico del disconfort, presente de forma total en *Photovoice*, en datos cualitativos, mientras que en el resto de métodos sólo figura, con un ítem, en el método LEED, de tipo cuantitativo.

### CONFORT DE USUARIOS: Mecanismos de adaptación



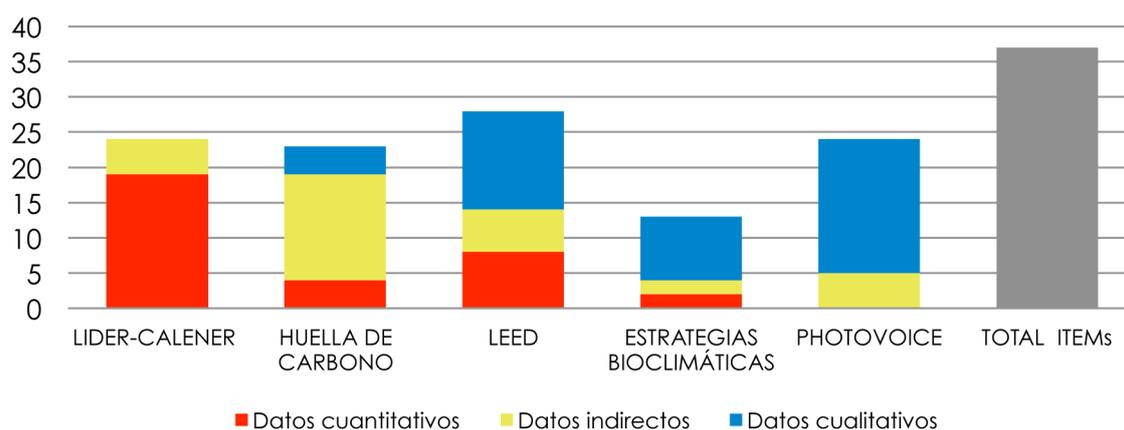
**Gráfica 9.14.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para el área de estudio "mecanismos de adaptación", dentro del campo "confort de usuarios".

Esta gráfica sobre mecanismos de adaptación presenta los ítems complementarios sobre confort de usuarios recopilados en el total de los métodos. Si bien sólo son tres ítems, estos se presentan nuevamente en su totalidad en el método *Photovoice*, de forma cualitativa, mientras que en los restantes métodos, cuantitativos, sólo se ofrecen para *LIDER-CALENER* y huella de carbono, en el que sólo se encuentra un ítem, y en ambos casos de tipo opcional, indirecto o incompleto.

#### 9.2.7. Análisis de la tabla comparativa. Propuestas de mejora.

En este epígrafe se presenta otro de los campos de estudio más importantes en el análisis de ítems de los métodos cuantitativos, y *Photovoice*. Dado que se está evaluando la gestión energética del edificio, y el confort del usuario en su interior, y puesto que el interés no sólo se marca en la diagnosis, sino en las mejoras propuestas desde los distintos métodos, este campo es muy relevante.

### PROPUESTAS DE MEJORA



**Gráfica 9.15.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para el campo de estudio "Propuestas de mejora".

Como primera aproximación, destaca el número total de ítems, 37, para este campo. En este caso destaca LEED, con 28 ítems de los 37 propuestos en total, seguido por LIDER-CALENER y *Photovoice*, con la misma cantidad de ítems, 24, y muy cerca la huella de carbono, con 23. Por último, las estrategias bioclimáticas

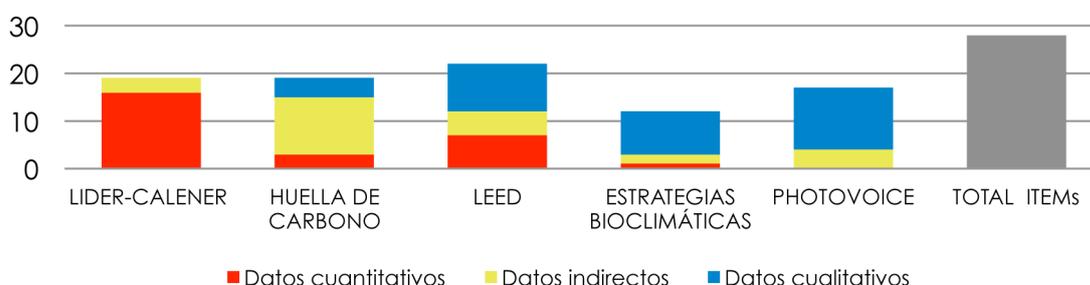
presentan 13 ítems, algo menos de la mitad del total.

La naturaleza de estos datos difiere significativamente entre los métodos. Si bien en todos ellos se dan datos opcionales, indirectos o incompletos (amarillo), donde más proporción se observa de este tipo de datos es en la huella de carbono, y en menor proporción en *Photovoice*, LIDER-CALENER, y LEED.

Por otra parte, el método que más presencia de datos cuantitativos presenta es LIDER-CALENER, seguido de LEED, y en menor medida en huella de carbono y estrategias bioclimáticas. Por último, los datos cualitativos están más presentes en *Photovoice*, y LEED, seguidos de las estrategias bioclimáticas y alguno en la huella de carbono.

A continuación se disgregan los ítems relativos a la eficiencia energética (demandas, consumos y empleo de energías renovables), y aquellos relacionados con la gestión de la actividad, la operación y los espacios.

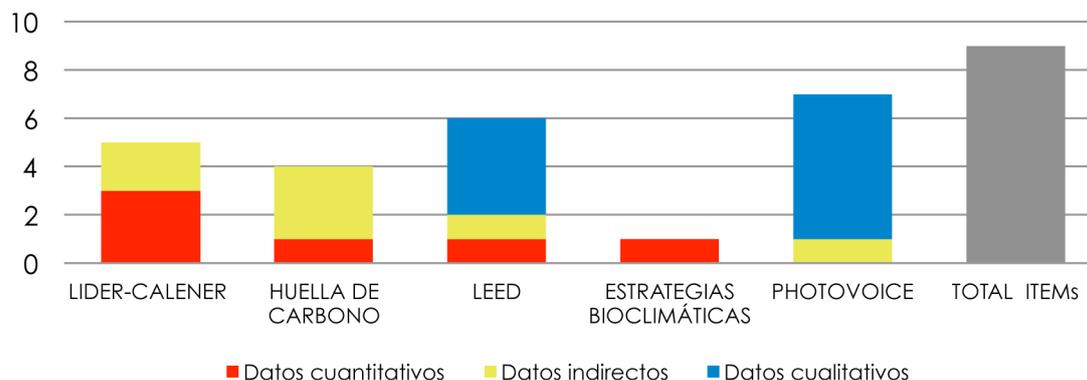
**PROPUESTAS DE MEJORA: Demandas, Consumos, y energías renovables**



**Gráfica 9.16.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para el área de estudio “demandas, consumos y energías renovables”, dentro del campo “propuestas de mejora”.

En la gráfica 9.16, de ítems relacionados con la eficiencia energética en las propuestas de mejora, se mantiene una proporción similar a la existente en los tipos de datos del campo de estudio “propuestas de mejora”, ya que los métodos que destacan siguen siendo los mismos, y mantienen prácticamente igual la relación entre datos cuantitativos, cualitativos y opcionales, indirectos o incompletos, por lo que queda poco más que añadir al respecto.

**PROPUESTAS DE MEJORA: gestión (eficiencia en operación y espacios)**



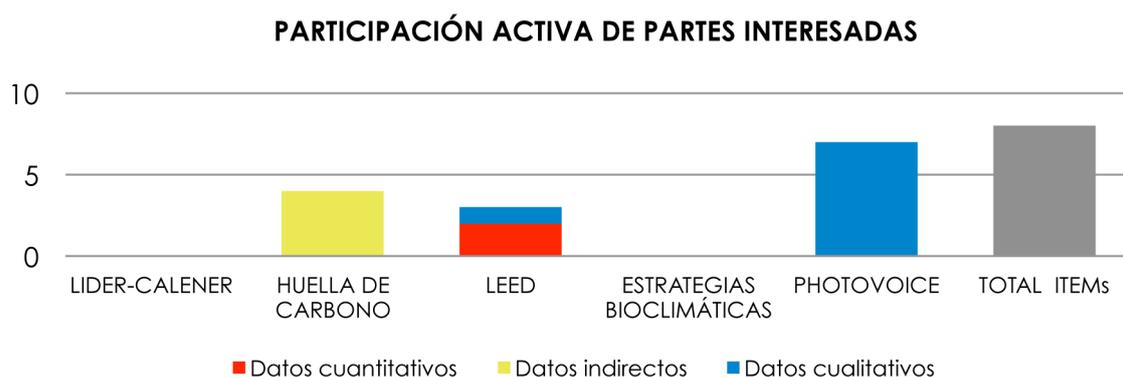
**Gráfica 9.17.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para el área de

estudio "gestión (eficiencia en operación y espacios)", dentro del campo "propuestas de mejora".

En cuanto al área de estudio de gestión sobre operación y espacios, perteneciente a las propuestas de mejora, los ítems representados no alcanzan la tercera parte de aquellos que representan las propuestas de mejora de eficiencia energética, por lo que son significativamente inferiores en número. Aun así, muestran alguna diferencia más con respecto a las anteriores propuestas, tanto por los métodos que destacan, como por el tipo de datos que se dan en cada método para esta área de estudio. Por un lado, el mayor número de ítems en este caso lo presenta *Photovoice*, con una amplia mayoría de estos datos cualitativos, aunque también tiene algún dato indirecto. Por detrás se presenta LEED, que también tiene mayoría de datos cualitativos, aunque una tercera parte para este método se reparte entre datos cuantitativos e indirectos. Los siguientes métodos son LIDER-CALENER, y la huella de carbono, con presencia de datos cuantitativos e indirectos, aunque en proporciones inversas, y finalmente las estrategias bioclimáticas, que sólo presenta un ítem, mediante dato cuantitativo.

#### 9.2.8. Análisis de la tabla comparativa. Participación activa de partes interesadas<sup>1</sup>.

En la siguiente gráfica se presentan los ítems relacionados con el campo de estudio "participación activa de partes interesadas". El total de ítems presentados en el conjunto de métodos es de ocho, por lo que no es el más numeroso, pero es interesante desde el punto de vista de que constituyen las "propuestas de mejora", desde el punto de vista del confort del usuario, desde dos perspectivas: una, desde la conducta y buenas prácticas del usuario con respecto a la gestión energética del edificio y de las actividades de la organización; y dos, desde la escucha activa, la conciencia crítica, la reflexión, el debate y finalmente la acción para el cambio, que viene a través del empoderamiento del usuario.



**Gráfica 9.18.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para el campo de estudio "Participación activa de partes interesadas".

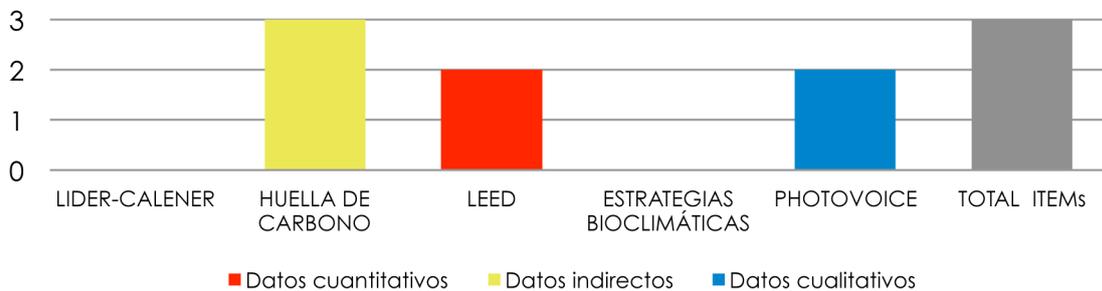
En este campo de estudio, destaca el método *Photovoice* con casi la

<sup>1</sup>Se denomina partes interesadas a aquellos colectivos de personas que intervienen en el funcionamiento del edificio, especialmente para la gestión energética y el confort del usuario, como son de un lado los propios usuarios, y de otro los gestores energéticos y decisores, o lo que se denominaba en *Photovoice* la "audiencia objetivo".

totalidad de los ítems con respecto a los propuestos. Todos los datos de esos ítems se expresan en modo cualitativo. El siguiente método que presenta ítems en este campo es la huella de carbono, que cuenta con la mitad del total, y todos representados en datos indirectos. Por último, el método LEED, que presenta tres de los ocho ítems totales, dos de los cuales son cuantitativos (los únicos en todos los métodos de esa naturaleza), siendo el tercero cualitativo. LIDER-CALENER y las estrategias bioclimáticas no presentan dato alguno en este campo de estudio.

Existen algunas diferencias entre las dos áreas de estudio en las que se divide el campo de estudio de “participación activa de partes interesadas”. De ahí que, a pesar de que no son demasiados ítems los que configuran este campo, se representen las dos áreas por separado.

#### PARTICIPACIÓN ACTIVA DE PARTES INTERESADAS: conducta y buenas prácticas del usuario

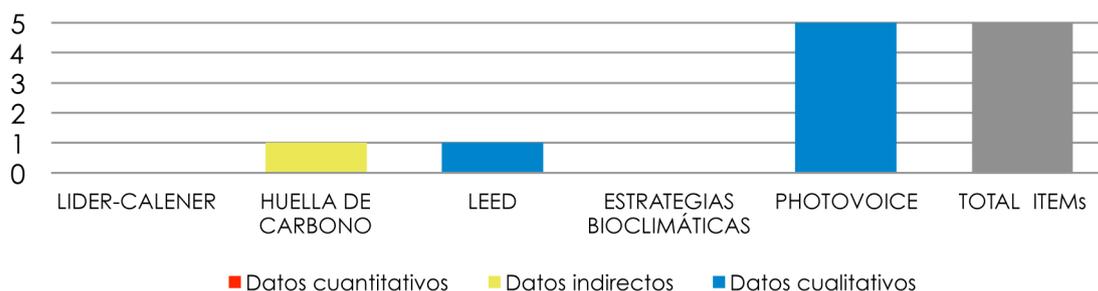


**Gráfica 9.19.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para el área de estudio “conducta y buenas prácticas del usuario” dentro del campo “participación activa de partes interesadas”.

En esta área de estudio sobre “conducta y buenas prácticas del usuario”, se establecen los ítems relacionados con aquella formación o buenas prácticas que inviten al usuario a tener un comportamiento más acorde con los intereses de protección del medioambiente, en general, y con la gestión energética, en particular.

En este sentido, la huella de carbono es el método que presenta más número de ítems, el total sugerido por todos los métodos, si bien la naturaleza de los datos para evaluarlos son indirectos, incompletos u opcionales. En segundo lugar se encuentran *Photovoice* y LEED, que tienen el mismo número de ítems, suponiendo un 66,7 % del total. LEED presenta estos datos de forma cuantitativa, y *Photovoice* lo hace cuantitativamente. LIDER-CALENER y las estrategias bioclimáticas no presentan datos en esta área.

**PARTICIPACIÓN ACTIVA DE PARTES INTERESADAS: empoderamiento del usuario**



**Gráfica 9.20.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para el área de estudio “empoderamiento del usuario” dentro del campo “participación activa de partes interesadas”.

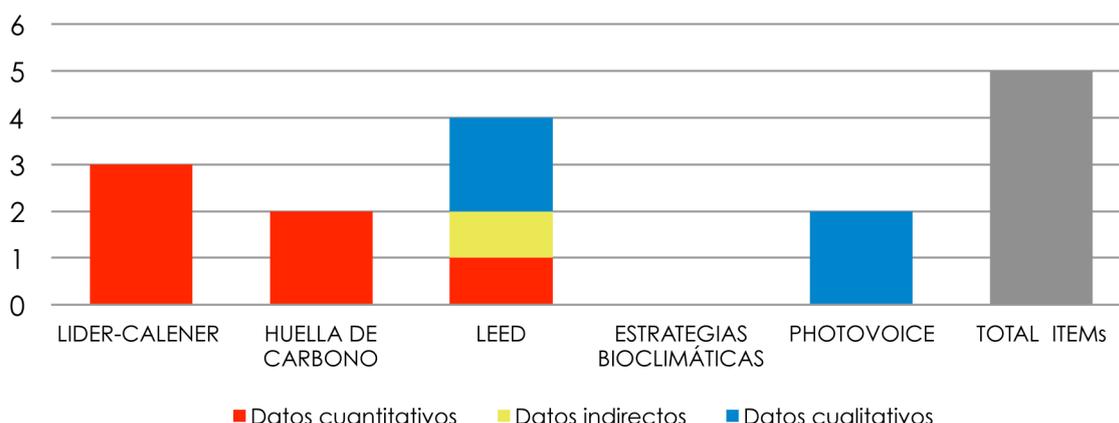
En esta área de estudio se valoran los ítems relacionados con el empoderamiento del usuario, a distintos niveles: su reflexión e implicación personal, también como parte de un grupo, así como la participación de los decisores en materia de energía en el trabajo hacia el empoderamiento y el cambio, y en planes de actuación y comunicación de los resultados del trabajo conjunto.

Estos ítems, sugeridos principalmente por *Photovoice*, encuentran el 100% de sus datos en este método, de forma cualitativa. Sin embargo, en dos métodos más, LEED y huella de carbono, se pueden encontrar un ítem de los cinco existentes, aunque sólo lo defina directamente LEED, mediante dato cualitativo. Ni LIDER-CALENER ni las estrategias bioclimáticas presentan ítems al respecto.

9.2.9. Análisis de la tabla comparativa. Caracterización del método.

El campo de estudio de “caracterización del método” constituye el último de la tabla comparativa de métodos, y su función es recopilar aquellos ítems que hacen referencia a cuestiones particulares de técnicas metodológicas, como son cálculos y monitorización de variables ambientales. A continuación se exponen, mediante la gráfica 9.21, el tipo de ítems y el número por método, para este campo de estudio.

**CARACTERIZACIÓN DEL MÉTODO**



**Gráfica 9.21.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para el campo de estudio "Caracterización del método".

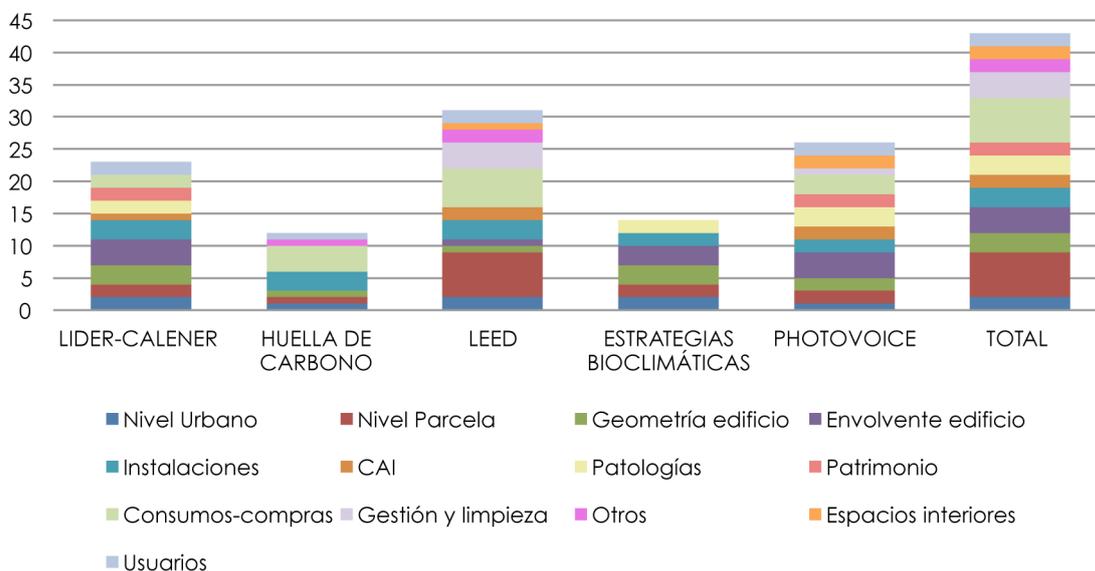
Para este campo de estudio, con cinco ítems totales, destaca LEED, con el 80% de los ítems, donde prevalece al 50% los datos cualitativos, mientras que la otra mitad se reparte entre cuantitativos e indirectos. Le sigue LIDER-CALENER, con el 60% de los ítems totales, todos cuantitativos. Y por último, con el 40% están la huella de carbono, con los datos cuantitativos, y *Photovoice*, con todos los datos en formato cualitativo. Las estrategias bioclimáticas no presentan ítems en este campo de estudio.

### 9.3. Evaluación comparativa de parámetros de sostenibilidad y eficiencia energética en el edificio.

#### 9.3.1. Datos de partida.

En la gráfica 9.22 se presentan agrupados todos los ítems que representan datos de partida para la evaluación del caso de estudio, relacionados con la sostenibilidad del edificio: el uso de la energía, consumo de recursos, y la eficiencia derivada de la actividad de la organización. Los únicos parámetros que no se han incluido son, además de los climáticos –que se definen en un solo ítem y por tanto no aportan más información a la gráfica- los ítems relacionados con el confort.

**DATOS DE PARTIDA DEL EDIFICIO: NÚMERO DE ÍTEMS POR CATEGORÍA Y MÉTODO**



**Gráfica 9.22.** Datos de partida del edificio (sostenibilidad y eficiencia energética). Número de ítems por categoría y totales, por método.

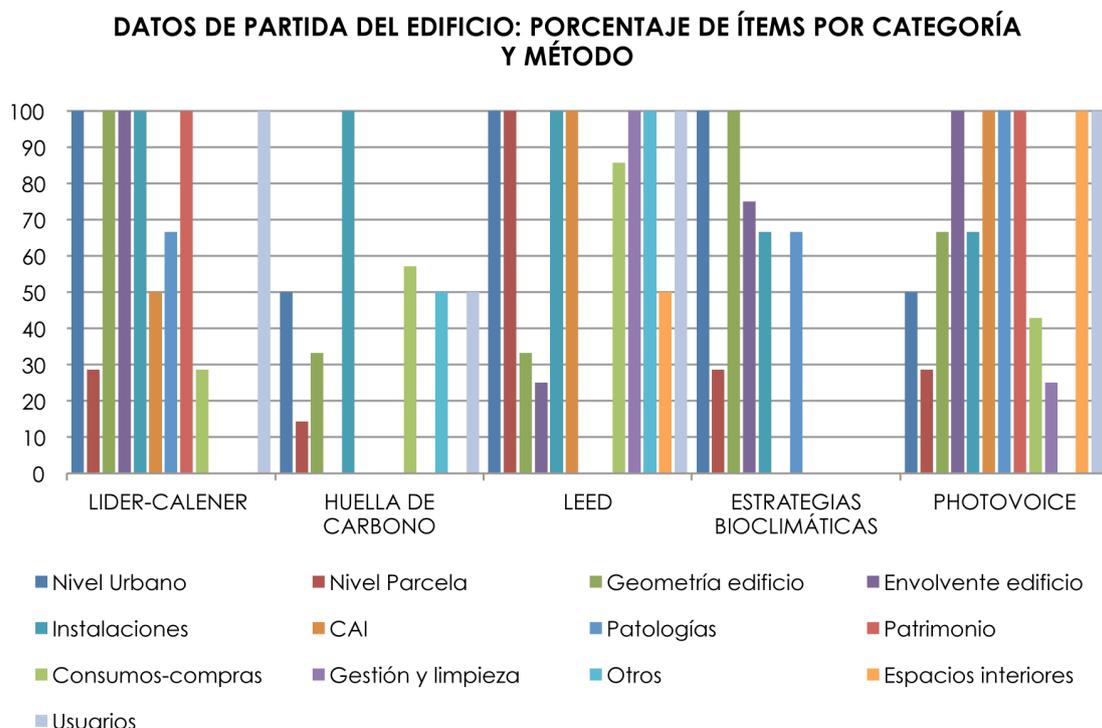
En esta gráfica se consideran todas las categorías de ítems de la tabla comparativa que están relacionados con la sostenibilidad y la eficiencia energética del edificio, para el estado actual, o lo que pueden denominarse también datos de partida. El total de estas categorías aparece en la columna derecha de la gráfica 9.22, y la proporción en la que cada una de estas categorías

se presenta por método, se da en la columna del método correspondiente.

En general, se puede establecer que *Photovoice* y LEED son métodos muy abiertos, con una amplitud temática o de categorías que permite abarcar muchos aspectos de la sostenibilidad y la eficiencia energética, desde la perspectiva de los datos del caso de estudio. Las categorías que LEED no valora son las de patologías y patrimonio, que sólo *Photovoice* trata de forma íntegra y completa (LIDER-CALENER trata estas categorías casi al completo, pero mediante datos indirectos). *Photovoice* por su parte, no considera la categoría "otros", relacionada con gestión de residuos y con fuga de refrigerantes. Teniendo en cuenta que el planteamiento inicial de *Photovoice* fue analizar las causas de disconfort (higrotérmico en principio, aunque luego se extendiese a algunas consideraciones de confort ambiental), el nivel de temas tratados más o menos explícitamente hace de este método una herramienta con muchas posibilidades, que enriquecen el análisis, frente a otros métodos más universales o generalizables, como son los cuantitativos.

Más concretamente, si se analiza la presencia de las categorías relacionadas con el uso eficiente de la energía en el edificio, se considerarían las categorías "geometría del edificio", "envolvente del edificio" e "instalaciones". Pues bien, estas se presentan de forma conjunta en todos los métodos, excepto en la huella de carbono, que no cuenta entre sus ítems con ninguno relacionado con la "envolvente del edificio", mientras que esta categoría se trata de forma completa – con respecto al total de ítems- tanto en *Photovoice* como en LIDER-CALENER.

La siguiente gráfica muestra sobre el total de ítems para cada categoría de los datos de partida del edificio, sobre sostenibilidad y eficiencia energética, qué porcentaje se expresa en cada método.



**Gráfica 9.23.** Datos de partida del edificio (sostenibilidad y eficiencia energética).

Porcentaje de ítems por categoría y totales, por método.

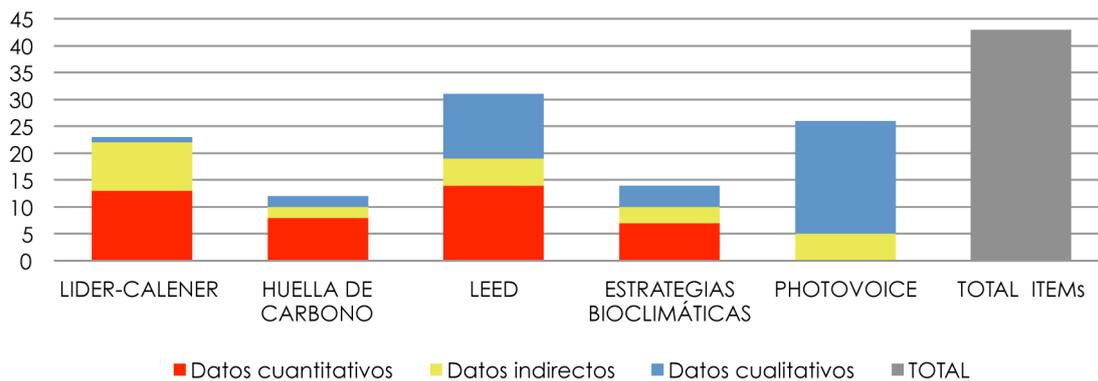
En la gráfica 9.23 de porcentaje de ítems sobre las categorías relacionadas con sostenibilidad y eficiencia energética, para el estado actual o datos de partida, se pueden exponer dos análisis.

En primer lugar, el método que más categorías presenta es *Photovoice*, con un total de 12 de las 13 categorías expuestas en el total. *LEED* cuenta con 11 categorías, y *LIDER-CALENER* con 10. En torno a la mitad de categorías se sitúan la huella de carbono, con 7, y las estrategias bioclimáticas, con 6.

Por otra parte, los métodos que más categorías presentan con el total de los ítems, son: en primera posición *LEED*, con 7 de las 13 categorías completas, seguido por *LIDER-CALENER* y *Photovoice*, con 6 de 13 categorías. Estos tres métodos presentan en torno a la mitad de las categorías totales con todos los ítems presentes en la evaluación. Por último, estrategias bioclimáticas presenta dos categorías completas, y huella de carbono sólo una.

Para completar el análisis, se muestra en una gráfica de tipo de datos, la proporción existente para los datos de partida del edificio (sostenibilidad y eficiencia energética), distinguiendo entre cuantitativos, cualitativos, e indirectos, opcionales o incompletos.

**DATOS DE PARTIDA DEL EDIFICIO: NÚMERO DE ÍTEMS POR TIPO Y MÉTODO**



**Gráfica 9.24.** Datos de partida del edificio (sostenibilidad y eficiencia energética). Número de ítems por tipo de dato y método.

Esta gráfica se crea para complementar la información sobre los datos de partida del edificio, puesto que el conjunto de los ítems y categorías que los componen no se han recogido previamente en una misma gráfica sobre tipos de datos, pero es un análisis que interesa para contrastar la información sobre los ítems que aporta cada método al ámbito de la sostenibilidad y la eficiencia energética.

En efecto, *LEED* es un método que aporta más ítems sobre estos temas que ningún otro de los comparados para el caso de estudio. Por otro lado, en esta gráfica se observa que la mayoría de datos se evalúan de forma directa para este método, ya sea cuantitativa, o cualitativamente, aunque una pequeña proporción sea de datos evaluados indirectamente.

El siguiente método que más ítems presenta, como se ha visto en las anteriores gráficas, es *Photovoice*, cuyos datos son principalmente de tipo cualitativo, manteniendo la misma cantidad de datos indirectos, opcionales o incompletos que *LEED*, por ejemplo. El siguiente método con más ítems es *LIDER-CALENER*, aunque para los datos de partida presenta una proporción bastante equilibrada

entre datos cuantitativos y datos indirectamente evaluados, opcionales o incompletos, y una mínima presencia de datos cualitativos. Este matiz de la naturaleza de los datos muestra que realmente la evaluación de LIDER-CALENER puramente con datos completos sería sensiblemente inferior al número total considerado, siempre teniendo en cuenta la comparativa basada en el caso de estudio y con respecto a los datos de todos los métodos evaluados.

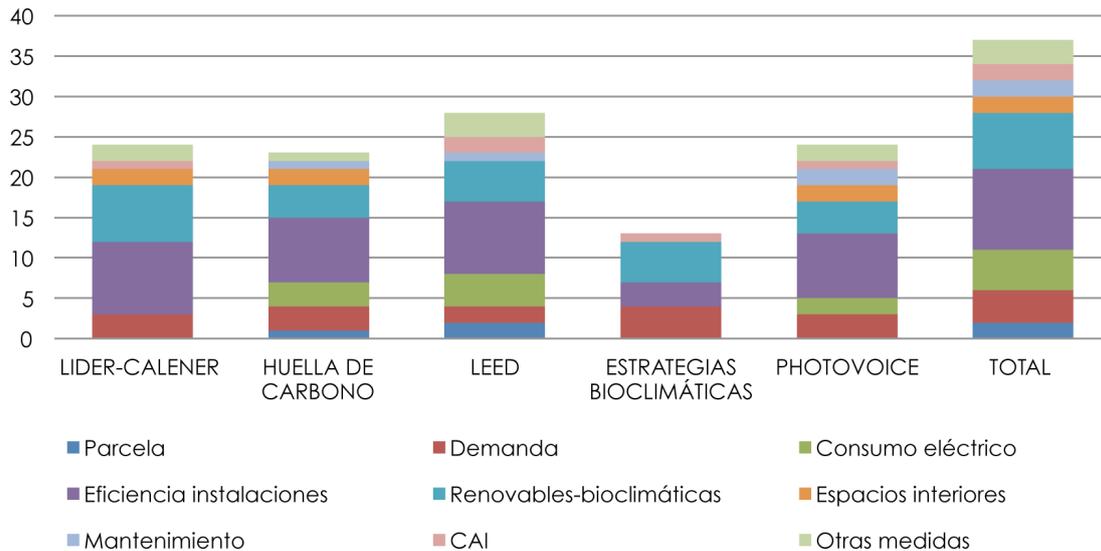
Los otros dos métodos cuantitativos, estrategias bioclimáticas y huella de carbono, tienen una presencia importante de datos cuantitativos, aunque también cuentan con datos cualitativos e indirectos.

En este apartado cabe destacar, que si bien estos datos de partida sobre aspectos de sostenibilidad y eficiencia energética están presentes en gran número en tres de los cinco métodos aplicados, siendo uno de ellos *Photovoice*, es significativo que LEED sea el que más ítems presenta, ya que la categoría en la que se establece la diferencia con *Photovoice* es aquella a nivel de parcela, donde LEED propone una serie de parámetros o ítems que realmente no están directamente relacionados con la eficiencia, quizás más con la sostenibilidad, como son el ahorro de recursos en el entorno del edificio, el sombreado existente en las zonas perimetrales del edificio, u otras medidas contra la contaminación ambiental. Estos parámetros no tienen incidencia directa en el confort del usuario, y habría que valorar hasta qué punto la tienen en la cuestión puramente energética vinculada a satisfacer el bienestar de este usuario, por lo que si esa categoría no se tuviese en cuenta, *Photovoice*, y LIDER-CALENER muy próximo también, igualarían este método en número de ítems, siendo *Photovoice* de los dos, el que más ítems valoraría de forma directa, mediante dato cualitativo.

### 9.3.2. Propuestas de mejora.

Las siguientes gráficas muestran las categorías de propuestas de mejoras establecidas en el ámbito de la sostenibilidad, uso eficiente de la energía y gestión de la actividad de la organización, como resultado de integrar todas aquellas ofrecidas por cada método comparado. La primera de ellas se muestra en número de ítems, y la segunda, en porcentaje sobre los ítems totales para cada categoría. Por último, se mostrará en una tercera gráfica la proporción de ítems presentados mediante datos cuantitativos, cualitativos, o indirectos, para cada método. Esta última gráfica ya se ha citado en el epígrafe 9.2.7., en el que se definía la categoría. Ahora se retoma para comparar los ítems propuestos por método con la naturaleza de los datos.

### PROPUESTAS DE MEJORA: NÚMERO DE ÍTEMS POR CATEGORÍA Y MÉTODO



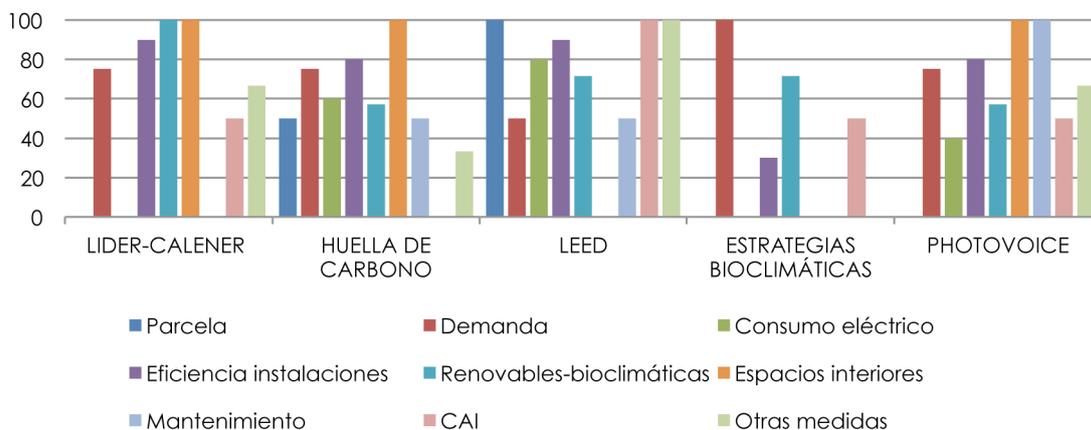
**Gráfica 9.25.** Propuestas de mejora (eficiencia energética). Número de ítems por categoría y totales, por método.

Sobre las propuestas de mejora, que abarcan sugerencias sobre sostenibilidad, uso eficiente de la energía y gestión de la actividad del centro, el método LEED es el que presenta mayor número de ítems, 28, seguido por LIDER-CALENER y *Photovoice*, con igual cantidad de ítems, 24, y tras ellos la huella de carbono, con 23. El último método es el de las estrategias bioclimáticas, con algo más de la mitad sobre el total de ítems propuestos para este campo de estudio, que son 37. La presencia de un número similar de ítems en cuatro de los cinco métodos evaluados indica que los ítems propuestos para las propuestas de mejora han surgido de varios métodos, sin que predomine uno en particular. Si bien, en los ítems de este campo de estudio es donde quizás más claro se ve la ponderación en relación a la importancia dada por cada método a aspectos particulares de una cuestión, no mostrada en otros métodos, así como al nivel detalle establecido ante tales cuestiones, para su evaluación o propuestas de mejora, como por ejemplo ha pasado con el caso de *Photovoice*, donde los participantes establecían distintas soluciones muy concretas para aspectos de un determinado problema, como podía ser por ejemplo la obsolescencia del sistema de climatización. Esto conllevó que para esta categoría se enumeraran hasta siete ítems distintos sobre mejoras posibles.

Las categorías que tienen presencia en todos los métodos son la demanda, eficiencia en instalaciones, renovables-bioclimáticas, y calidad del ambiente interior (C.A.I.). Esto se justifica porque estas categorías son las que directamente inciden sobre la eficiencia energética, aspecto fundamental que tienen en común estos métodos, mientras que otras categorías como mantenimiento, parcela o consumos eléctricos no usados para fines de acondicionamiento del edificio, constituyen evaluaciones opcionales para este fin, desde el punto de vista del método que se utilice.

Para seguir analizando esta categoría y su incidencia en cada uno de los métodos, se refiere ahora la siguiente gráfica, sobre porcentaje de ítems por método para el campo "propuestas de mejora".

**PROPUESTAS DE MEJORA: PORCENTAJE DE ÍTEMS POR CATEGORÍA Y MÉTODO**

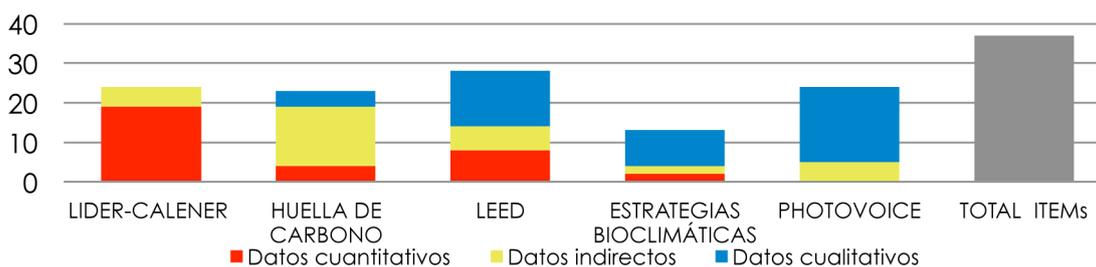


**Gráfica 9.26.** Propuestas de mejora (Eficiencia Energética). Porcentaje de ítems por categoría y totales, por método.

En cuanto al número de categorías que satisface cada método, de las nueve categorías que se enumeran en el campo de estudio “propuestas de mejora”, tres métodos ofrecen ocho categorías evaluadas, que son huella de carbono, LEED y *Photovoice*, mientras que LIDER-CALENER presenta seis, y las estrategias bioclimáticas menos de la mitad, con cuatro categorías.

De esas categorías, LEED muestra tres de las ocho con todos los ítems evaluados, mientras que LIDER-CALENER y *Photovoice* presentan dos al 100%, y huella de carbono y estrategias bioclimáticas sólo presentan una categoría evaluada en su totalidad. En general, casi todas las categorías evaluadas se presentan al menos en un 50% evaluadas para todos los métodos. Las que no se presentan en estas proporciones son “otras medidas”, para la huella de carbono; “eficiencia de las instalaciones”, para las estrategias bioclimáticas, y el “consumo eléctrico” en *Photovoice*.

**PROPUESTAS DE MEJORA**



**Gráfica 9.15.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para el campo de estudio “Propuestas de mejora”.

Como ya se comentara en el epígrafe 9.2.7., los datos de los métodos con más ítems representados del campo de estudio “propuestas de mejora” muestran diferente naturaleza de datos. LEED, con el máximo de ítems en este campo, se muestra equilibrado entre cualitativos y cuantitativos, con leve predominio de los primeros, y menor presencia de datos opcionales. Por su parte, *Photovoice* tiene predominancia de datos cualitativos, aunque también una proporción equivalente de datos opcionales, mientras que LIDER-CALENER tiene más datos

cuantitativos, y alguno opcional. La huella de carbono, con un ítem menos que los dos métodos anteriores, sin embargo presenta más de la mitad de los datos de forma opcional, indirecta o incompleta, lo cual se ha referido en varias ocasiones ya que el método en sí mismo no ofrece propuestas de mejora, sino que los evaluadores emiten sugerencias que pueden venir de la experiencia profesional o de otros métodos previamente evaluados o conocidos por ellos. Finalmente, las estrategias bioclimáticas presentan casi un tercio de los ítems, siendo predominantemente cualitativos, con alguno cuantitativo y otros opcionales.

#### 9.4. Evaluación comparativa de parámetros de confort del usuario.

Una vez evaluados los ítems propuestos por cada método en cuanto a la sostenibilidad y la eficiencia energética, se procede al análisis de aquellos ítems relacionados con el confort del usuario, y su presencia y relevancia en cada uno de tales métodos.

##### 9.4.1. Datos de partida: "confort del usuario"

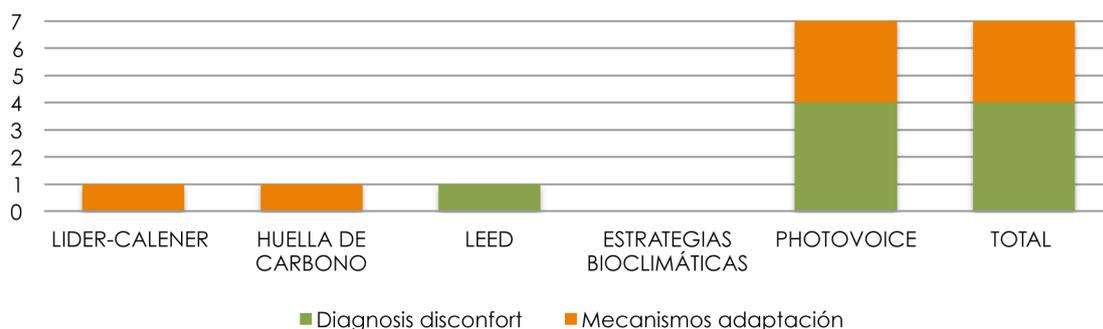
El confort del usuario, como campo de estudio dentro de los datos de partida, se muestra en la tabla comparativa de los cinco métodos con siete ítems, los cuales a su vez se agrupan en dos categorías, diagnóstico del disconfort, y mecanismos de adaptación.

Dentro del diagnóstico del disconfort, se encuentran los ítems: incomodidades térmicas, consulta a usuarios, consecuencias físicas, y consecuencias psicológicas y de comportamiento.

Análogamente, para la categoría "mecanismos de adaptación", los ítems son: abrir ventanas, adaptar la ropa, y usar calefactores efecto *Joule* (eléctricos), como apoyo al sistema centralizado.

En sucesivas gráficas se va a mostrar la incidencia de cada categoría, y dentro de ellas, de cada ítem y del tipo de dato, para cada método, a fin de analizar detenidamente cómo se evalúa en cada uno de ellos el confort.

**CONFORT DEL USUARIO: diagnosis del disconfort y mecanismos de adaptación**



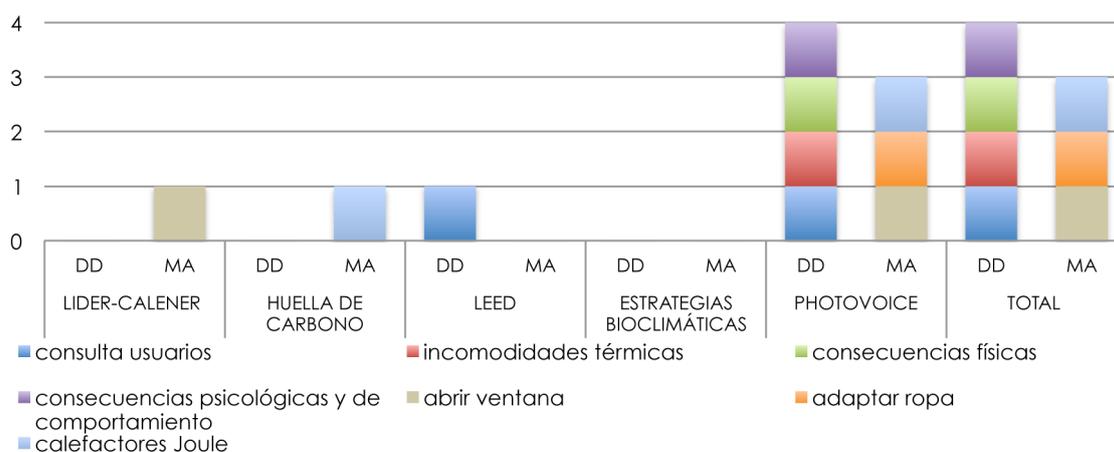
**Gráfica 9.27.** Número de ítems por categoría y método para el campo de estudio "confort del usuario".

En esta gráfica se muestra claramente la presencia de ítems relacionados con el confort en cada método. Para ello, como primera aproximación se han separado las dos categorías en las que se agrupan los ítems propuestos, estas

son, diagnóstico del disconfort, y mecanismos de adaptación. La presencia de estas categorías en los métodos es muy desigual, siendo *Photovoice* el único que presenta ambas categorías, y además de forma íntegra. Si bien es cierto que mayoritariamente los ítems de este campo son propuestos por este método, es reflejo a su vez de la casi nula consideración que sobre este aspecto se hace en los métodos considerados, pese a tratarse de métodos que evalúan la eficiencia energética de los edificios.

Tan sólo hay tres de los cuatro métodos cuantitativos que muestran un ítem de los siete totales, siendo de la categoría "diagnóstico de disconfort" para LEED, mientras que para LIDER-CALENER y huella de carbono son los mecanismos de adaptación. Las estrategias bioclimáticas no presentan ítems al respecto.

**Diagnóstico de disconfort (DD) y mecanismos de adaptación del usuario (MA)**



**Gráfica 9.28.** Ítems para el campo de estudio "confort del usuario", desglosados por categoría y método.

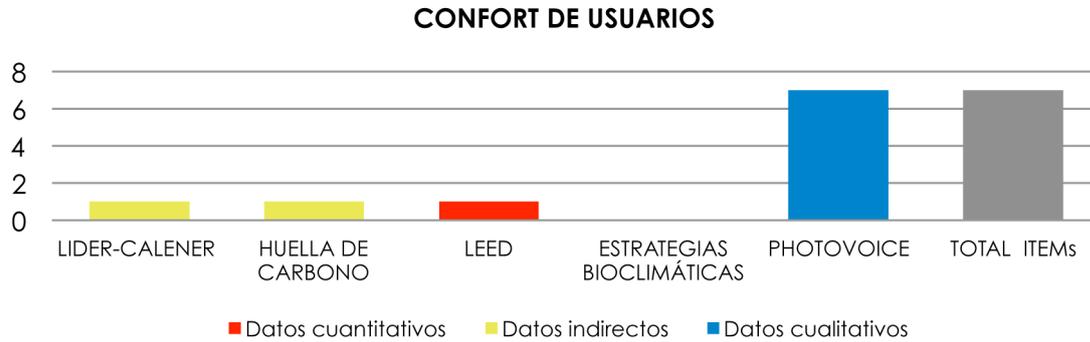
En la gráfica 9.28 se ve con más detalle cuáles de los siete ítems totales están presentes en cada uno de los métodos de estudio. Como se dijo anteriormente, *Photovoice* cuenta con la totalidad de ellos, mientras que en tres de los cuatro métodos restantes sólo se da un ítem, distinto en cada caso.

Para el método LIDER-CALENER, el ítem evaluado es la apertura de ventanas, si bien, como se verá en la siguiente gráfica 9.12, ya expuesta en el punto 9.2.7, este dato se muestra de forma indirecta en el método, porque la única forma de evaluar la apertura de ventana sería cambiando el valor de las renovaciones/hora en el método de cálculo, para un tiempo determinado, lo cual no está directamente vinculado a la apertura de ventanas en sí misma, pero sí al efecto similar que surgiría de evaluarlo directamente.

Para el método huella de carbono, el ítem evaluado es el referente al encendido de calefactores efecto *Joule* como apoyo al sistema centralizado de climatización. Este ítem también se evalúa mediante dato indirecto, según la gráfica 9.12, ya que el método lo que evalúa es el consumo de energía eléctrica que conlleva el encendido del calefactor eléctrico, pero no distingue este consumo de cualquier otro.

Por último, el ítem evaluado por el método LEED es el de "consulta de usuarios", ya que LEED permite hacer encuestas a los usuarios para conocer su grado

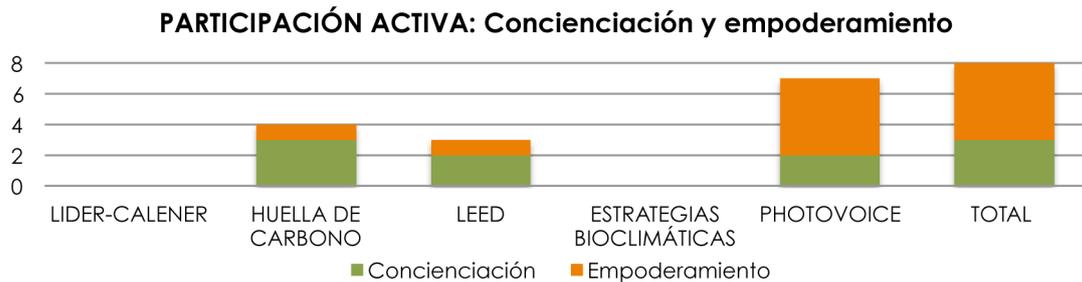
de confort. Las encuestas además deberán detectar el disconfort para un determinado porcentaje de los usuarios totales, de ahí que se establezca el dato como cuantitativo, como se refleja en la gráfica 9.12.



**Gráfica 9.12.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para el campo de estudio "Confort de usuarios".

#### 9.4.2. Propuestas de mejora: "participación activa de partes interesadas".

De forma análoga al epígrafe anterior, a continuación se analizan las categorías e ítems evaluados por método para el campo de estudio de "participación activa de partes interesadas", equivalente a las propuestas de mejora en el campo del confort del usuario.



**Gráfica 9.29.** Número de ítems por categoría y método para el campo "participación activa".

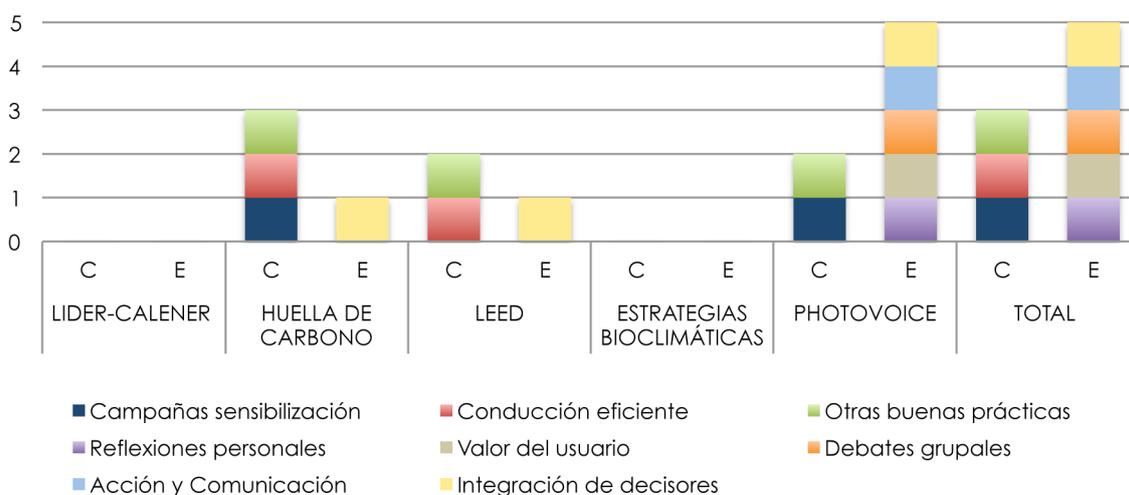
Este campo de estudio cuenta a su vez con dos categorías de ítems, una sobre concienciación y buenas prácticas, y otra sobre empoderamiento, ambos sobre los usuarios del edificio.

Sobre los ítems de este campo de estudio, nuevamente aparece *Photovoice* como el método que más ítems presenta, aunque en esta ocasión no alcanza el 100% de los ítems reflejados, quedando uno por debajo del total. Este presenta el total de ítems sobre empoderamiento, y de concienciación le falta tan sólo uno de los tres propuestos.

La huella de carbono presenta la mitad de ítems totales, mientras que LEED presenta tres de ocho ítems totales. La huella de carbono contiene todos los ítems de concienciación más uno de empoderamiento, mientras que LEED presenta dos de concienciación y uno de empoderamiento.

En la siguiente tabla se muestran reflejados de qué ítems se trata en cada uno de los métodos:

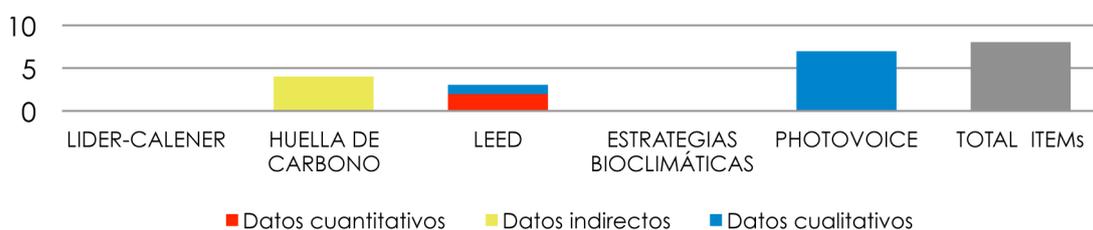
### Concienciación y buenas prácticas (C), y empoderamiento del usuario (E)



**Gráfica 9.30.** Items para el campo de estudio "confort del usuario", desglosados por categoría y método.

De la gráfica 9.30, se puede concluir que *Photovoice* presenta todos los ítems salvo el de "conducción eficiente". Por su parte, huella de carbono y LEED comparten tres ítems, como son la conducción eficiente, integración de decisores y otras buenas prácticas, aunque además, huella de carbono incluye campañas de sensibilización, mientras que LIDER-CALENER y las estrategias bioclimáticas no presentan ningún ítem. En la siguiente gráfica, proveniente del epígrafe 9.2.7, se presenta el tipo de datos de cada ítem:

### PARTICIPACIÓN ACTIVA DE PARTES INTERESADAS



**Gráfica 9.18.** Número de ítems y proporción de tipo de datos por método para el campo de estudio "Participación activa de partes interesadas".

*Photovoice* presenta siete de los ocho ítems valorados en este campo de estudio de medidas de mejora para el confort de usuarios, a través de la participación activa de partes interesadas. Todos estos ítems se evalúan por medio de datos cualitativos.

El método de la huella de carbono alberga la mitad de ítems posibles en este campo de estudio. Sin embargo, todos son mediante datos indirectos, puesto que tanto la conducción eficiente, campaña de sensibilización o otras buenas prácticas, de implementarse, sólo son valoradas en el método en la medida en que surtan efecto tales medidas y se reduzcan los consumos y emisiones asociadas a los combustibles y electricidad, pero no porque se traten directamente en la herramienta metodológica. Además, la participación de los decisores se considera indirecta u opcional porque estos se implican sólo en la facilitación de datos y en la aplicación del método como iniciativa de la organización, pero no se garantiza la mentalización o la concienciación, así como la garantía del convencimiento sobre necesidad de cambio, que aseguraría el cambio en el

*status quo.*

Por último, en LEED los tres ítems considerados se evalúan de manera directa, dos de ellos de forma cuantitativa, conducción eficiente y buenas prácticas, ya que se contabilizan las mejoras con indicadores en cada caso, mientras que la participación de decisores se evalúa de forma cualitativa.

**9.5. Análisis de otros aspectos no reflejados en la tabla comparativa.**

*9.5.1. Algunas cuestiones sobre la evaluación de cada método.*

En la tabla 9.3 se muestran algunos aspectos sobre cada método, no evaluados en las tablas 9.2a y 9.2b. Los puntos en negro definen respuestas afirmativas a cada pregunta. Los puntos en gris, son respuestas afirmativas con matices, que se detallarán en la descripción posterior de cada una de ellas.

CUESTIONES A EVALUAR SOBRE LOS MÉTODOS	LIDER-CALENER	Huella de Carbono	LEED Existing BO&M	Estrategias Bioclimáticas	Photo-voice
¿El método muestra resultados para las propuestas de mejora en el mismo modo en que lo hace para el estado actual?	●		●	●	●
¿el método permite comparación entre el estado actual y las propuestas de mejora?	●	●	●	●	●
¿el método refleja las necesidades reales de confort del usuario?			●		●
¿Cuántas propuestas de mejora se han implementado para llegar a una satisfactoria?	5L+7C	+20 propuestas individuales	3	2+estudio de sombra de huecos	1

**Tabla 9.3.** Tabla sobre cuestiones relacionadas con cada método.

En concreto, en esta tabla se evalúa cómo refleja cada método los resultados para las propuestas de mejora, si permite la comparación en los mismos términos con respecto al estado actual, si esas propuestas en general se corresponden con necesidades reales del usuario, o cuántas evaluaciones han sido necesarias para llegar a una solución viable.

- ¿El método muestra resultados para las propuestas de mejora en el mismo modo en que lo hace para el estado actual?

En esta pregunta, los métodos que muestran los resultados de propuestas de mejora en los mismos términos que muestran los resultados del estado actual, son LIDER-CALENER, estrategias bioclimáticas y *Photovoice*.

El método de la huella de carbono sugiere mejoras pero no da resultados, ya que para ello necesitaría implementarlos de forma real o tener datos específicos sobre sus consumos y emisiones potenciales. LEED por su parte muestra resultados sobre propuestas de mejora en la escala de evaluación propia de LEED, pero no da resultados por sí mismos de las mejoras.

Esto enlaza con la pregunta siguiente:

- ¿El método permite comparación entre el estado actual y las propuestas de mejora?

En relación a lo respondido en la primera pregunta, sólo LIDER-CALENER permite como método la comparación entre estado actual y propuestas de mejora por sí mismo de forma predictiva. Las estrategias bioclimáticas estudian las propuestas de mejora, las implementan en el mismo modo en que lo hicieran con el estado actual, en el climograma, e incluso se pueden

valorar mejoras particulares, como ya se hiciera con las mejoras de los voladizos de sombra en ventanas. Huella de carbono y *Photovoice* admiten la comparación si se implementaran las soluciones reales y se analizaran comparativamente las situaciones anterior y posterior al cambio. LEED analiza comparativamente bajo la escala numérica que provee el propio método, mediante créditos, pero no compara otros resultados propiamente, puesto que algunos son medidos, y otros no.

■ ¿El método refleja las necesidades reales de confort del usuario?

Las necesidades reales del confort del usuario sólo las muestra *Photovoice*, puesto que le pregunta directamente a él qué carencias detecta, y cómo resolverlas.

LEED por su parte valora, sólo si se opta por ese crédito, mediante un cuestionario, si el usuario está en confort o no, pero no se indican cuáles son sus necesidades de forma explícita, o cómo solucionarlas, y, siendo un método cuantitativo, no resultaría representativo, puesto que sólo admite muestras del 30% de los usuarios totales.

LIDER-CALENER al ser un método predictivo, simula situaciones, pero estas no valoran el confort propiamente, sino situaciones establecidas como confortables de forma estandarizada y normalizada. Y no muestran la mayoría de las cuestiones relacionadas con el confort real, a menudo vinculadas a otros problemas particulares del edificio en concreto. Las estrategias bioclimáticas en general como método cuentan con poca información real del edificio y de su actividad. Mientras que sí tienen información sobre algunos datos geométricos y de emplazamiento, y se refieren muchos temas constructivos y de estrategias relacionadas con la transferencia de calor mediante la envolvente u otros sistemas, no es información real, comparable con las mejoras que el propio método sugiere. Este método, por tanto, está más pensado para el diseño inicial que para su implementación en edificios existentes, donde las sugerencias pueden ser insuficientes para acometer un proyecto que mejore sensiblemente en cuestiones de eficiencia energética y confort.

■ ¿Cuántas propuestas de mejora se han implementado para llegar a una satisfactoria o a la propuesta ideal?

Para responder a esta pregunta, se han resumido el número de propuestas en la última fila de la tabla 9.3.

Para el método LIDER-CALENER, se han implementado hasta cinco propuestas en LIDER más siete en CALENER GT, ya que, al permitir la herramienta el estudio iterativo, se han ido refinando las mejoras hasta dar con alguna satisfactoria y viable para el caso de estudio.

La huella de carbono proponía más de 20 estrategias para mejorar el estado actual, pero no da resultados de ninguna de ellas.

En LEED se han propuesto tres evaluaciones de mejoras según el nivel de viabilidad a corto, medio y largo plazo, y se han obtenido los créditos correspondientes a cada una de ellas.

En el método de estrategias bioclimáticas se han implementado dos estrategias de mejora conforme al climograma de Givoni, además del estudio de sombreado de huecos mediante voladizos.

Por último, en *Photovoice* sólo se hace una propuesta global de mejora,

aunque esta detalla todos los aspectos que habría que mejorar, desde el punto de vista del usuario, sobre confort y eficiencia energética.

Como reflexión ante las diferentes respuestas de los métodos a la pregunta de cuántas propuestas de mejora se han evaluado, y viendo que *Photovoice* da una, concreta, concisa, y adaptada a las necesidades reales, se podría retomar el concepto de parsimonia que se definía en el capítulo 5, epígrafe 5.3.1.: "*Parsimonia: grado en que una investigación obtiene el máximo rendimiento con el mínimo de esfuerzo. Se podría decir que es la eficiencia en la investigación, evitando redundancias*" (Ruiz Olabuénaga, 2012). Este concepto podría hacer pensar en la oportunidad de un método de diagnosis y propuestas de mejora que en poco tiempo, con pocos recursos, y con información desde la experiencia del propio usuario, es capaz de ser eficiente, dando respuestas concisas a problemas concretos, sin tener que dedicar más tiempo y recursos de los necesarios.

#### 9.5.2. Algunas limitaciones del análisis comparativo de los distintos métodos.

A continuación se referencian algunas cuestiones relacionadas con limitaciones metodológicas en sus aplicaciones sobre el caso de estudio, así como otras relativas a las propuestas de mejora y demás consideraciones a tener en cuenta para la valoración global de la comparativa entre métodos.

##### Métodos y datos, cuantitativos y cualitativos.

Los distintos colores empleados (rojo, amarillo, azul) en la categorización de los ítems del análisis comparativo de los métodos aplicados a caso de estudio (tablas 9.2.a. y 9.2.b.), no se refieren a la cualidad de método cualitativo o cuantitativo, sino al propio dato, y si este se cuantifica o no. Esto podría llevar a retomar todo lo expuesto en el capítulo 5, sobre datos cuantitativos y datos cualitativos, y para evitar un error de entendimiento, como a menudo ocurre, con el enfoque que se suele dar al método LEED. En él, lo que lo hace cuantitativo es la escala de aplicación y cumplimiento con determinadas estrategias, que se establece mediante los puntos en el *checklist*. Sin embargo, muchos de sus datos los expresa de forma no cuantificada, cualitativa. Eso no significa que sea un método cualitativo, ya que se podría establecer un paralelismo con una encuesta por ejemplo, donde las respuestas están codificadas. En el caso de *LEED*, las respuestas son sí o no al cumplimiento, y luego se desarrolla la justificación mediante documentos. Pero no ahonda en razonamientos, ni causas o razones, ni se trata de argumentos hilados bajo una temática, como sí pasa en los métodos y técnicas cualitativas. Y sin embargo, existe en *LEED* gran presencia de datos en el método que sí cuantifica, o en el que se exige un porcentaje exacto de cumplimiento, por ejemplo. No puede por tanto definirse como un método cualitativo.

##### Sobre la cuantificación de consumos y emisiones

En la tabla comparativa del estado actual (tabla 9.1) se exponen los datos obtenidos para cada método. En concreto, *LIDER-CALENER* y huella de carbono exponen los datos sobre consumo energético y emisiones de  $\text{CO}_2$  que cada uno ofrece como datos de salida tras el cálculo.

Para el caso de *LIDER-CALENER*, las emisiones y consumos de energía se calculan considerando iluminación, ACS por termo eléctrico, torre de refrigeración

por electricidad, y consumo de calefacción por gasoil. No se consideran las emisiones debidas a otros gastos energéticos por electricidad, lo cual puede justificar que las emisiones sean más bajas que las obtenidas mediante huella de carbono. También hay que tener en cuenta que la comparación se establece para años distintos, y puede ser que los valores varíasen.

Para la huella de carbono, los datos de consumo y emisiones por superficie no se pueden facilitar por no tener los consumos disgregados por edificio.

Además de los datos generales, se facilitan aquellos datos de consumo y emisiones por empleado:

Ratio de consumo: 2549,5 kWh/empleado (año 2015)

Ratio de emisiones: 9901,75 kWh/empleado (año 2015)

Para este cálculo, una de las fuentes de obtención de datos han sido las facturas eléctricas del año, que no sólo albergan gastos de iluminación, torre de refrigeración, y consumo de termos eléctricos (independientemente del consumo de combustible fósil de la caldera). Esto justifica que el valor de las emisiones debidas a consumo eléctrico sea mayor que en el caso del cálculo por LIDER-CALENER GT.

#### Sobre las propuestas de mejora

Algunas de las medidas propuestas, sobre todo aquellas sugeridas por LEED, o las de LIDER-CALENER, pueden ser datos de partida o medidas de mejora según se implemente en el método, puesto que se analiza un edificio existente, que puede contar o no con ciertas estrategias previas, o no.

Como se ha comentado en reiteradas ocasiones, para la huella de carbono las sugerencias sobre mejora se han obtenido o extraído de la aplicación previa de otros métodos o del conocimiento del técnico, pero realmente el método no facilita por sí solo ninguna medida que no provenga de la reducción de combustibles y/o emisiones y por tanto de la eficiencia o reducción de uso de los medios de origen de consumo y emisiones.

#### Sobre la actualización y versiones de los distintos métodos

Para realizar la comparativa, se han utilizado las versiones de los métodos (si existen varias, para cada caso), así como las modalidades de datos, cálculos y resultados obtenidos, correspondientes a la aplicación que más se ajustase a las cualidades del caso de estudio del IETcc. Para otros casos de estudio todos esos parámetros, o algunos de ellos, podrían diferir, y por tanto, esta tabla debería adaptarse de nuevo al caso en particular.

En el caso de LIDER-CALENER y de las estrategias bioclimáticas, se han aplicado métodos que o bien ya están superados por herramientas iguales pero más actualizadas (LIDER-CALENER ha pasado a denominarse Herramienta Unificaca, HULC, con determinados cambios), y el climograma utilizado para las estrategias bioclimáticas ha partido de la herramienta Autodesk Ecotect Analysis®, que ya no se comercializa, aunque se puede seguir utilizando si se cuenta con licencia.

Esta aplicación obedece a la razón de que ambos estudios se hicieron entre 2013 y 2014, aunque en el caso de LIDER-CALENER, al estar en periodo de coexistencia entonces ambas herramientas, se permitía su uso, además de adecuar el estudio a las nuevas exigencias de la normativa española de 2013.

### Otras limitaciones de los métodos cuantitativos

Algunas de las limitaciones expuestas en el capítulo 4 para cada método, pueden observarse en su aplicación al caso de estudio.

Para el caso de LIDER-CALENER, se muestra determinada incompatibilidad de algunas de las propuestas sobre mejoras, que entra en conflicto con la viabilidad de su aplicación en el edificio, dadas sus características. Esto se produce por la necesidad de cumplir la normativa nacional vigente. Si no, no es posible hacer una valoración de la eficiencia y calificación energéticas con este método. Otras limitaciones de este método vienen de la mano de las múltiples simplificaciones del modelo, geométricas, constructivas, y de uso y ocupación o equipos, así como de la relación entre el edificio y el usuario, que es poco realista, estandarizada y con poco nivel de detalle más allá de los horarios de uso y ocupación.

En el caso de la huella de carbono, algunas limitaciones ya se han comentado, como son la sugerencia de propuestas no directamente desde este método, muy genéricas y no cuantificables. Además, los consumos del edificio no desgregados no permiten la asociación real entre consumo y edificio, puesto que se ha analizado en el caso de estudio el edificio principal, como ya se dijera en el capítulo 7, mientras que los datos de consumos son totales. Tampoco se han valorado las emisiones de otros *Gases de Efecto Invernadero (GEI)*. Por último, tampoco se analiza el alcance 3, relativo a aquellos consumos y emisiones relacionados con la actividad de la organización pero no gestionados directamente por ella misma.

LEED sugiere muchas propuestas desde un ámbito más amplio, más desde la sostenibilidad que desde la mera eficiencia energética, lo cual permite conseguir mejores calificaciones mediante créditos, pudiendo utilizar diferentes estrategias. Esto, que puede ser una ventaja, se puede convertir en desventaja si se tiene en cuenta que puede llegar a valorarse igual una estrategia de gestión eficiente de la actividad, o de la parcela, de igual forma que una estrategia de ahorro o eficiencia de energía o de confort del usuario, aunque para todas las categorías existen unos mínimos (prerrequisitos) que hay que cumplir para la obtención del certificado. Otra de las limitaciones de este método es la presencia y dependencia tanto de normativa americana, como de documentos y guías de buenas prácticas norteamericanos, no fáciles de conseguir y con criterios que pueden distar de las normativas nacionales o europeas. Por último, destacar que en relación a las mejoras propuestas para eficiencia energética y auditorías, no admite como soluciones las simulaciones, instando a utilizar años enteros evaluados y medir una vez implementadas las mejoras, o comparar con históricos, lo cual, si bien es positivo porque son datos reales y medidos, conlleva mucho más tiempo para medir esos datos y poder efectuar cambios y que se constaten las mejoras.

Sobre las estrategias bioclimáticas y el climograma de Givoni, la principal limitación viene ofrecida por el propio climograma, donde se interrelacionan una serie de variables, que permiten configurar el diagrama psicrométrico adaptado al confort. Sin embargo, algunas de estas variables están previamente establecidas como valores por defecto, como pueden ser la velocidad del aire, la tasa metabólica, la latitud o la raza o tipo de personas evaluadas. Cualquier alteración significativa de alguno de estos parámetros implicaría que no se está aplicando de forma correcta por falta de adecuación del método al caso real.

### Photovoice

Existe una limitación muy importante en este estudio, que si bien no parece haber tenido gran repercusión a la luz del análisis de los resultados, es imprescindible destacarla. *Photovoice* se realizó en invierno, y por los plazos establecidos para esta tesis, no se ha podido reproducir en verano a tiempo de incluir los datos, por lo cual se encontraba en cierto modo en desventaja con respecto al resto de métodos, que sí ofrecen matices e información suficiente para valorar la eficiencia energética en todo el año. Si bien no es el único que ofrece limitaciones temporales, puesto que por ejemplo para el caso de huella de carbono, sus resultados se circunscriben siempre a un periodo temporal determinado, como en este caso fue el año 2015.

Sin embargo, en el caso de *Photovoice* esto no parece constituir un problema inicialmente, puesto que si bien habría sido más completo, mucho de los temas generales tratados y de las soluciones propuestas podrían cubrir el espectro de carencias en periodo estival, además de que se ha constatado que, desde que la investigadora propusiera a los participantes hablar sobre aquello que les producía discomfort ambiental, muchos otros temas relacionados se han tratado en las sesiones de *Photovoice*. Esto da cuenta de la potencialidad de este método, y la cantidad de información veraz, concreta y real que aporta sobre el caso de estudio. Análogamente, no se trataron temas como consumo de recursos como el agua, o de la sostenibilidad de la parcela. Si se hubiese sugerido ampliar el confort del usuario a temas relacionados con el entorno del edificio, o se hubiese hablado de la sostenibilidad de todo el conjunto, probablemente se habría enriquecido aún más el análisis con este método, aunque habría conllevado más tiempo de preparación, debate y trabajo finales.

Es importante recordar el carácter específico de este método para analizar el edificio en concreto, lo cual no da lugar a generalizaciones ni formulaciones de leyes universales, sino que responde al objetivo concreto de diagnosticar un edificio particular, con la casuística de carencias detectadas por sus propios usuarios.

Por el contrario, si alguna cuestión no es tratada o no es detectada por los usuarios, esta no se trabaja ni se reflexiona en *Photovoice*, y por tanto no se debate ni se recoge en las conclusiones finales o en categorizaciones y otros documentos de trabajo. Esto puede ocurrir porque el usuario no detecte, no le afecte, o no le dé importancia a un determinado hecho, y el tema no se trate, o no en la profundidad requerida. No obstante sigue tratándose de un método muy versátil y flexible, y siempre el investigador, hábil para detectar información interesante, puede reconducir los debates sin interferir en los resultados, haciendo hincapié sobre aquellos temas en los que es preciso profundizar, o insinuar algunas cuestiones para conocer las opiniones de los participantes.

*Photovoice* también permite el análisis de cuestiones aparentemente no mostradas, o no de forma explícita, que subyacen o que surgen de forma colateral en los debates entre participantes, como de hecho se ha mostrado a través de la categorización de segundo nivel, reflejada en el capítulo 8.

#### *9.5.3. La concienciación del usuario y el empoderamiento. Resultados a largo plazo.*

Tras haber analizado en la tabla comparativa 9.2.a. y 9.2.b. sobre el caso de estudio, los aspectos de confort y la participación activa de las partes interesadas,

es importante resaltar la aportación del método *Photovoice* frente a otros, en cuanto a la labor que el usuario puede realizar a medio y largo plazo mientras permanezca realizando su labor profesional en el edificio estudiado.

El método *Photovoice* ofrecía una serie de debates grupales basados en las experiencias personales de los usuarios, y esos debates, durante al menos un mes y medio han ido dirigidos a reflexionar de forma crítica sobre aspectos relacionados con el uso eficiente de la energía y el confort ambiental en el edificio.

Estos debates durante estas sesiones acaban penetrando en los usuarios, y gestando un sentimiento de pertenencia e implicación por un bien más allá de los intereses individuales que permiten que las reflexiones lleguen a interiorizarse y este cambio se produzca de manera constante y duradera. Además, se contribuye a la divulgación de la necesidad del cambio, tanto a otros compañeros profesionales, como a la audiencia objetivo y decisores, y esto sólo se consigue con métodos como *Photovoice*.

Sobre el empoderamiento que se consigue con métodos de este tipo, cualitativos, y más particularmente basados en una herramienta potente como es la fotografía, y en técnicas de investigación-acción participativa, en este caso de estudio ha sido aún más profundo e interesante por las aportaciones consideradas desde un doble enfoque:

Por un lado, el empoderamiento se produce para entender las necesidades de la colectividad, o comunidad (es decir, el colectivo de trabajadores del IETcc), y por otro lado, por la particularidad de algunos participantes en el proyecto *Photovoice*, se da un empoderamiento dirigido a la toma de decisiones metodológicas. Este segundo enfoque, que es propio de la investigación participativa, se refuerza por la condición de reunir a un sector de arquitectos especializados en energía, en uno de los subgrupos de estudio de *Photovoice*, lo cual ha enriquecido aún más la experiencia y la adaptación metodológica de este método al campo de la arquitectura en particular.

A modo de recapitulación de lo analizado en este capítulo, se podrían resumir las siguientes ideas:

- *Photovoice* como método cualitativo evalúa la gestión energética y el confort ambiental del usuario de forma comparable al resto de métodos cuantitativos utilizados convencionalmente.
- Como método, *Photovoice* ofrece una visión muy completa, amplia, cubriendo la información más relevante en los ámbitos relacionados con el uso de energía en edificios y el confort ambiental del usuario.
- Además *Photovoice* representa la información y resultados analizados de forma muy equilibrada, tratando los aspectos relevantes con detalle, frente a otros métodos que se centran más en unos aspectos que en otros.
- *Photovoice* ha ofrecido mucha más información por tanto que la meramente relacionada con aspectos del confort ambiental del usuario, solicitada inicialmente a los participantes con el tema propuesto de estudio. Así, ha evaluado cuestiones relacionadas con la gestión organizativa y económica de la actividad del centro, aspectos determinados de la parcela del edificio no vinculados directamente con el aspecto energético, la gestión de otros recursos, o incluso la monitorización de determinados parámetros del ambiente interior por parte de los investigadores. Esto puede dar idea del potencial de la herramienta si se enfoca correctamente el tema ante los posibles participantes en las etapas de reclutamiento y planificación de *Photovoice*.
- *Photovoice*, además de evaluar esos aspectos relacionados con la sostenibilidad y la eficiencia energética en los edificios, es el único método de los aplicados sobre el caso de estudio, que analiza con detalle el confort de los usuarios y la participación de las distintas partes interesadas.
- Por otra parte, del análisis de los debates generados por los participantes y de todos los testimonios obtenidos, se ha generado otra información también muy valiosa vinculada a la relación del usuario con el edificio y con la entidad, incluidos los decisores en materia de energía y de edificio, algunos problemas no directamente relacionados con la energía y el confort pero que afectan al usuario, y en general otras carencias o aspectos que a los decisores pueden interesar para subsanar problemas actuales o prevenirlos en el futuro.
- *Photovoice* propone una cuestión no planteada por los otros métodos utilizados en el caso de estudio, que es la capacidad de motivar al usuario a través de las sesiones participativas en grupo, para conseguir a través de la conciencia crítica, la reflexión grupal y el sentimiento de mejora por un bien común, que los cambios se hagan efectivos y resulten permanentes y duraderos a lo largo de toda la vida útil del edificio.
- Por último, toda esta versatilidad que presenta el método *Photovoice*, sería interesante emplearla de forma conjunta en métodos mixtos, por los cuales utilizar los beneficios tanto del método cualitativo como del cuantitativo, para conseguir una metodología más completa y eficiente para la diagnosis y mejora del uso de la energía y el confort ambiental de los usuarios en edificios existentes.

### **Referencias**

Ruiz Olabuénaga, J. I. (2012). *Teoría y práctica de la investigación cualitativa*. Bilbao: Universidad de Deusto.



En este capítulo se presentan las conclusiones extraídas de todo el trabajo de investigación materializado en esta tesis. En primer lugar, se recopilan algunas conclusiones preliminares obtenidas tras el estudio de los capítulos dedicados al estado de la cuestión (capítulos 3 y 5), y de los capítulos dedicados al estudio teórico de los principales métodos cuantitativos utilizados convencionalmente, así como del método cualitativo propuesto, para la evaluación diagnóstica y la propuesta de mejoras en el estudio de la eficiencia energética en el edificio y el confort ambiental del usuario (capítulos 4 y 6, respectivamente). En segundo lugar, se presentan las conclusiones extraídas del análisis de resultados comparado (capítulo 9) para los métodos aplicados en el caso de estudio (capítulos 7 y 8). Por último, se presentan conclusiones relacionadas con la adaptación metodológica del método cualitativo en general, y en particular el de *Photovoice*, para el ámbito de la arquitectura, y más concretamente, el estudio del uso de la energía en edificios, el confort ambiental, con interesantes aportaciones sobre la participación activa del usuario en la gestión energética del edificio a lo largo de toda su vida útil.

### 10.1. Introducción

A continuación se presentan una serie de conclusiones preliminares que recopilan cuestiones observadas en términos generales a lo largo de la tesis, a medida que se han ido analizando aspectos relacionados con el tema de la investigación.

- Hoy día, a pesar de los numerosos métodos y técnicas existentes para analizar la eficiencia energética en los edificios, no existe prácticamente ninguna aproximación metodológica –ninguna de las consideradas en los capítulos 3 y 4 en esta tesis- que valore con el mismo peso específico el confort ambiental del usuario, de un modo realista e integrador, no sesgado, que tenga en cuenta su propia experiencia personal en el edificio.
- Los métodos utilizados para aproximarse al comportamiento del usuario son muy variados tanto en los datos de entrada, como en la expresión de sus resultados y en el propio proceso de evaluación. Si bien muchos de ellos buscan poder expresar tal comportamiento con leyes universales, algoritmos o fórmulas, lo cual es contrario a la propia naturaleza compleja del ser humano y a su interrelación con su entorno construido, y con el ambiente interior, cuya naturaleza es dinámica y cambiante en el tiempo, y propio de cada lugar.
- Estos métodos que basan sus leyes en experimentos de laboratorio o estudios de campo tratan cada vez más de aproximarse a la realidad del usuario, pero tales leyes a menudo se utilizan para ser implementadas en entornos virtuales o simulados, lo cual finalmente añade más incertidumbre al estudio; siempre existen limitaciones y asunciones por no poder reproducir

la realidad en su totalidad.

- Los métodos cuantitativos que actualmente se emplean para evaluar el comportamiento del usuario no analizan los problemas o necesidades reales a las que se enfrenta el usuario en su día a día con el edificio de forma global. Son métodos sesgados, simplificados, y limitados para la comprensión del usuario y su relación con el entorno construido, con el espacio de trabajo. De hecho, la relación compleja y bilateral existente entre ambos no es analizada al completo en estos métodos, teniendo en cuenta que el usuario no sólo necesita adaptarse en situaciones de discomfort, sino que en ocasiones esa adaptación no es suficiente para alcanzar el bienestar de nuevo. Hoy por hoy esa adaptación tampoco es evaluada de forma global en ningún método existente.
- Puesto que la aproximación al usuario es necesaria para conocer realmente cuáles son las necesidades de confort en el ámbito de la gestión energética del edificio, es preciso realizar tal acercamiento mediante disciplinas que ofrezcan estrategias de análisis del problema desde la perspectiva social, para comprender mejor el comportamiento del usuario y sus necesidades en toda su complejidad.
- Existe una confusión generalizada acerca de los métodos cuantitativos y cualitativos. En este sentido el capítulo 5 ha tratado de aportar luz a esta circunstancia bastante extendido. El hecho de que las personas expresen sus experiencias personales, pudiendo entenderse como información subjetiva -siempre lo va a ser, puesto que provienen de sujetos (Ruiz Olabuénaga, 2012)-, no implica necesariamente que la vía para expresar tal información sea un método cualitativo. Todo dependerá del modo de recoger y analizar los datos.
- En las ciencias sociales existen métodos y técnicas cualitativos, y más concretamente de acción participativa, que permiten interactuar con los usuarios -convirtiéndolos en co-investigadores-, y conocer de primera mano sus necesidades reales, y cuáles son a su juicio los modos de solventarlas. Estos métodos permiten establecer una interacción con otros usuarios con problemas semejantes, donde reflexionar de forma conjunta, reforzar vínculos grupales, y aunar esfuerzos para procurar las mejoras de forma permanente y duradera.
- Uno de estos métodos, el *Photovoice*, permite además conocer detalles sobre estas carencias detectadas por los usuarios, que de otro modo no podrían conocerse, utilizando la fotografía como medio innovador y atractivo. Ni tan siquiera en algunos estudios, donde han aplicado entrevistas -cuantitativas o cualitativas-, el nivel de implicación alcanza al de las sesiones grupales participativas de métodos como *Photovoice*.

## 10.2. Conclusiones basadas en el análisis de resultados expuesto en el capítulo 9.

Una vez aplicada la adaptación del método *Photovoice* al caso de estudio, se extraen las siguientes conclusiones del análisis de resultados reflejados en el capítulo 9:

En **términos generales**:

- *Photovoice* ha demostrado ser un método de evaluación completo, dada la variedad de ítems evaluados en torno a distintas categorías relacionadas con la gestión energética y el confort ambiental del usuario, incluso que

han ido más allá de la temática inicial propuesta a los participantes, como demuestran las gráficas 9.1 y 9.2. Esto lo hace equiparable en la versatilidad mostrada a métodos como LEED, de reconocido prestigio internacional para evaluar la sostenibilidad en un edificio.

- De todos esos ítems evaluados, en pocas ocasiones *Photovoice* ha tomado datos como opcionales, indirectos o incompletos (gráfica 9.1.). Es decir, casi todos los ítems que ha presentado en su evaluación han sido analizados de forma directa y cualitativa, lo cual no ha ocurrido en otros métodos, como ha sido el caso de la huella de carbono, por ejemplo.
- Además de ser un método de los más completos, para esta caso de estudio ha sido el único en evaluar todos los campos de estudio observados (gráfica 9.2). Esto justifica su amplitud de evaluación, además de que ha mostrado los porcentajes más equilibrados para cada campo. Esto demuestra que a pesar de mostrar las carencias principales para el grupo de estudio, también es capaz de evidenciar otras cuestiones a lo largo de la aplicación metodológica (gráfica 9.3).
- Según los campos de estudio (gráfica 9.3), *Photovoice* destaca con el mayor número de ítems en: información climática, información del edificio, confort de usuarios, y participación activa. En otros campos ha quedado en segundo lugar, como son: actividad de la organización, y propuestas de mejora, donde habitualmente era superado por el método LEED. En la categoría "caracterización del método" quedó en tercer lugar.

En cuanto a la **evaluación de datos de partida o estado actual**, cabe destacar:

- No todos los métodos presentan "información climática". Sin embargo, *Photovoice* sí la presenta, abarcando aspectos específicos del clima.
- En el campo "información del edificio" (gráfica 9.4), donde se define la información geométrica, constructiva y operacional del edificio, destacan LIDER-CALENER y *Photovoice*. Esta información es determinante como datos de partida para el análisis del estado actual, presente en todos los métodos analizados. Si bien ambos métodos presentan un número muy similar de ítems, *Photovoice* presenta más datos evaluados de forma directa, cualitativa. LIDER-CALENER presenta un porcentaje mayor de datos indirectos, no solo comparado con *Photovoice*, sino también con el resto de métodos. Esto hace que *Photovoice* sea el método que de forma más completa y fiable evalúe los datos de esta categoría, relevante en la evaluación del uso de la energía y el confort ambiental en el edificio.
- Dentro del campo "información del edificio", se distinguen dos áreas de estudio. Una de ellas, referente a la "ubicación: entorno y parcela" (gráfica 9.5), tiene menor presencia en *Photovoice*. Sin embargo esta área no es decisiva en el tema a evaluar. Y si bien no es determinante, de haberla considerado, se habría tratado de forma explícita y detallada en el método *Photovoice*, ya que permite esa versatilidad de análisis.
- En el otro área de estudio de la "información del edificio" (gráfica 9.6), denominada "datos del edificio", presentan el mismo número de ítems *Photovoice* y LIDER-CALENER. Esta área de estudio es mucho más relevante para la gestión energética y el confort. Nuevamente a pesar de tener el mismo número de ítems, *Photovoice* los evalúa en mayor medida de forma directa, a través de datos cualitativos.
- Dentro del área de estudio de "datos del edificio", a su vez se distinguen

dos categorías de ítems relevantes dadas la tipología de edificio, la circunstancia de edificio de existente, y otras particularidades observables en el caso a analizar. Estas categorías son: "geometría, construcción, sistemas y C.A.I." (gráfica 9.7) y "patologías y patrimonio" (gráfica 9.8). En la primera, *Photovoice* es el segundo método que presenta la gran mayoría de los ítems, mientras que en la segunda, es el único método que los presenta en su totalidad.

- En el campo "actividad de la organización" (gráfica 9.9), que cuenta con número amplio de ítems, se presentan el volumen y tipo de tareas vinculadas a la actividad del caso de estudio. *Photovoice* se sitúa con la mitad de ítems evaluados, en segundo lugar, por detrás de LEED. Si bien este no es un campo decisivo en la evaluación del uso de la energía y el confort ambiental, es interesante ver cómo se vinculan estas actividades a los consumos y emisiones de GEI generadas. Sin embargo, el resto de métodos apenas se pronuncian en este campo.
- Dentro de esta área de estudio, a su vez se distinguen dos categorías, "gestión: consumos y compras, gestión y limpieza, otros" (gráfica 9.10) y "distribución interior: usuarios y mobiliario" (gráfica 9.11). En estas categorías, donde la primera tiene el triple de presencia que la segunda en número de ítems, *Photovoice* no ha presentado gran número de ítems, ya que para la primera categoría presenta la tercera parte de ellos, mientras que para la segunda presenta la totalidad de ítems, aunque sólo son 4. Nuevamente *Photovoice* presenta menos evaluación en temas relacionados con la actividad en sí, y con su gestión, siempre que esta no presente ítems directamente vinculados con el confort y la gestión energética, objeto del estudio.
- En el campo "confort de usuarios" (gráficas 9.12, 9.13 y 9.14), *Photovoice* presenta la totalidad de ítems evaluados, todos de manera directa, cualitativamente. Del resto de métodos, sorprende que tres de los cuatro presenten sólo un ítem evaluado de los siete que hay en total, siendo este ítem para dos de esos tres métodos evaluado de forma indirecta, opcional o incompleta. Claramente es un indicador de que el confort ambiental de usuarios no se trata de forma explícita en los métodos usuales de evaluación de la eficiencia en el uso de la energía en edificios, al menos en los evaluados en esta tesis.
- Al agrupar las diferentes categorías de ítems según parámetros de sostenibilidad y eficiencia energética en la evaluación de estado actual (epígrafe 9.3.1. del capítulo 9, gráficas 9.22, 9.23 y 9.24), se ve en líneas generales cómo del total de ítems, LEED se presenta en primera posición, y *Photovoice* en segunda, con muy poco número de ítems de diferencia. Por detrás quedan otros métodos como LIDER-CALENER. Además, se tratan casi la totalidad de las categorías evaluadas, por lo que se constata su amplitud en la evaluación de diferentes aspectos. Además se presentan para aquellas categorías más relevantes en la evaluación que se trata (como la evaluación de la envolvente, la geometría o las instalaciones), con gran presencia e incluso en algún caso la totalidad de ítems evaluados en *Photovoice*.
- Con respecto a la evaluación del confort del usuario en el estado actual (gráficas 9.27, 9.28 y 9.12), se hace una diferenciación por áreas de estudio. Estas son "diagnóstico del disconfort" (gráfica 9.13) y "mecanismos de adaptación" (gráfica 9.14). *Photovoice* se sitúa por delante de todos los métodos en este campo, con la totalidad de ambas categorías de ítems.

Llama la atención la poca presencia de ítems en el resto de métodos, los cuales presentan un solo dato, en tres de ellos, un en dos son, como se ha comentado, de naturaleza incompleta, indirecta u opcional.

- En el campo de estudio "caracterización del método" (gráfica 9.21), *Photovoice* presenta sólo dos de los cinco ítems. Sin ser un campo relevante, se ha mostrado para evidenciar algunas peculiaridades de los métodos consideradas en la evaluación. Sin embargo, no es determinante para la evaluación de aspectos de la energía o el confort en el edificio.

En cuanto a la **sugerencia y evaluación de propuestas de mejora**, cabe destacar:

- Las propuestas de mejora se han evaluado como campo de estudio de ítems, siendo el que más datos registra, con 37 ítems (gráfica 9.15). De los métodos evaluados, LEED presenta el mayor número de ítems, seguido por *Photovoice* y LIDER-CALENER, con un número muy similar al de LEED.
- Este campo también se ha subdividido en áreas de estudio, similares a las propuestas en los datos de partida para análisis del estado actual. Estas áreas son: "demandas, consumos y energías renovables" (gráfica 9.16), y "gestión: eficiencia en operación y espacios" (gráfica 9.17). Si bien *Photovoice* no se posiciona de los primeros para la primera categoría, obtiene una mayoría de ítems en esta, mientras que para la segunda categoría presenta la mayoría de los ítems. Es un método equilibrado, con presencia de todas las categorías a nivel general.
- En el campo de "participación activa de partes interesadas", *Photovoice* se presenta como el método con más presencia de ítems (gráfica 9.18). Este campo se divide en dos áreas de estudio: "conducta y buenas prácticas" (gráfica 9.19), donde el método que destaca lo hace con datos opcionales, al cual sigue *Photovoice* en segunda posición, y el segundo área de estudio "empoderamiento del usuario" (gráfica 9.20), donde *Photovoice* presenta de manera íntegra los ítems, seguido por poca presencia de ítems en el resto de métodos, o ninguna. En esta área, básica para el confort del usuario a largo plazo, *Photovoice* es líder indiscutible en el tratamiento temático a través de los ítems.
- Al agrupar las diferentes categorías de ítems según parámetros de sostenibilidad y eficiencia energética en la sugerencia y evaluación de propuestas de mejora (epígrafe 9.3.2. del capítulo 9, gráficas 9.25, 9.26 y 9.15), destaca *Photovoice* en segundo lugar, tras LEED, como se ha comentado. Además, *Photovoice* pertenece al conjunto de los tres métodos que más categorías presenta para este campo de estudio. Por otra parte, el tipo de datos que ofrece *Photovoice* suele ser mayoritariamente directos, cualitativos.
- Con respecto a la evaluación del confort del usuario en las propuestas de mejora, se utilizan los ítems del campo de estudio "participación activa de partes interesadas" (gráficas 9.29, 9.30 y 9.18), se hace una diferenciación por áreas de estudio. Estas son "concienciación y buenas prácticas" y "empoderamiento del usuario". Nuevamente *Photovoice* presenta la totalidad de ítems relacionados con el confort del usuario, mientras que en el resto de métodos existen dos que facilitan la mitad de ítems solamente, y los otros dos métodos no consideran ninguno.
- Además, en el epígrafe 9.5.1. se tratan algunas cuestiones sobre la evaluación propia de cada método. Concretamente, sobre el modo de expresar los

resultados mostrados para las propuestas de mejora, *Photovoice* los muestra de la misma forma que aquellos relacionados con el estado actual, al igual que LIDER-CALENER y las estrategias bioclimáticas.

- En cuanto a la comparabilidad entre estado actual y propuestas de mejora, si bien de forma predictiva sólo LIDER-CALENER lo permite de entre los métodos evaluados, y las estrategias bioclimáticas de forma orientativa en fase de diseño, *Photovoice* admite comparabilidad real en caso de llevar a cabo los cambios, igual que la huella de carbono.
- Sobre el grado de ajuste de cada método a las necesidades reales del confort del usuario, a través del propio procedimiento y de la evaluación de los distintos ítems se puede concluir que el mayor ajuste a las necesidades reales del usuario lo realiza *Photovoice*, con diferencia.
- Sobre el número de propuestas de mejora sugeridas o implementadas para llegar a una propuesta satisfactoria en cada método, sorprende que *Photovoice* destaque frente al resto exponiendo sólo una propuesta de mejora integral, que ha resultado equiparable al resto de las propuestas por los otros métodos, que han necesitado iteraciones o propuestas sucesivas. Esto apela de nuevo al concepto de "parsimonia" enunciado en el capítulo 5, o la "eficiencia en el uso de recursos hasta conseguir resultados satisfactorios en el estudio de investigación".
- Este concepto podría hacer pensar en la oportunidad de un método de diagnóstico y propuestas de mejora que en poco tiempo, con pocos recursos, y con información desde la experiencia del propio usuario, es capaz de ser eficiente, dando respuestas concisas a problemas concretos, sin tener que dedicar más tiempo y recursos de los necesarios.
- Hay que tener en cuenta que si bien estas categorías son válidas en principio para este caso de estudio, pueden surgir otras, dada la versatilidad del método, ajustadas a cada edificio en estudio y a las necesidades particulares de sus propios usuarios.

### **10.3. Conclusiones generales sobre *Photovoice* y su aplicación en arquitectura.**

1. Sobre la **idoneidad del método cualitativo, y en particular *Photovoice***, para evaluar cuestiones vinculadas **a la arquitectura, el ámbito construido, y el espacio de trabajo:**
  - *Photovoice* está indicado especialmente para edificios con determinadas particularidades, como edificios históricos, edificios de valor patrimonial, edificios públicos, y en general edificios terciarios, puesto que la evaluación efectuada por sus propios usuarios admite la consideración de estos aspectos específicos del edificio, evaluándolos de forma detallada, concisa, continuada a lo largo de las sesiones, y ajustada a la experiencia real de sus usuarios.
  - *Photovoice* se ajusta bien a las necesidades de los espacios de trabajo, y en especial a edificios públicos, donde se dan a su vez ciertas condiciones:
    - Es necesario cierta concienciación ante estrategias de ahorro, ya que los consumos se sufragan con dinero público
    - El rol ejemplarizante que deben asumir estas instituciones y sus edificios, ante los ciudadanos a los que dan servicio, evitando

consumos excesivos y las consecuencias medioambientales.

- En estos espacios a menudo el usuario no puede controlar su ambiente interior, o no sabe cómo hacerlo, por lo que parece interesante, oportuno y útil contar con un método que facilite la comunicación con sus necesidades reales.
  - Este método es aplicable a otros tipos de edificios o usos donde exista conjunto de personas con objetivos comunes, como por ejemplo un edificio de viviendas plurifamiliar, donde existe una comunidad de vecinos con necesidades comunes, o bien un barrio o distrito, con distintas organizaciones o asociaciones de vecinos
  - De forma análoga, este método puede ser útil para evaluar edificios de servicios donde los usuarios pasen mucho tiempo o bien requieren de una serie de necesidades y cuidados especiales: escuelas y edificios docentes en general, edificios hospitalarios, residencias para personas con discapacidad o necesidades especiales, entre otros.
  - A pesar de que el tema de aplicación de *Photovoice* se plantea como evaluación de la eficiencia energética y el confort ambiental del usuario, del análisis de resultados obtenido en el capítulo 9 se desprende la versatilidad en la temática abordada por los usuarios, que puede ser más amplia, como la sostenibilidad, por ejemplo, u otras cuestiones tanto particulares del propio edificio, como otros ámbitos que afecten al usuario: seguridad, adaptación a la accesibilidad, entre otros. Esta versatilidad sin embargo debe estar supeditada a una confección inicial durante el proceso de planificación de *Photovoice*, de la temática del estudio, pese a que luego puedan surgir otros temas colaterales o relacionados con el tema principal a evaluar por los usuarios.
2. Sobre la **idoneidad del método *Photovoice***, para la evaluación y mejora del uso de la **energía en los edificios y del confort ambiental del usuario:**
- Si bien los métodos cualitativos no facilitan datos numéricos, como tampoco expresan leyes universales ni son generalizables, resultan muy útiles en casos de rehabilitación energética de edificios concretos, que pueden tener además ciertas particularidades. En ellos, conocer la perspectiva del usuario, experto en temas de energía y confort en su interior, permite al profesional técnico y a los decisores poder efectuar una primera diagnosis, e incluso componer un escenario de mejoras, y así poder reflexionar y actuar posteriormente de forma más eficiente, optimizando los recursos y el tiempo empleado para efectuar tal rehabilitación.
  - *Photovoice* es válido o aplicable específicamente para edificios existentes, de forma que sus propios usuarios puedan valorar lo que ya existe y cómo funciona en términos de eficiencia y confort, mientras que muchos de los otros métodos convencionalmente usados, cuantitativos, han sido adaptaciones de los inicialmente utilizados en fases de diseño. Esto queda además justificado por la falta de inclusión de categorías e ítems relacionados con las singularidades del edificio, como puedan ser patologías o aspectos patrimoniales, entre otros.
  - *Photovoice* ha demostrado, como refleja el capítulo 9, que puede aportar información exacta y detallada sobre los problemas del edificio analizado, con la participación de los propios usuarios, en materia de eficiencia energética y confort del usuario. Los temas tratados con este método

cubren el espectro de aquellos analizados en los métodos cuantitativos convencionales, para diagnosis y propuestas de mejora.

- Además, el método cualitativo propuesto ofrece ventajas frente a los métodos cuantitativos, provenientes del enfoque explícito sobre el confort del usuario. Con su implicación, el usuario se siente necesario en la tarea de la gestión energética del edificio, responsable de velar por los intereses comunes de la organización a la que pertenece, y consciente de la trascendencia medioambiental de sus actos. La participación activa del usuario ayuda a que los cambios que se implementen sean permanentes.
- La metodología presentada *Photovoice*, nunca antes utilizada como análisis del ambiente construido, ni en espacios de trabajo, resulta idónea y útil para efectuar una diagnosis en edificios existentes de forma relativamente sencilla, más económica que otros estudios, y más eficiente. En ella se tratan de manera concisa los problemas sobre ineficiencia energética y disconfort de la mano de los usuarios del edificio, sin necesidad de estudios iterativos, durante periodos de tiempo prolongados, u otras estrategias costosas o invasivas.
- El empoderamiento del usuario a través de *Photovoice* permite que se sienta valorado. Esto permitirá que colabore transmitiendo todas las reflexiones y la necesidad de actuar para conseguir los cambios a otros trabajadores del mismo edificio, así como a los decisores y gestores.
- Tras la comparación con los métodos utilizados, se demuestra la validez de *Photovoice* como método para la diagnosis del uso de la energía del edificio y para propuestas de soluciones, de forma innovadora, a través de la participación activa del usuario, así como del resto de partes intervinientes en la gestión energética del edificio, a fin de que esta gestión sea eficiente durante toda la vida útil del edificio.

### 3. Sobre la **concienciación del usuario y el empoderamiento**, con resultados **a largo plazo**:

- Tras haber analizado en la tabla comparativa 9.2.a. y 9.2.b. los aspectos de confort y la participación activa de las partes interesadas, es importante resaltar la aportación del método *Photovoice* frente a otros, en cuanto a la labor que el usuario puede realizar a medio y largo plazo mientras permanezca realizando su labor profesional en el edificio estudiado.
- Gracias a la actividad participativa que realizan los usuarios en *Photovoice*, la conciencia crítica va permeando en la mente de estos usuarios, de forma que el problema se convierte en un interés común, por el cual hay que unirse para conseguir cambios consistentes y duraderos. A través de estas sesiones el usuario establece empatía con sus compañeros, compartiendo experiencias comunes, y utilizando este mecanismo de comunicación de los problemas para hacerlos llegar a los decisores y gestores en materia de energía en el edificio.
- Esto además se materializa con el empoderamiento o mezcla de sentimiento de lucha hasta alcanzar el cambio para el bien común, con la motivación de la unión grupal como fuerza mayor a la que puede ejercer el usuario desde la individualidad.
- Por otra parte, el usuario puede adquirir las habilidades y conocimientos

necesarios para colaborar de forma activa en la gestión energética del edificio, en el momento en que se detectan sus debilidades o desinformación, actuando de forma ajustada con programas formativos, o de otra índole.

- En este caso de estudio además, dada la peculiaridad del edificio y de algunos de los participantes, el empoderamiento ha sido también a nivel de toma de decisiones metodológicas, puesto que su conocimiento a nivel experto ha permitido adaptar la metodología con un criterio más depurado y exhaustivo, al haber estado influenciado por varios expertos en la materia, lo cual ha enriquecido sin duda toda la experiencia.

#### 4. Sobre la **validez del método cualitativo** y la forma de constatarla:

- Según se describió en el capítulo 5, los criterios de validez para métodos cualitativos como *Photovoice* varían significativamente de los criterios que son de aplicación en métodos cuantitativos. No obstante, eso no significa que no se puedan determinar estos criterios para poder realizar un trabajo de investigación de equivalente calidad, veraz, fiable, y transferible.
- Para ello, se ha tenido en consideración el concepto de triangulación, que se definía en el capítulo 5 como técnica o conjunto de estrategias que sirven para dar validez interna a los resultados obtenidos aplicando investigación cualitativa, y que se puede acometer de distinto modo (triangulación de técnicas, de investigadores, de datos, entre otras). En el caso de *Photovoice*, el mismo conjunto de técnicas que abarca, establece mecanismos para enriquecer el discurso conjunto -como definiera la triangulación Ruiz Olabuénaga (Ruiz Olabuénaga, 2012)-, en este caso el de los participantes, a través de las fotos, los textos que las acompañan, los cuestionarios SHOWED individuales sobre estas fotos, así como los debates grupales, las categorizaciones realizadas por los participantes, y la información de los cuestionarios y las grabaciones transcritas.
- Asimismo, con esta comparación entre métodos cuantitativos (LIDER-CALENER, huella de carbono, LEED y Estrategias Bioclimáticas) se establece la validez externa, entendiendo que *Photovoice* es un método que permite diagnosticar con gran precisión y detalle los problemas del edificio existente en general, y más particularmente aquellos relativos al uso eficiente de la energía y confort del usuario, permitiendo que de primera mano este realice una propuesta de soluciones a tales problemas, a la vez que se consigue una concienciación crítica sobre estas carencias entre los usuarios, para que velen de forma activa, con su implicación, por el interés común, apelando a todas las partes interesadas, para conseguir que el cambio se produzca de manera permanente y duradera.
- Si bien el método cualitativo demuestra ofrecer la misma información y capacidad para diagnosticar y proponer mejoras en el ámbito de la energía y el confort ambiental del usuario en edificios, su aplicación no es incompatible con el uso de otros métodos cuantitativos para una misma investigación. El método cualitativo ha demostrado ofrecer determinado nivel de detalle sobre datos a los que el método cuantitativo no puede tener acceso. Esto puede utilizarse para establecer métodos mixtos, donde el método cualitativo dé una aproximación más ajustada de las necesidades del usuario, y el cuantitativo estudie los parámetros necesarios para determinar con exactitud las causas, consecuencias y posibles mejoras, una vez conocidos los problemas reales para el edificio concreto de estudio.

- Por último, este tipo de métodos que ponen en contacto al investigador con el usuario, permiten a su vez detectar posibles faltas de comunicación entre usuario-edificio-decisores, ya sea por falta de formación al respecto, por falta de entendimiento, o por desconocimiento de cómo manejar el edificio o comunicar las carencias. En este sentido *Photovoice* puede aportar mucho para establecer una rehabilitación energética en edificios existentes con un criterio integrador, multidisciplinar, y valorando ante todo el servicio que debe rendir al usuario la arquitectura, y los profesionales dedicados a ella, en especial los arquitectos.

En este capítulo se proponen distintas líneas de investigación vinculadas a la dirección descrita en esta tesis.

Algunas de las siguientes propuestas se ubican dentro del área de conocimiento de la construcción arquitectónica, y más concretamente desde la eficiencia energética y el confort ambiental del usuario, mientras que otras se aproximan a la arquitectura a diversas escalas. En estas, la adaptación de métodos cualitativos como *Photovoice* parecen pertinentes por la aproximación a colectividades de usuarios con objetivos comunes que necesitan ser resueltos desde el ámbito técnico, aunque no de forma exclusiva. Por esta razón, la aproximación desde disciplinas como las ciencias sociales es oportuna, y puede resultar muy útil y fructífera para la consecución de tales objetivos.

1. En primer lugar, esta investigación podría completarse superando sus propias limitaciones en el ámbito de estudio de esta tesis, algunas de ellas ya citadas:

- Sería conveniente realizar el estudio análogo de *Photovoice* para el verano, y para la media estación, de tal manera que se tenga información completa sobre las causas de desconfort para un mismo edificio durante todo el año. A ser posible, el análisis lo deberían realizar las mismas personas en los mismos espacios, para reducir las incertidumbres relacionadas con los distintos ambientes y las características fisiológicas y personales por ser distintos participantes.
- Para completar el análisis sobre la trascendencia del empoderamiento del usuario, sería deseable realizar un estudio de seguimiento o “*follow-up*”. De esta forma se comprobaría no sólo la efectividad de la participación activa de usuarios a largo plazo, sino también la intervención de la audiencia objetivo. Con este seguimiento, se podría analizar después de la implementación de algunas de las mejoras sugeridas en el edificio, qué diferencias se detectan por los propios usuarios a la luz de los cambios realizados, el grado de implicación de los distintos agentes involucrados -audiencia objetivo, gestores energéticos, técnicos, y usuarios-, y el grado de satisfacción del usuario.
- Otros estudios que podrían ser interesantes, serían aquellos en los que se midiesen *in situ* los parámetros ambientales, y otras variables físicas o fenómenos como las infiltraciones y otras corrientes de aire no deseadas, a fin de compararlos con aquellas sensaciones y experiencias expresadas por los usuarios. Estas mediciones tendrían como objetivo complementar y reforzar el discurso del usuario, para establecer procedimientos de análisis integral de la eficiencia energética, por ejemplo, ya que la variación de desconfort medida con determinados parámetros sólo son detectables cuando el usuario comunica su existencia. Sólo una vez detectados pueden ser medidos de forma precisa y eficiente. En este sentido, se podría retomar el término de “parsimonia”, citado en el capítulo 5, tratando de evitar que se produzca.

- Así mismo, podrían realizarse otros estudios similares sobre edificios con características comunes con el caso de estudio, como por ejemplo los edificios que el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) tiene en su sede central, coetáneos al IETcc y que comparten con él ciertas cualidades tanto edificatorias como de perfil de usuario. Así podrían detectarse cuáles de las características derivadas de la adaptación de este método al análisis de la eficiencia energética y del confort son propias del caso de estudio o por el contrario se dan como pautas generales a la aplicación en edificios existentes, y especialmente en espacios de trabajo con características similares. Así también se contribuiría a determinar los límites de la transferibilidad del método de unos casos concretos de edificios, a otros.
- Por otra parte, esta metodología podría tratar de aplicarse en combinación con otros métodos cuantitativos, a fin de explorar la potencialidad de un método mixto, que aproveche los beneficios de ambos tipos de métodos, obteniendo mucha y más variada información sobre las necesidades del edificio y de sus usuarios, ajustando mejor los resultados a las carencias detectadas, y por tanto enriqueciendo la investigación.

2. En segundo lugar, podría adaptarse la aplicación de métodos cualitativos, como *Photovoice*, en general a la rehabilitación, total o parcial, de edificios:

- La temática a analizar en el edificio no tiene por qué ser exclusivamente la eficiencia energética, o el confort ambiental del usuario. Se pueden establecer estudios en términos de habitabilidad, seguridad, o confort de un modo más amplio, por ejemplo. También puede ser útil en este sentido la información que de primera mano puedan ofrecer los usuarios en materia de Inspecciones Técnicas de Edificios (ITEs), o como pre-diagnóstico antes de acometer otros análisis más complejos y costosos, como una Auditoría Energética. Podría en tal caso incluirse este método como un análisis previo útil, efectivo y barato, dentro de la propia estrategia metodológica de la Auditoría Energética. Para casos de PYMES, este método puede evitar gastos elevados en recursos, en honorarios de técnicos y en tiempo por aplicar otros métodos para detección de carencias en los edificios y aplicación de mejoras. Por su parte, para las Empresas de Servicios Energéticos (ESEs) esta puede ser una buena herramienta de primera toma de contacto con el edificio y las necesidades reales de sus usuarios, para aplicar de forma más efectiva y ajustada posteriormente otros métodos dirigidos ya hacia la resolución eficiente de los problemas detectados.
- Por último, en este apartado se puede tener en cuenta que este tipo de métodos pueden ser incluidos en normativa relacionada con el confort de usuarios. Las normas vigentes en materia de confort térmico, si bien ya están abiertas en cierto modo a la evaluación por parte del usuario, siguen siendo cuantitativas y por tanto carecen de información detallada y específica sobre los problemas reales de disconfort. Normas como la ISO 7730 o la ASHRAE 55, establecen cuestionarios cerrados para conocer si el usuario está o no confortable en el espacio que ocupa. Sin embargo, no ahonda más en el problema ni en el modo de solucionarlo, como tampoco analiza cuestiones más complejas derivadas de la adaptación real del usuario y la variabilidad temporal propia de la relación dinámica entre clima-edificio-usuario.

3. Como última aproximación sugerida, y dado el carácter social de la metodología, se sugieren las siguientes líneas:

- Este método puede resultar muy adecuado para su aplicación en ámbitos de entornos contruidos donde colectividades de usuarios persiguen un objetivo en común. Estos entornos pueden ser: edificios residenciales (viviendas, centros de día, residencias de personas con cualidades limitadas, etc.); comunidades de vecinos (edificios plurifamiliares) o mancomunidades (nivel barrio o distrito), o incluso con la intermediación de asociaciones u otro tipo de grupos sociales, a nivel ciudad. Como ejemplo de esta aplicación podría ser en estudios de pobreza energética, a nivel edificio, barrio, o municipio.
- Aplicación a edificios públicos, o al servicio de la sociedad, con la participación de organizaciones y empresas municipales, gobiernos locales, regionales, y toda aquella persona implicada en la toma de decisiones a nivel político-social.



## BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS.

- Adams, K., Burns, C., Liebzeit, A., Ryschka, J., Thorpe, S., & Browne, J. (2012). Use of participatory research and photo-voice to support urban Aboriginal healthy eating. *Health & Social Care in the Community*, 20(5), 497-505. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2524.2011.01056.x>
- AENOR. UNE-EN ISO 14040, <http://www.aenor.es/0-2> (2006). AENOR. Recuperado a partir de <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0048809#.WTXUc4Vla8Q>
- AENOR. (2008). UNE-EN 15251:2008. <http://www.aenor.es/>. Recuperado a partir de <http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0041732#.WTnaDIVla8Q>
- AENOR. (2012). AENOR: UNE-EN 12464-1:2012 Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores. <http://www.aenor.es/>. Recuperado a partir de <http://www.aenor.es/aenor/actualidad/actualidad/noticias.asp?campo=4&odigo=21845&tipon=2#.WUmofYVla8Q>
- Akkerman, A., Janssen, C. G. C., Kef, S., & Meininger, H. P. (2014). Perspectives of Employees with Intellectual Disabilities on Themes Relevant to Their Job Satisfaction. An Explorative Study using Photovoice. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, 27(6), 542-554. <http://doi.org/10.1111/jar.12092>
- Al-Homoud, M. S. (2001). Computer-aided building energy analysis techniques. *Building and Environment*, 36(4), 421-433. [http://doi.org/10.1016/S0360-1323\(00\)00026-3](http://doi.org/10.1016/S0360-1323(00)00026-3)
- Albatayneh, A., Alterman, D., Page, A., & Moghtaderi, B. (2016). Assessment of the Thermal Performance of Complete Buildings Using Adaptive Thermal Comfort. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 216, 655-661. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.12.051>
- Arredondo, F., & Arredondo, F. (1999). Organización de obra. *Informes de la Construcción*, 51(462), 81-90. <http://doi.org/10.3989/ic.1999.v51.i462.860>
- ASHRAE Technical Committees 1.10, Energy Resources, and 2.8, Building Environmental Impacts and Sustainability: *ASHRAE Green Guide*.
- ASHRAE. (2013). Standard 55 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Recuperado 6 de junio de 2017, a partir de <https://www.ashrae.org/resources--publications/bookstore/standard-55-and-user-s-manual>
- Asociación Española de Operadores de productos Petrolíferos. (2016). *Combustibles de automoción Revisión y análisis comparativo de diferentes opciones*. Recuperado a partir de [http://www.aop.es/media/1579/estudio-comparaci%C3%B3n-carburantes-auto-\\_aop-def2.pdf](http://www.aop.es/media/1579/estudio-comparaci%C3%B3n-carburantes-auto-_aop-def2.pdf)
- Augenbroe, G. (2000). *ICT tools for design and engineering of buildings: a design analysis view*. In: *International building physics conference— tools for design and engineering of buildings*. ( van der S. W. Wisse JA, Hendriks NA, Schellen HL, Ed.). Eindhoven.
- Augenbroe, G., & Hensen, J. (2004). Simulation for better building design. *Building and Environment*, 39(8), 875-877. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2004.04.001>
- Becchio, C., Bello, C., Corgnati, S. P., & Ingaramo, L. (2016). Influence of Occupant Behaviour Lifestyle on an Italian Social Housing. *Energy Procedia*, 101, 1034-1041. <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.11.131>
- Berg, B., Lune, H., & Lune, H. (1989). *Qualitative research methods for the social sciences (Fifth Edition)*.
- Boletín Oficial del Estado. (2006). Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que

se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2006-5515>

Boletín Oficial del Estado. (2013). Orden FOM/1635/2013, de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía», del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.

Boletín Oficial del Estado. (2013). Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2013-3904>

Boletín Oficial del Estado. (2013). Real Decreto 238/2013, de 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

Bonetto, M. (2016). El uso de la Fotografía en la investigación social. *Revista Latinoamericana de Metodología de la*. Recuperado a partir de <http://relmis.com.ar/ojs/index.php/relmis/article/view/151>

Bronson, D., Hinchey, S., Haberl, J., & O'Neal, D. (1992). Procedure for calibrating the DOE-2 simulation program to non-weather-dependent measured loads. *Meeting, Anaheim, CA, USA, 01/25- ....*

Bryman, A. (2012). *Social research methods*. Oxford University Press.

Buratti, C., Belloni, E., Moretti, E., Palladino, D., & Vergoni, M. (2015). Thermal Behaviour and Energy Saving Evaluation of Innovative Reinforced Coatings. *Energy Procedia*, 82, 480-485. <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.848>

Buso, T., Fabi, V., Andersen, R. K., & Corgnati, S. P. (2015). Occupant behaviour and robustness of building design. *Building and Environment*, 94, 694-703. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.11.003>

Carretero, R. M. (1994). *La iluminación en los lugares de trabajo*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Recuperado a partir de <http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=67cd7f0052856110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD&vgnnextchannel=1d19bf04b6a03110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>

Casals, X. G. (2006). Analysis of building energy regulation and certification in Europe: Their role, limitations and differences. *Energy and Buildings*, 38(5), 381-392. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2005.05.004>

Catalani, C., & Minkler, M. (2010). Photovoice: A Review of the Literature in Health and Public Health. *Health Education & Behavior*, 37(3), 424-451. <http://doi.org/10.1177/1090198109342084>

Centro Nacional de Información de la Calidad. (2011). *La huella de carbono*. Recuperado a partir de [https://www.aec.es/c/document\\_library/get\\_file?uuid=bf01ec8e-7513-46e1-8d1a-46a4c6f7784b&groupId=10128](https://www.aec.es/c/document_library/get_file?uuid=bf01ec8e-7513-46e1-8d1a-46a4c6f7784b&groupId=10128)

Chaudhury, H., Campo, M., Michael, Y., & Mahmood, A. (2016). Neighbourhood environment and physical activity in older adults. *Social Science & Medicine*, 149, 104-113. <http://doi.org/10.1016/j.socscimed.2015.12.011>

Chenari, B., Dias Carrilho, J., & Gameiro da Silva, M. (2016). Towards sustainable, energy-efficient and healthy ventilation strategies in buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1426-1447. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2016.01.074>

CIBSE, G. A. (2006). *Environmental design*. The Chartered Institution of Building Services Engineers, London.

Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS). (2016). Barómetro de noviembre. Recuperado 20 de junio de 2017, a partir de [http://www.cis.es/cis/open/cm/ES/1\\_encuestas/estudios/ver.jsp?estudio=14312](http://www.cis.es/cis/open/cm/ES/1_encuestas/estudios/ver.jsp?estudio=14312)

Cisterna Cabrera, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 14(1), 61-71. Recuperado a partir de <http://www.ubiobio.cl/theoria/v/v14/a6.pdf>

Clarke, J. (2001). *Energy simulation in building design*.

Colegio Oficial De Aparejadores, & y Arquitectos Técnicos de Madrid (COAATM). (2006). *Boletín Informativo No 593*. Recuperado a partir de <http://www.aparejadores-madrid.es/archivos/asesoria/T%C3%A9cnica/Niveles de protecci%C3%B3n de edificios catalogados.pdf>

Conejo Fernández, J. (2016). *Estudios de Confort Térmico en edificaciones de contenedores. Mejoras mediante estrategias pasivas en clima mediterráneo. Trabajo Fin de Máster del MIATD*.

Corbetta, P. (2007). *Metodología y técnicas de investigación social*. McGraw-Hill.

Corredor Álvarez, F., & Íñiguez-Rueda, L. (2015). Ejes de autonomía y vida laboral de personas diagnosticadas con trastorno mental severo. Recuperado a partir de <https://ddd.uab.cat/record/149373>

Corson, G. (1992). Input-output sensitivity of building energy simulations. *ASHRAE Winter Meeting, Anaheim, CA, USA, 01/25-29*.

Cortés & Escalante 2016): Cortés Sánchez, F., & Escalante Ruiz, G. (2016). Teatro Social y Photovoice como herramientas de empoderamiento profesional: Ejemplo de buenas prácticas, DumpsterArt Project. *Respuestas transdisciplinarias en una sociedad global: Aportaciones desde el Trabajo Social, 2016*, ISBN 978-84-608-7364-8, 98. Recuperado a partir de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5609288>

Creswell, J. W. (2012). *Qualitative inquiry and research design : choosing among five approaches (Third)*. SAGE Publications.

Creswell, J. W. (2012). *Educational research : planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. Pearson.

Código Técnico de la Edificación. (2013). Documento Básico HE Ahorro de energía. Septiembre. Recuperado a partir de <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DBHE.pdf>

Código Técnico de la Edificación. (2017). Nueva versión actualizada de la herramienta unificada LIDER-CALENER (HULC). Recuperado 2 de junio de 2017, a partir de <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-actualidad/362-actualizacion-hulc-marzo2017>

Cuerdo Vilches, M. T. (2008). La simulación energética como herramienta de predicción, normativa y de investigación en proyectos de arquitectura eficientes. *Congreso Nacional del Medio Ambiente (Conama)*. Recuperado a partir de [http://www.conama9.conama.org/conama9/download/files/CTs/2514\\_MCuerdo.pdf](http://www.conama9.conama.org/conama9/download/files/CTs/2514_MCuerdo.pdf)

Cuerdo-Vilches, T., Bueno-Durán, H., Fernández, L., & Martín-Consuegra, F. (2014). *Medidas activas de mejora de la eficiencia energética para la rehabilitación del edificio principal del Instituto Eduardo Torroja*. Jornadas de Investigación del IETcc-CSIC.

D'Oca, S., Corgnati, S., & Hong, T. (2015). Data Mining of Occupant Behavior in Office Buildings. *Energy Procedia*, 78, 585-590. <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.022>

Damiaty, S. A., Zaki, S. A., Rijal, H. B., & Wonorahardjo, S. (2016). Field study on adaptive thermal comfort in office buildings in Malaysia, Indonesia, Singapore, and Japan during hot and humid season. *Building and Environment*, 109, 208-223. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.09.024>

Davison, K. K., & Lawson, C. T. (2006). Do attributes in the physical environment influence children's physical activity? A review of the literature. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*, 3, 19. <http://doi.org/10.1186/1479-5868-3-19>

- Denzin, N. K. (1978). *The research act : a theoretical introduction to sociological methods*. McGraw-Hill.
- Díez, J., Conde, P., Sandin, M., Urtasun, M., López, R., Carrero, J. L., Franco, M. (2017). Understanding the local food environment: A participatory photovoice project in a low-income area in Madrid, Spain. *Health & Place*, 43, 95-103. <http://doi.org/10.1016/j.healthplace.2016.11.012>
- Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE.
- Elliott, J.(1990). *La investigación-acción en educación*. Morata.
- Energy Charter Secretariat. (2015). *Carta Internacional de la Energía*. Texto acordado durante la Conferencia Ministerial para su adopción en La Haya. Bruselas. Recuperado a partir de [http://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Legal/IEC\\_ES.pdf](http://www.energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Legal/IEC_ES.pdf)
- Escalante Ruiz, G., & de la Iglesia Martínez, M. (2013). Comunicándonos a través de la fotografía [Communicating through photography]. *Trabajo Social Hoy*, 70(Tercer Cuatrimestre), 97-120. <http://doi.org/10.12960/TSH.2013.0017>
- (Escalante, 2015): Escalante, M. (2015). No Photovoice: voces sin sonido. *El trabajo social en contextos de privación de libertad*. *Revistas Servicios sociales y Política Social*, XXXII, 151-162.
- European Commission. (2014). Eurobarometer Special Surveys no 416. Factsheets. Attitudes of European citizens towards the environment. Recuperado a partir de [http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs\\_416\\_fact\\_es\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/commfrontoffice/publicopinion/archives/ebs/ebs_416_fact_es_en.pdf)
- Evans-Agnew, R. A., & Rosemberg, M.-A. S. (2016). Questioning Photovoice Research. *Qualitative Health Research*, 26(8), 1019-1030. <http://doi.org/10.1177/1049732315624223>
- Fanger, P. O. (1970). Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering. *Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering*. Recuperado a partir de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19722700268>
- Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid (FENERCOM). (2006). *Guía sobre gestión energética municipal*. Madrid. Recuperado a partir de <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-sobre-eficiencia-energetica-municipal-fenercom.pdf>
- Ferrer, S., Ruiz, T., & Mars, L. (2015). A qualitative study on the role of the built environment for short walking trips. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 33, 141-160. <http://doi.org/10.1016/j.trf.2015.07.014>
- Fleming, P. J., Villa-Torres, L., Taboada, A., Richards, C., & Barrington, C. (2017). Marginalisation, discrimination and the health of Latino immigrant day labourers in a central North Carolina community. *Health & Social Care in the Community*, 25(2), 527-537. <http://doi.org/10.1111/hsc.12338>
- Flum, M. R., Siqueira, C. E., DeCaro, A., & Redway, S. (2010). Photovoice in the workplace: A participatory method to give voice to workers to identify health and safety hazards and promote workplace change-a study of university custodians. *American journal of industrial medicine*, 53(11), 1150-8. <http://doi.org/10.1002/ajim.20873>
- Freire, P. (1974). *Education for critical consciousness*. Seabury Press.
- French, M. (1986). *Beyond power : on women, men, and morals*. Ballantine Books.
- Fusco, C., Moola, F., Faulkner, G., Buliung, R., & Richichi, V. (2012). Toward an understanding of children's perceptions of their transport geographies: (non)active school travel and visual representations of the built environment. *Journal of Transport Geography*, 20(1), 62-70. <http://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.07.001>
- Gagge, A. P., Fobelets, A. P., & Berglund, L. (1986). A standard predictive index of

human response to the thermal environment. *ASHRAE Trans.:(United States)*, 92(CONF-8606125-).

García, E. (2004). *Medio ambiente y sociedad : la civilización industrial y los límites del planeta*. Alianza Editorial.

Ghahramani, A., Tang, C., & Becerik-Gerber, B. (2015). An online learning approach for quantifying personalized thermal comfort via adaptive stochastic modeling. *Building and Environment*, 92, 86-96. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.04.017>

Guivoni, B. (1969). *Man, climate, and architecture*. (Elsevier, Ed.).

Guba, E., & Lincoln, Y. (1994). Competing paradigms in qualitative research. *Handbook of qualitative*. Recuperado a partir de [http://steinhardtapps.es.its.nyu.edu/create/courses/3311/reading/10-guba\\_lincoln\\_94.pdf](http://steinhardtapps.es.its.nyu.edu/create/courses/3311/reading/10-guba_lincoln_94.pdf)

Guell, C., Panter, J., Jones, N. R., & Ogilvie, D. (2012). Towards a differentiated understanding of active travel behaviour: Using social theory to explore everyday commuting. *Social Science & Medicine*, 75(1), 233-239. <http://doi.org/10.1016/j.socscimed.2012.01.038>

Guerra-Santín, O., Romero Herrera, N., Cuerda, E., & Keyson, D. (2016). Mixed methods approach to determine occupants' behaviour – Analysis of two case studies. *Energy and Buildings*, 130, 546-566. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.08.084>

Hallowell, M. R., & Yugar-Arias, I. F. (2016). Exploring fundamental causes of safety challenges faced by Hispanic construction workers in the US using photovoice. *Safety Science*, 82, 199-211. <http://doi.org/10.1016/j.ssci.2015.09.010>

Harrison, B. (2002). Photographic visions and narrative inquiry. *Narrative Inquiry*, 12(1), 87-111. <http://doi.org/10.1075/ni.12.1.14har>

Hergenrather, K. C., Rhodes, S. D., Cowan, C. A., Bardhoshi, G., & Pula, S. (2009). Photovoice as community-based participatory research: a qualitative review. *American journal of health behavior*, 33(6), 686-98. Recuperado a partir de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19320617>

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. Bilbao: Universidad de Deusto. <http://doi.org/> ISBN 978-92-75-32913-9

Heydarian, A., Pantazis, E., Carneiro, J. P., Gerber, D., & Becerik-Gerber, B. (2016). Lights, building, action: Impact of default lighting settings on occupant behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, 48, 212-223. <http://doi.org/10.1016/j.jenvp.2016.11.001>

Hohmann, A. A., & Shear, M. K. (2002). Community-based intervention research: Coping with the "noise" of real life in study design. *American Journal of Psychiatry*, 159(2), 201-207.

Hong, T., Yan, D., D'Oca, S., & Chen, C. (2017). Ten questions concerning occupant behavior in buildings: The big picture. *Building and Environment*, 114, 518-530. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.12.006>

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (1999). *Fundamentos técnicos de la Calificación Energética en Viviendas*.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2006). *Manual de LIDER: documento básico HE de Ahorro de Energía. HE1: Limitación de demanda energética. LIDER v 1.0, Manual de Usuario*.

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2009). *Opción simplificada. Viviendas. Memoria de cálculo*. Recuperado a partir de [http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_CALENER\\_12\\_OpcSimplificada\\_MemoriaCalculo\\_A2009\\_A\\_a231c9fd.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_CALENER_12_OpcSimplificada_MemoriaCalculo_A2009_A_a231c9fd.pdf)

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2009). *CALENER-GT: Grandes Edificios Terciarios. Manual Técnico*. Recuperado a partir de <http://www.idae.es/>

uploads/documentos/documentos\_CALENER\_03\_GT\_Manual\_Tecnico\_A2009\_A\_f23fc148.pdf

Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2013). Calificación Energética de Edificios. Recuperado 2 de junio de 2017, a partir de <http://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/edificacion/reglamento-de-instalaciones-termicas-de-los-1>

Indraganti, M., Ooka, R., Rijal, H. B., & Brager, G. S. (2014). Adaptive model of thermal comfort for offices in hot and humid climates of India. *Building and Environment*, 74, 39-53. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.01.002>

Instituto Nacional de Estadística (INE). (2008). Encuesta de Hogares y Medio Ambiente 2008, 1-8. Recuperado a partir de <http://www.ine.es/dynt3/inebase/index.htm?type=pcaxis&path=/t25/p500/2008/p01/&file=pcaxis#2>

International Organization for Standardization (ISO). (2005). ISO 7730:2005 Ergonomics of the thermal environment -- Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. Recuperado 6 de junio de 2017, a partir de <https://www.iso.org/standard/39155.html>

International Organization for Standardization (ISO). (2006). ISO 14064. Recuperado 7 de junio de 2017, a partir de <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:14064:-1:ed-1:v1:es>

International Organization for Standardization (ISO). (2006). ISO 14025:2006. Recuperado 7 de junio de 2017, a partir de <https://www.iso.org/standard/38131.html>

Jang, H., & Kang, J. (2016). A stochastic model of integrating occupant behaviour into energy simulation with respect to actual energy consumption in high-rise apartment buildings. *Energy and Buildings*, 121, 205-216. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.03.037>

Jia, M., Srinivasan, R. S., & Raheem, A. A. (2017). From occupancy to occupant behavior: An analytical survey of data acquisition technologies, modeling methodologies and simulation coupling mechanisms for building energy efficiency. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 525-540. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.011>

Kramarae, C., & Spender, D. (1992). The knowledge explosion. *Generations of Feminist Scholarship*.

Kramer, L., Schwartz, P., Cheadle, A., & Rauzon, S. (2013). Using Photovoice as a Participatory Evaluation Tool in Kaiser Permanente's Community Health Initiative. *Health Promotion Practice*, 14(5), 686-694. <http://doi.org/10.1177/1524839912463232>

Kuratani, D., & Lai, E. (2011). TEAM Lab-Photovoice Literature Review. Recuperado 15 de junio de 2017, a partir de [http://teamlab.usc.edu/Photovoice Literature Review \(FINAL\).pdf](http://teamlab.usc.edu/Photovoice%20Literature%20Review%20(FINAL).pdf)

Latour, B. (2001). *La Esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*. Science Studies.

Liisberg, J., Møller, J. K., Bloem, H., Cipriano, J., Mor, G., & Madsen, H. (2016). Hidden Markov Models for indirect classification of occupant behaviour. *Sustainable Cities and Society*, 27, 83-98. <http://doi.org/10.1016/j.scs.2016.07.001>

Ludevid, J. (2015). Hacia la generalización de la rehabilitación integral o arquitectónica de la edificación española. *Informes de la Construcción*, 67(Extra-1), nt001. <http://doi.org/10.3989/ic.14.053>

Lykes, M. B. (2001). Creative arts and photography in participatory action research in Guatemala. *Handbook of Action Research: Concise Paperback*

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. (2016). Guía para el cálculo de la huella de carbono y para la elaboración de un plan de mejora de una organización. Recuperado a partir de <http://www.mapama.gob.es/es/cambio->

climatico/temas/mitigacion-politicas-y-medidas/guia\_huella\_carbono\_tcm7-379901.pdf

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. (2017). Instrucciones de uso de la calculadora de huella de carbono de organización alcance 1+2. Recuperado a partir de [http://www.mapama.gob.es/imagenes/es/instruccionscalculadora\\_hc\\_tcm7-329478.pdf](http://www.mapama.gob.es/imagenes/es/instruccionscalculadora_hc_tcm7-329478.pdf)

Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.(2017).Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2015. Recuperado a partir de [http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/comercio-de-derechos-de-emision/nir\\_2017\\_abril\\_anexo7\\_tcm7-456527.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/comercio-de-derechos-de-emision/nir_2017_abril_anexo7_tcm7-456527.pdf)

(Mazria, 1983): Mazria, E. (1983). El libro de la energía solar pasiva. Gustavo Gili.

(McIntyre, 2003): McIntyre, A. (2003). Through the Eyes of Women: Photovoice and participatory research as tools for reimagining place. *Gender, Place & Culture*, 10(1), 47-66. <http://doi.org/10.1080/0966369032000052658>

Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital. Energía y desarrollo sostenible. (2016). Energía y desarrollo sostenible. Recuperado 2 de junio de 2017, a partir de <http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/CertificacionEnergetica/DocumentosReconocidos/Paginas/procedimientos-certificacion-proyecto-terminados.aspx>

Ministerio de Industria, E. y T. (MINETAD). (2015). La Energía en España 2015. Recuperado a partir de [http://www.minetad.gob.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/Energia\\_2015.pdf](http://www.minetad.gob.es/energia/balances/Balances/LibrosEnergia/Energia_2015.pdf)

Ahorro de energía. Documento básico. Recuperado 6 de junio de 2017, a partir de <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-ahorro-energia.html>

Minkler, M., Blackwell, A. G., Thompson, M., & Tamir, H. (2003). Community-based participatory research: implications for public health funding. *American journal of public health*, 93(8), 1210-3. <http://doi.org/10.2105/AJPH.93.8.1210>

Morrison, T. L., & Thomas, R. L. (2014). Survivors' experiences of return to work following cancer: A photovoice study. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 81(3), 163-172. <http://doi.org/10.1177/0008417414534398>

Mulder, C., & Dull, A. (2014). Facilitating Self-Reflection: The Integration of Photovoice in Graduate Social Work Education. *Social Work Education*, 33(8), 1017-1036. <http://doi.org/10.1080/02615479.2014.937416>

Neila González, J. (2004). Arquitectura bioclimática : en un entorno sostenible. Munillaloría.

Neuman, W. L. (William L. (2014). *Social research methods : qualitative and quantitative approaches*.

Nicol, F., & Roaf, S. (2005). Post-occupancy evaluation and field studies of thermal comfort. *Building Research & Information*, 33(4), 338-346. <http://doi.org/10.1080/09613210500161885>

Nicol, F., Humphreys, M., & Roaf, S. (2012). *Adaptive thermal comfort: principles and practice* (Routledge).

O'Neill, Z., & Niu, F. (2017). Uncertainty and sensitivity analysis of spatio-temporal occupant behaviors on residential building energy usage utilizing Karhunen-Loève expansion. *Building and Environment*, 115, 157-172. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.01.025>

Oficina Española de Cambio Climático. (2017). Huella de carbono del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) año 2015.

Okuda Benavides, M., & Gómez-Restrepo, C. (2005). *Metodología de investigación y*

lectura crítica de estudios. Revista Colombiana de Psiquiatría, (1). Recuperado a partir de <http://www.scielo.org.co/pdf/rcp/v34n1/v34n1a08.pdf>

Olgay, V. (1963). *Arquitectura y clima : manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Gustavo Gili.

Padgett, D. (2016). *Qualitative methods in social work research (Third)*. Recuperado a partir de <https://us.sagepub.com/en-us/nam/qualitative-methods-in-social-work-research/book239301>

Palibroda, B., Krieg, B., Murdock, L., & Havelock, J. (2009). *A practical guide to photovoice: sharing pictures, telling stories and changing communities*.

Patton, M. Q. (2002). *Qualitative Research and Evaluation Methods*. En California: Sage Publications Inc (3rd ed., pp. 541-598).

Pedraz Marcos, A., Zarco Colón, J., Ramasco Gutiérrez, M., & Palmar Santos, A. M. (2014). *Investigación cualitativa*. Barcelona : Elsevier,.

Preiser, W., & Vischer, J. (2005). *Post occupancy evaluation*.

Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la lengua española*. Diccionario de la Lengua Española.

Ricciardi, P., & Buratti, C. (2012). Thermal comfort in open plan offices in northern Italy: An adaptive approach. *Building and Environment*, 56, 314-320. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.03.019>

Ritzer, G. (2010). *Teoría sociológica moderna*. Madrid [etc.] : McGraw-Hill/ Interamericana de España,.

Rodríguez Gómez, G., Gil Flores, J., & García Jiménez, E. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Aljibe.

Rosler, M. (1989). In, around, and afterthoughts (on documentary photography) (pp. 303-341). na.

Ruan, Y., Cao, J., Feng, F., & Li, Z. (2017). The role of occupant behavior in low carbon oriented residential community planning: A case study in Qingdao. *Energy and Buildings*, 139, 385-394. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.01.049>

Ruiz Olabuénaga, J. I. (2012). *Metodología de la investigación cualitativa (5a edición)*.

Ruiz Olabuénaga, J. I. (2012). *Teoría y práctica de la investigación cualitativa*. Bilbao: Universidad de Deusto.

Rush, K. L., Murphy, M. A., & Kozak, J. F. (2012). A photovoice study of older adults' conceptualizations of risk. *Journal of Aging Studies*, 26(4), 448-458. <http://doi.org/10.1016/j.jaging.2012.06.004>

Sáiz, Á. V., Arias, M., Rafael, M., & García, V. (2010). Opiniones y Actitudes Ciudadanía y conciencia medioambiental en España. *CIS*, 67. Recuperado a partir de <https://libreria.cis.es/static/pdf/OyA67e.pdf>

Sanon, M.-A., Evans-Agnew, R. A., & Boutain, D. M. (2014). An exploration of social justice intent in photovoice research studies from 2008 to 2013. *Nursing inquiry*, 21(3), 212-26. <http://doi.org/10.1111/nin.12064>

Scholz, R. W., & Tietje, O. (2002). *Embedded case study methods : integrating quantitative and qualitative knowledge*. Sage Publications.

Schwartz, N. A., von Glascoe, C. A., Torres, V., Ramos, L., & Soria-Delgado, C. (2015). «Where they (live, work and) spray»: Pesticide exposure, childhood asthma and environmental justice among Mexican-American farmworkers. *Health & Place*, 32, 83-92. <http://doi.org/10.1016/j.healthplace.2014.12.016>

Semprini, G., Barbieri, D., Gober, A., & Zandi, F. (2015). Effect of Occupant Behavior and Control Systems on the Reduction of Energy Needs of Residential Buildings. *Energy Procedia*, 78, 633-638. <http://doi.org/10.1016/j.egypro.2015.11.044>

- SGBC. (2014): Spain Green Building Council . (2014). Visión general de la guía de referencia para operación y mantenimiento de edificios (v4 ed.). Recuperado a partir de [http://www.spaingbc.org/files/Vision General Guia Referencia OM v4.pdf](http://www.spaingbc.org/files/Vision%20General%20Guia%20Referencia%20OM%20v4.pdf)
- SGBC. (2014). *LEED v4 para diseño y construcción de edificios*. Recuperado a partir de [http://www.spaingbc.org/files/LEED v4 BD+C ESP.pdf](http://www.spaingbc.org/files/LEED%20v4%20BD+C%20ESP.pdf)
- Shafaghat, A., Keyvanfar, A., Abd. Majid, M. Z., Lamit, H. Bin, Ahmad, M. H., Ferwati, M. S., & Ghoshal, S. K. (2016). Methods for adaptive behaviors satisfaction assessment with energy efficient building design. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 250-259. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.133>
- Shaffer, R. (1979). Beyond the dispensary (on giving community balance to primary health care).
- Skinner, E., & Masuda, J. R. (2013). Right to a healthy city? Examining the relationship between urban space and health inequity by Aboriginal youth artist-activists in Winnipeg. *Social Science & Medicine*, 91, 210-218. <http://doi.org/10.1016/j.socscimed.2013.02.020>
- Skrtic, T. (1985). Doing naturalistic research into educational organizations. En *Organizational theory and inquiry: the paradigm revolution* (pp. 185-220). Beverly Hills.
- Sourbron, M., & Helsen, L. (2011). Evaluation of adaptive thermal comfort models in moderate climates and their impact on energy use in office buildings. *Energy and Buildings*, 43(2), 423-432.
- Sun, K., & Hong, T. (2017). A simulation approach to estimate energy savings potential of occupant behavior measures. *Energy and Buildings*, 136, 43-62. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.12.010>
- Thomson, P. (2008). *Doing visual research with children and young people*. Routledge.
- Tran Smith, B., Padgett, D. K., Choy-Brown, M., & Henwood, B. F. (2015). Rebuilding lives and identities: The role of place in recovery among persons with complex needs. *Health & Place*, 33, 109-117. <http://doi.org/10.1016/j.healthplace.2015.03.002>
- Unión Europea. (2014). Reglamento (UE) no 517/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, sobre los gases fluorados de efecto invernadero y por el que se deroga el Reglamento (CE) no 842/2006. Recuperado a partir de <https://www.boe.es/doue/2014/150/L00195-00230.pdf>
- U.S. Green Building Council (2014). Checklist LEED v4 para Operaciones y Mantenimiento, Edificios Existentes. Recuperado 2 de junio de 2017, a partir de <http://www.usgbc.org/resources/leed-v4-building-operations-and-maintenance-checklist-spanish>
- U.S. Green Building Council .(2014). LEED v4 para la operación y el mantenimiento de edificios. Recuperado a partir de [http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED v4 EBOM\\_10.01.14\\_ES\\_0.pdf](http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20EBOM_10.01.14_ES_0.pdf)
- U.S. Green Building Council. (2009).LEED 2009 for Existing Buildings Operations and Maintenance. U. S. Green Building Council. Recuperado a partir de [http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED 2009 RS\\_EBOM\\_04.02.2014\\_current.pdf](http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%202009%20RS_EBOM_04.02.2014_current.pdf)
- Valdivia Pizarro, C. F. (2012). *Comunicálo con imágenes: la metodología de la fotografía participativa como herramienta para promover identidad local y prevenir conductas de riesgo: la experiencia del proyecto Nuestra Mirada-Callao 2009*.
- Wallerstein, N., & Bernstein, E. (1988). Empowerment education: Freire's ideas adapted to health education. *Health education quarterly*, 15(4), 379-394.
- Wang, C., & Burris, M. A. (1994). Empowerment through photo novella: portraits of participation. *Health education quarterly*, 21(2), 171-86. <http://doi.org/10.1177/109019819402100204>
- Wang, C., & Burris, M. A. (1997). Photovoice: Concept, Methodology, and Use for

Participatory Needs Assessment. *Health Education & Behavior*, 24(3), 369-387. <http://doi.org/10.1177/109019819702400309>

Wang, C., & Burris, M. A. (1994). Empowerment through photo novella: portraits of participation. *Health education quarterly*, 21(2), 171-86. <http://doi.org/10.1177/109019819402100204>

Wang, C. C. (1999). Photovoice: a participatory action research strategy applied to women's health. *Journal of women's health*, 8(2), 185-92. Recuperado a partir de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10100132>

Wang, C., Burris, M. A., & Ping, X. Y. (1996). Chinese village women as visual anthropologists: A participatory approach to reaching policymakers. *Social science & medicine*, 42(10), 1391-1400

Wang, C. C., Morrel—Samuels, S., Hutchison, P. P., & Bell, L. (86). Pestronk, RM (2004). *Flint photo-voice*.

Weiler, K. (1988). *Women teaching for change: Gender, class & power*. Greenwood Publishing Group.

Yan, D., O'Brien, W., Hong, T., Feng, X., Burak Gunay, H., Tahmasebi, F., & Mahdavi, A. (2015). Occupant behavior modeling for building performance simulation: Current state and future challenges. *Energy and Buildings*, 107, 264-278. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.08.032>

Zinn, M. B. (1979). Field research in minority communities: Ethical, methodological and political observations by an insider. *Social Problems*, 27(2), 209-219.







## Planimetría general:

- G1. Plantas originales
- G2. Alzados originales
- G3. Secciones originales

## Documentación sobre climatización:

- C1. Planos
- C2. Imágenes

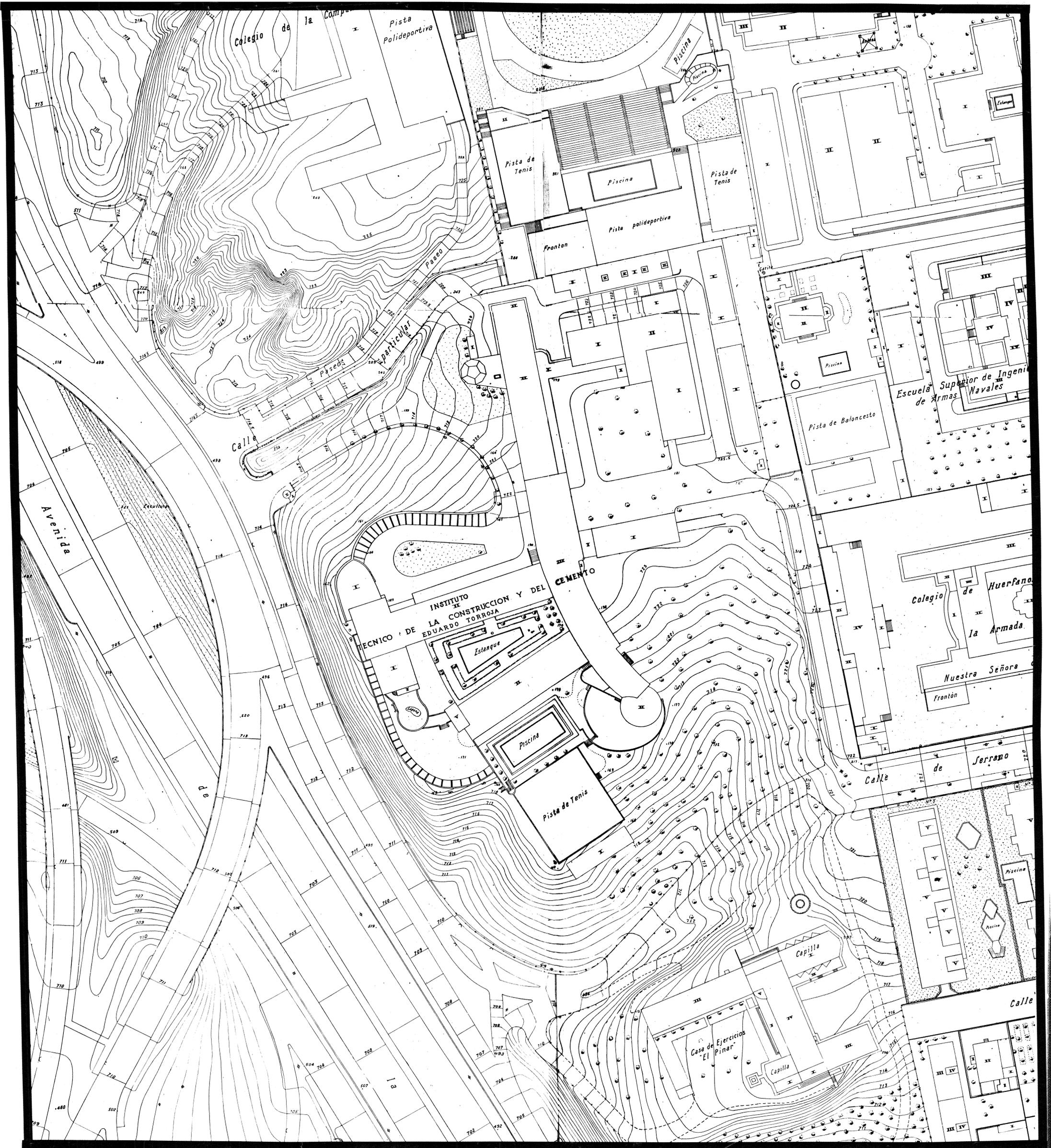
## Documentación sobre métodos aplicados (M):

- M1. LIDER-CALENER
- M2. Huella de Carbono
- M3. LEED
- M4. Estrategias bioclimáticas.
- M5. Photovoice



G1. Plantas originales



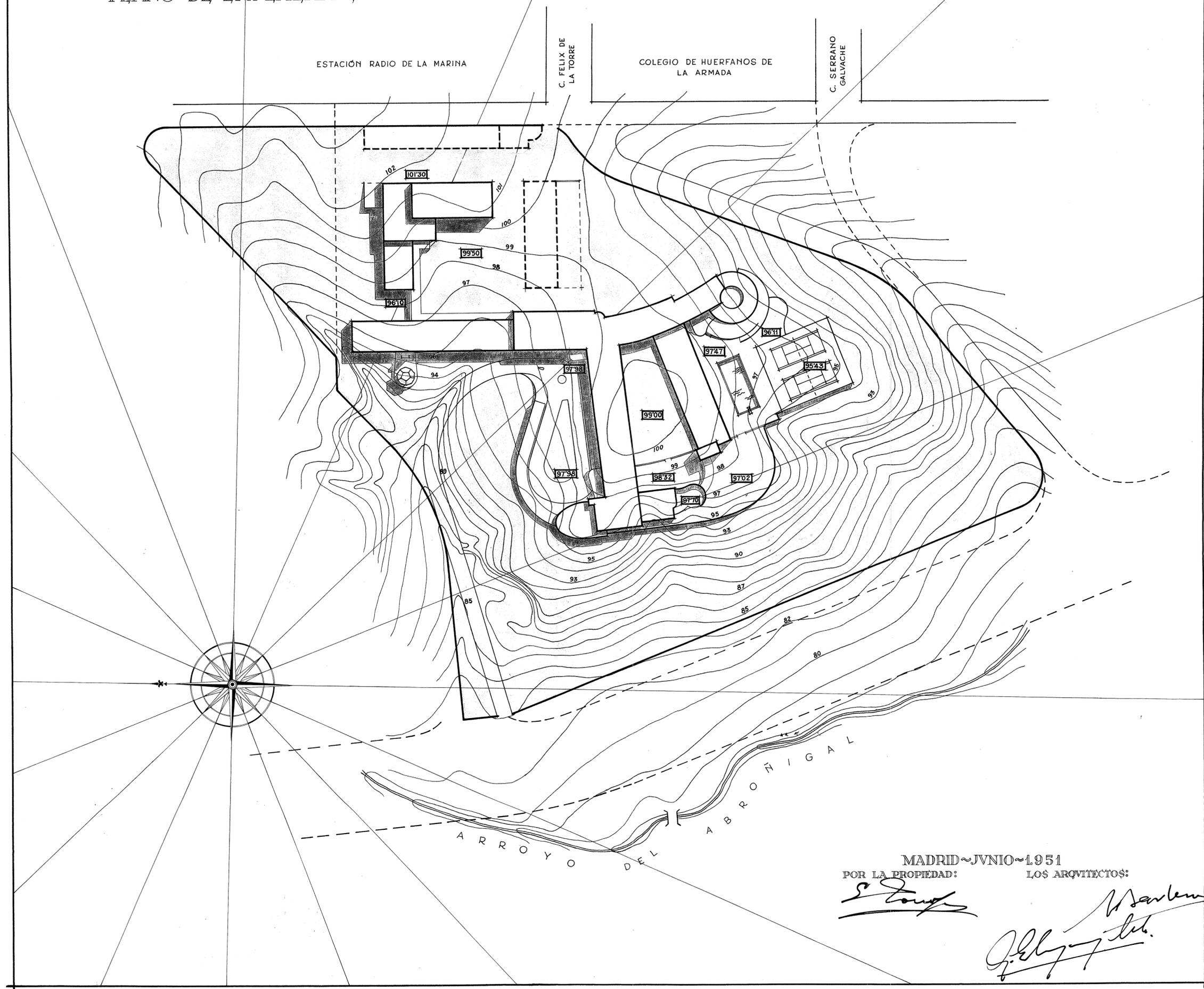




# PROYECTO DE INSTITUTO TÉCNICO DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEL CEMENTO

## PLANO DE EMPLAZAMIENTO

ESCALA 1:1.000



ESTACIÓN RADIO DE LA MARINA

C. FELIX DE LA TORRE

COLEGIO DE HUERFANOS DE LA ARMADA

C. SERRANO GALVACHE

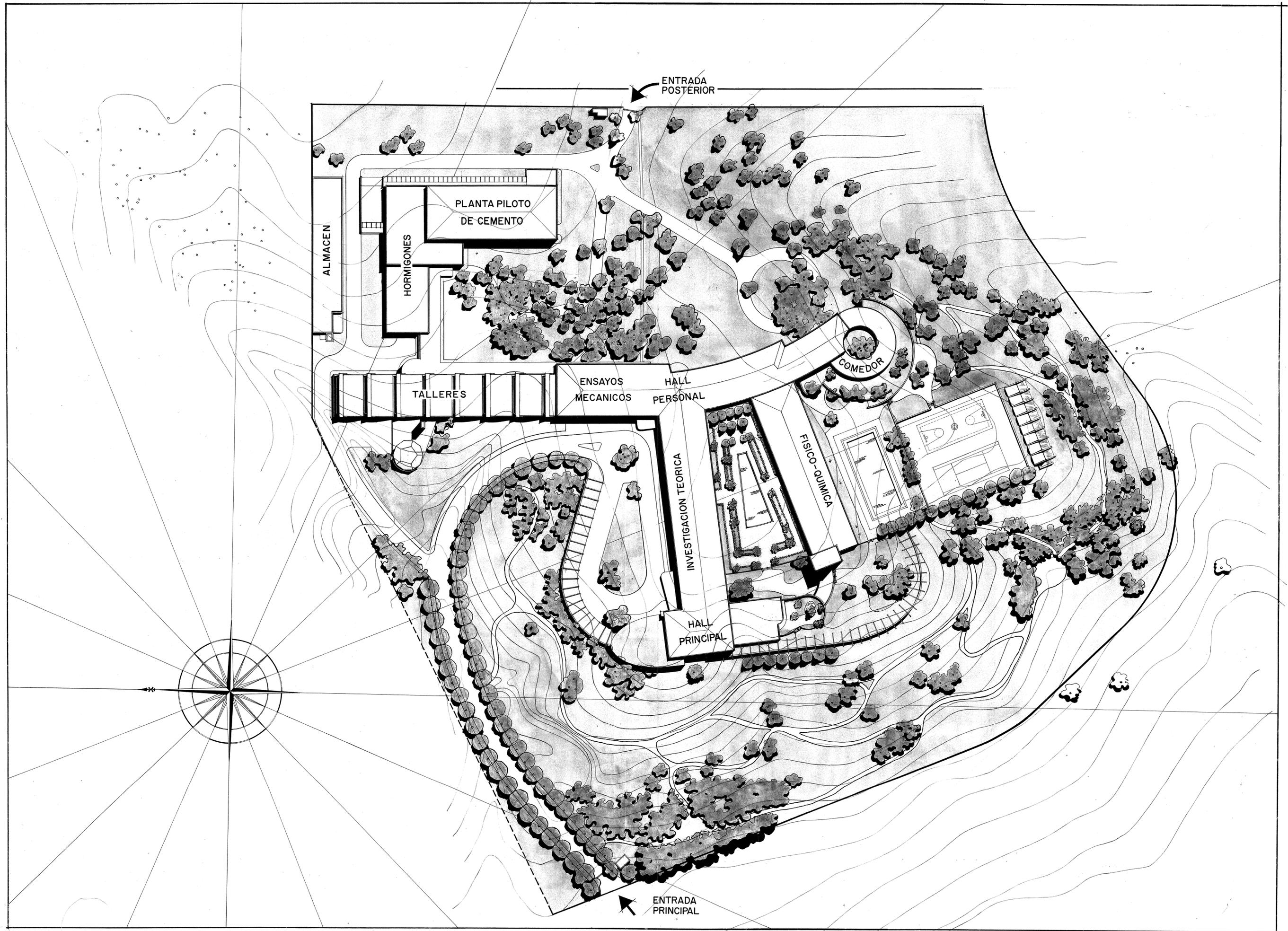
ARROYO DEL ABRONIGAL

MADRID ~ JUNIO ~ 1951  
POR LA PROPIEDAD:                      LOS ARQUITECTOS:

*[Signature]*

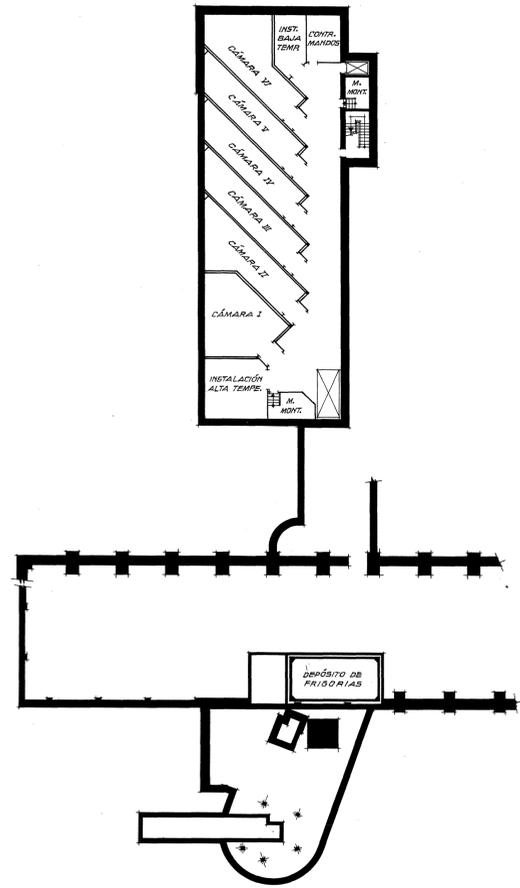
*[Signature]*  
*[Signature]*



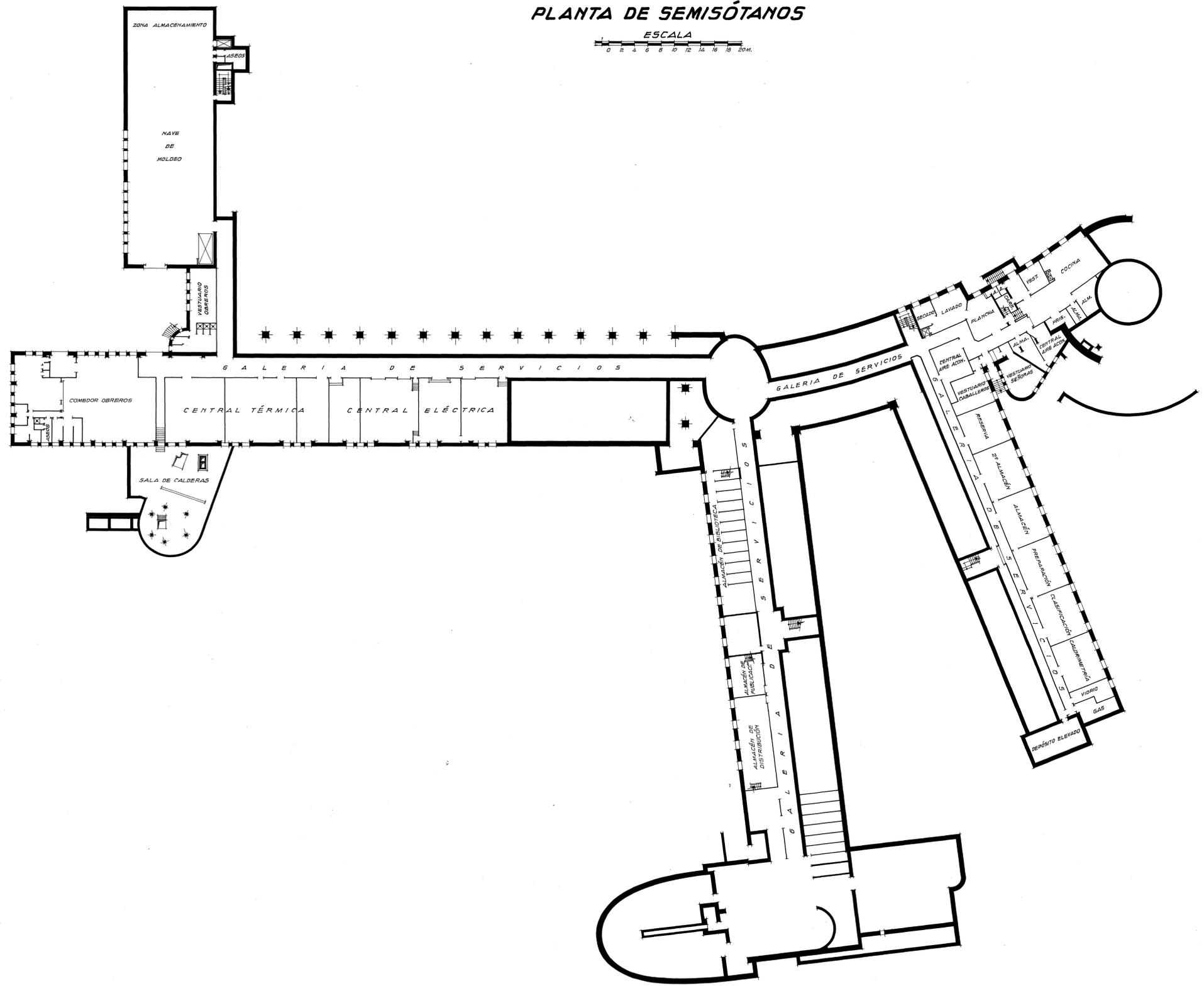




# PLANTA DE SÓTANOS



# PLANTA DE SEMISÓTANOS



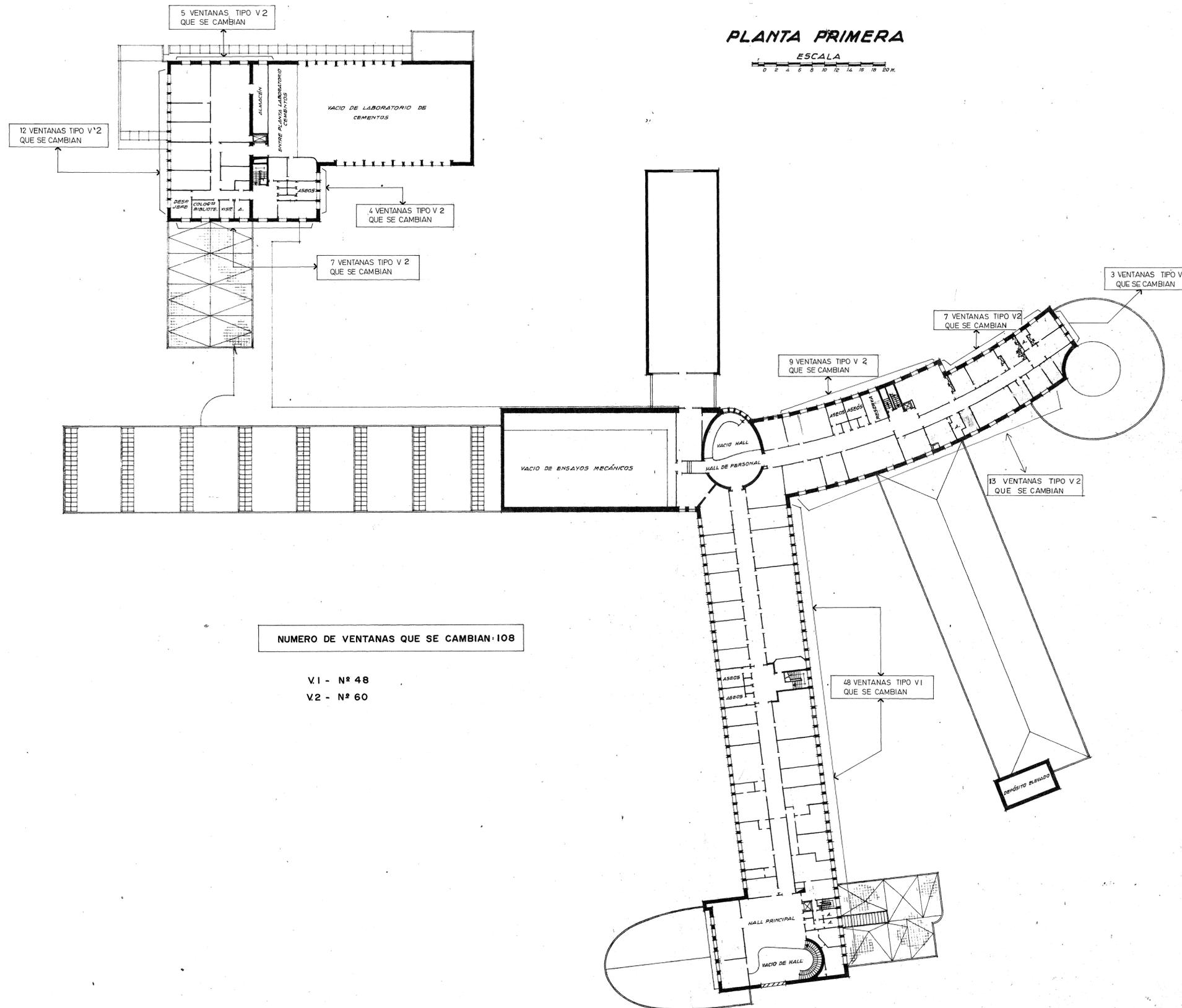






# PLANTA PRIMERA

ESCALA  
0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 M.



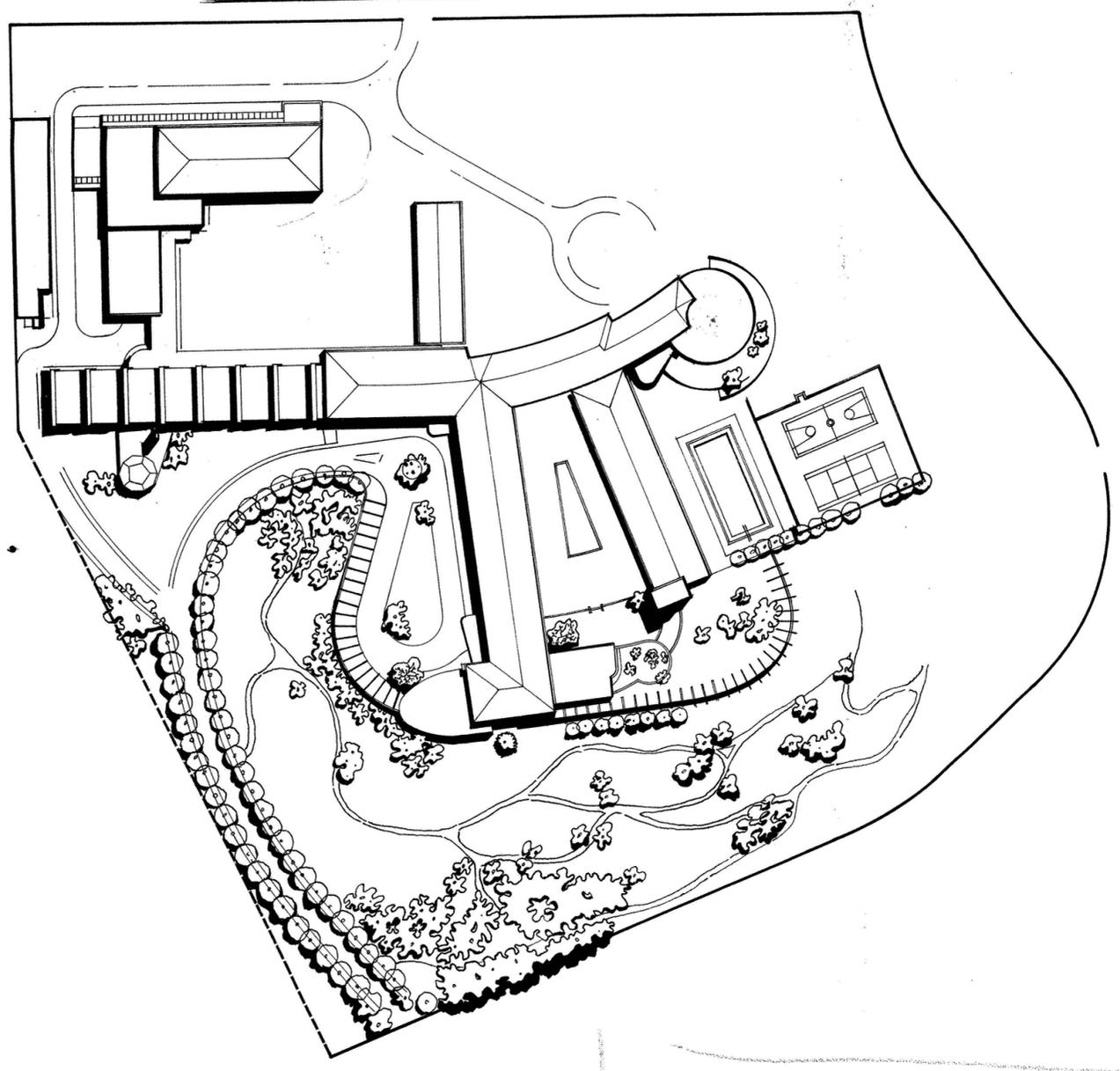
NUMERO DE VENTANAS QUE SE CAMBIAN: 108

- V.1 - N° 48
- V.2 - N° 60

N° 17



Handwritten notes in Arabic script at the top of the page, including the word "مخطط" (Plan) and "مبنى" (Building).



Handwritten notes on the right side of the page, including the word "مخطط" (Plan).

Handwritten notes on the right side of the page, including the word "مخطط" (Plan).

Handwritten notes on the right side of the page, including the word "مخطط" (Plan).



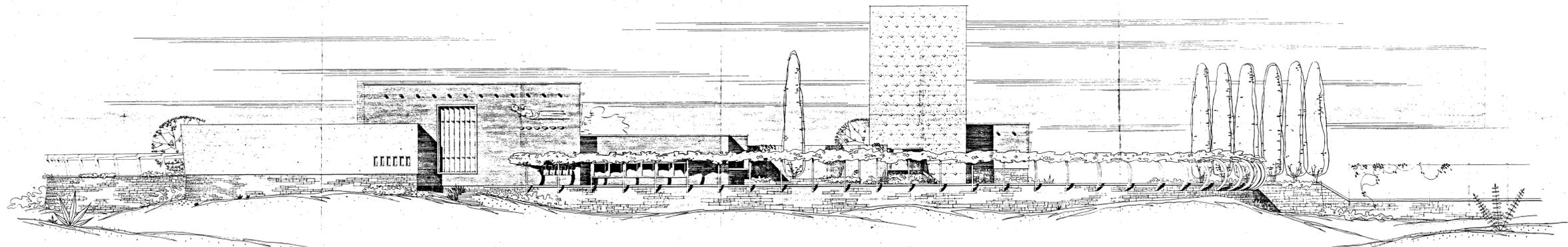
G2. Alzados originales



3

A.18

PROYECTO DE INSTITUTO TÉCNICO DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEL CEMENTO  
EDIFICIO CENTRAL.  
ALZADO PRINCIPAL A PONIENTE.



ESCALA 1:100  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 M.

MADRID, JUNIO 1931  
POR LA EMPRESA: *[Signature]*  
LOS ARQUITECTOS: *[Signature]*

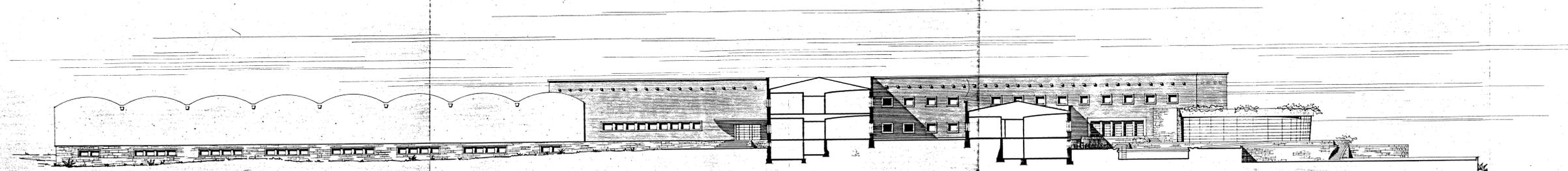


26

A.26

PROYECTO DE INSTITUTO TÉCNICO DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEL CEMENTO  
EDIFICIO CENTRAL

ESCALA 1:200



ALZADO A PONIENTE



ALZADO A LEVANTE

MADRID - JUNIO - 1951  
POR LA PROPIEDAD: *[Signature]*  
LOS ARQUITECTOS: *[Signature]*

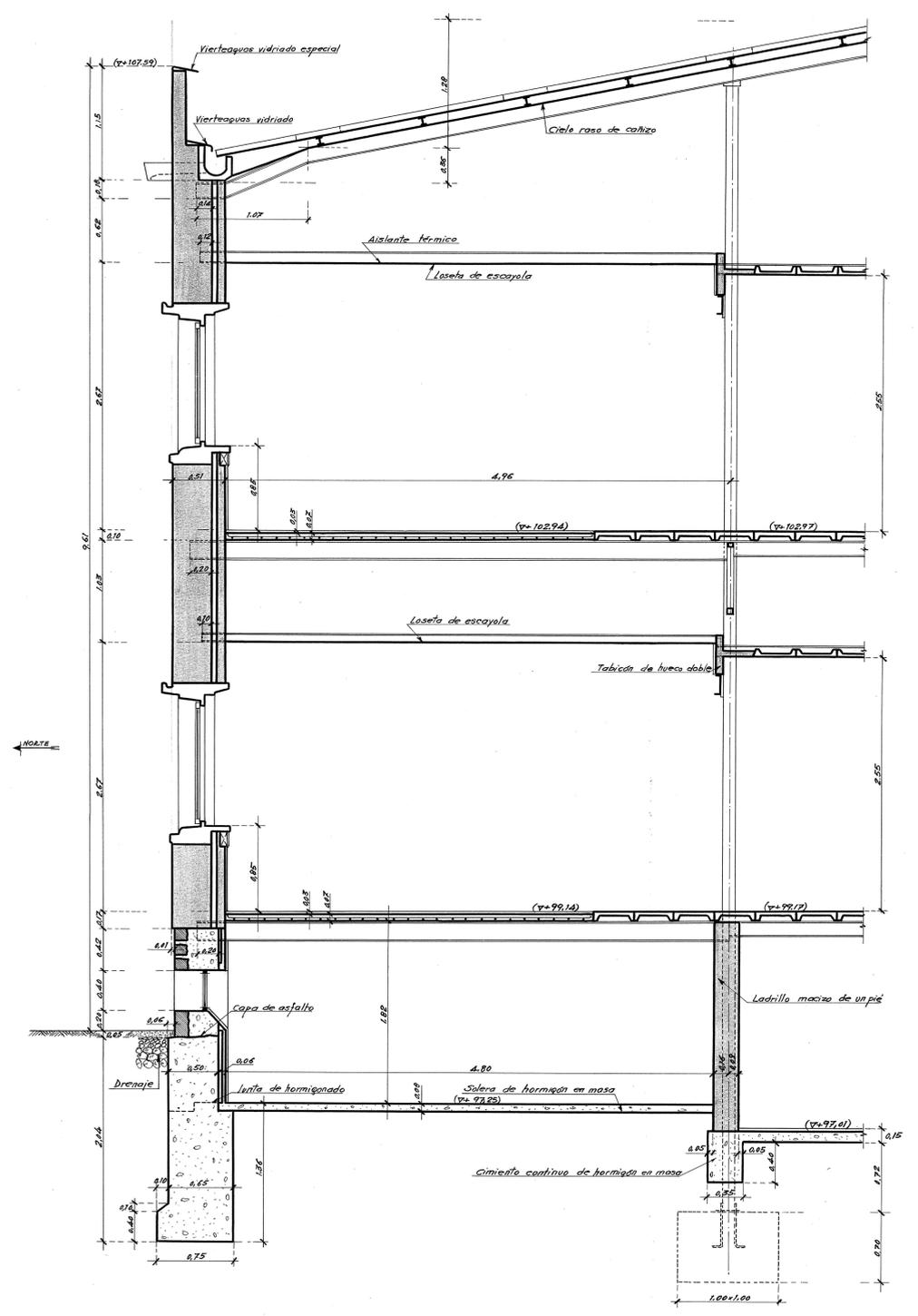
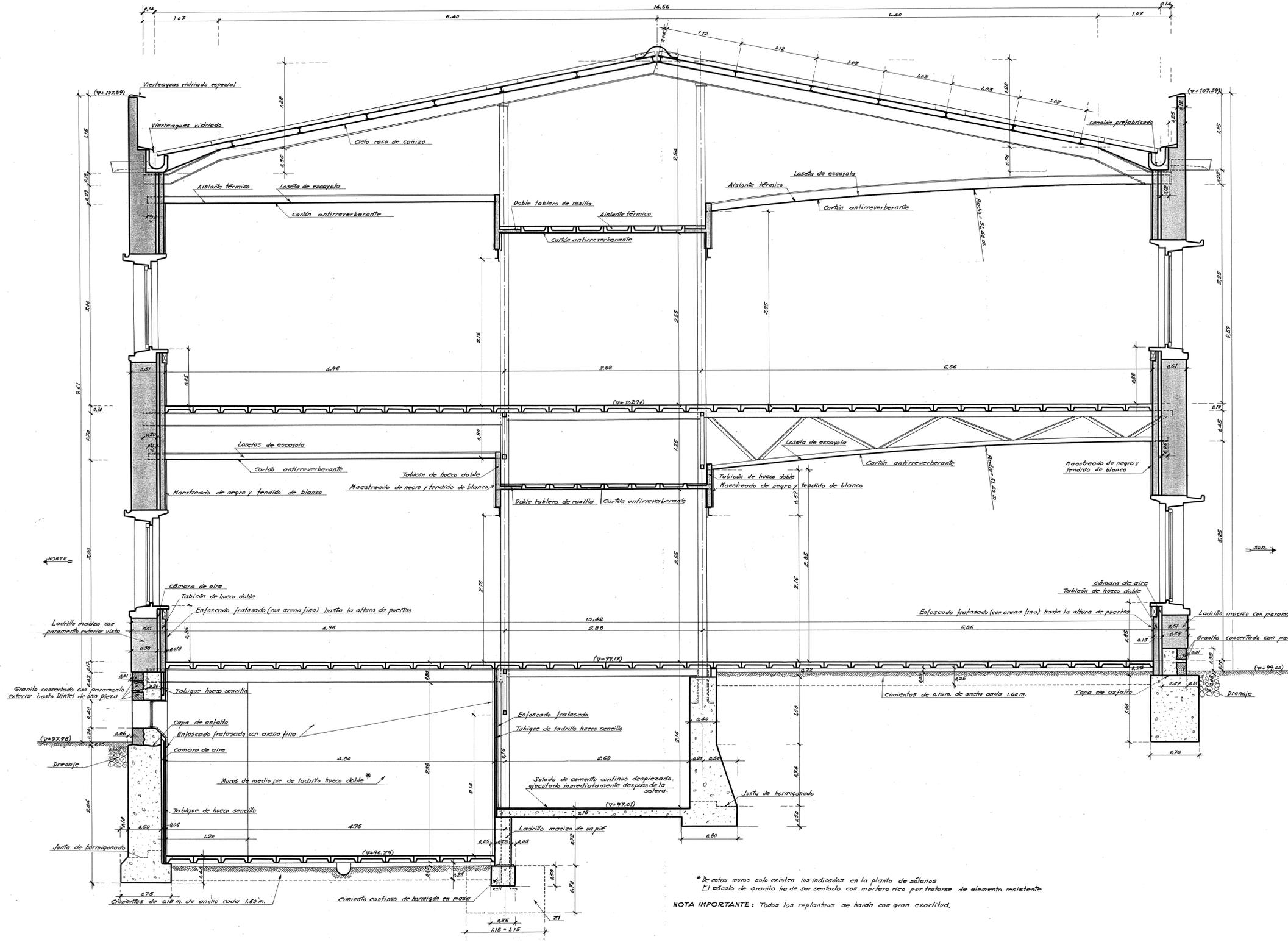


G3. Secciones originales



SECCIÓN TRANSVERSAL A-B  
ESCALA 1:25

SECCIÓN C-D  
ESCALA 1:25

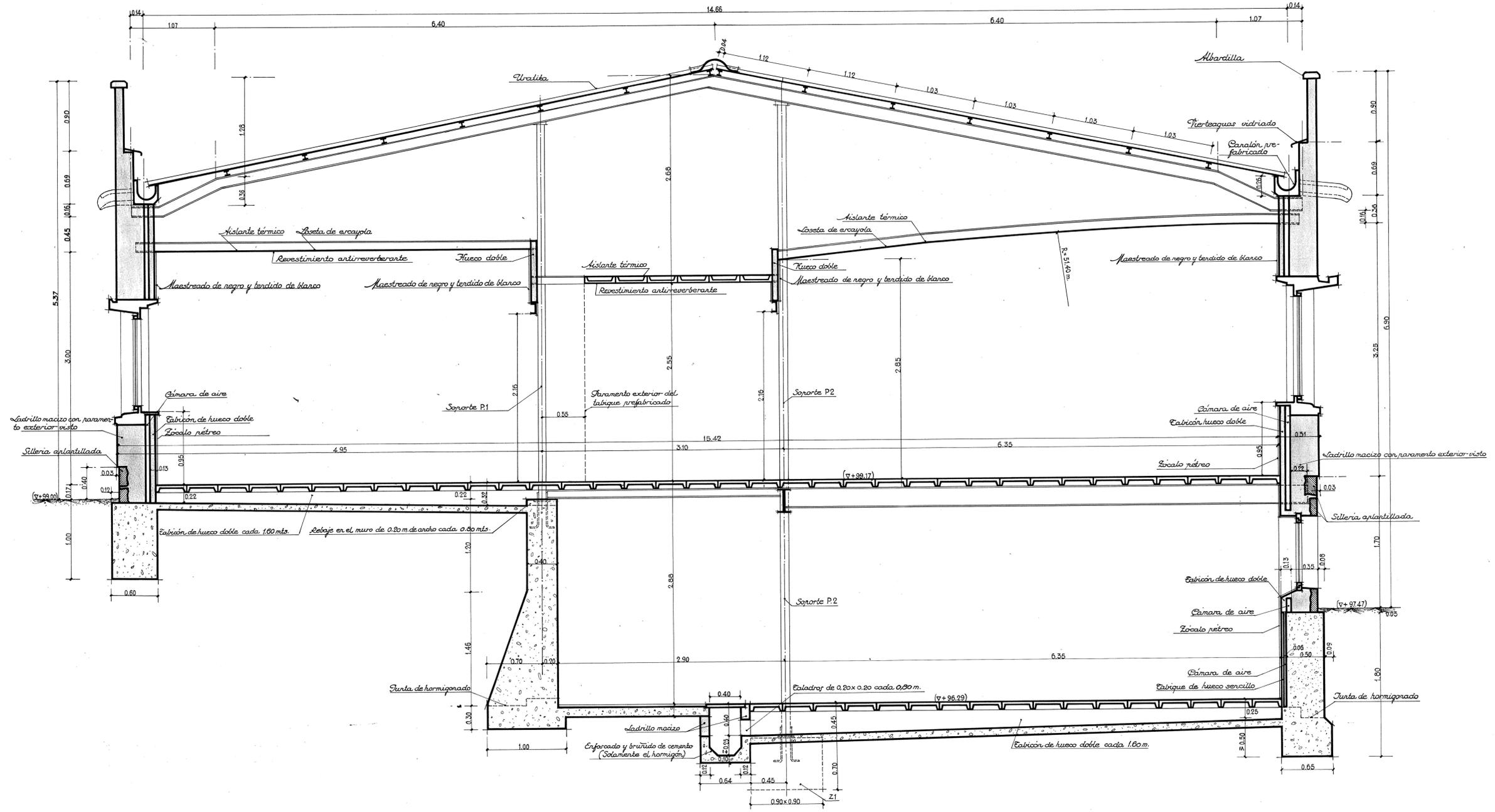


\* De estos muros solo existen los indicados en la planta de sótanos.  
El escalón de granito ha de ser sentado con mortero rico por tratarse de elemento resistente.

NOTA IMPORTANTE: Todos los replanteos se harán con gran exactitud.



SECCION TRANSVERSAL A-B.  
ESCALA 1:25



Madrid 19 de Junio de 1951.

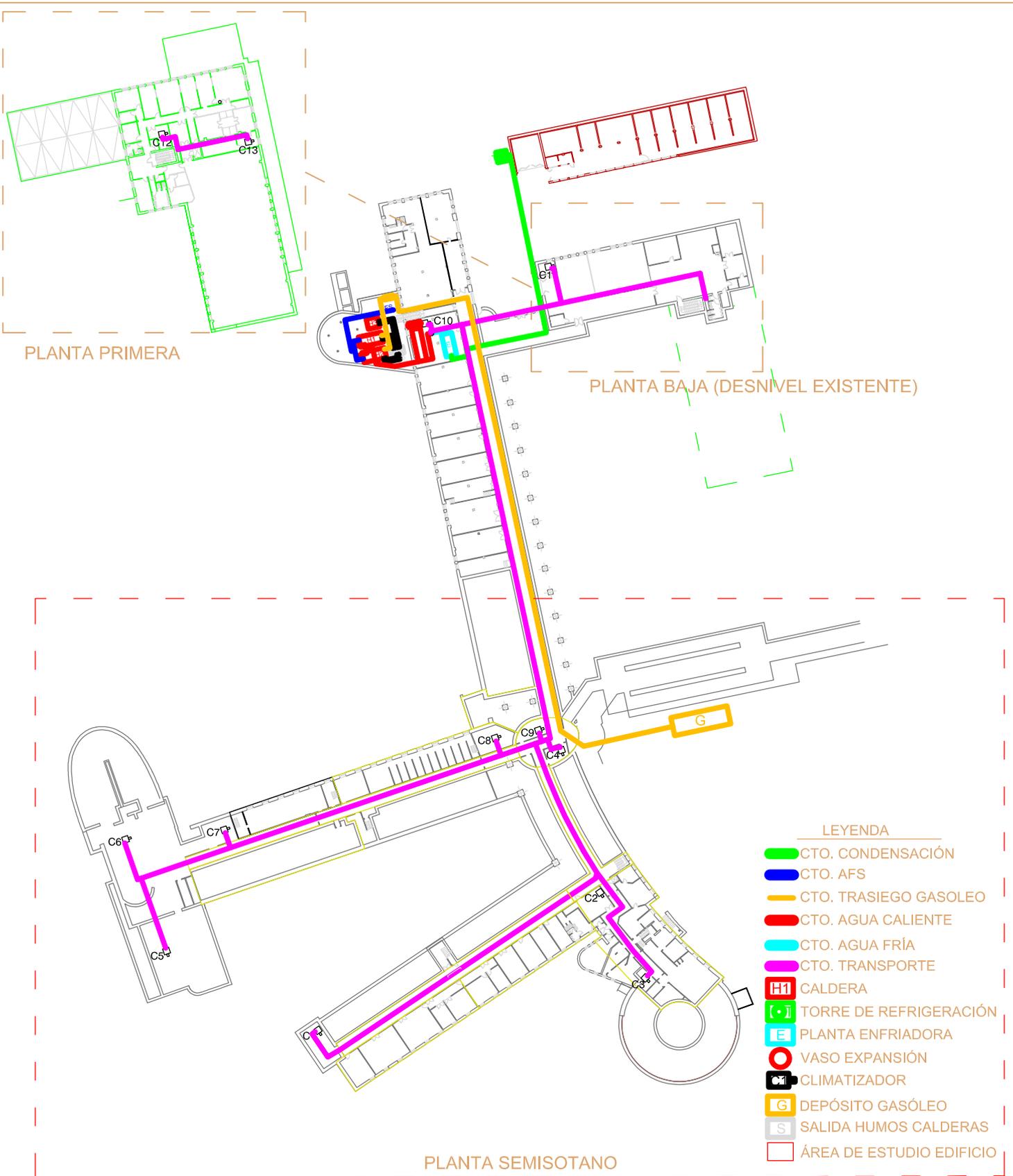
NOTA IMPORTANTE.- Todos los replanteos se harán con gran exactitud.

7722/218



C1. Planos





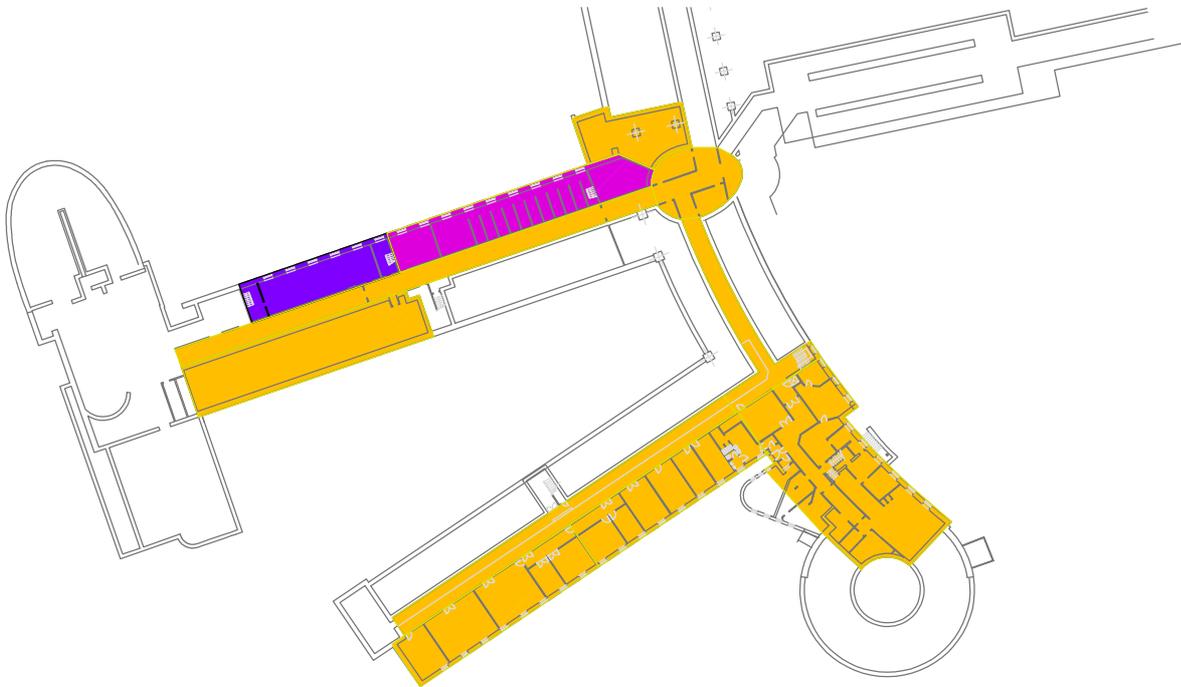
ESQUEMA DE UBICACIÓN ELEMENTOS CLIMATIZACIÓN  
PLANTAS SEMISÓTANO- BAJA Y PRIMERA

1:1000

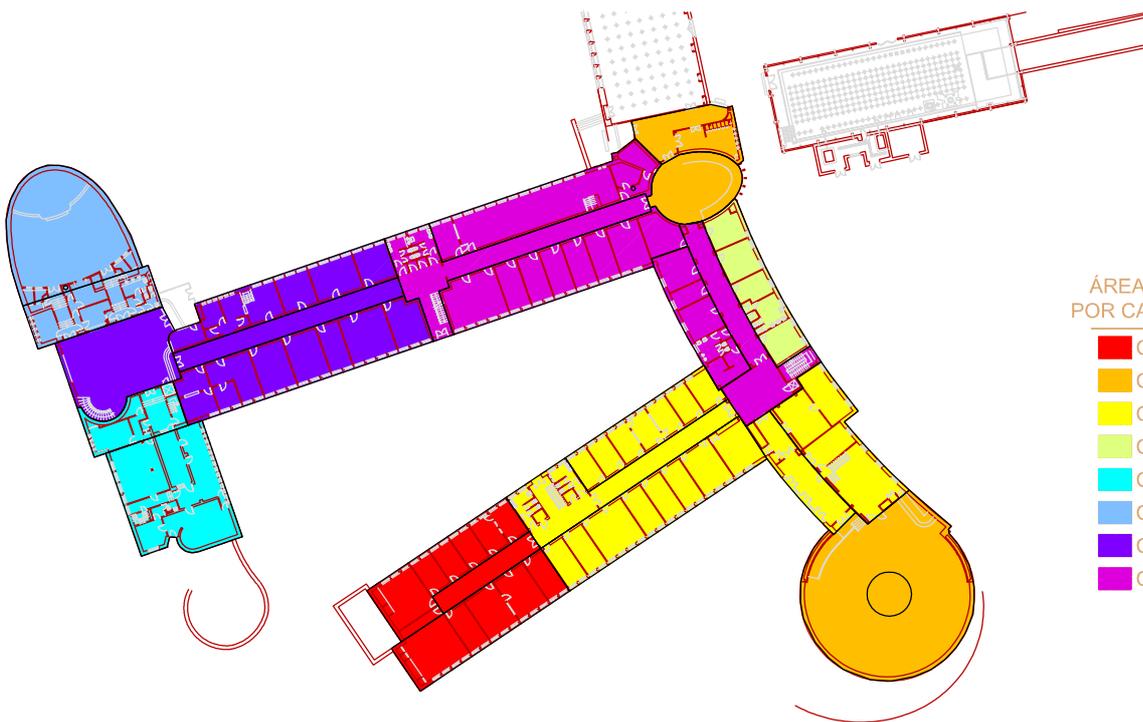
AUTORA:

Mª TERESA CUERDO VILCHES





PLANTA SEMISOTANO



ÁREAS CLIMATIZADAS  
POR CADA CLIMATIZADOR

- CLIMATIZADOR 1
- CLIMATIZADOR 2
- CLIMATIZADOR 3
- CLIMATIZADOR 4
- CLIMATIZADOR 5
- CLIMATIZADOR 6
- CLIMATIZADOR 7
- CLIMATIZADOR 8

PLANTA BAJA

2

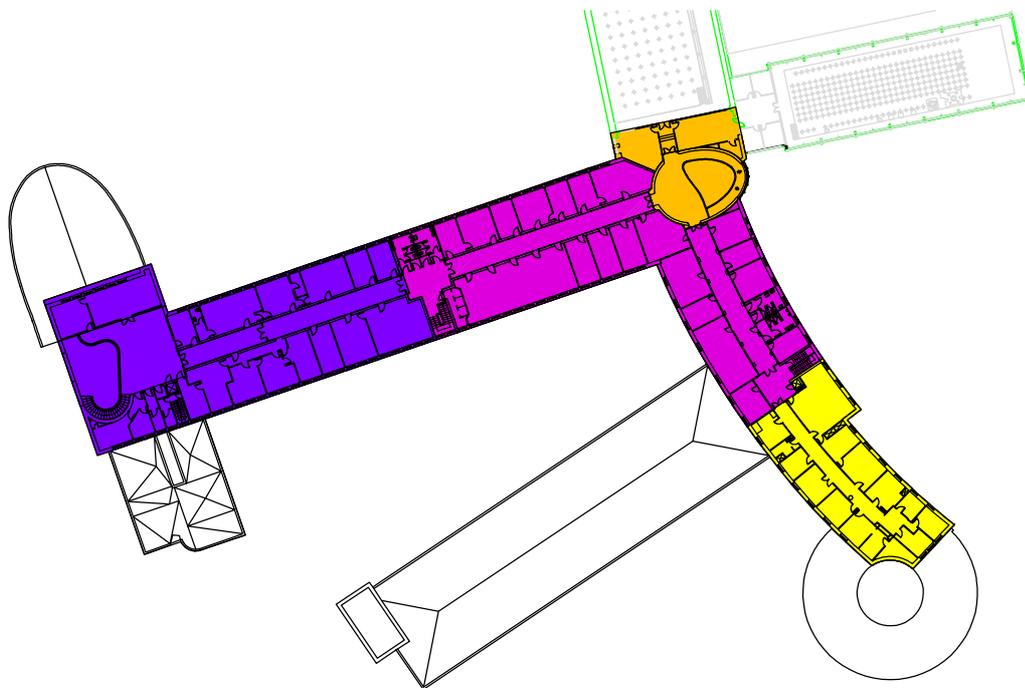
ZONIFICACIÓN POR CLIMATIZADORES  
PLANTAS SEMISÓTANO Y BAJA

1:1000

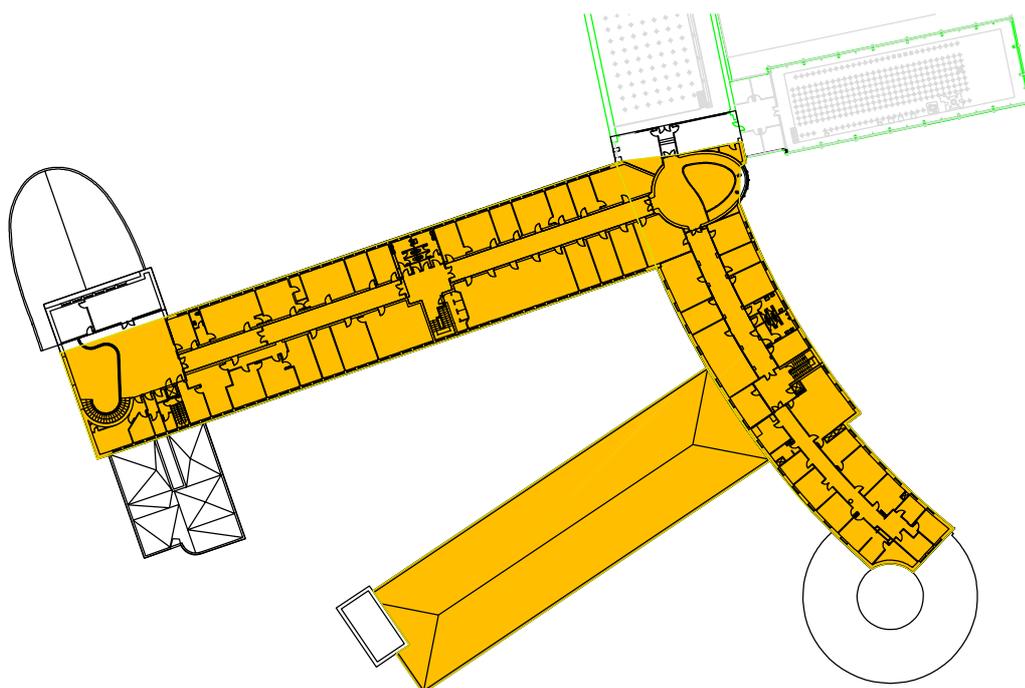
AUTORA:

M<sup>a</sup> TERESA CUERDO VILCHES





PLANTA PRIMERA



PLANTAS BAJO CUBIERTAS

ÁREAS CLIMATIZADAS  
POR CADA CLIMATIZADOR

- CLIMATIZADOR 1
- CLIMATIZADOR 2
- CLIMATIZADOR 3
- CLIMATIZADOR 4
- CLIMATIZADOR 5
- CLIMATIZADOR 6
- CLIMATIZADOR 7
- CLIMATIZADOR 8



ZONIFICACIÓN POR CLIMATIZADORES  
PLANTAS PRIMERA Y BAJO CUBIERTAS

1:1000

AUTORA:

M<sup>a</sup> TERESA CUERDO VILCHES



C2. Imágenes



## ANEXO: FOTOGRAFÍAS DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

### A. SALA DE CALDERAS.



Foto 1: Calderas en la sala.



Foto 2: Caldera antigua en desuso.



Foto 3: Calderas en uso, con gasóleo. Circuito de agua caliente, valvulería y extintor.



Foto 4: Caldera 1: circuito de agua caliente, valvulería y salida de humos.



Foto 5: Caldera 2: circuito de agua caliente, valvulería y salida de humos.



Foto 6: Vasos de expansión para calefacción, de posterior colocación.



Foto 7: Sistema by-pass para cambiar la producción según las necesidades de confort.

## B. SILO DE CARBÓN (RESTOS).



Foto 8: Antiguo sistema de subida del carbón al dodecaedro, ya en desuso.



Foto 9: Descarga del carbón desde el dodecaedro. Foto 10: Dodecaedro y chimenea.



Foto 11: Torre de refrigeración.

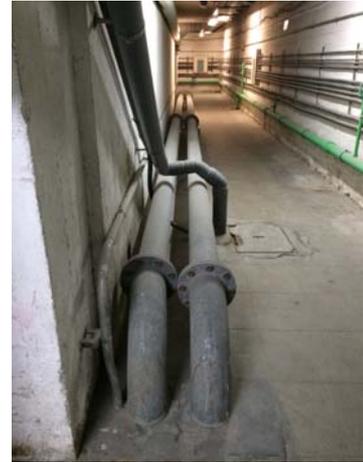


Foto 12: Detalla de torre de refrigeración. Foto 13: Circuito de condensación.



Foto 14: Planta enfriadora, de incorporación posterior a la instalación.



Foto 15: Cuadro eléctrico de la planta enfriadora.



Fotos 16 y 17: Liras de dilatación para el uso de calefacción y válvulas de purgado.



Fotos 18 y 19: Solución puntual de encuentros con elementos y cambio de trazado.



Foto 20: Trazado del circuito de transporte (hidráulico) por el sótano del edificio.

Foto 21: Puntos débiles (sin aislamiento) en tuberías de circuito hidráulico.



Fotos 22 y 23: Bombas y cuadro eléctrico de climatizador con protección posterior.



Foto 24: altura relativa del climatizador. Turbina.



Foto 25: Interior del climatizador.

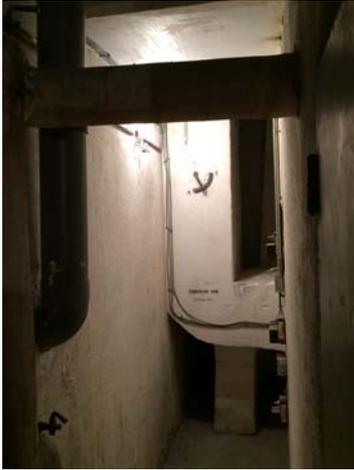


Foto 26: Compuertas manuales con nombre de local. Foto 27: Trazado de conductos.



Foto 28: Trazado homogéneo de conductos de aire. Foto 29: Cruce de trazados.



Foto 30: Salida de conductos hacia impulsión en suelo a hall de salón de conferencias.

Foto 31: Climatizador del Salón de conferencias y hall previo.



Fotos 32 y 33: Adecuación de trazados de conductos y cruce con otras instalaciones.



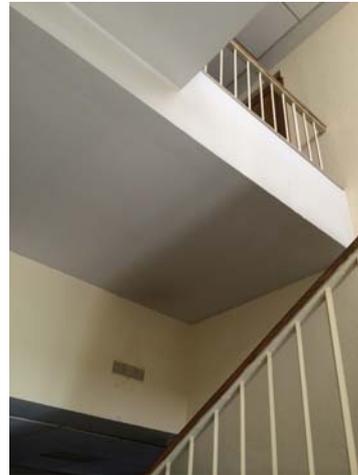
Foto 34: Toma de Aire Exterior para climatizador.



Foto 35: Climatizador en torre del depósito. Foto 36: Compuerta manual en conducto.



Foto 37: Cabina de climatizador en sótano. Foto 38: Compuerta manual en conducto.



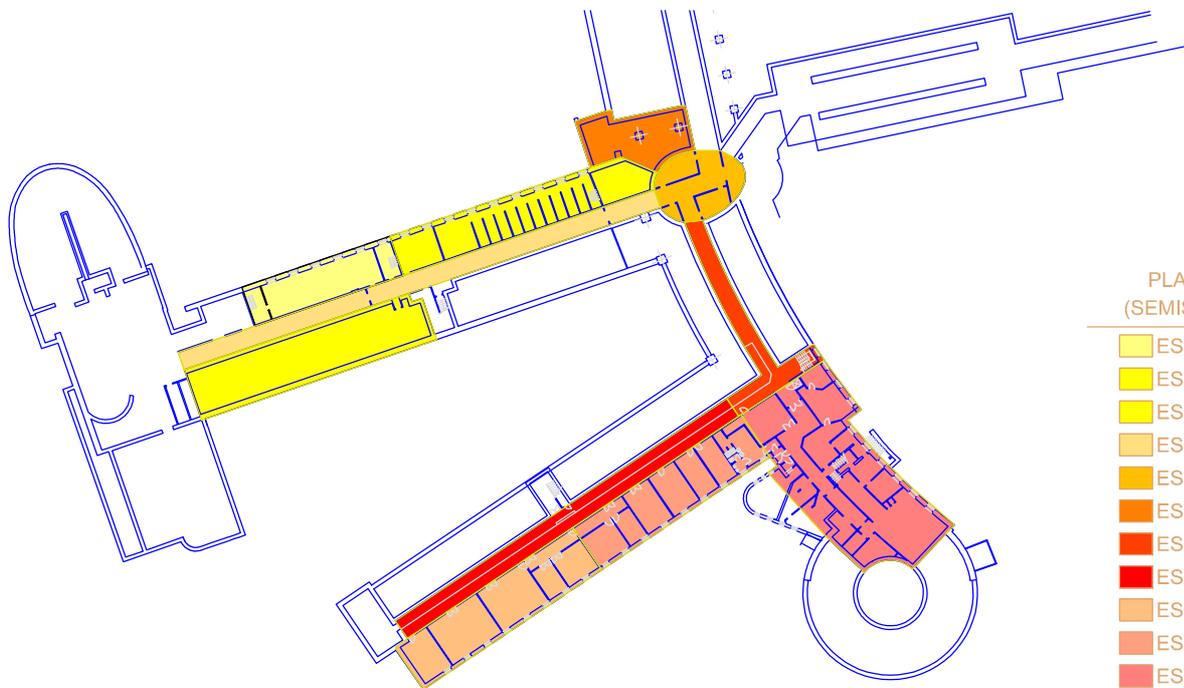
Fotos 39 y 40: Planta intermedia para transporte de conductos de aire y otras instalaciones.



Fotos 41 y 42: Bajo cubierta en su estado actual.

M1. LIDER-CALENER

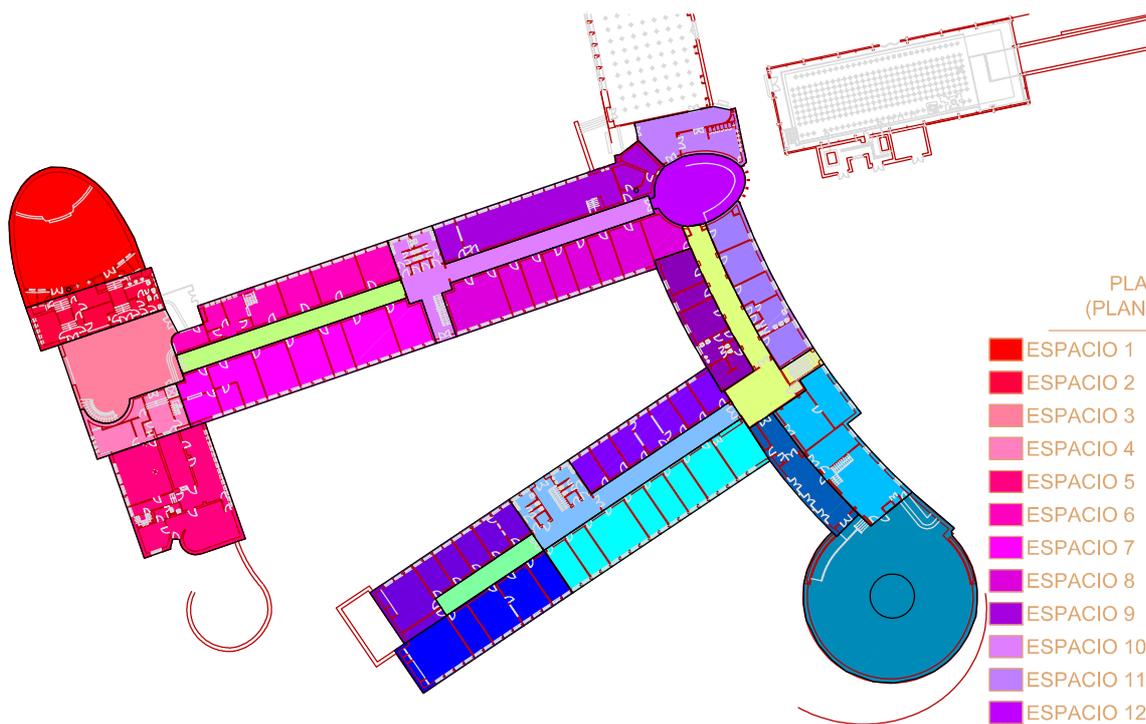




PLANTA 1  
(SEMISÓTANO)

- ESPACIO 1
- ESPACIO 2
- ESPACIO 3
- ESPACIO 4
- ESPACIO 5
- ESPACIO 6
- ESPACIO 7
- ESPACIO 8
- ESPACIO 9
- ESPACIO 10
- ESPACIO 11

PLANTA SEMISOTANO



PLANTA 2  
(PLANTA BAJA)

- ESPACIO 1
- ESPACIO 2
- ESPACIO 3
- ESPACIO 4
- ESPACIO 5
- ESPACIO 6
- ESPACIO 7
- ESPACIO 8
- ESPACIO 9
- ESPACIO 10
- ESPACIO 11
- ESPACIO 12
- ESPACIO 13
- ESPACIO 14
- ESPACIO 15
- ESPACIO 16
- ESPACIO 17
- ESPACIO 18
- ESPACIO 19
- ESPACIO 20
- ESPACIO 21
- ESPACIO 22
- ESPACIO 23
- ESPACIO 24
- ESPACIO 25

PLANTA BAJA



ZONIFICACIÓN POR ESPACIOS EN LIDER-CALENER

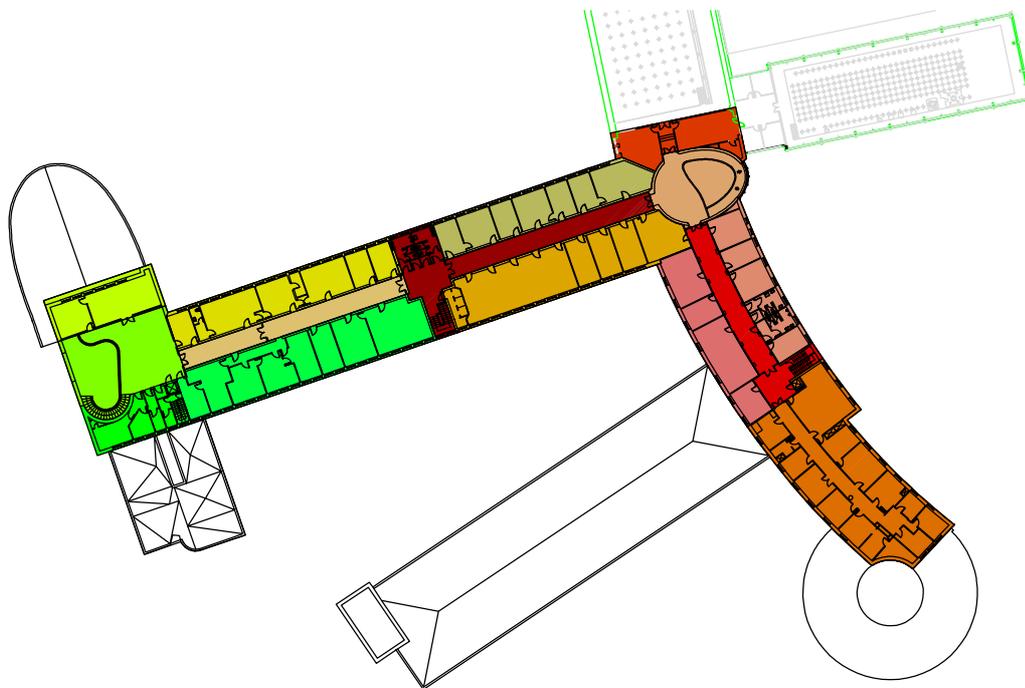
1:1000

PLANTAS SEMISÓTANO Y BAJA

AUTORA:

M<sup>a</sup> TERESA CUERDO VILCHES

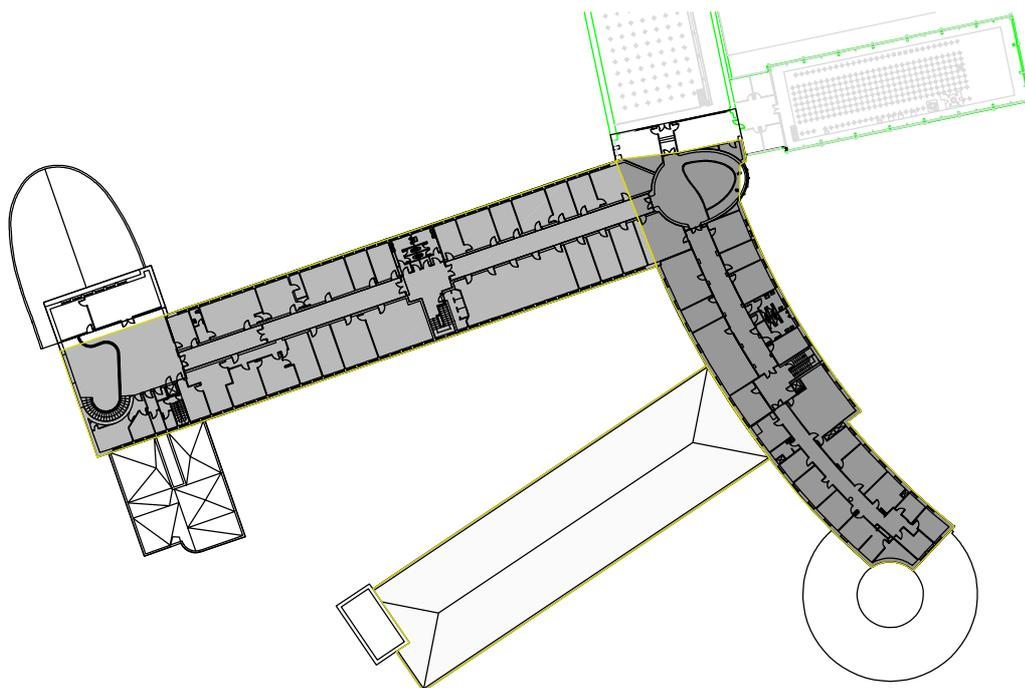




PLANTA PRIMERA

PLANTA 3  
(PLANTA PRIMERA)

- ESPACIO 1
- ESPACIO 2
- ESPACIO 3
- ESPACIO 4
- ESPACIO 5
- ESPACIO 6
- ESPACIO 7
- ESPACIO 8
- ESPACIO 9
- ESPACIO 10
- ESPACIO 11
- ESPACIO 12
- ESPACIO 13
- ESPACIO 14
- ESPACIO 15



PLANTAS BAJO CUBIERTAS

PLANTA 4  
(DESVÁN PTA. BAJA)

- ESPACIO 1

PLANTA 5  
(DESVÁN PTA. 1ª)

- ESPACIO 1
- ESPACIO 2

2

ZONIFICACIÓN POR ESPACIOS EN LIDER-CALENER  
PLANTAS PRIMERA Y BAJO CUBIERTAS

1:1000

AUTORA:

Mª TERESA CUERDO VILCHES



# Código Técnico de la Edificación

---



***LIDER***  
DOCUMENTO  
BÁSICO HE  
AHORRO DE ENERGÍA  
  
HE1: LIMITACIÓN  
DE DEMANDA  
ENERGÉTICA



**IDAE** Instituto para la  
Diversificación y  
Ahorro de la Energía



DIRECCIÓN GENERAL  
DE ARQUITECTURA  
Y POLÍTICA DE VIVIENDA

**Proyecto: Limitacion Demanda IETcc**

**Fecha: 09/07/2014**

**Localidad: Madrid**

**Comunidad: Madrid**

---

 HE-1 Opción General	Proyecto Limitacion Demanda IETcc	
	Localidad Madrid	Comunidad Madrid

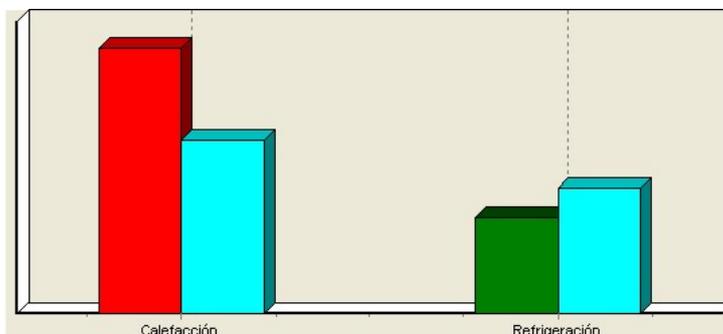
## 1. DATOS GENERALES

<b>Nombre del Proyecto</b> Limitacion Demanda IETcc	
<b>Localidad</b> Madrid	<b>Comunidad Autónoma</b> Madrid
<b>Dirección del Proyecto</b>	
<b>Autor del Proyecto</b> Teresa Cuervo-Hector Bueno	
<b>Autor de la Calificación</b>	
<b>E-mail de contacto</b>	<b>Teléfono de contacto</b> (null)
<b>Tipo de edificio</b> Terciario	

## 2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	153,2	77,3
Proporción relativa calefacción refrigeración	73,3	26,7



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1,2 W/m<sup>2</sup>K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

 <b>HE-1</b> Opción General	Proyecto Limitacion Demanda IETcc	
	Localidad Madrid	Comunidad Madrid

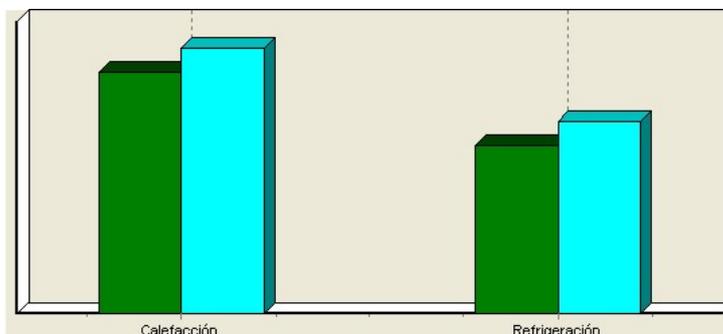
## 1. DATOS GENERALES

<b>Nombre del Proyecto</b> Limitacion Demanda IETcc	
<b>Localidad</b> Madrid	<b>Comunidad Autónoma</b> Madrid
<b>Dirección del Proyecto</b>	
<b>Autor del Proyecto</b> Teresa Cuervo-Hector Bueno	
<b>Autor de la Calificación</b>	
<b>E-mail de contacto</b>	<b>Teléfono de contacto</b> (null)
<b>Tipo de edificio</b> Terciario	

## 2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	90,9	87,4
Proporción relativa calefacción refrigeración	59,1	40,9



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1,2 W/m<sup>2</sup>K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

 <b>HE-1</b> Opción General	Proyecto Limitacion Demanda IETcc	
	Localidad Madrid	Comunidad Madrid

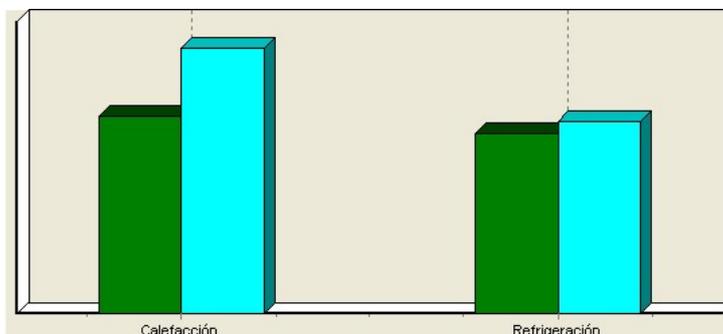
## 1. DATOS GENERALES

<b>Nombre del Proyecto</b> Limitacion Demanda IETcc	
<b>Localidad</b> Madrid	<b>Comunidad Autónoma</b> Madrid
<b>Dirección del Proyecto</b>	
<b>Autor del Proyecto</b> Teresa Cuervo-Hector Bueno	
<b>Autor de la Calificación</b>	
<b>E-mail de contacto</b>	<b>Teléfono de contacto</b> (null)
<b>Tipo de edificio</b> Terciario	

## 2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	74,1	93,7
Proporción relativa calefacción refrigeración	52,3	47,7



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1,2 W/m<sup>2</sup>K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

 <b>HE-1</b> Opción General	Proyecto Limitacion Demanda IETcc	
	Localidad Madrid	Comunidad Madrid

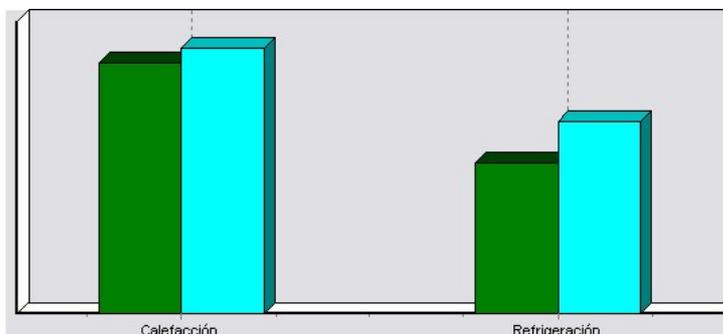
## 1. DATOS GENERALES

<b>Nombre del Proyecto</b> Limitacion Demanda IETcc	
<b>Localidad</b> Madrid	<b>Comunidad Autónoma</b> Madrid
<b>Dirección del Proyecto</b>	
<b>Autor del Proyecto</b> Teresa Cuervo-Hector Bueno	
<b>Autor de la Calificación</b>	
<b>E-mail de contacto</b>	<b>Teléfono de contacto</b> (null)
<b>Tipo de edificio</b> Terciario	

## 2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	94,3	78,5
Proporción relativa calefacción refrigeración	62,5	37,5



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1,2 W/m<sup>2</sup>K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

 HE-1 Opción General	Proyecto Limitacion Demanda IETcc	
	Localidad Madrid	Comunidad Madrid

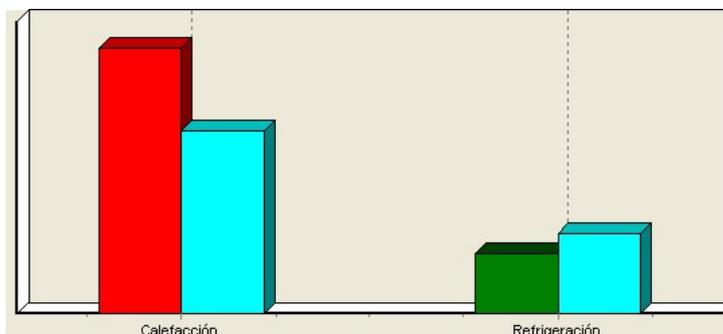
## 1. DATOS GENERALES

<b>Nombre del Proyecto</b> Limitacion Demanda IETcc	
<b>Localidad</b> Madrid	<b>Comunidad Autónoma</b> Madrid
<b>Dirección del Proyecto</b>	
<b>Autor del Proyecto</b> Teresa Cuervo-Hector Bueno	
<b>Autor de la Calificación</b>	
<b>E-mail de contacto</b>	<b>Teléfono de contacto</b> (null)
<b>Tipo de edificio</b> Terciario	

## 2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	145,6	73,7
Proporción relativa calefacción refrigeración	81,7	18,3



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1,2 W/m<sup>2</sup>K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

 <b>HE-1</b> Opción General	Proyecto Limitacion Demanda IETcc	
	Localidad Madrid	Comunidad Madrid

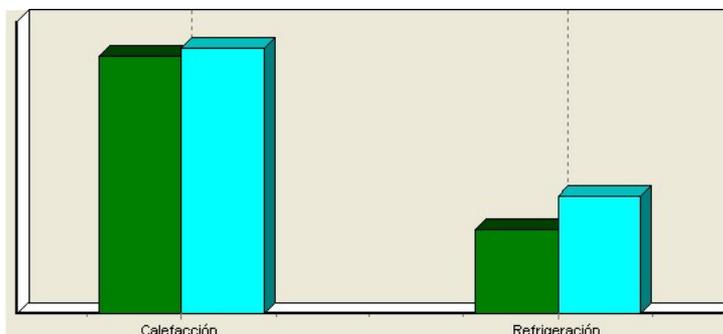
## 1. DATOS GENERALES

<b>Nombre del Proyecto</b> Limitacion Demanda IETcc	
<b>Localidad</b> Madrid	<b>Comunidad Autónoma</b> Madrid
<b>Dirección del Proyecto</b>	
<b>Autor del Proyecto</b> Teresa Cuervo-Hector Bueno	
<b>Autor de la Calificación</b>	
<b>E-mail de contacto</b>	<b>Teléfono de contacto</b> (null)
<b>Tipo de edificio</b> Terciario	

## 2. CONFORMIDAD CON LA REGLAMENTACIÓN

El edificio descrito en este informe NO CUMPLE con la reglamentación establecida por el código técnico de la edificación, en su documento básico HE1.

	Calefacción	Refrigeración
% de la demanda de Referencia	96,9	71,5
Proporción relativa calefacción refrigeración	75,4	24,6



En el caso de edificios de viviendas el cumplimiento indicado anteriormente no incluye la comprobación de la transmitancia límite de 1,2 W/m<sup>2</sup>K establecida para las particiones interiores que separan las unidades de uso con sistema de calefacción previsto en el proyecto, con las zonas comunes del edificio no calefactadas.

# CALENER-GT

---



## Informe Calificación Versión 3.21

**Proyecto:** Certificación Instituto Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)

**Fecha:** 19/06/14



 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	
	Certificación Instituto Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)	
	Comunidad Autónoma	Localidad
	Madrid	Madrid

## 1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto		
Certificación Instituto Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)		
Comunidad Autónoma	Localidad	
Madrid	Madrid	
Dirección del Proyecto		
calle Serrano Galvache, 4 (Madrid)		
Autor del Proyecto		
Teresa Cuervo y Hector Bueno		
Autor de la Calificación		
Teresa Cuervo y Hector Bueno		
E-mail de contacto	Teléfono de contacto	
teresacuervo@gmail.com	913020440	
Tipo de calificación	Ref. registro catastral	
Edificio existente	3208014VK4830G0001WU	
Tipo de edificio	Cobertura solar mínima CTE-HE 4 (%)	Energía eléct. con renovables (kWh/año)
Oficinas	61.0	0.0
Superficie acondicionada (m <sup>2</sup> )	Superficie no acondicionada (m <sup>2</sup> )	Superficie de plenums (m <sup>2</sup> )
7523.60	3919.67	0.00

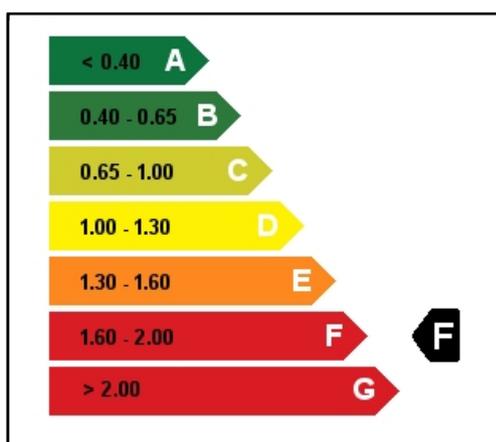
## 2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m <sup>2</sup> )	91.3	21.0	4.35	G
Demanda Refri. (kW·h/m <sup>2</sup> )	37.9	45.6	0.83	C
Energía Primaria (kW·h/m <sup>2</sup> )	163.1	82.2	1.98	F

Emissiones Climat. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	7.8	3.0	2.62	G
Emissiones ACS (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	22.6	5.0	4.48	G
Emissiones Ilum. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	10.5	12.5	0.84	C
<b>Emissiones Tot. (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)</b>	<b>40.8</b>	<b>20.5</b>	<b>1.99</b>	<b>F</b>

Nota: Los valores han sido obtenidas utilizando la suma de las superficies acondicionadas y no acondicionadas

## 3. ETIQUETA Y VALORES TOTALES



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	773091.3	369476.0
Energía Final (kWh/(m <sup>2</sup> año))	67.6	32.3
En. Primaria (kWh/año)	1866631.9	940505.8
En. Primaria (kWh/(m <sup>2</sup> año))	163.1	82.2
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/año)</b>	<b>467076.4</b>	<b>234738.0</b>
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>año))</b>	<b>40.8</b>	<b>20.5</b>

El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependerán de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	Certificación Instituto Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)	
	Comunidad Autónoma	Madrid	Localidad

## 1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto			Certificación Instituto Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)								
Comunidad Autónoma		Madrid	Localidad		Madrid						
Dirección del Proyecto						calle Serrano Galvache, 4 (Madrid)					
Autor del Proyecto						Teresa Cuervo y Hector Bueno					
Autor de la Calificación						Teresa Cuervo y Hector Bueno					
E-mail de contacto			teresacuervo@gmail.com			Teléfono de contacto			913020440		
Tipo de calificación			Edificio existente			Ref. registro catastral			3208014VK4830G0001WU		
Tipo de edificio		Oficinas		Cobertura solar mínima CTE-HE 4 (%)		61.0		Energía eléct. con renovables (kWh/año)		0.0	
Superficie acondicionada (m <sup>2</sup> )		7523.60		Superficie no acondicionada (m <sup>2</sup> )		3919.67		Superficie de plenums (m <sup>2</sup> )		0.00	

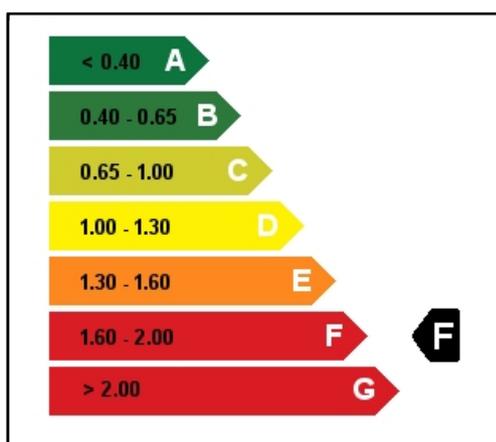
## 2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m <sup>2</sup> )	84.8	27.1	3.13	G
Demanda Refri. (kW·h/m <sup>2</sup> )	37.8	45.3	0.84	C
Energía Primaria (kW·h/m <sup>2</sup> )	162.4	82.2	1.98	F

Emissiones Climat. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	7.6	3.0	2.55	G
Emissiones ACS (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	22.6	5.0	4.48	G
Emissiones Ilum. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	10.5	12.5	0.84	C
<b>Emissiones Tot. (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)</b>	<b>40.6</b>	<b>20.5</b>	<b>1.98</b>	<b>F</b>

Nota: Los valores han sido obtenidas utilizando la suma de las superficies acondicionadas y no acondicionadas

## 3. ETIQUETA Y VALORES TOTALES



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	766639.6	370157.8
Energía Final (kWh/(m <sup>2</sup> año))	67.0	32.3
En. Primaria (kWh/año)	1858035.4	940750.9
En. Primaria (kWh/(m <sup>2</sup> año))	162.4	82.2
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/año)</b>	<b>464838.9</b>	<b>234816.7</b>
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>año))</b>	<b>40.6</b>	<b>20.5</b>

El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependerán de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	Certificación Instituto Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)	
	Comunidad Autónoma	Madrid	Localidad

## 1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto			Certificación Instituto Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)								
Comunidad Autónoma		Madrid	Localidad		Madrid						
Dirección del Proyecto						calle Serrano Galvache, 4 (Madrid)					
Autor del Proyecto						Teresa Cuervo y Hector Bueno					
Autor de la Calificación						Teresa Cuervo y Hector Bueno					
E-mail de contacto			teresacuervo@gmail.com			Teléfono de contacto			913020440		
Tipo de calificación			Edificio existente			Ref. registro catastral			3208014VK4830G0001WU		
Tipo de edificio		Oficinas		Cobertura solar mínima CTE-HE 4 (%)		61.0		Energía eléct. con renovables (kWh/año)		0.0	
Superficie acondicionada (m <sup>2</sup> )		7523.60		Superficie no acondicionada (m <sup>2</sup> )		3919.67		Superficie de plenums (m <sup>2</sup> )		0.00	

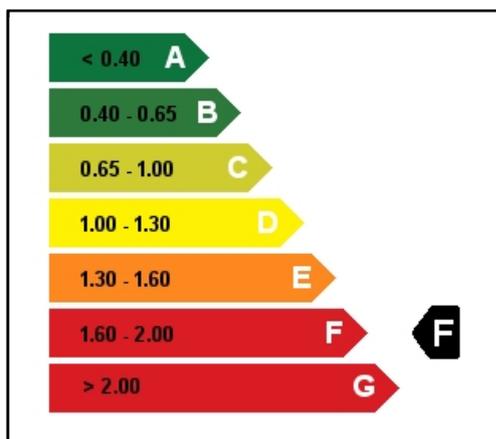
## 2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m <sup>2</sup> )	94.1	20.2	4.66	G
Demanda Refri. (kW·h/m <sup>2</sup> )	35.4	47.1	0.75	C
Energía Primaria (kW·h/m <sup>2</sup> )	146.5	87.2	1.68	F

Emissiones Climat. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	7.9	3.0	2.61	G
Emissiones ACS (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	22.6	5.0	4.48	G
Emissiones Ilum. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	6.2	13.7	0.45	B
<b>Emissiones Tot. (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)</b>	<b>36.7</b>	<b>21.8</b>	<b>1.68</b>	<b>F</b>

Nota: Los valores han sido obtenidas utilizando la suma de las superficies acondicionadas y no acondicionadas

## 3. ETIQUETA Y VALORES TOTALES



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	703244.3	391879.1
Energía Final (kWh/(m <sup>2</sup> año))	61.5	34.2
En. Primaria (kWh/año)	1675887.3	998158.4
En. Primaria (kWh/(m <sup>2</sup> año))	146.5	87.2
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/año)</b>	<b>419621.0</b>	<b>249120.0</b>
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>año))</b>	<b>36.7</b>	<b>21.8</b>

El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependerán de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	Certificación Instituto Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)	
	Comunidad Autónoma	Madrid	Localidad

## 1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto			Certificación Instituto Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)								
Comunidad Autónoma		Madrid	Localidad		Madrid						
Dirección del Proyecto						calle Serrano Galvache, 4 (Madrid)					
Autor del Proyecto						Teresa Cuervo y Hector Bueno					
Autor de la Calificación						Teresa Cuervo y Hector Bueno					
E-mail de contacto			teresacuervo@gmail.com			Teléfono de contacto			913020440		
Tipo de calificación			Edificio existente			Ref. registro catastral			3208014VK4830G0001WU		
Tipo de edificio		Oficinas		Cobertura solar mínima CTE-HE 4 (%)		61.0		Energía eléct. con renovables (kWh/año)		0.0	
Superficie acondicionada (m <sup>2</sup> )		7523.60		Superficie no acondicionada (m <sup>2</sup> )		3919.67		Superficie de plenums (m <sup>2</sup> )		0.00	

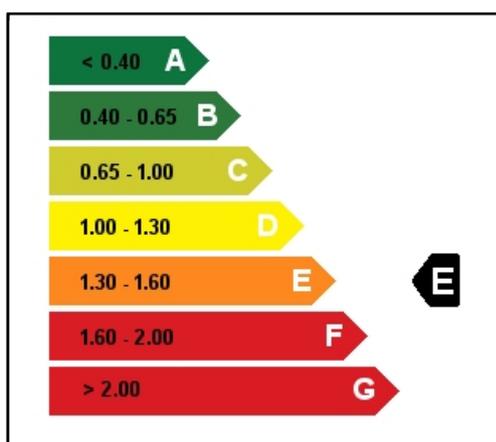
## 2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m <sup>2</sup> )	90.0	20.0	4.50	G
Demanda Refri. (kW·h/m <sup>2</sup> )	34.1	45.3	0.75	C
Energía Primaria (kW·h/m <sup>2</sup> )	147.6	87.2	1.69	F

Emissiones Climat. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	5.3	3.0	1.76	F
Emissiones ACS (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	22.6	5.0	4.48	G
Emissiones Ilum. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	6.2	13.7	0.45	B
<b>Emissiones Tot. (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)</b>	<b>34.1</b>	<b>21.8</b>	<b>1.57</b>	<b>E</b>

Nota: Los valores han sido obtenidas utilizando la suma de las superficies acondicionadas y no acondicionadas

## 3. ETIQUETA Y VALORES TOTALES



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	725229.9	391879.1
Energía Final (kWh/(m <sup>2</sup> año))	63.4	34.2
En. Primaria (kWh/año)	1689277.4	998158.4
En. Primaria (kWh/(m <sup>2</sup> año))	147.6	87.2
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/año)</b>	<b>390309.9</b>	<b>249120.0</b>
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>año))</b>	<b>34.1</b>	<b>21.8</b>

El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependerán de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	Certificación Instituto Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)	
	Comunidad Autónoma	Madrid	Localidad

## 1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto			Certificación Instituto Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)								
Comunidad Autónoma		Madrid	Localidad		Madrid						
Dirección del Proyecto						calle Serrano Galvache, 4 (Madrid)					
Autor del Proyecto						Teresa Cuervo y Hector Bueno					
Autor de la Calificación						Teresa Cuervo y Hector Bueno					
E-mail de contacto			teresacuervo@gmail.com			Teléfono de contacto			913020440		
Tipo de calificación			Edificio existente			Ref. registro catastral			3208014VK4830G0001WU		
Tipo de edificio		Oficinas		Cobertura solar mínima CTE-HE 4 (%)		61.0		Energía eléct. con renovables (kWh/año)		0.0	
Superficie acondicionada (m <sup>2</sup> )		7523.60		Superficie no acondicionada (m <sup>2</sup> )		3919.67		Superficie de plenums (m <sup>2</sup> )		0.00	

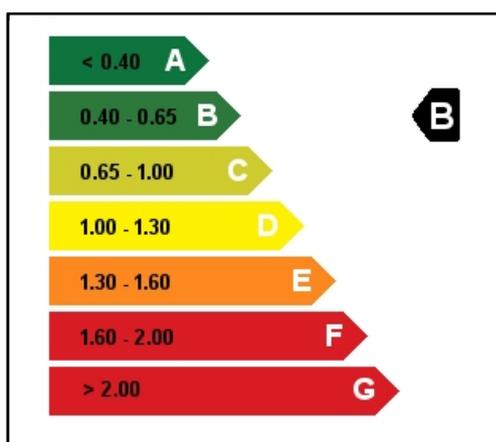
## 2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m <sup>2</sup> )	94.1	20.2	4.66	G
Demanda Refri. (kW·h/m <sup>2</sup> )	35.4	47.1	0.75	C
Energía Primaria (kW·h/m <sup>2</sup> )	67.2	87.2	0.77	C

Emissiones Climat. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	5.3	3.0	1.76	F
Emissiones ACS (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	2.0	5.0	0.40	B
Emissiones Ilum. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	6.2	13.7	0.45	B
<b>Emissiones Tot. (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)</b>	<b>13.6</b>	<b>21.8</b>	<b>0.62</b>	<b>B</b>

Nota: Los valores han sido obtenidas utilizando la suma de las superficies acondicionadas y no acondicionadas

## 3. ETIQUETA Y VALORES TOTALES



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	441532.1	391879.1
Energía Final (kWh/(m <sup>2</sup> año))	38.6	34.2
En. Primaria (kWh/año)	768575.3	998158.4
En. Primaria (kWh/(m <sup>2</sup> año))	67.2	87.2
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/año)</b>	<b>155250.8</b>	<b>249120.0</b>
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>año))</b>	<b>13.6</b>	<b>21.8</b>

El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependerán de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	Certificación Instituto Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)	
	Comunidad Autónoma	Madrid	Localidad

## 1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto			Certificación Instituto Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)								
Comunidad Autónoma		Madrid		Localidad		Madrid					
Dirección del Proyecto						calle Serrano Galvache, 4 (Madrid)					
Autor del Proyecto						Teresa Cuervo y Hector Bueno					
Autor de la Calificación						Teresa Cuervo y Hector Bueno					
E-mail de contacto			teresacuervo@gmail.com			Teléfono de contacto			913020440		
Tipo de calificación			Edificio existente			Ref. registro catastral			3208014VK4830G0001WU		
Tipo de edificio		Oficinas		Cobertura solar mínima CTE-HE 4 (%)		61.0		Energía eléct. con renovables (kWh/año)		0.0	
Superficie acondicionada (m <sup>2</sup> )		7523.60		Superficie no acondicionada (m <sup>2</sup> )		3919.67		Superficie de plenums (m <sup>2</sup> )		0.00	

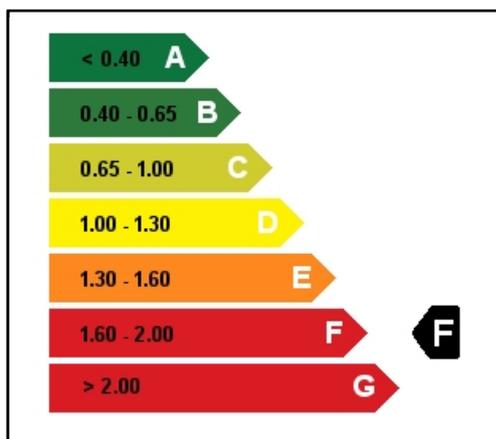
## 2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m <sup>2</sup> )	87.6	26.3	3.33	G
Demanda Refri. (kW·h/m <sup>2</sup> )	34.8	46.1	0.76	C
Energía Primaria (kW·h/m <sup>2</sup> )	145.6	87.0	1.67	F

Emissiones Climat. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	7.7	3.0	2.56	G
Emissiones ACS (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	22.6	5.0	4.48	G
Emissiones Ilum. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	6.2	13.7	0.45	B
<b>Emissiones Tot. (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)</b>	<b>36.5</b>	<b>21.7</b>	<b>1.68</b>	<b>F</b>

Nota: Los valores han sido obtenidas utilizando la suma de las superficies acondicionadas y no acondicionadas

## 3. ETIQUETA Y VALORES TOTALES



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	696862.8	391285.4
Energía Final (kWh/(m <sup>2</sup> año))	60.9	34.2
En. Primaria (kWh/año)	1666608.3	995092.4
En. Primaria (kWh/(m <sup>2</sup> año))	145.6	87.0
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/año)</b>	<b>417223.3</b>	<b>248373.1</b>
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>año))</b>	<b>36.5</b>	<b>21.7</b>

El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependerán de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	
	Certificación Instituto Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)	
	Comunidad Autónoma	Localidad
	Madrid	Madrid

## 1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto		
Certificación Instituto Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)		
Comunidad Autónoma	Localidad	
Madrid	Madrid	
Dirección del Proyecto		
calle Serrano Galvache, 4 (Madrid)		
Autor del Proyecto		
Teresa Cuervo y Hector Bueno		
Autor de la Calificación		
Teresa Cuervo y Hector Bueno		
E-mail de contacto	Teléfono de contacto	
teresacuervo@gmail.com	913020440	
Tipo de calificación	Ref. registro catastral	
Edificio existente	3208014VK4830G0001WU	
Tipo de edificio	Cobertura solar mínima CTE-HE 4 (%)	Energía eléct. con renovables (kWh/año)
Oficinas	61.0	0.0
Superficie acondicionada (m <sup>2</sup> )	Superficie no acondicionada (m <sup>2</sup> )	Superficie de plenums (m <sup>2</sup> )
7523.60	3919.67	0.00

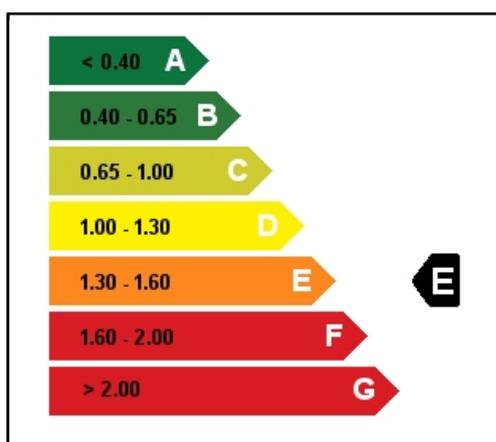
## 2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m <sup>2</sup> )	87.6	26.3	3.33	G
Demanda Refri. (kW·h/m <sup>2</sup> )	34.8	46.1	0.76	C
Energía Primaria (kW·h/m <sup>2</sup> )	146.9	87.0	1.69	F

Emissiones Climat. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	5.3	3.0	1.75	F
Emissiones ACS (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	22.6	5.0	4.48	G
Emissiones Ilum. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	6.2	13.7	0.45	B
<b>Emissiones Tot. (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)</b>	<b>34.0</b>	<b>21.7</b>	<b>1.57</b>	<b>E</b>

Nota: Los valores han sido obtenidas utilizando la suma de las superficies acondicionadas y no acondicionadas

## 3. ETIQUETA Y VALORES TOTALES



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	719592.1	391285.3
Energía Final (kWh/(m <sup>2</sup> año))	62.9	34.2
En. Primaria (kWh/año)	1681141.0	995092.3
En. Primaria (kWh/(m <sup>2</sup> año))	146.9	87.0
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/año)</b>	<b>389298.3</b>	<b>248373.0</b>
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>año))</b>	<b>34.0</b>	<b>21.7</b>

El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependerán de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.

 Calificación Energética de Edificios	Proyecto	Certificación Instituto Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)	
	Comunidad Autónoma	Madrid	Localidad

## 1. DATOS GENERALES

Nombre del Proyecto			Certificación Instituto Eduardo Torroja (IETcc-CSIC)								
Comunidad Autónoma		Madrid	Localidad		Madrid						
Dirección del Proyecto						calle Serrano Galvache, 4 (Madrid)					
Autor del Proyecto						Teresa Cuervo y Hector Bueno					
Autor de la Calificación						Teresa Cuervo y Hector Bueno					
E-mail de contacto			teresacuervo@gmail.com			Teléfono de contacto			913020440		
Tipo de calificación			Edificio existente			Ref. registro catastral			3208014VK4830G0001WU		
Tipo de edificio		Oficinas		Cobertura solar mínima CTE-HE 4 (%)		61.0		Energía eléct. con renovables (kWh/año)		0.0	
Superficie acondicionada (m <sup>2</sup> )		7523.60		Superficie no acondicionada (m <sup>2</sup> )		3919.67		Superficie de plenums (m <sup>2</sup> )		0.00	

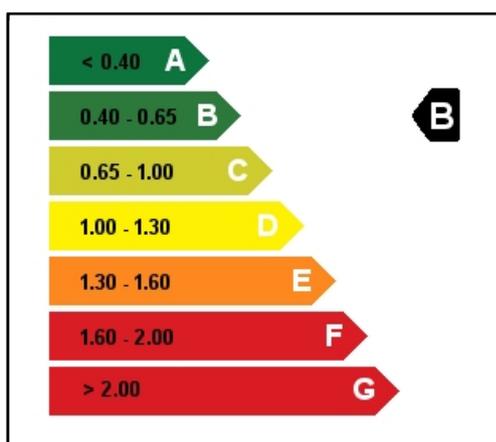
## 2. RESUMEN INDICADORES ENERGÉTICOS ANUALES

Indicador Energético	Edif. Objeto	Edif. Referencia	Índice	Calificación
Demanda Calef. (kW·h/m <sup>2</sup> )	87.6	26.3	3.33	G
Demanda Refri. (kW·h/m <sup>2</sup> )	34.8	46.1	0.76	C
Energía Primaria (kW·h/m <sup>2</sup> )	66.5	87.0	0.76	C

Emissiones Climat. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	5.3	3.0	1.75	F
Emissiones ACS (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	2.0	5.0	0.40	B
Emissiones Ilum. (kg CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> )	6.2	13.7	0.45	B
<b>Emissiones Tot. (kg CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>)</b>	<b>13.5</b>	<b>21.7</b>	<b>0.62</b>	<b>B</b>

Nota: Los valores han sido obtenidas utilizando la suma de las superficies acondicionadas y no acondicionadas

## 3. ETIQUETA Y VALORES TOTALES



Concepto	Edif. Objeto	Edif. Referencia
Energía Final (kWh/año)	435894.4	391285.3
Energía Final (kWh/(m <sup>2</sup> año))	38.1	34.2
En. Primaria (kWh/año)	760438.9	995092.3
En. Primaria (kWh/(m <sup>2</sup> año))	66.5	87.0
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/año)</b>	<b>154239.2</b>	<b>248373.0</b>
<b>Emissiones (kg CO<sub>2</sub>/(m<sup>2</sup>año))</b>	<b>13.5</b>	<b>21.7</b>

El consumo real de energía del edificio y sus emisiones de dióxido de carbono dependerán de la climatología y de las condiciones de operación y funcionamiento reales del edificio, entre otros factores.

TABLA: VALORES DE ILUMINACIÓN SEGÚN EL ESTUDIO LLEVADO A CABO EN EL CAPÍTULO 4.

ESTADO ACTUAL.

Lider	Calener	espacio	Horario ilum.	Pot./área (kW/m2)	Tipo luminaria (5 posibles)	VEEI	VEEI limite	Control luz artificial por luz nat? Si/No
PLANTA SÓTANO (P01)								
IB12	BCI	E01		5,18	(todas fluorescentes)	4,21	3	(ninguno)
IB12		E02		5,18		4,21	3	
NH	BCI	E03		5,18		4,21	3	
NH	BCI	E04		5,18		4,21	3	
NH	BCI	E05		5,18		4,21	3	
NH	BCI	E06		5,18		4,21	3	
NH	BCI	E07		5,18		4,21	3	
NH	BCI	E08		5,18		4,21	3	
IM12	ACI	E09		21,65		2,44	3	
IM12	ACI	E10		21,65		2,44	3	
IM12	ACI	E11		5,18		4,21	3	
PLANTA BAJA (P02)								
IB12	BCI	E01		21,32		4,05	3	
IM12	BCI	E02		6,75		4,12	8	
IB12	BCI	E03		7,72		3,22	6	
IB12	BCI	E04		6,75		4,12	6	
IM12	BCI	E05		15,85		3,01	3	
IM12	ACI	E06		20,53		3,08	3	
IM12	ACI	E07		15,85		3,01	3	
IM12	ACI	E08		15,69		3,28	3	
IM12	BCI	E09		4,83		3,02	5	
IB12	BCI	E10		6,83		4,81	6	
IB12	BCI	E11		35,69		21,25	6	
IB12	BCI	E12		12,29		4,82	6	
IM12	ACI	E13		15,69		3,28	3	
IM12	ACI	E14		15,69		3,28	3	
IM12	ACI	E15		15,69		3,28	3	
IM12	ACI	E16		17,44		2,7	3,5	
IM12	ACI	E17		21,65		2,44	3,5	
IM12	ACI	E18		12,53		3,2	3	
IB12	BCI	E19		8,7		3,98	6	
IM12	ACI	E20		15,69		3,28	6	
IM12	BCI	E21		21,32	Comedor	4,05	8	
IB12	BCI	E22		8,66		4,09	6	
IB12	BCI	E23		8,71		3,64	6	
IB12	BCI	E24		6,75		4,12	6	
IB12	BCI	E25		9,23		3,96	6	
PLANTA PRIMERA (P03)								

IM12		E01		15,69		3,28	3	
IB12		E02		7,72		3,22	6	
IM12		E03		8,71		3,64	3	
IM12		E04		17,63		4,16	3	
IM12		E05		5,18		4,21	3	
IM12		E06		9,61		2,8	3	
IM12		E07		13,31		3,16	3	
IB12	BCI	E08		6,75	pasillo	4,12	6	
IB12	ACI	E09		12,29		4,82	6	
IM12	ACI	E10		8,71		3,64	3	
IM12	ACI	E11		8,71		3,64	3	
IM12	ACI	E12		9,59		4,89	3	
IM12	ACI	E13		4,22		3,55	6	
IB12	BCI	E14		4,22		3,55	6	
IB12	BCI	E15		6,83		4,81	6	
PLANTA BAJO CUBIERTA (P04)								
NH	BCI	E01		5,18		4,21	3	
PLANTA BAJO CUBIERTA (P05)								
NH	BCI	E01		5,18		4,21	3	
NH	BCI	E02		5,18		4,21	3	

BCI: Baja Carga Interna

ACI: Alta Carga Interna

NH: espacio no habitable

IB12: espacio con Intensidad baja, 12 horas

IM12: espacio con Intensidad media, 12 horas.

TABLA: VALORES DE ILUMINACIÓN SEGÚN EL ESTUDIO LLEVADO A CABO EN EL CAPÍTULO 4.

ESTADO REFORMADO.

LIDER	CALENER	espacio	Horario ilum.	Pot./área (kW/m2)	Tipo luminaria (5 posibles)	VEEI	VEEI limite	Control luz artificial por luz nat? Si/No
PLANTA SÓTANO (P01)								
IB12	BCI	E01		6	(TODAS LED)	3,4	6	(VER CAPIT. 4)
IB12	BCI	E02		6		3,4	6	
NH	BCI	E03		6		3,4	6	
NH	BCI	E04		6		3,4	6	
NH	BCI	E05		6		3,4	6	
NH	BCI	E06		6		3,4	6	
NH	BCI	E07		6		3,4	6	
NH	BCI	E08		6		3,4	6	
IM12	ACI	E09		9,12		1,37	3,5	
IM12	ACI	E10		9,12		1,37	3,5	
IM12	ACI	E11		6		3,4	6	
PLANTA BAJA (P02)								
IB12	BCI	E01		6		3,4	6	
IM12	BCI	E02		11,96		2,4	8	
IB12	BCI	E03		5,62		3,04	6	
IB12	BCI	E04		5,5		3,8	6	
IM12	BCI	E05		8,5		1,45	3	
IM12	ACI	E06		9,50		1,56	3	
IM12	ACI	E07		8,15		1,40	3	
IM12	ACI	E08		8,86		1,43	3	
IM12	BCI	E09		4,83		3,02	5	
IB12	BCI	E10		2,42		1,97	6	
IB12	BCI	E11		4,33		1,84	6	
IB12	BCI	E12		6,17		3,96	6	
IM12	ACI	E13		8,5		1,5	3	
IM12	ACI	E14		8,5		1,5	3	
IM12	ACI	E15		8,5		1,5	3	
IM12	ACI	E16		8,92		1,5	3,5	
IM12	ACI	E17		9,12		1,37	3,5	
IM12	ACI	E18		9,14		1,45	3	
IB12	BCI	E19		3,97		2,02	6	
IM12	ACI	E20		6		3,4	6	
IM12	BCI	E21		12		2,4	8	
IB12	BCI	E22		3,29		2,1	6	
IB12	BCI	E23		2,6		1,86	6	
IB12	BCI	E24		2,55		2,09	6	
IB12	BCI	E25		3,49		2,02	6	
PLANTA PRIMERA (P03)								

IM12	ACI	E01		8		1,5	3	
IB12	BCI	E02		5,62		3,04	6	
IM12	ACI	E03		6		3,2	3	
IM12	ACI	E04		8,3		1,54	3	
IM12	ACI	E05		10,48		1,95	3	
IM12	ACI	E06		8,31		1,38	3	
IM12	ACI	E07		7,53		1,25	3	
IB12	BCI	E08		2,55		2,09	6	
IB12	ACI	E09		6,17		3,96	6	
IM12	ACI	E10		7		2	3	
IM12	ACI	E11		7		2	3	
IM12	ACI	E12		4,78		2,47	3	
IM12	ACI	E13		3,5		2	6	
IB12	BCI	E14		3,2		1,97	6	
IB12	BCI	E15		2,42		1,97	6	
PLANTA BAJO CUBIERTA (P04)								
NH	BCI	E01		2,42		1,97	6	
PLANTA BAJO CUBIERTA (P05)								
NH	BCI	E01		2,42		1,97	6	
NH	BCI	E02		2,42		1,97	6	

BCI: Baja Carga Interna

ACI: Alta Carga Interna

NH: espacio no habitable

IB12: espacio con Intensidad baja, 12 horas

IM12: espacio con Intensidad media, 12 horas.

M2. Huella de Carbono



---

# HUELLA DE CARBONO DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA DEL CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS (CSIC) AÑO 2015

*Enero 2017*

## CÁLCULO DE LA HUELLA DE CARBONO DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA. AÑO 2015.

Se presenta a continuación el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero según alcances, para posteriormente mostrar dicha información de manera agrupada.

Para todas las fuentes de emisión analizadas, se expondrán cuáles son los datos que definen cada actividad, cuál es el factor de emisión (y la fuente de donde se extrae) asociado a cada actividad y, finalmente, se presentarán los resultados del cálculo de emisiones que se obtengan del producto de los dos factores anteriores.

### ALCANCE 1+2

Se desglosa a continuación el cálculo de las emisiones englobadas en el alcance 1+2 en función de las fuentes emisoras que las originan.

#### ALCANCE 1

En este epígrafe se presenta la información relativa a las fuentes emisoras consideradas de alcance 1: consumo de combustibles de los edificios, consumo de combustibles de la flota propia de vehículos y de maquinaria, así como las fugas de los gases fluorados de los equipos de refrigeración y climatización.

Se presenta a continuación el cálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero según alcances, para posteriormente mostrar dicha información de manera agrupada.

### CONSUMO DE COMBUSTIBLES DE LA FLOTA DE VEHÍCULOS Y MAQUINARIA

Se han recopilado los datos de consumo de combustible de los vehículos pertenecientes al parque móvil que da servicio al IETCC. Hay cuatro vehículos operativos en 2015 gestionados por el IETCC.

La información recogida ha sido tipo y cantidad de combustible utilizado (litros/año) para dichos vehículos.

Las fuentes de información de donde se han extraído los factores de emisión de la gasolina y el gasóleo con las mismas que las utilizadas en el Informe Huella de Carbono del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: Factores de emisión y PCI que se incluyen en las distintas ediciones del Inventario Nacional de Emisiones de España (la edición 1990-2014) y en las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero de 2006. Las densidades especificadas en el Real Decreto 1088/2010, de 3 de septiembre por el que se modifica el RD 61/2006, de 31 de enero en lo relativo a las especificaciones técnicas de gasolinas, gasóleos, utilización de biocombustibles y contenido de azufre de los combustibles para uso marítimo.

De esta manera, el producto de los datos de la actividad (litros de combustible) y los factores de emisión (kg CO<sub>2</sub>/l) arroja los siguientes resultados:

Tipo de combustible	Consumo (l) 2015	Factor emisión (kg CO <sub>2</sub> /ud)	Emisiones (t CO <sub>2</sub> )
Gasoil (Vehículos)	2.293,00	2,508	5,75
<b>TOTAL IETCC</b>	<b>2.293,00</b>		<b>5,75</b>

Tabla 4. Emisiones del consumo de combustibles de la flota propia de vehículos. Año 2015.

Las emisiones de GEI derivadas del consumo de combustibles de la flota de vehículos en 2015 ascienden a 5,75 tCO<sub>2</sub>.

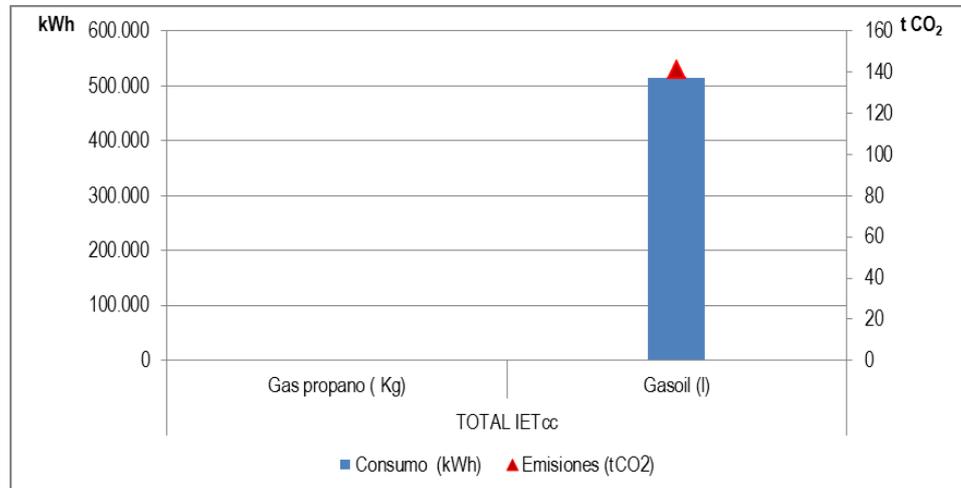
## CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN LOS EDIFICIOS

El Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja consume gasoil para cubrir sus necesidades térmicas, lo que conlleva unas emisiones de 141,40 tCO<sub>2</sub> durante 2015. Durante el año 2015, a diferencia del año 2014 no se ha consumido propano en las instalaciones del IETCC.

Las fuentes de información de donde se han extraído los factores de emisión de la gasolina y el gasóleo con las mismas que las utilizadas en el Informe Huella de Carbono del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente: Factores de emisión y PCI que se incluyen en las distintas ediciones del Inventario Nacional de Emisiones de España (la edición 1990-2013) y en las Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero de 2006. Las densidades especificadas en el Real Decreto 1088/2010, de 3 de septiembre por el que se modifica el RD 61/2006, de 31 de enero en lo relativo a las especificaciones técnicas de gasolinas, gasóleos, utilización de biocarburantes y contenido de azufre de los combustibles para uso marítimo.

Tipo de combustible	Consumo (kWh)	Factor emisión (kg CO <sub>2</sub> /ud)	Emisiones (tCO <sub>2</sub> )
Gas propano ( Kg)			
Gasoil (l)	515.000,00	2,828	141,40
<b>TOTAL</b>	<b>515.000,00</b>		<b>141,40</b>

Tabla 5. Emisiones debidas al consumo de combustibles fósiles en el IETCC. Año 2015.



Gráfica1. Emisiones del consumo de combustibles fósiles en el IETCC. Año 2015.

## FUGAS DE EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN Y CLIMATIZACIÓN DE LOS EDIFICIOS

Las emisiones producidas por las fugas de estos gases se obtienen a partir de la cantidad de gas fugado a la atmósfera y de su PCG (Potencial de Calentamiento Global).

En el Anexo II se presentan los PCG de los gases fluorados contemplados en el Protocolo de Kioto.

En el caso de los equipos de la sede del IETCC no se han realizado recargas de gases refrigerantes durante el año 2015, por tanto, las emisiones ligadas a tales gases han sido nulas.

## ALCANCE 2

### CONSUMO DE ELECTRICIDAD

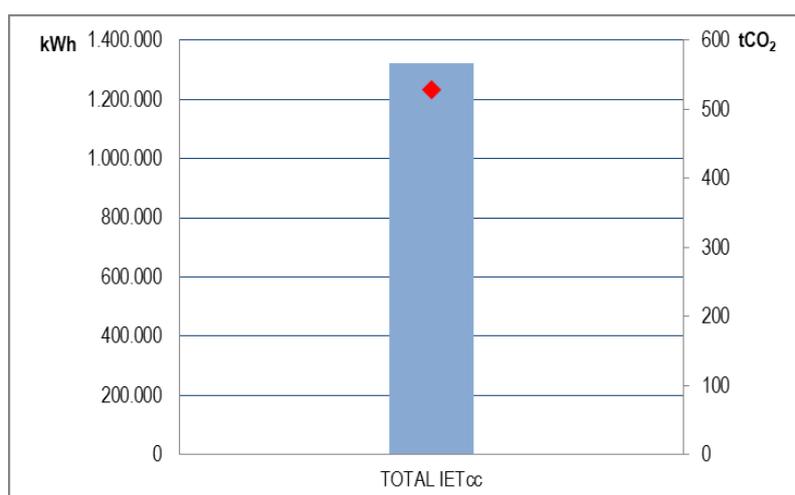
Se ha recopilado la información existente acerca del consumo de energía eléctrica (en kWh) de las instalaciones del IETCC objeto del presente informe, así como su procedencia, es decir, si la electricidad comprada procede de fuentes de energía renovable.

El IETCC no tiene contratada la Garantía de Origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovable y de cogeneración de alta eficiencia (GdO). De modo que las emisiones derivadas del consumo eléctrico de dichas sedes no pueden considerarse nulas.

En la tabla 6, se muestran las emisiones debidas a los consumos de electricidad de dicha sede. El factor de emisión del mix eléctrico es el valor que expresa las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas a la generación de la electricidad que se consume y, por tanto, es un indicador de las fuentes de energía utilizadas para producir dicha electricidad. La Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) publica el factor de emisión del mix eléctrico cada año para las diferentes comercializadoras. Para la comercializadora que suministra la energía eléctrica al IETCC, en el año 2015, es de 0,40 KgCO<sub>2</sub>/kWh. Las emisiones de CO<sub>2</sub> vinculadas al consumo de electricidad alcanzan 528,57 tCO<sub>2</sub>.

Instalaciones	Consumo (kWh)	Factor Mix eléctrico (kgCO <sub>2</sub> /kWh)	Emisiones (t CO <sub>2</sub> )
TOTAL IETCC	1.321.433,00	0,40	528,57

Tabla 6. Emisiones debidas al consumo de electricidad en el IETCC. Año 2015.



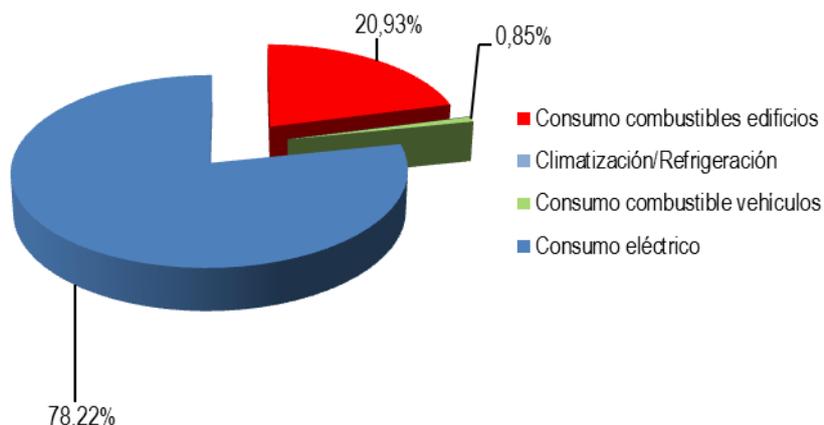
Gráfica 2. Consumos de electricidad y emisiones asociadas en el IETCC. Año 2015.

## TOTAL EMISIONES ALCANCE 1+2

La huella de carbono de las instalaciones del IETCC de alcance 1+2 para 2015, teniendo en cuenta los límites temporales y de la organización establecidos, son 675,72 tCO<sub>2</sub>eq. En la siguiente tabla y en la gráfica que la acompaña se puede observar el desglose de emisiones de alcance 1+2 para el año 2015:

Alcance	Fuente emisora	Emisiones alcance 1+2 2015	
		t CO <sub>2</sub>	%
ALCANCE 1	Consumo combustibles edificios	141,40	20,93
	Climatización/Refrigeración	0,00	0,00
	Consumo combustible vehículos	5,75	0,85
ALCANCE 2	Consumo eléctrico	528,57	78,22
<b>TOTALES</b>		<b>675,72</b>	<b>100</b>

Tabla 7. Desglose de emisiones de alcance 1+2 en el año 2015 incluyendo fugas de gases fluorados.



Gráfica 3. Distribución de emisiones de alcance 1+2 en el año 2015.

La gráfica 3 muestra que la mayor parte de las emisiones, casi el 80%, del IETCC son emisiones de Alcance 2 debidas al consumo de electricidad, seguido a mucha distancia a las emisiones de Alcance 1 (21,78%) debidas al consumo de combustibles fósiles, lo que incluye el consumo en las instalaciones fijas (edificios) y el de los vehículos gestionados por el IETCC.

## INDICADORES EN SEDES: RATIOS DE CONSUMO Y EMISIONES

La información recogida sobre consumos en las instalaciones del IETCC representa una herramienta de gran valor para realizar un análisis de la eficiencia energética de los mismos, así como de los hábitos de consumo de sus empleados.

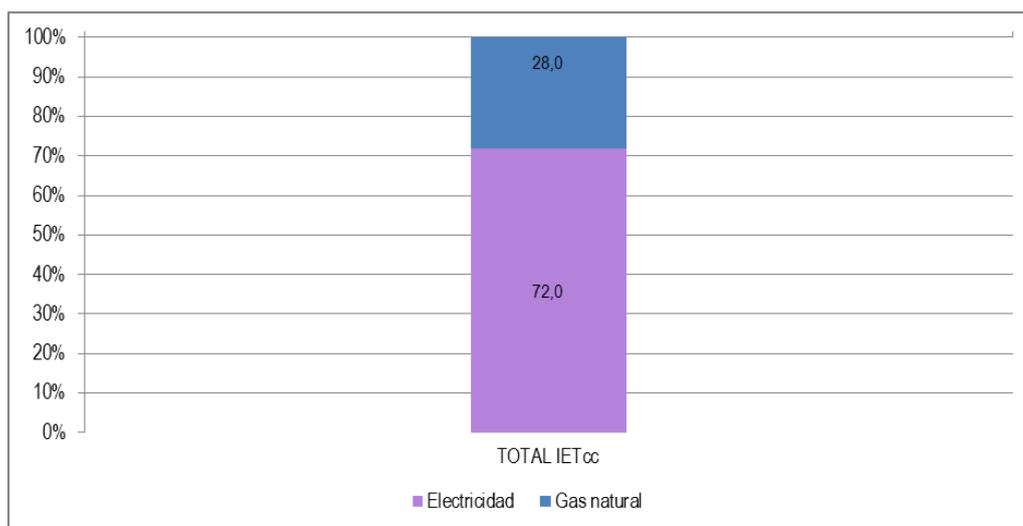
Por este motivo, se ha realizado un análisis comparativo de los consumos de las instalaciones del IETCC mediante dos indicadores, uno referido al número de empleados y otro a la superficie de cada edificio. Para ambos casos se analizan los consumos y las emisiones, así como los consumos energéticos, resultantes de la “traducción” a energía de todos los consumos de combustibles fósiles y electricidad de las sedes.

Las emisiones que se asignan a los edificios en el alcance 1+2 son las producidas por los combustibles, las emisiones fugitivas de gases fluorados y las producidas por el consumo de electricidad. El IETCC consume gasoil para cubrir sus necesidades térmicas y propano en las instalaciones de la cocina. En cuanto a los gases fluorados, en el año de estudio (2015) no se han producido recargas, por tanto, las emisiones de alcance 1 asociadas a tales gases son nulas,

Como se muestra en la gráfica 4 la electricidad es la energía que supone la mayoría (72%) de los consumos energéticos en las instalaciones del IETCC.

Con el fin de que los resultados de consumos por instalaciones/edificios sean comparables, es necesario recurrir a indicadores que homogenicen los datos. Los indicadores seleccionados para ello son los ratios de consumo y de emisiones respecto a la superficie y el número de empleados de los edificios.

Para calcular estos ratios, se emplearán los datos reflejados en las tablas 1 y 2.



Gráfica 4. Consumos de energía expresados en porcentaje en las instalaciones del IETCC. Año 2015.

### Ratios de consumo y de emisiones por empleado y por superficie

A continuación se muestran las gráficas que representan los ratios de consumo de electricidad y de combustibles fósiles por número de empleados y por superficie del edificio, así como las emisiones asociadas a dichos consumos.

#### Datos de consumo relativos a la superficie:

El conjunto de las instalaciones del IETCC tiene un ratio de consumo de electricidad de 130,74 kWh/m<sup>2</sup> (Gráfica 7), no siendo posible hacer un análisis del ratio de consumo de cada una de las instalaciones, al no disponer de la información de consumo de electricidad desagregada.

En cuanto a los consumos de combustibles fósiles por equipos de combustión fija el ratio de consumo es 50,95 kWh/m<sup>2</sup> marcadamente inferior al ratio de consumo de electricidad, lo que ya se puso de manifiesto en la gráfica 4 donde se expresan los porcentajes de los distintos consumos en el IETCC (72% de electricidad y 28% de combustibles fósiles).

El resultado en cuanto a los consumos totales de energía (electricidad y combustibles fósiles) en el edificio muestra un ratio de consumo de 181,70 kWh/m<sup>2</sup>.

Un aspecto que merece especial mención es el análisis del ratio consumos de energía por superficie calefactada/refrigerada. Tan sólo se dispone de información referida a la superficie acondicionada térmicamente relativa al edificio principal, siendo esta superficie 5.470 m<sup>2</sup> del total de 7.524 m<sup>2</sup> que tiene dicho edificio principal. No se dispone de información disgregada de los consumos de electricidad o combustibles fósiles en las instalaciones del IETCC, por lo que no es posible hacer una análisis de los consumos y de las emisiones a ellos vinculadas por superficie climatizada.

#### Datos de consumo relativos al número de empleados

La gráfica 8 muestra que en lo relativo al consumo de electricidad por empleado, la sede del IETCC presenta un ratio de consumo de electricidad de 6.541,75 kWh/empleado.

En cuanto a los combustibles fósiles para cubrir las necesidades térmicas (gasoil) el ratio de consumo es 2.549,5 kWh/empleado. Lo que supone casi un 61% menos que el ratio de consumo de electricidad.

El ratio en cuanto a los consumos totales de energía (electricidad y combustibles fósiles) el ratio de consumo alcanza los 9.901,75 kWh/empleado.

## PLAN DE MEJORA – POSIBLES MEDIDAS DE REDUCCIÓN

El Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETCC) dispone de las siguientes instalaciones objeto del presente informe de la Huella de Carbono:

- Edificio principal
- Naves de ensayo original
- Naves de ensayo nueva
- Edificio de materiales
- Nave de arenas
- Edificio de CEMCO
- Edificio Caracola
- Edificio Invernadero

El análisis de la huella de carbono de una organización, permite conocer mejor sus procesos y sus emisiones y comenzar una senda de reducción conforme a la información obtenida en dicho análisis.

El IETCC considera necesario elaborar un plan de mejora ambiental del IETCC para disminuir su consumo energético, su huella de carbono y hacer un uso racional del agua. Para ello se considera necesario hacer estudios de detalle como una auditoría energética en la que se estudien los consumos eléctricos desagregados, u otro tipo de alcance como el que supone la compra pública o la gestión de residuos. El conocimiento en profundidad del tipo de consumo permitirá una propuesta ajustada de mejora en la eficiencia y por tanto, una reducción del impacto ambiental y sus costes de uso correspondientes, permitiendo además ajustar la potencia contratada y reducir costes.

A continuación se proponen una serie de medidas que facilitarán la reducción de emisiones acordes a las características de las instalaciones del IETCC y que pueden acometerse a corto y medio plazo.

Algunas de las medidas indicadas, no supondrán una reducción en la huella calculada en este documento, pero sí en el cómputo global de las emisiones del IETCC. Esto se debe a que no se contemplan en el estudio todas las emisiones derivadas de su actividad, sin que esto sirva de impedimento para acometer acciones como el fomento de la movilidad sostenible, el incremento del reciclaje, etc., para reducir emisiones.

Las medidas seleccionadas para la reducción de la huella, deben plasmarse en un documento o plan de mejora, que oriente sobre el posible cronograma, reducciones esperadas, medidas acometidas, etc. A continuación se proponen una serie de posibles medidas de reducción que conducirían a la reducción de los consumos por parte del IETCC y por ende de su huella de carbono.

Agrupadas por la fuente de emisión en que se localizan, se proponen las siguientes medidas:

### **Iluminación**

- Aprovechamiento de la luz natural (con o sin sensores de luz).
- Zonificación de la iluminación.
- Instalación de sistemas con control de presencia para el encendido y apagado de las luminarias.
- Limpieza regular de ventanas y lámparas.

### Climatización

- Programar los sistemas de frío y calor para que funcionen exclusivamente durante el período de trabajo (y momentos previos).
- Empleo del “Free-Cooling” o enfriamiento gratuito que puede conseguir un ahorro de hasta el 30% al año en la oficina gracias al control de aire fresco del exterior. Esta técnica consiste en permitir el ingreso de aire exterior dentro de un edificio por medios mecánicos y controlados.
- Zonificación de las áreas a climatizar.
- Mantenimiento preventivo de los equipos de calefacción y/o refrigeración.
- Instalación de dispositivos de regulación y control de manera que no se sobrepasen las temperaturas de confort preestablecidas (reloj programable, termostato temporizado, válvulas termostática, etc.).
- Sustitución de gases refrigerantes de alto potencial de calentamiento global por otros de menor potencial. Hay que tener en cuenta que sólo se pueden contemplar aquellos gases que sean contabilizados como de efecto invernadero de cara a la contabilidad que se realiza a nivel internacional.
- Instalación de energía solar para el abastecimiento de agua caliente sanitaria en los actuales termos de los aseos.
- Reducción de la demanda con objeto de reducir las emisiones derivadas del acondicionamiento térmico, mejorando a la vez los problemas de falta de confort térmico de los empleados.

A través de los estudios de certificación energética, y con el modelo de simulación energética del edificio, se ha estimado la reducción de la demanda que supondría la sustitución de ventanas y la incorporación de aislamiento en cubiertas. Se detallan en la tabla adjunta:

	Demanda calefacción kWh/m <sup>2</sup>	Demanda refrigeración kWh/m <sup>2</sup>	Demanda conjunta ponderada kWh/m <sup>2</sup>	
Estado Actual	-48,77	18,10	61,44	% respecto al valor inicial
Bajo Emisivo Norte y Doble acristalamiento Sur	-40,90	18,78	54,05	87,96%
MW10 + XPS 10 planas	-37,54	17,50	49,79	81,03%

Estas estrategias de reducción de demanda se podrían completar con otras como:

- Posibilidad de refrigeración nocturna.
- Mejora de sistemas de sombreado.
- Mejora de eficiencia de las instalaciones, con la sustitución de la caldera, uso de recuperadores de calor en el sistema de aire.
- Incorporación de energía renovable in situ (solar, geotérmica) o la sustitución del combustible por gasoil o biomasa.

### Equipos

- Sustitución de equipos informáticos (ordenadores, fotocopiadoras, impresoras, fax, escáner, etc.) por otros con mayor eficiencia energética (Etiqueta “Energy Star”).
- Sustitución de ordenadores, además de aquellos que dispongan de etiqueta “Energy Star”, por los que tengan la “Etiqueta Ecológica Europea”.

### Medidas genéricas

- Realización de campañas de sensibilización entre los empleados sobre el uso eficiente de la energía.
- Fomento de modos de transporte más respetuosos con el medio ambiente: transporte público y/o bicicleta.
- Impartición de cursos de conducción eficiente.
- Incorporación de buenas prácticas entre los empleados: sustitución de reuniones presenciales por reuniones por video-conferencia, etc.).

Un aspecto a destacar, que conduce a una reducción importante de las emisiones de CO<sub>2</sub>, es el cambio de comercializadora de electricidad a una con factor de emisión con un menor mix energético. Especialmente significativo, en este sentido, es el caso llevado a cabo por el MAPAMA y que podría ser aplicado también por el IETCC, de la contratación de electricidad con Garantía de Origen (GdO) procedente de fuentes de energía renovable. Así, se consigue que las emisiones derivadas del consumo eléctrico sean nulas, ya que el factor de emisión asociado a la electricidad es 0 KgCO<sub>2</sub>/kWh todo ello sin descartar las aplicaciones enumeradas anteriormente en los apartados de “Iluminación” y “Climatización” destinadas a mejorar la eficiencia energética. A esta acción se debería ir sumando también la instalación de energía renovable in situ.

M3. LEED





# LEED v4 para Operaciones y Mantenimiento: Edificios Existentes (Existing Buildings)

Checklist del proyecto

Nombre del proyecto: Estado Actual Edificio Principal IETcc-CSIC

Fecha: 02/04/2017

Sí	?	No			
<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Ubicación y Transporte</b>		<b>15</b>
5			Crédito	Transporte Alternativo	15

Sí	?	No			
<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Sitios Sustentables</b>		<b>10</b>
Sí			Prerreq	Políticas de Manejo del Sitio	Obligatorio
2			Crédito	Desarrollo del Sitio - Protección o Restauración del Hábitat	2
			Crédito	Manejo de Aguas Pluviales	3
1			Crédito	Reducción del Efecto Isla de Calor	2
1			Crédito	Reducción de la Contaminación Lumínica	1
			Crédito	Manejo del Sitio	1
			Crédito	Plan de Mejora del Sitio	1

Sí	?	No			
<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Uso Eficiente del Agua</b>		<b>12</b>
Sí			Prerreq	Reducción del Consumo de Agua en el Interior	Obligatorio
Sí			Prerreq	Medición del Consumo de Agua por Edificio	Obligatorio
			Crédito	Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	2
1			Crédito	Reducción del Consumo de Agua en el Interior	5
			Crédito	Consumo de Agua de la Torre de Enfriamiento	3
2			Crédito	Medición del Consumo de Agua	2

Sí	?	No			
<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Energía y Atmósfera</b>		<b>38</b>
Sí			Prerreq	Mejores Prácticas de Gestión de la Eficiencia Energética	Obligatorio
Sí			Prerreq	Desempeño Energético Mínimo	Obligatorio
Sí			Prerreq	Medición del Consumo de Energía por Edificio	Obligatorio
Sí			Prerreq	Gestión Básica de Refrigerantes	Obligatorio
2			Crédito	Retrocomisionamiento - Análisis	2
2			Crédito	Retrocomisionamiento - Implementación	2
3			Crédito	Comisionamiento Continuo	3
			Crédito	Optimización del Desempeño Energético	20
			Crédito	Medición de Energía Avanzada	2
			Crédito	Respuesta a la Demanda	3
			Crédito	Energías Renovables y Compensaciones de Carbono	5
			Crédito	Gestión Avanzada de Refrigerantes	1

Sí	?	No			
<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Materiales y Recursos</b>		<b>8</b>
Sí			Prerreq	Política de Compras y Desechos Continuos	Obligatorio
Sí			Prerreq	Política de Mantenimiento y Renovación de Instalaciones	Obligatorio
1			Crédito	Compras - Continuas	1
1			Crédito	Compras - Lámparas	1
2			Crédito	Compras - Gestión y Renovación de Instalaciones	2
2			Crédito	Gestión de Desechos Sólidos - Continuos	2
2			Crédito	Gestión de Desechos Sólidos - Gestión y Renovación de Instalaciones	2

Sí	?	No			
<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Calidad Ambiental Interior</b>		<b>17</b>
Sí			Prerreq	Desempeño Mínimo de la Calidad del Aire Interior	Obligatorio
Sí			Prerreq	Control del Humo Ambiental del Tabaco	Obligatorio
Sí			Prerreq	Política de Limpieza Ecológica	Obligatorio
			Crédito	Programa de Gestión de la Calidad del Aire Interior	2
1			Crédito	Estrategias Avanzadas de Calidad del Aire Interior	2
			Crédito	Confort Térmico	1
			Crédito	Iluminación Interior	2
4			Crédito	Iluminación Natural y Vistas de Calidad	4
			Crédito	Limpieza Ecológica - Evaluación de la Efectividad de la Limpieza	1
			Crédito	Limpieza Ecológica - Productos y Materiales	1
			Crédito	Limpieza Ecológica - Equipo	1
			Crédito	Manejo Integrado de Plagas	2
			Crédito	Encuesta de Confort de los Ocupantes	1

Sí	?	No			
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Innovación</b>		<b>6</b>
			Crédito	Innovación	5
			Crédito	LEED Accredited Professional	1

Sí	?	No			
<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Prioridad Regional</b>		<b>4</b>
			Crédito	Prioridad Regional: Crédito Especifico	1
			Crédito	Prioridad Regional: Crédito Especifico	1
			Crédito	Prioridad Regional: Crédito Especifico	1
			Crédito	Prioridad Regional: Crédito Especifico	1

<b>32</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>TOTALES</b>		<b>Puntos posibles: 110</b>
-----------	----------	----------	----------------	--	-----------------------------

Certificado: de 40 a 49 puntos, Plata: de 50 a 59 puntos, Oro: de 60 a 79 puntos, Platino: más de 80 puntos





# LEED v4 para Operaciones y Mantenimiento: Edificios Existentes (Existing Buildings)

Checklist del proyecto

Nombre del proyecto: Propuesta Mejora 1 Edificio Principal IETcc-CSIC

Fecha: 02/04/2017

Sí	?	No		
<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Ubicación y Transporte</b>	<b>15</b>
6			Crédito Transporte Alternativo	15

Sí	?	No		
<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Sitios Sustentables</b>	<b>10</b>
Sí			Prerreq Políticas de Manejo del Sitio	Obligatorio
2			Crédito Desarrollo del Sitio - Protección o Restauración del Hábitat	2
			Crédito Manejo de Aguas Pluviales	3
1			Crédito Reducción del Efecto Isla de Calor	2
1			Crédito Reducción de la Contaminación Lumínica	1
			Crédito Manejo del Sitio	1
			Crédito Plan de Mejora del Sitio	1

Sí	?	No		
<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Uso Eficiente del Agua</b>	<b>12</b>
Sí			Prerreq Reducción del Consumo de Agua en el Interior	Obligatorio
Sí			Prerreq Medición del Consumo de Agua por Edificio	Obligatorio
			Crédito Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	2
1			Crédito Reducción del Consumo de Agua en el Interior	5
			Crédito Consumo de Agua de la Torre de Enfriamiento	3
2			Crédito Medición del Consumo de Agua	2

Sí	?	No		
<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Energía y Atmósfera</b>	<b>38</b>
Sí			Prerreq Mejores Prácticas de Gestión de la Eficiencia Energética	Obligatorio
Sí			Prerreq Desempeño Energético Mínimo	Obligatorio
Sí			Prerreq Medición del Consumo de Energía por Edificio	Obligatorio
Sí			Prerreq Gestión Básica de Refrigerantes	Obligatorio
2			Crédito Retrocomisionamiento - Análisis	2
2			Crédito Retrocomisionamiento - Implementación	2
3			Crédito Comisionamiento Continuo	3
			Crédito Optimización del Desempeño Energético	20
			Crédito Medición de Energía Avanzada	2
			Crédito Respuesta a la Demanda	3
			Crédito Energías Renovables y Compensaciones de Carbono	5
			Crédito Gestión Avanzada de Refrigerantes	1

Sí	?	No		
<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Materiales y Recursos</b>	<b>8</b>
Sí			Prerreq Política de Compras y Desechos Continuos	Obligatorio
Sí			Prerreq Política de Mantenimiento y Renovación de Instalaciones	Obligatorio
1			Crédito Compras - Continuas	1
1			Crédito Compras - Lámparas	1
2			Crédito Compras - Gestión y Renovación de Instalaciones	2
2			Crédito Gestión de Desechos Sólidos - Continuos	2
2			Crédito Gestión de Desechos Sólidos - Gestión y Renovación de Instalaciones	2

Sí	?	No		
<b>13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Calidad Ambiental Interior</b>	<b>17</b>
Sí			Prerreq Desempeño Mínimo de la Calidad del Aire Interior	Obligatorio
Sí			Prerreq Control del Humo Ambiental del Tabaco	Obligatorio
Sí			Prerreq Política de Limpieza Ecológica	Obligatorio
			Crédito Programa de Gestión de la Calidad del Aire Interior	2
2			Crédito Estrategias Avanzadas de Calidad del Aire Interior	2
1			Crédito Confort Térmico	1
			Crédito Iluminación Interior	2
4			Crédito Iluminación Natural y Vistas de Calidad	4
1			Crédito Limpieza Ecológica - Evaluación de la Efectividad de la Limpie	1
1			Crédito Limpieza Ecológica - Productos y Materiales	1
1			Crédito Limpieza Ecológica - Equipo	1
2			Crédito Manejo Integrado de Plagas	2
1			Crédito Encuesta de Confort de los Ocupantes	1

Sí	?	No		
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Innovación</b>	<b>6</b>
1			Crédito Innovación	5
			Crédito LEED Accredited Professional	1

Sí	?	No		
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Prioridad Regional</b>	<b>4</b>
1			Crédito Prioridad Regional: Crédito Específico	1
			Crédito Prioridad Regional: Crédito Específico	1
			Crédito Prioridad Regional: Crédito Específico	1
			Crédito Prioridad Regional: Crédito Específico	1

<b>43</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>TOTALES</b>	<b>Puntos posibles: 110</b>
-----------	----------	----------	----------------	-----------------------------

Certificado: de 40 a 49 puntos, Plata: de 50 a 59 puntos, Oro: de 60 a 79 puntos, Platino: más de 80 punto





# LEED v4 para Operaciones y Mantenimiento: Edificios Existentes (Existing Buildings)

Checklist del proyecto

Nombre del proyecto: Propuesta Mejora 2 Edificio Principal IETcc-CSIC

Fecha: 02/04/2017

Sí	?	No			
<b>6</b>	<b>f</b>	<b>0</b>	<b>Ubicación y Transporte</b>		<b>15</b>
6	f	0	Crédito	Transporte Alternativo	15

Sí	?	No			
<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Sitios Sustentables</b>		<b>10</b>
Sí			Prerreq	Políticas de Manejo del Sitio	Obligatorio
2			Crédito	Desarrollo del Sitio - Protección o Restauración del Hábitat	2
3			Crédito	Manejo de Aguas Pluviales	3
3			Crédito	Reducción del Efecto Isla de Calor	2
1			Crédito	Reducción de la Contaminación Lumínica	1
			Crédito	Manejo del Sitio	1
1			Crédito	Plan de Mejora del Sitio	1

Sí	?	No			
<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Uso Eficiente del Agua</b>		<b>12</b>
Sí			Prerreq	Reducción del Consumo de Agua en el Interior	Obligatorio
Sí			Prerreq	Medición del Consumo de Agua por Edificio	Obligatorio
			Crédito	Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	2
3			Crédito	Reducción del Consumo de Agua en el Interior	5
2			Crédito	Consumo de Agua de la Torre de Enfriamiento	3
2			Crédito	Medición del Consumo de Agua	2

Sí	?	No			
<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Energía y Atmósfera</b>		<b>38</b>
Sí			Prerreq	Mejores Prácticas de Gestión de la Eficiencia Energética	Obligatorio
Sí			Prerreq	Desempeño Energético Mínimo	Obligatorio
Sí			Prerreq	Medición del Consumo de Energía por Edificio	Obligatorio
Sí			Prerreq	Gestión Básica de Refrigerantes	Obligatorio
2			Crédito	Retrocomisionamiento - Análisis	2
2			Crédito	Retrocomisionamiento - Implementación	2
3			Crédito	Comisionamiento Continuo	3
			Crédito	Optimización del Desempeño Energético	20
			Crédito	Medición de Energía Avanzada	2
			Crédito	Respuesta a la Demanda	3
			Crédito	Energías Renovables y Compensaciones de Carbono	5
			Crédito	Gestión Avanzada de Refrigerantes	1

Sí	?	No			
<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Materiales y Recursos</b>		<b>8</b>
Sí			Prerreq	Política de Compras y Desechos Continuos	Obligatorio
Sí			Prerreq	Política de Mantenimiento y Renovación de Instalaciones	Obligatorio
1			Crédito	Compras - Continuas	1
1			Crédito	Compras - Lámparas	1
2			Crédito	Compras - Gestión y Renovación de Instalaciones	2
2			Crédito	Gestión de Desechos Sólidos - Continuos	2
2			Crédito	Gestión de Desechos Sólidos - Gestión y Renovación de Instalaciones	2

Sí	?	No			
<b>13</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Calidad Ambiental Interior</b>		<b>17</b>
Sí			Prerreq	Desempeño Mínimo de la Calidad del Aire Interior	Obligatorio
Sí			Prerreq	Control del Humo Ambiental del Tabaco	Obligatorio
Sí			Prerreq	Política de Limpieza Ecológica	Obligatorio
			Crédito	Programa de Gestión de la Calidad del Aire Interior	2
2			Crédito	Estrategias Avanzadas de Calidad del Aire Interior	2
1			Crédito	Confort Térmico	1
			Crédito	Iluminación Interior	2
4			Crédito	Iluminación Natural y Vistas de Calidad	4
1			Crédito	Limpieza Ecológica - Evaluación de la Efectividad de	1
1			Crédito	Limpieza Ecológica - Productos y Materiales	1
1			Crédito	Limpieza Ecológica - Equipo	1
2			Crédito	Manejo Integrado de Plagas	2
1			Crédito	Encuesta de Confort de los Ocupantes	1

Sí	?	No			
<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Innovación</b>		<b>6</b>
1			Crédito	Innovación	5
			Crédito	LEED Accredited Professional	1

Sí	?	No			
<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Prioridad Regional</b>		<b>4</b>
1			Crédito	Prioridad Regional: Crédito Específico	1
1			Crédito	Prioridad Regional: Crédito Específico	1
			Crédito	Prioridad Regional: Crédito Específico	1
			Crédito	Prioridad Regional: Crédito Específico	1

Sí	?	No			
<b>54</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>TOTALES</b>		<b>Puntos posibles: 110</b>

Certificado: de 40 a 49 puntos, Plata: de 50 a 59 puntos, Oro: de 60 a 79 puntos, Platino: más de 80 puntos





# LEED v4 para Operaciones y Mantenimiento: Edificios Existentes (Existing Buildings)

Checklist del proyecto

Nombre del proyecto: Propuesta Mejora 3 Edificio Principal IETcc-CSIC

Fecha: 02/04/2017

Sí ? No

<b>7</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Ubicación y Transporte</b>	<b>15</b>
7			Crédito Transporte Alternativo	15

<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Sitios Sustentables</b>	<b>10</b>
-----------	----------	----------	----------------------------	-----------

Sí			Prerrequej Políticas de Manejo del Sitio	Obligatorio
2			Crédito Desarrollo del Sitio - Protección o Restauración del Hábitat	2
3			Crédito Manejo de Aguas Pluviales	3
3			Crédito Reducción del Efecto Isla de Calor	2
1			Crédito Reducción de la Contaminación Lumínica	1
1			Crédito Manejo del Sitio	1
1			Crédito Plan de Mejora del Sitio	1

<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Uso Eficiente del Agua</b>	<b>12</b>
-----------	----------	----------	-------------------------------	-----------

Sí			Prerrequej Reducción del Consumo de Agua en el Interior	Obligatorio
Sí			Prerrequej Medición del Consumo de Agua por Edificio	Obligatorio
1			Crédito Reducción del Consumo de Agua en el Exterior	2
5			Crédito Reducción del Consumo de Agua en el Interior	5
3			Crédito Consumo de Agua de la Torre de Enfriamiento	3
2			Crédito Medición del Consumo de Agua	2

<b>22</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Energía y Atmósfera</b>	<b>38</b>
-----------	----------	----------	----------------------------	-----------

Sí			Prerrequej Mejores Prácticas de Gestión de la Eficiencia Energética	Obligatorio
Sí			Prerrequej Desempeño Energético Mínimo	Obligatorio
Sí			Prerrequej Medición del Consumo de Energía por Edificio	Obligatorio
Sí			Prerrequej Gestión Básica de Refrigerantes	Obligatorio
2			Crédito Retrocomisionamiento - Análisis	2
2			Crédito Retrocomisionamiento - Implementación	2
3			Crédito Comisionamiento Continuo	3
6			Crédito Optimización del Desempeño Energético	20
2			Crédito Medición de Energía Avanzada	2
1			Crédito Respuesta a la Demanda	3
5			Crédito Energías Renovables y Compensaciones de Carbono	5
1			Crédito Gestión Avanzada de Refrigerantes	1

<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Materiales y Recursos</b>	<b>8</b>
----------	----------	----------	------------------------------	----------

Sí			Prerrequej Política de Compras y Desechos Continuos	Obligatorio
Sí			Prerrequej Política de Mantenimiento y Renovación de Instalaciones	Obligatorio
1			Crédito Compras - Continuas	1
1			Crédito Compras - Lámparas	1
2			Crédito Compras - Gestión y Renovación de Instalaciones	2
2			Crédito Gestión de Desechos Sólidos - Continuos	2
2			Crédito Gestión de Desechos Sólidos - Gestión y Renovación de Instalaciones	2

<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Calidad Ambiental Interior</b>	<b>17</b>
-----------	----------	----------	-----------------------------------	-----------

Sí			Prerrequej Desempeño Mínimo de la Calidad del Aire Interior	Obligatorio
Sí			Prerrequej Control del Humo Ambiental del Tabaco	Obligatorio
Sí			Prerrequej Política de Limpieza Ecológica	Obligatorio
2			Crédito Programa de Gestión de la Calidad del Aire Interior	2
2			Crédito Estrategias Avanzadas de Calidad del Aire Interior	2
1			Crédito Confort Térmico	1
2			Crédito Iluminación Interior	2
4			Crédito Iluminación Natural y Vistas de Calidad	4
1			Crédito Limpieza Ecológica - Evaluación de la Efectividad de la L	1
1			Crédito Limpieza Ecológica - Productos y Materiales	1
1			Crédito Limpieza Ecológica - Equipo	1
2			Crédito Manejo Integrado de Plagas	2
1			Crédito Encuesta de Confort de los Ocupantes	1

<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Innovación</b>	<b>6</b>
----------	----------	----------	-------------------	----------

3			Crédito Innovación	5
1			Crédito LEED Accredited Professional	1

<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>Prioridad Regional</b>	<b>4</b>
----------	----------	----------	---------------------------	----------

1			Crédito Prioridad Regional: Crédito Específico	1
1			Crédito Prioridad Regional: Crédito Específico	1
1			Crédito Prioridad Regional: Crédito Específico	1
1			Crédito Prioridad Regional: Crédito Específico	1

<b>84</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>TOTALES</b>	<b>Puntos posibles: 110</b>
-----------	----------	----------	----------------	-----------------------------

Certificado: de 40 a 49 puntos, Plata: de 50 a 59 puntos, Oro: de 60 a 79 puntos, Platino: más de 80 pu



M4. Estrategias bioclimáticas.



**WEATHER DATA SUMMARY**

**LOCATION:** MADRID, -, ESP  
**Latitude/Longitude:** 40.45° North, 3.55° West, **Time Zone from Greenwich** 1  
**Data Source:** IWECC Data 082210 WMO Station Number **Elevation** 582 m

MONTHLY MEANS	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
Global Horiz Radiation (Avg Hourly)	205	267	375	408	433	480	510	470	364	301	228	156	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Avg Hourly)	282	304	413	331	343	403	480	441	318	307	292	180	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Avg Hourly)	92	124	136	184	184	177	152	159	165	143	108	90	Wh/sq.m
Global Horiz Radiation (Max Hourly)	522	646	842	936	973	997	980	949	857	696	518	428	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Max Hourly)	826	903	927	908	940	927	941	895	894	873	818	762	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Max Hourly)	240	338	393	461	634	647	494	433	392	382	276	221	Wh/sq.m
Global Horiz Radiation (Avg Daily Total)	1957	2766	4424	5356	6169	7135	7420	6386	4482	3278	2222	1438	Wh/sq.m
Direct Normal Radiation (Avg Daily Total)	2707	3138	4872	4360	4860	5990	6974	5988	3918	3315	2823	1657	Wh/sq.m
Diffuse Radiation (Avg Daily Total)	871	1293	1607	2414	2650	2638	2219	2160	2031	1570	1060	829	Wh/sq.m
Global Horiz Illumination (Avg Hourly)	22140	28967	40448	44352	47174	52422	55485	51443	39931	32915	24751	17097	lux
Direct Normal Illumination (Avg Hourly)	25871	28849	40007	32643	33685	39774	47487	43192	30654	28934	26894	16137	lux
Dry Bulb Temperature (Avg Monthly)	5	6	10	11	16	20	25	24	20	14	9	5	degrees C
Dew Point Temperature (Avg Monthly)	0	1	2	2	7	9	9	11	10	8	4	3	degrees C
Relative Humidity (Avg Monthly)	72	69	60	55	59	51	39	45	57	70	74	83	percent
Wind Direction (Monthly Mode)	0	240	60	0	0	240	240	0	0	330	330	0	degrees
Wind Speed (Avg Monthly)	3	2	2	3	1	2	2	3	2	0	1	2	m/s
Ground Temperature (Avg Monthly of 3 Depths)	8	7	7	9	13	16	19	20	19	17	14	11	degrees C

Back

Next



**TEMPERATURE RANGE**  
ASHRAE Standard 55-2004 using PMV

**LOCATION:** MADRID, -, ESP  
**Latitude/Longitude:** 40.45° North, 3.55° West, Time Zone from Greenwich 1  
**Data Source:** IWEC Data 082210 WMO Station Number Elevation 582 m

**LEGEND**

- RECORDED HIGH - ○
- DESIGN HIGH - ■
- AVERAGE HIGH - ■
- MEAN - —
- AVERAGE LOW - ■
- DESIGN LOW - ■
- RECORDED LOW - ○
- COMFORT ZONE
- SUMMER (light gray)
- WINTER (medium gray)
- (At 50% Relative Humidity)

- DESIGN HIGH: Non-Resi...
- 1% of Hours Above
- .5% of Hours Above
- 0% of Hours Above
- DESIGN LOW: Non-Resi...
- 1% of Hours Below
- .5% of Hours Below
- 0% of Hours Below
- TEMPERATURE RANGE:
- 10 to 40 °C
- Fit to Data



Back

Next



MONTHLY DIURNAL AVERAGES  
ASHRAE Standard 55-2004 using PMV

LOCATION: MADRID, -, ESP  
Latitude/Longitude: 40.45° North, 3.55° West, Time Zone from Greenwich 1  
Data Source: IVEC Data 082210 WMO Station Number Elevation 582 m

LEGEND

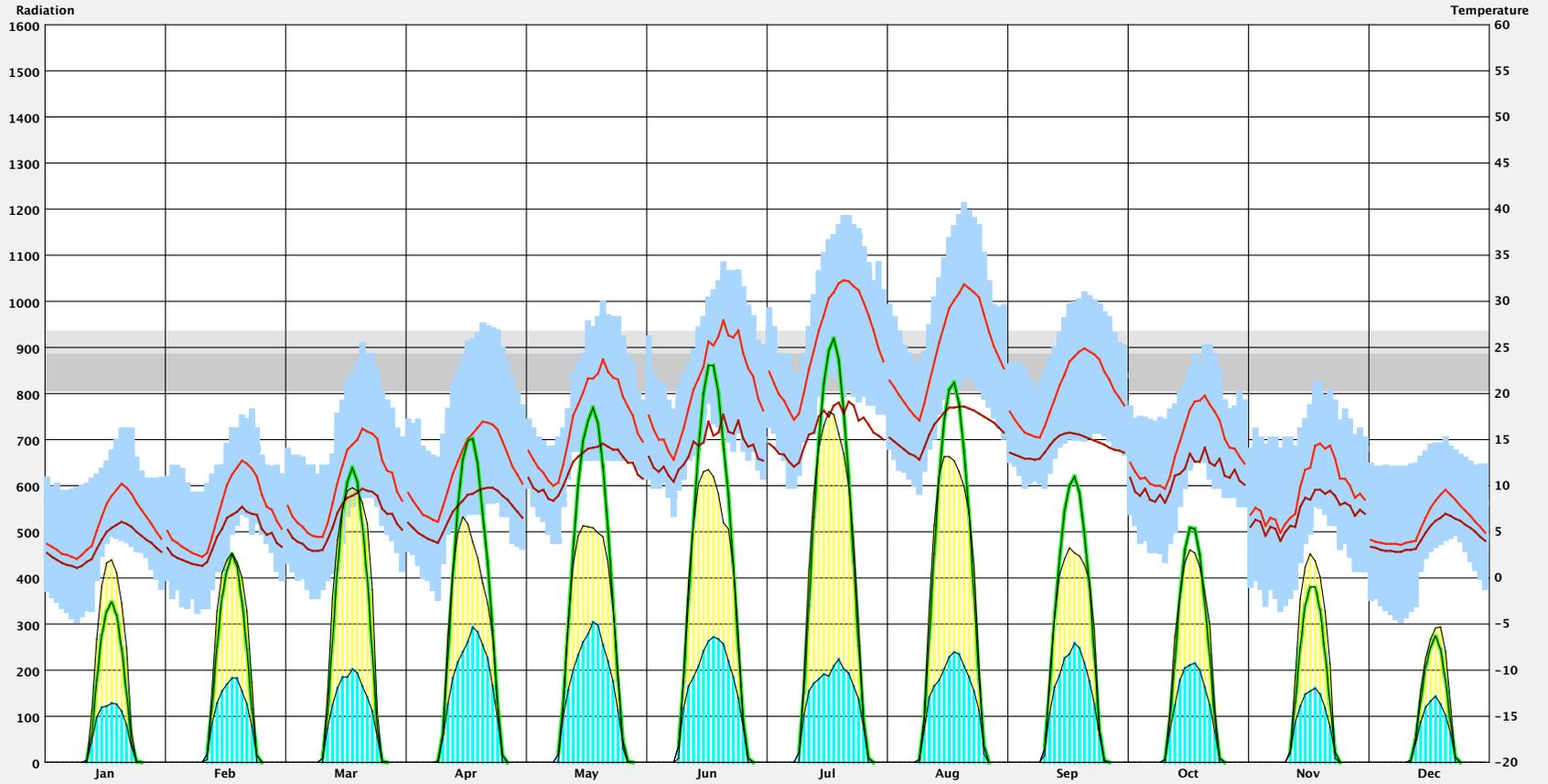
HOURLY AVERAGES

- TEMPERATURE: (degrees C)
- DRY BULB MEAN
  - WET BULB MEAN
  - DRY BULB (all hours)
- COMFORT ZONE
- SUMMER
  - WINTER
- (At 50% Relative Humidity)

- RADIATION: (Wh/sq.m)
- GLOBAL HORIZ
  - DIRECT NORMAL
  - DIFFUSE

Display Dry Bulb Te...  
(all hours)

TEMPERATURE RANGE:  
 -10 to 40 °C  
 Fit to Data



Back

Next



**RADIATION RANGE**

**LOCATION:** MADRID, -, ESP  
**Latitude/Longitude:** 40.45° North, 3.55° West, Time Zone from Greenwich 1  
**Data Source:** IWEC Data 082210 WMO Station Number Elevation 582 m

**LEGEND**

**HOURLY AVERAGES  
DAYLIT HOURS ONLY**

- RECORDED HIGH - ○
- AVERAGE HIGH - □
- MEAN - —
- AVERAGE LOW - □
- RECORDED LOW - ○

**RECORDED:**

- DIRECT NORMAL
- GLOBAL HORIZONTAL
- TOTAL SURFACE

(Wh/sq.m per hour)

**THEORETICAL:**

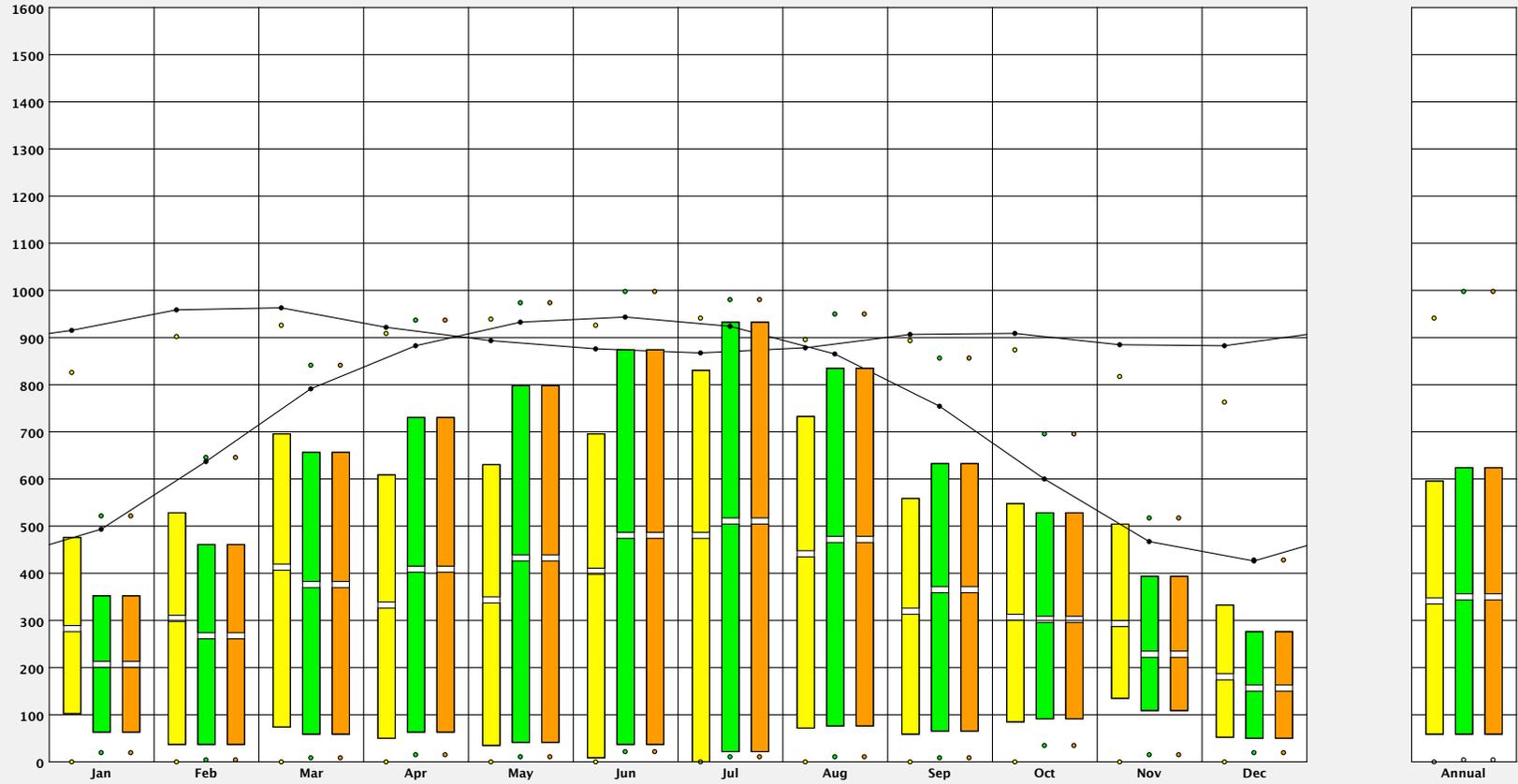
- 

**Tilted Surface Radiation Input:**

- Tilt degrees from Hor...  
(Vertical = 90°)
- Bearing degrees from...  
(South = 0°, West = + ...)
- % Ground Reflectance  
(20% = grass)

**PLOT:**

- Hourly Avg
- Daily Total



Hit ENTER to replot if you change Tilted Surface Radiation parameters.

Back

Next



CRITERIA: (Metric Units)

LOCATION: MADRID, -, ESP  
Latitude/Longitude: 40.45° North, 3.55° West, Time Zone from Greenwich 1  
Data Source: IWEC Data 082210 WMO Station Number Elevation 582 m

ASHRAE Standard 55, current Handbook of Fundamentals Comfort Model (select Help for definitions)	
<b>1. COMFORT: (using ASHRAE Standard 55)</b>	
<input type="text" value="1.0"/>	Winter Clothing Indoors (1.0 Clo=long pants,sweater)
<input type="text" value="0.5"/>	Summer Clothing Indoors (.5 Clo=shorts,light top)
<input type="text" value="1.1"/>	Activity Level Daytime (1.1 Met=sitting,reading)
<input type="text" value="90.0"/>	Predicted Percent of People Satisfied (100 - PPD)
<input type="text" value="20.3"/>	Comfort Lowest Winter Temp calculated by PMV model(ET* C)
<input type="text" value="24.3"/>	Comfort Highest Winter Temp calculated by PMV model(ET* C)
<input type="text" value="26.7"/>	Comfort Highest Summer Temp calculated by PMV model(ET* C)
<input type="text" value="84.6"/>	Maximum Humidity calculated by PMV model (%)
<b>2. SUN SHADING ZONE: (Defaults to Comfort Low)</b>	
<input type="text" value="23.8"/>	Min. Dry Bulb Temperature when Need for Shading Begins (°C)
<input type="text" value="315.5"/>	Min. Global Horiz. Radiation when Need for Shading Begins (Wh/sq.m)
<b>3. HIGH THERMAL MASS ZONE:</b>	
<input type="text" value="8.3"/>	Max. Outdoor Temperature Difference above Comfort High (°C)
<input type="text" value="1.7"/>	Min. Nighttime Temperature Difference below Comfort High (°C)
<b>4. HIGH THERMAL MASS WITH NIGHT FLUSHING ZONE:</b>	
<input type="text" value="16.7"/>	Max. Outdoor Temperature Difference above Comfort High (°C)
<input type="text" value="1.7"/>	Min. Nighttime Temperature Difference below Comfort High (°C)
<b>5. DIRECT EVAPORATIVE COOLING ZONE: (Defined by Comfort Zone)</b>	
<input type="text" value="20.0"/>	Max. Wet Bulb set by Max. Comfort Zone Wet Bulb (°C)
<input type="text" value="6.6"/>	Min. Wet Bulb set by Min. Comfort Zone Wet Bulb (°C)
<b>6. TWO-STAGE EVAPORATIVE COOLING ZONE:</b>	
<input type="text" value="50.0"/>	% Efficiency of Indirect Stage
<b>7. NATURAL VENTILATION COOLING ZONE:</b>	
<input type="text" value="2.0"/>	Terrain Category to modify Wind Speed (2=suburban)
<input type="text" value="0.2"/>	Min. Indoor Velocity to Effect Indoor Comfort (m/s)
<input type="text" value="1.5"/>	Max. Comfortable Velocity (per ASHRAE Std. 55) (m/s)
<b>8. FAN-FORCED VENTILATION COOLING ZONE:</b>	
<input type="text" value="0.8"/>	Max. Mechanical Ventilation Velocity (m/s)
<input type="text" value="3.0"/>	Max. Perceived Temperature Reduction (°C) (Min Vel, Max RH, Max WB match Natural Ventilation)
<b>9. INTERNAL HEAT GAIN ZONE (lights, people, equipment):</b>	
<input type="text" value="12.8"/>	Balance Point Temperature below which Heating is Needed (°C)
<b>10. PASSIVE SOLAR DIRECT GAIN LOW MASS ZONE:</b>	
<input type="text" value="157.7"/>	Min. South Window Radiation for 5.56°C Temperature Rise (Wh/sq.m)
<input type="text" value="3.0"/>	Thermal Time Lag for Low Mass Buildings (hours)
<b>11. PASSIVE SOLAR DIRECT GAIN HIGH MASS ZONE:</b>	
<input type="text" value="157.7"/>	Min. South Window Radiation for 5.56°C Temperature Rise (Wh/sq.m)
<input type="text" value="12.0"/>	Thermal Time Lag for High Mass Buildings (hours)
<b>12. WIND PROTECTION OF OUTDOOR SPACES:</b>	
<input type="text" value="8.5"/>	Velocity above which Wind Protection is Desirable (m/s)
<input type="text" value="11.1"/>	Dry Bulb Temperature Above or Below Comfort Zone (°C)
<b>13. HUMIDIFICATION ZONE: (defined by and below Comfort Zone)</b>	
<b>14. DEHUMIDIFICATION ZONE: (defined by and above Comfort Zone)</b>	



PSYCHROMETRIC CHART  
ASHRAE Standard 55-2004 using PMV

LOCATION: MADRID, -, ESP  
Latitude/Longitude: 40.45° North, 3.55° West, Time Zone from Greenwich 1  
Data Source: IWEC Data 082210 WMO Station Number Elevation 582 m

LEGEND

- JAN
- FEB
- MAR
- APR
- MAY
- JUN
- JUL
- AUG
- SEP
- OCT
- NOV
- DEC

DESIGN STRATEGIES: JANUARY through DECEMBER

- 1 Comfort
- 2 Sun Shading of Windows
- 3 High Thermal Mass
- 4 High Thermal Mass Night Flushed
- 5 Direct Evaporative Cooling
- 6 Two-Stage Evaporative Cooling
- 7 Natural Ventilation Cooling
- 8 Fan-Forced Ventilation Cooling
- 9 Internal Heat Gain
- 10 Passive Solar Direct Gain Low Mass
- 11 Passive Solar Direct Gain High Mass
- 12 Wind Protection of Outdoor Spaces
- 13 Humidification Only
- 14 Dehumidification Only
- 15 Cooling, add Dehumidification if needed
- 16 Heating, add Humidification if needed

PLOT: DRY-BULB TEMP

Hourly  Daily Min/Max

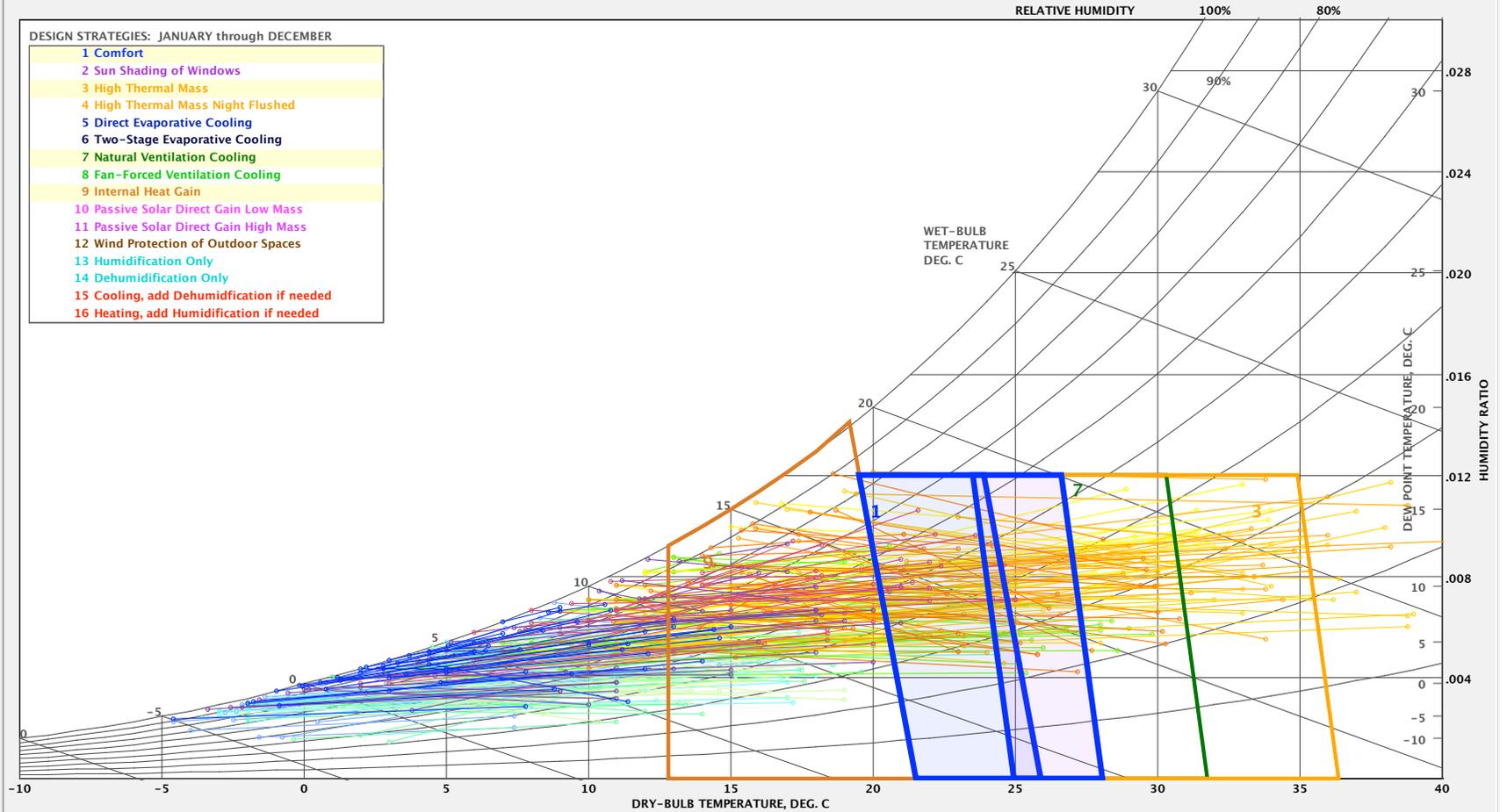
All Hours  Select Hours  
1 a.m. through 12 a.m.

All Months  Select Months  
JAN through DEC  
1 Month JAN Next  
1 Day 1 Next  
1 Hour 1 a.m. Next

TEMPERATURE RANGE:

-10 to 40 °C  Fit to Data

Display Design Strategies  
Show Best set of Design Strategies



Click on Design Strategy to select or deselect.

Back Next



M5. Photovoice



**ANEXO: HOJAS DE INFORMACIÓN Y CONSENTIMIENTO INFORMADO**  
**HOJA DE INFORMACIÓN AL SUJETO**

**TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:** MÉTODO PHOTOVOICE APLICADO AL CONFORT AMBIENTAL EN ENTORNOS LABORALES. EL CASO DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA (IETcc-CSIC), MADRID.

**INVESTIGADORA RESPONSABLE:**

Dña. M<sup>a</sup> Teresa Cuervo Vilches.  
Personal laboral del Departamento de Construcción.  
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc-CSIC).  
Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.  
Teléfono: 913020440, ext. 870417. Correo: [teresacuervo@ietcc.csic.es](mailto:teresacuervo@ietcc.csic.es)

**INTRODUCCIÓN. METODOLOGÍA Y OBJETIVOS.**

A continuación se presenta una investigación para la cual necesitamos de tu colaboración, y donde vas a ser reportero gráfico y co-investigador. En ella, vamos a conocer de primera mano el grado de confort energético en el que nos encontramos como trabajadores del centro de estudio, el Instituto de Ciencias de Construcción Eduardo Torroja. Partiendo de las deficiencias energéticas y de consumo que ya presenta el edificio que ocupamos, se plantea cuestionar a sus trabajadores mediante un método de Investigación-Acción Participativa (IAP), cualitativa, como es *Photovoice*, acerca de las fortalezas y sobre todo debilidades que estos encuentran en sus despachos, zonas comunes y demás áreas relacionadas, describiendo y analizando cuán confortables se hallan. Esto se reflejará principalmente en fotos que describan aspectos de ese nivel de confortabilidad (positiva o negativa), las cuales irán acompañadas de títulos, leyendas o textos explicativos, que discutiremos, categorizaremos y seleccionaremos en las reuniones.

El grupo debatirá asimismo cuestiones sobre el propio proceso *Photovoice*, como dificultades encontradas, experiencias propias, dudas, temas delicados (privacidad, autoría, consentimientos, ética, etc), y en general cualquier cuestión que deba ser atendida para el correcto funcionamiento de la Acción Participativa. Las sesiones se grabarán para su análisis. Los resultados serán elevados a la audiencia objetivo, compuesta por todos aquellos decisores en materia de energía sobre el edificio.

Para llevar a cabo esta investigación, y puesto que como método incluye una parte muy importante de llamada a la acción para fomentar el cambio, la Dirección del centro ha sido informada oportunamente, contando con su visto bueno para este proyecto. Además, se fomentarán determinadas actuaciones divulgativas que serán detalladas más adelante.

Se aportarán datos socio-demográficos mediante un cuestionario a los participantes a rellenar durante las primeras sesiones, para tener datos descriptivos de apoyo al estudio *Photovoice*.

En este documento encontrarás información clara y suficiente para que puedas evaluar y juzgar si aceptas o no participar en el estudio. Para ello por favor, lee esta hoja informativa con atención. Si tienes alguna duda podemos comentarla tras tu lectura, o posteriormente vía correo electrónico, telefónica o en persona.

Este documento y su firma sólo tienen validez a nivel de investigación, como muestra de que existe un interés de compromiso de participación para opinar sobre el tema, así como para asegurarnos que entiendes la metodología y a lo que te compromete. Por otra parte estos documentos quedarán como anexos a toda la información vinculada a este Proyecto *Photovoice*, pero en ningún caso se utilizará para otros fines, a menos que se os comunique convenientemente y se os solicite expresamente de forma previa.

**PARTICIPACIÓN VOLUNTARIA**

Tu participación en este estudio es totalmente voluntaria y puedes decidir no participar o retirarte del estudio en cualquier momento. ¡No obstante, te animaremos para que no lo hagas!

**DURACIÓN**

El proyecto *Photovoice* prevé una duración máxima de 5 semanas; no obstante, al ser una experiencia piloto en cuanto a la aplicación sobre el confort energético en un entorno de trabajo, y otras consideraciones concretas, puede que se necesite alguna sesión adicional no contemplada de inicio.

Durante ese tiempo, será necesario que acudas a las reuniones establecidas en el apartado anterior. Te recuerdo que puedes abandonar en cualquier momento, pero te animo a que lo reflexiones bien y sólo si es inevitable, nos dejes. Sabemos que te va a resultar divertido y vamos a aprender un montón juntos...

### **CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Consentimiento informado: Se obtendrá de todos los participantes en el estudio el consentimiento informado por escrito cuyo modelo se adjunta.

Autoría: Cada imagen será atribuida a su autor, tanto privada como públicamente, a menos que esta persona prefiera no revelar su identidad, en cuyo caso se asignará un pseudónimo codificado. Así mismo, se cederán los derechos de todas las imágenes entregadas al proyecto *Photovoice* para su desarrollo y todas aquellas actividades de investigación y divulgación que se deriven de él.

Los datos sociodemográficos que nos facilites a través del cuestionario serán de uso estrictamente confidencial para el desarrollo del proyecto *Photovoice*, sin hacerse público en ningún momento.

Consentimiento a terceros: Si en alguna imagen se desea fotografiar a una tercera persona, se le pedirá permiso mediante un consentimiento informado a terceros, para asegurarnos que esa persona nos presta su imagen sin problema y así proteger el buen funcionamiento del *Photovoice*. El modelo también se facilita junto a esta información, y podrás hacer las copias que necesites.

Privacidad y seguridad: En ningún momento se tomarán imágenes que afecten a la seguridad, privacidad, honor de las personas, así como atentar contra la ética personal ni profesional.

### **CONFIDENCIALIDAD**

El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los sujetos participantes se ajustarán a lo dispuesto en la Ley Orgánica, de 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal. De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, puedes ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse al responsable del estudio.

Las fotos y textos relacionados irán siempre asociados a su autor/a en todo el proceso *Photovoice* y todos los eventos y publicaciones que se generen después de su finalización, a menos que exprese su deseo explícitamente en contra. En este caso se procederá a codificar su información y sólo el responsable del estudio podrá relacionar dichos datos con usted.

### **OTRA INFORMACION RELEVANTE**

Como sabes este estudio es parte de la tesis doctoral de la investigadora responsable, así que el análisis de los datos así como la información generada serán utilizados para tal fin.

Los resultados de dicho estudio podrán ser publicados, y se realizarán eventos y documentación dirigidos a fines de acción social para el cambio.

En cualquier momento puedes revocar el consentimiento informado y sus efectos, poniéndote en contacto con el Investigador responsable de dicho estudio, a través del correo electrónico [teresacuerdo@ietcc.csic.es](mailto:teresacuerdo@ietcc.csic.es).

**DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO DE PARTICIPACIÓN.**

**TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:** MÉTODO PHOTOVOICE APLICADO AL CONFORT AMBIENTAL EN ENTORNOS LABORALES. EL CASO DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA (IETcc-CSIC), MADRID.

**INVESTIGADORA RESPONSABLE:**

Dña. M<sup>a</sup> Teresa Cuervo Vilches.

Personal laboral del Departamento de Construcción.

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc-CSIC).

Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.

Teléfono: 913020440, ext. 870417. Correo: teresacuervo@ietcc.csic.es

Por favor chequea en caso afirmativo las siguientes preguntas:

- ¿Has leído la hoja de información al sujeto?(Por favor guarda una copia):
- ¿Has recibido contestaciones satisfactorias a todas sus preguntas?
- ¿Has recibido suficiente información sobre el estudio?
- ¿Has comprendido que se puede retirar del estudio?
- En cualquier momento
  - Sin dar razones de tu retirada
  - Sin que esto trascienda de ningún modo
  - Pidiendo que todos los datos personales sean retirados si así lo deseas.
- ¿Has tenido tiempo suficiente para tomar una decisión?
- ¿Das tu consentimiento para participar voluntariamente en este estudio?

Sólo podrás participar en el proyecto si todas las respuestas son afirmativas.

Recuerda que los datos personales serán confidenciales. Sólo se facilitará la información sobre la autoría de tus fotos si no tienes inconveniente.

Mediante este consentimiento informado cedes el derecho de propiedad de las imágenes para el proyecto, independientemente de que en todo momento te sean atribuidas si así lo deseas.

M<sup>a</sup> Teresa Cuervo Vilches me ha proporcionado la información necesaria para comprender el contenido de la hoja de consentimiento, del proyecto *Photovoice* y de todas las dudas que me hayan podido surgir. Así mismo, tras haber sido convenientemente informado, afirmo que:

- Yo presto libremente mi conformidad para participar en la investigación "*Método Photovoice aplicado al confort ambiental en entornos laborales. el caso del Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja (IETcc-CSIC), Madrid*".
- Yo cedo los derechos de las imágenes que tome como fotógrafo en este proyecto *Photovoice*, para su desarrollo y todas aquellas actividades de investigación y divulgación que se deriven de él.
- Yo acepto ser grabado (audio) durante las sesiones *Photovoice*, con el único fin de facilitar análisis de lo debatido en las mismas.
- Yo acepto que se me atribuyan de forma nominativa las fotos que yo mismo realice.

Firma del participante:

Fecha .....

Nombre y Apellidos:

.....

Firma del investigador responsable:

Fecha .....

Fdo: M<sup>a</sup> Teresa Cuervo Vilches



**DECLARACIÓN DE CONSENTIMIENTO INFORMADO A TERCEROS.**

**TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:** MÉTODO PHOTOVOICE APLICADO AL CONFORT AMBIENTAL EN ENTORNOS LABORALES. EL CASO DEL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCIÓN EDUARDO TORROJA (IETcc-CSIC), MADRID.

**INVESTIGADORA RESPONSABLE:**

Dña. M<sup>a</sup> Teresa Cuervo Vilches.  
Personal laboral del Departamento de Construcción.  
Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (IETcc-CSIC).  
Ministerio de Economía, Industria y Competitividad.  
Teléfono: 913020440, ext. 870417. Correo: teresacuervo@ietcc.csic.es

Mediante esta hoja de consentimiento informado, afirmas que has recibido información acerca del proyecto Photovoice para el cual prestas tu imagen en alguna foto. Así pues, das tu permiso para que la foto sea mostrada en las sesiones del grupo Photovoice, así como en actividades relacionadas con la investigación realizada, los resultados obtenidos, y cuantas labores de divulgación se lleven a cabo.

D/D<sup>a</sup> \_\_\_\_\_ (fotógrafo que me presenta como sujeto en su imagen) me ha proporcionado la información necesaria para comprender el proyecto Photovoice y aclarado todas las dudas que me hayan podido surgir. Así mismo, tras haber sido convenientemente informado, afirmo que:

- Yo presto libremente mi imagen como parte de la/s foto/s de las realizadas en la investigación "*Método Photovoice aplicado al confort ambiental en entornos laborales. el caso del Instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja (IETcc-CSIC), Madrid*".
- Yo cedo los derechos de la/s imagen/es de mi persona en este proyecto *Photovoice*, para su desarrollo y todas aquellas actividades de investigación y divulgación que se deriven de él.

Firma de la persona que presta su imagen  
Fecha .....  
Nombre y Apellidos (mayúsculas, letra clara)

.....

Firma del fotógrafo responsable  
Fecha .....  
Nombre y Apellidos (mayúsculas, letra clara)

.....

Firma del investigador responsable  
Fecha .....  
Fdo: M<sup>a</sup> Teresa Cuervo Vilches

.....



# Photovoice: Fotos Clasificadas

Proyecto Photovoice Torroja.

Enero-febrero-marzo 2017.

Coordinación: Teresa Cuerdo.

Grupo de participantes-fotógrafos:

Alicia P., Beatriz A., Carmen Al., Carmen Ar., Daniel J., Eduardo M.,  
Fernando M-C., Ignacio O., Isabel S., Julio T., María G., Marta S., Miguel  
A.M., Oscar C., Rogelio S.

(Juan M. participa, pero no es fotógrafo)

***“If I could tell a story in words, I wouldn’t need  
to lug a camera”,***

Lewis Hine, social documentary photographer.

***“Una imagen vale más que mil palabras”,***

Refranero español.

Textos referidos:

- 1) Código alfanumérico que identifica la imagen (si el texto se refiere a más de una foto, se citarán todas a las que pertenezca tal texto. En otras ocasiones se repetirá el texto, si no se pueden poner más fotos en una misma página).
- 2) Iniciales del participante autor de la foto.
- 3) Título, leyenda o texto acompañando a la foto (opcional)
- 4) Comentarios del SHOWED (letras *S*, *H*, *O*).

A1: "Ventana de luz" A. P.

S: Una ventana en un lugar oscuro.

H: Una ventana con mucha luz

O: Es la única ventana que da luz al despacho.

W: se da esta situación porque en la otra ventana hay un aire acondicionado viejo y grande y por eso es la única ventana disponible de luz.



A2 "Ventana con aparato de aire por donde sale calor y entra frío" A. P.

S: Una ventana con un aparato de aire acondicionado muy antiguo

H: Veo un aparato de aire que aparentemente nadie controla que de dos únicas ventana que había una la ocupa el aire, es como si una habitación grande se hubiera cortado en dos y el aire quedó ahí.

O: Funciona el aire frío pero hace tantísimo ruido que es preferible pasar calor. Al mismo tiempo es tan grande que quita mucha luz y además se filtra el aire frío en invierno.



A3 "tubo abierto por donde entra aire". A. P.

S: Un agujero junto al escritorio que comunica con el techo y del que sale un tubo que cuelga. No sé la procedencia, si es salida de algún gas o de qué.

H: No lo sé, veo que en principio no tiene utilidad que yo sepa y que en el caso de salidas de gases habría que estudiar qué tipo son desde el punto de salud laboral y en caso de no tener utilidad es un agujero por el que entra frío y ruidos.

O: En principio me incomoda no saber la procedencia y por otro lado entra frío además de que desde ahí entra un ruido muy agudo e insalubre para los oídos sólo en algunas ocasiones que por lo que he podido averiguar procede del encendido de algún aparato, pero hace unos meses que no suena.



A4 "Escritorio de espaldas a la luz". A. P.

S: Una mesa de espaldas a la ventana, con una pila de laboratorio en la izquierda, un tubo que desconozco de donde viene y qué sale por él, muchos muebles, luz artificial.

H: En general, veo que lo que fue un antiguo laboratorio, se intenta que sea despacho sin haber realizado ningún cambio.

O: Es un lugar que aunque tranquilo para poder trabajar prefiero tener de espaldas porque estar junto a la ventana además de frío me da incomodidad porque las mesas son muy bajas. El lugar está lleno de muebles y cosas antiguas que nadie ha ordenado ni tirado hace años. No es un lugar confortable para trabajar pero intento no pensar en ello.



B1, B. A.:

El despacho está en general en confort térmico, en invierno quizás, los lunes requiere de apoyo (calefactor).

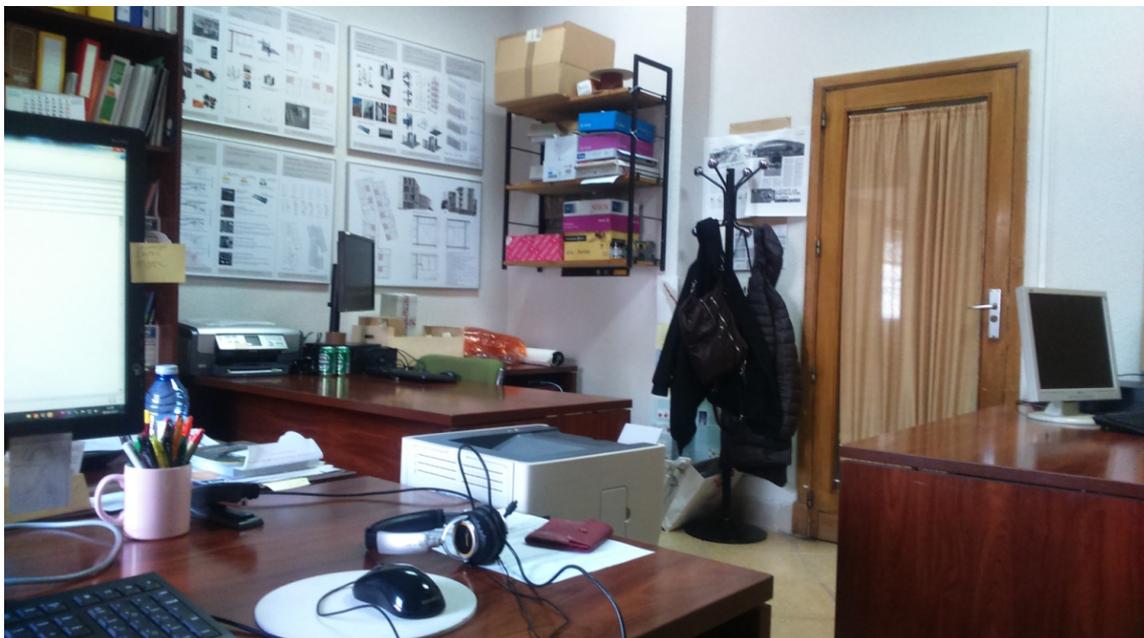
Debido a la distribución de los muebles el retorno está bastante tapado, por lo que tengo dudas de que el sistema esté funcionando como debería.

El mayor conflicto, a mi entender, se da en la falta de compatibilización de sistema de acondicionamiento con el confort acústico.

S: se trata de un despacho un poco masificado, en cuanto a confort térmico estamos bien, dentro de unos límites aceptables, los lunes hace un poco de frío y en verano un poco de calor.

H: La distribución del mobiliario no es la adecuada, ya que una mesa y material almacenado bajo esta tapan el retorno de una rejilla, lo que sugiere que el aire no está siguiendo el recorrido que debe, el ambiente se carga bastante.

O: El ambiente cargado reduce la capacidad de trabajo. Solemos estar pendientes de ventilar la máximo posible.



B2, B. A.:

S: Un palo de golf abriendo una ventana

H: debido a la distribución del mobiliario en el despacho no es posible abrir la ventana con la mano (sin subirse a ala mesa).

O: Abrir y cerrar la ventana requiere más coordinación y tiempo de lo habitual, como consecuencia, se abre menos.



B3, B4, B5, B. A.:

El despacho está en general en confort térmico, en invierno quizás, los lunes requiere de apoyo (calefactor).

Debido a la distribución de los muebles el retorno está bastante tapado, por lo que tengo dudas de que el sistema esté funcionando como debería.

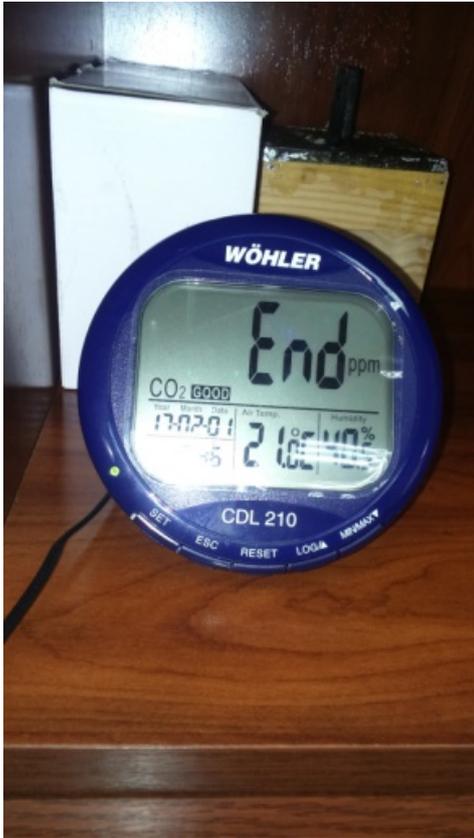
El mayor conflicto, a mi entender, se da en la falta de compatibilización de sistema de acondicionamiento con el confort acústico.

S: Una rejilla de retorno del sistema de climatización

H: La rejilla de retorno que da a un pasillo con mucho tránsito de personas. Hay una clara incompatibilidad entre el confort térmico y el acústico.

O: No facilita la concentración y en ocasiones nos enteramos de más cosas de las que gustaría.





B6, B. A.:

El despacho está en general en confort térmico, en invierno quizás, los lunes requiere de apoyo (calefactor).

Debido a la distribución de los muebles el retorno está bastante tapado, por lo que tengo dudas de que el sistema esté funcionando como debería.

El mayor conflicto, a mi entender, se da en la falta de compatibilización de sistema de acondicionamiento con el confort acústico.

S: se trata de un despacho un poco masificado, en cuanto a confort térmico estamos bien, dentro de unos límites aceptables, los lunes hace un poco de frío y en verano un poco de calor.

H: La distribución del mobiliario no es la adecuada, ya que una mesa y material almacenado bajo esta tapan el retorno de una rejilla, lo que sugiere que el aire no está siguiendo el recorrido que debe, el ambiente se carga bastante.

O: El ambiente cargado reduce la capacidad de trabajo. Solemos estar pendientes de ventilar la máximo posible.



C Al.1, C.A.: "El caso es que el sol que entra en invierno calienta, pero por las tardes es una pena porque también molesta para trabajar".

S: "Una mesa de despacho con unas gafas de sol y una ventana un poco sucia"

H: Hay un problema de deslumbramiento.

O: Hay que tamizar la luz directa den las horas de sol para poder trabajar. A nveces se deja sin tamizar para aprovechar el calor que da en invierno.

C Ar.1

"super cuartito" C. Aragonés

S: Un molinillo moviéndose a gran velocidad

H: Una corriente de aire, generada al abrir una puerta, entra en la sala a tal velocidad que mueve fácilmente un molinillo a gran velocidad.

O: En la sala tenemos que trabajar en ocasiones, la corriente es tan fría y tan grande que las dos veces que hemos trabajado ahí con la calefacción de la sala apagada este invierno, hemos caído enfermos casi al instante.



C Ar.2:

"persianas rotas" C. Aragonés

S: Unas persianas en mal estado

H: La mayoría de persianas del centro están en mal estado, en los despachos qque entra sol directo a ciertas horas del día es una lucha diaria para intentar bajarlas, subirlas o regularlas.

O: El tiempo perdido intetnado subirlas o bajarlas, eso sin contar que al final se terminan dejando bajadas y encendiendo la luz cuando no hay sol, una actitud totalmente censurable en relación al ahorro energético del edificio.



C Ar.3:

"luces cafeteria" C. Aragonés

S: La cafetería del IETcc, una hilera de luces junto al ventanal que recorre gran parte de la cafetería

H: Las luces están encendidas cuando la luz entra de sobra por las ventanas. Es una iluminación innecesaria en días con luz.

O: No nos afecta de forma directa ni impide o ayuda a nuestra labor diaria, sin embargo, significa un gasto innecesario para el centro.



C Ar. 4:

"junta ventana" C. Aragonés

S: Un marco de ventana con humedad

H: El sistema de ventana o bien la instalación deja que desear y el aire y la humedad entran en el interior.

O: Es un problema que no afecta de manera visible a nuestro día a día pero que puede estar generando problemas en la calidad del aire y en nuestra salud.



C Ar.5:

"estufa cafeteria" C. Aragonés

S: Un calefactor industrial junto al café del desayuno en la cafetería del centro

H: El frío invernal de la cafetería se combate con dos calefactores posicionados entre las mesas

O: La solución es bastante ineficiente porque sólo se calientan las personas que se sienten junto a los calefactores y además son un gasto ya que tienen una potencia de unos 3000W cada uno.



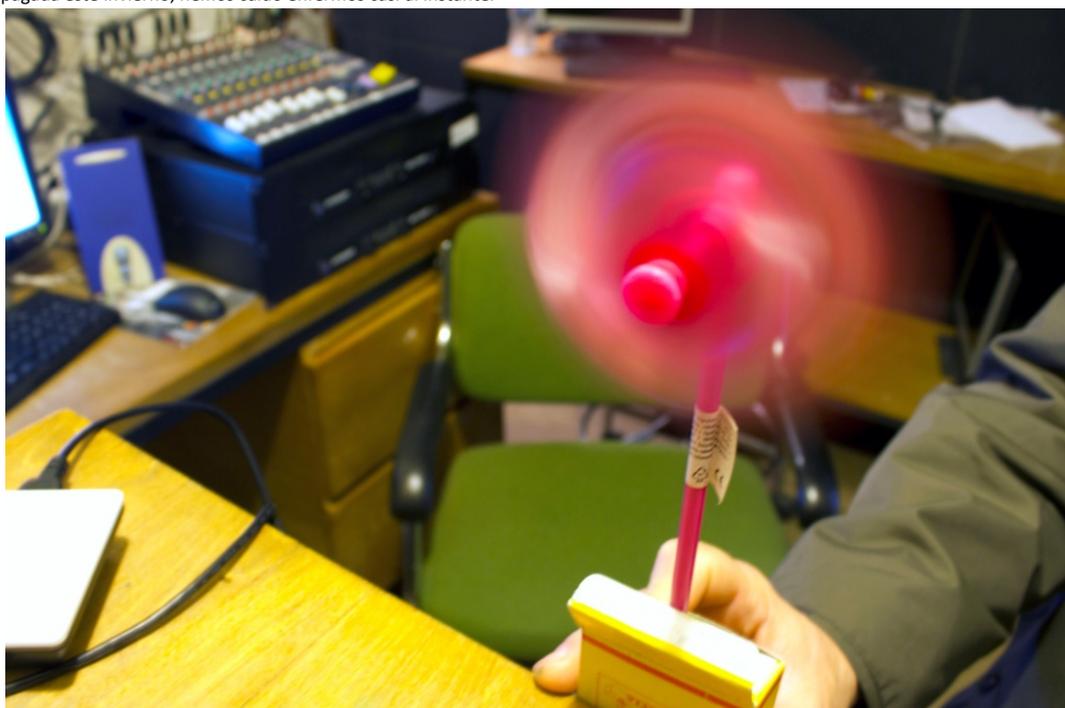
C Ar.6:

"corriente" C. Aragonés

S: Un molinillo moviéndose a gran velocidad

H: Una corriente de aire, generada al abrir una puerta, entra en la sala a tal velocidad que mueve fácilmente un molinillo a gran velocidad.

O: En la sala tenemos que trabajar en ocasiones, la corriente es tan fría y tan grande que las dos veces que hemos trabajado ahí con la calefacción de la sala apagada este invierno, hemos caído enfermos casi al instante.



C Ar. 7:

“cafe helado” C.Aragonés.

S: Una compañera toma el desayuno con el abrigo y la bufanda puestos.

H: El frío invernal de la cafetería obliga a la gente a ir con ropa de abrigo, en esta mesa en concreto estaba puesto el calefactor y aún así...

O: En invierno, genera incomodidad y malestar en los trabajos además de la posibilidad de enfermarse si no llevan la ropa adecuada



D1, D.J.:

S: Un radiador debajo de una mesa de trabajo y un aislamiento reflectante para aislarse del frío que proviene del suelo.

H: LA baja temperatura hace que sea necesario un radiador para poder trabajar.

O: El frío en el trabajo es muy desagradable, es un problema laboral, empeora el rendimiento y produce un aumento de las enfermedades.



D1', D.J.:

S: Un radiador debajo de una mesa de trabajo y un aislamiento reflectante para aislarse del frío que proviene del suelo.

H: LA baja temperatura hace que sea necesario un radiador para poder trabajar.

O: El frío en el trabajo es muy desagradable, es un problema laboral, empeora el rendimiento y produce un aumento de las enfermedades.



D2, D.J.:

S: Se ve que hay una rendija entre el marco de la ventana y el muro. También que los cristales de la ventana están montados como lamas.

H: Que el nivel de infiltración es muy grande porque la ventana es mala y está mal colocada

O: Se la carga interna del local en invierno aumenta con las infiltraciones.



D3, D.J.:

S: Las rejillas de ventilación tapadas de un despacho

H: Que el aislamiento del despacho es tan malo que hay que sacrificar la ventilación para que suba algo la temperatura en invierno

O: Es más incómodo trabajar, huele peor y nos resfriamos más.



E1, E.M.:

S: Ventanas del despacho 096 de la fachada norte del instituto de ciencias de la construcción Eduardo Torroja

H: Se quiere reflejar la precariedad de las carpinterías de aluminio del instituto y sus numerosas infiltraciones. También se puede observar un riel que en su día cumplió su función y unos extraños agujeros en los prefabricados por lo que también puede notarse la entrada de aire frío al interior del despacho

O: Me encuentro en una encrucijada térmica... LA mitad de mi cuerpo recibe un chorro de aire caliente de la calefacción, la otra mitad está expuesta a corrientes de aire frío.



E2, E.M.:

S: Mueble sobre rejilla de retorno de aire despacho 096

H: Obstrucción de la rejilla de retorno de climatización

O: La obstrucción de estas rejillas descompensan el diseño inicial de la climatización y un mala comunicación en el retorno provoca sobre presiones y aumento de las temperaturas.



E3, E.M.:

S: Prefabricado de la cámara de registro bajo la ventana del despacho 096

H: Piezas agrietadas que comunican la cámara con el despacho

O: Estas grietas son fuente de corrientes de aire frío debido a gradientes de temperatura.



F1, F. M-C:

S: Es una foto de mi despacho en un día de invierno nublado y frío, con niebla. La temperatura del termómetro marca unos 15 °C y el despacho aparece umbrío y oscuro.

H: Es lunes por la mañana, a pesar de que el equipo de climatización lleva funcionando desde primera hora, sobre las 10'30 sigue sin calentarse el recinto. Los sistemas no son capaces de vencer la carga que le impone un fin de semana de frío con todo apagado. Además las ventanas no aíslan bien: tienen vidrio sencillo y no tiene buena estanqueidad con lo que entran corrientes de aire.

O: Un lunes frío de invierno puede convertir el trabajo en una situación de disconfort muy poco acogedora.



F2, F. M-C:

S: Es una foto de mi despacho en un día de invierno nublado y frío, con niebla. La temperatura del termómetro marca unos 15 °C y el despacho aparece umbrío y oscuro.

H: Es lunes por la mañana, a pesar de que el equipo de climatización lleva funcionando desde primera hora, sobre las 10'30 sigue sin calentarse el recinto. Los sistemas no son capaces de vencer la carga que le impone un fin de semana de frío con todo apagado. Además las ventanas no aíslan bien: tienen vidrio sencillo y no tiene buena estanqueidad con lo que entran corrientes de aire.

O: Un lunes frío de invierno puede convertir el trabajo en una situación de disconfort muy poco acogedora.



F3, F. M-C:

S: Es la foto de despacho en un día soleado, hay tanta luz que la foto aparece quemada a pesar de que una de las dos ventanas que aparecen tiene la cortina echada. El termómetro marca 25'2 °C, que es bastante calor para ser invierno, el ambiente está muy seco.

H: El calentamiento del sol llega a ser excesivo a pesar de que la temperatura exterior está por debajo de los 10 oC.

O: Se está muy expuesto a las variables del clima, sin capacidad de control del confort.



F4, F. M-C:

S: Es la foto de despacho en un día soleado, hay tanta luz que la foto aparece quemada a pesar de que una de las dos ventanas que aparecen tiene la cortina echada. El termómetro marca 25'2 °C, que es bastante calor para ser invierno, el ambiente está muy seco.

H: El calentamiento del sol llega a ser excesivo a pesar de que la temperatura exterior está por debajo de los 10 oC.

O: Se está muy expuesto a las variables del clima, sin capacidad de control del confort.



Ig1, I.O.:

S: Parte de mi despacho. La ventana al fondo y un equipo que mide T, HR, y CO2. En la foto del detalle aparece la temperatura, 16,8°C, y la hora fue a las 9.

H: Está la temperatura a 16,8 °C. Es lunes a primera hora. El ambiente es desagradable por el frío.

O: Esta temperatura, puede afectar al rendimiento en el trabajo y afectar a la salud. No es una condición para trabajar.



Ig2, I.O.:

S: Parte de mi despacho. La ventana al fondo y un equipo que mide T, HR, y CO2. En la foto del detalle aparece la temperatura, 16,8°C, y la hora fue a las 9.

H: Está la temperatura a 16,8 °C. Es lunes a primera hora. El ambiente es desagradable por el frío.

O: Esta temperatura, puede afectar al rendimiento en el trabajo y afectar a la salud. No es una condición para trabajar.



Ig3, I.O.:

S: Parte de mi despacho. La ventana al fondo y un equipo que mide T, HR, y CO2. En la foto del detalle aparece la temperatura, 16,8°C, y la hora fue a las 9.

H: Está la temperatura a 16,8 °C. Es lunes a primera hora. El ambiente es desagradable por el frío.

O: Esta temperatura, puede afectar al rendimiento en el trabajo y afectar a la salud. No es una condición para trabajar.



Ig4, I.O.:

S: Parte de mi despacho. La ventana al fondo y un equipo que mide T, HR, y CO2. En la foto del detalle aparece la temperatura, 16,8°C, y la hora fue a las 9.

H: Está la temperatura a 16,8 °C. Es lunes a primera hora. El ambiente es desagradable por el frío.

O: Esta temperatura, puede afectar al rendimiento en el trabajo y afectar a la salud. No es una condición para trabajar.



Is 1, Is 2, I.S.:

S: [Fotos combinadas de apertura/cierre de rejillas]

Se ve una rejilla muy sucia y bastante antigua, que está siendo manipulada con la ayuda de un tubo gordo de cartón y un hilo.

H: Hay un sistema de climatización muy antiguo y que no cuenta con sistemas adecuados para poder regularlo. La única forma de controlar la temperatura del despacho es abrir o cerrar la rejilla y hacer lo mismo con las ventanas. El sistema de apertura/cierre es muy incómodo, por estar situado a mucha altura. Sólo se puede hacer subiéndose a un sitio alto (peligro físico de caídas) o utilizando cualquier material al alcance.

A esto se une que la temperatura que viene por las rejillas no es constante: según se abran o cierren en otras estancias, entra o sale más calor, haciendo que haya que estar constantemente "regulando" la rejilla para obtener una temperatura adecuada. O

eso, o la tentadora ventana, que está al alcance de la mano y es más fácil de abrir. [Que conste que somos respetuosos, y solemos optar por el sistema de rejilla, salvo que se haya descontrolado la temperatura en algún momento y estemos fritos y no baste con cerrarla].

O: Debido a la dificultad de manipular el sistema de climatización, y la falta de regulación coherente de temperatura, las condiciones térmicas del despacho varían muchísimo en poco espacio de tiempo. Generalmente mi compañero Óscar abre la rejilla al llegar, pues el despacho está frío. Poco después, entrando yo de la calle, hace un calor terrible. Al cabo de un rato se estabiliza (supongo que todo el mundo está ya en su puesto, y el calor se reparte entre

todas las rejillas). Estás bien con manga corta o una manga. Pero luego vuelve a hacer calor, y frío, y calor... ¿abres tú la rejilla, o la abro yo? Y desde el punto de vista de economía y medio ambiente es un despropósito. No es lógico estar en manga corta en invierno, con un montón de jerseys en una silla. Y los 21°C recomendados difícilmente se darán en algunos instantes a lo largo del día, perdiéndose energía por todas partes.



J1, J.T.:

"deterioro de juntas y falta de doble acristalamiento" J.T.

Una de las zonas por las que la pérdida de confort térmico es más evidente son las ventanas, en las que las juntas de cierre así como la falta de doble acristalamiento con cámara de aire hacen que aunque la calefacción esté puesta, la temperatura sea hasta de 10-15 grados menos en esta zona.

S: Un termómetro en el perfil de la carpintería de aluminio

H: La temperatura a la que está esta zona es de 10 a 15 grados menos que el interior del despacho, esta zona en concreto de la ventana se tiene cerca de la mesa de trabajo

O: La comodidad de trabajo está limitada. Se han tenido que cambiar de posición de las mesas de trabajo para que afecte lo menos posible.



J2, J.T.:

"ayuda al confort térmico" J.T.

Una vez apagado el sistema de calefacción, por las tardes se hace duro el trabajo en el despacho, ya que la temperatura baja unos 10 grados y se deben de encender calefactores. Esta situación también ocurre a primera hora de la mañana.

S: Calefactores a los pies de las mesas

H: En los momentos en los que no está conectada el sistema de calefacción a primera hora de la mañana y por la tarde, la temperatura en el despacho baja rápidamente

O: La incomodidad en el trabajo, haciendo que no se aproveche la jornada de trabajo al máximo y que se está haciendo un gasto extra indebido.



J3, J4, J.T.:

"tope artesano para ventilación de despacho" J.T.

Debido a la alta temperatura a la que se llega en el despacho durante las horas de encendido de la calefacción, se necesita abrir para que el despacho ventile, y a falta de dispositivo para poder regular los grados del ángulo de abertura de la ventana, se usa un tope.

S: Dos formas de abrir la ventana, una de ellas con el tope casero, para poder ventilar el despacho.

H: la temperatura a la que se llega en el despacho es alta (27-30 grados) cuando la calefacción están en funcionamiento.. Al querer ventilar no se puede abrir una pequeña parte y o se abre entera o con ayuda de un tope.

O: Incomodidad en el trabajo, tener que estar abriendo y cerrando la ventana, parones, etc.





J5, J.T.:

“regulador manual de calefacción” J.T.

La falta de reguladores de temperaturas o de flujo de aire caliente en los despachos, hace que se tenga totalmente cerrado la salida de aire en las horas que está en funcionamiento el sistema de calefacción.

S: Salida del sistema de climatización del despacho, totalmente cerrado por la alta temperatura a la que sale, y la forma “manual” que tenemos para abrir y cerrar el sistema, “todo última generación”.

H: Imposibilidad de regular la temperatura del despacho y así mantener el confort en la jornada laboral.

O: Estar incómodo en la jornada laboral ayuda a que no se pueda rendir al 100% y tener que hacer más pausas o tener que ajustarse a la jornada laboral aunque tengas trabajo por hacer.

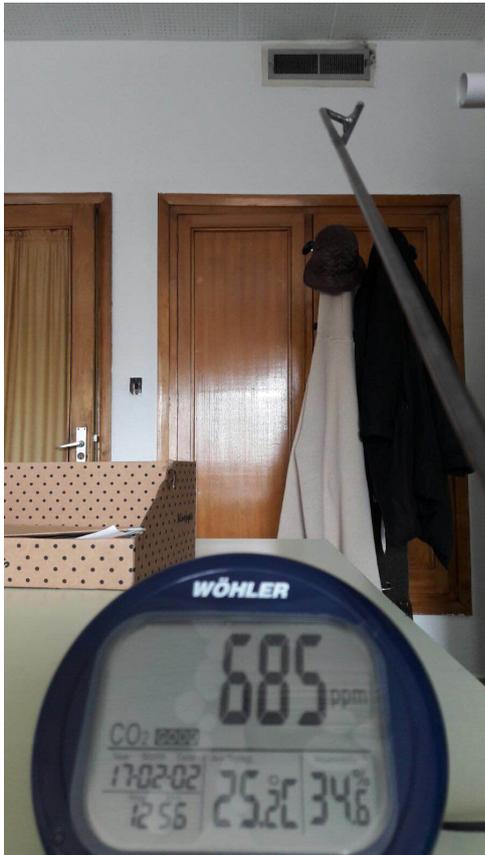


Ma 1, M.G:

S: La foto muestra una ventana de despacho abierta con la persiana veneciana bajada por el exterior

H: Se puede intuir necesidad de sombreamiento y de ventilación simultáneamente

O: En los días soleados es necesaria esta operación para no estar incómodo en el puesto de trabajo por excesiva iluminación en la pantalla o temperatura muy alta.



Ma 2, M.G.:

S: La foto muestra un aparato medidor de parámetros ambientales interiores, temperatura, humedad relativa, CO2... y una vara apuntando hacia la rejilla de ventilación

H: Se puede observar en el aparato que la fecha en que está tomada la foto es el 2 de febrero y marca una temperatura de más de 25°C. La aparición de la vara en la foto indica que se ha cerrado la rejilla de climatización para que la temperatura en el despacho no siga subiendo respecto a la que marca.

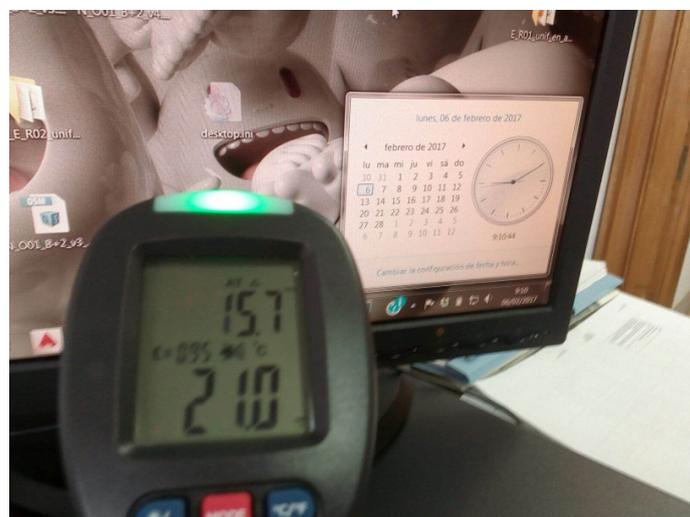
O: En general, la rejilla la mantengo cerrada para conseguir una temperatura aceptable en el despacho durante los meses de invierno. De esta forma, y abriendo la ventana, a veces, sobre todo cuando está el día solado, consigo un ambiente confortable en mi puesto de trabajo.

Mt 1, M.S.:

S: Es una foto de la pantalla del ordenador de mi despacho. Se observa la fecha y hora del día en la pantalla del ordenador (lunes 6 de febrero a las 9:00 aprox.) y en el medidor la temperatura ambiente de 15,7°C. Se aprecia también la necesidad de tener la luz eléctrica encendida.

H: Es una foto que constata espacio-temporalmente las condiciones de "confort" de mi despacho en invierno y especialmente los lunes, cuando se abre el edificio después del fin de semana en el que lógicamente no ha estado acondicionado.

O: La falta de confort implica la utilización y consumo, a veces diario, de sistemas complementarios (poco eficientes) a la climatización general del centro. Un gasto que no me gusta hacer pero que resulta imprescindible muchas veces aunque solo sea por no caer enferma. También condiciona mi vestimenta, especialmente los lunes y martes que el despacho está más frío y entonces utilizo más ropa de abrigo.



Mt 2, M.S.:

S: Es una foto de las medidas complementarias que utilizo en la parte baja de mi puesto de trabajo: un calefactor dirigido hacia arriba, un taburete para elevar los pies del suelo y un medidor laser de temperatura superficial y temperatura ambiente que certifica que el despacho se encuentra a una temperatura de 16,4 °C y el suelo donde apunta el laser a 19,5°C.

H: Es una manera de constatar la falta de confort en el despacho en la temporada de invierno ya que las temperaturas son demasiado bajas.

O: La falta de confort implica la utilización y consumo, a veces diario, de sistemas complementarios (poco eficientes) a la climatización general del centro. Un gasto que no me gusta hacer pero que resulta imprescindible muchas veces aunque solo sea por no caer enferma. También condiciona mi vestimenta, especialmente los lunes y martes que el despacho está más frío y entonces utilizo ropa de abrigo más grueso.



Mt 3, M.S.:

S: Es una foto de las medidas complementarias que utilizo en la parte baja de mi puesto de trabajo: un calefactor dirigido hacia arriba, un taburete para elevar los pies del suelo y un medidor laser de temperatura superficial y temperatura ambiente que certifica que el despacho se encuentra a una temperatura de 16,4 °C y el suelo donde apunta el laser a 19,5°C.

H: Es una manera de constatar la falta de confort en el despacho en la temporada de invierno ya que las temperaturas son demasiado bajas.

O: La falta de confort implica la utilización y consumo, a veces diario, de sistemas complementarios (poco eficientes) a la climatización general del centro. Un gasto que no me gusta hacer pero que resulta imprescindible muchas veces aunque solo sea por no caer enferma. También condiciona mi vestimenta, especialmente los lunes y martes que el despacho está más frío y entonces utilizo ropa de abrigo más grueso.

Mt 4, M.S.:

S: Es una foto de las medidas complementarias que utilizo en la parte baja de mi puesto de trabajo: un calefactor dirigido hacia arriba, un taburete para elevar los pies del suelo y un medidor laser de temperatura superficial y temperatura ambiente que certifica que el despacho se encuentra a una temperatura de 16,4 °C y el suelo donde apunta el laser a 19,5°C.

H: Es una manera de constatar la falta de confort en el despacho en la temporada de invierno ya que las temperaturas son demasiado bajas.

O: La falta de confort implica la utilización y consumo, a veces diario, de sistemas complementarios (poco eficientes) a la climatización general del centro. Un gasto que no me gusta hacer pero que resulta imprescindible muchas veces aunque solo sea por no caer enferma. También condiciona mi vestimenta, especialmente los lunes y martes que el despacho está más frío y entonces utilizo ropa de abrigo más grueso.



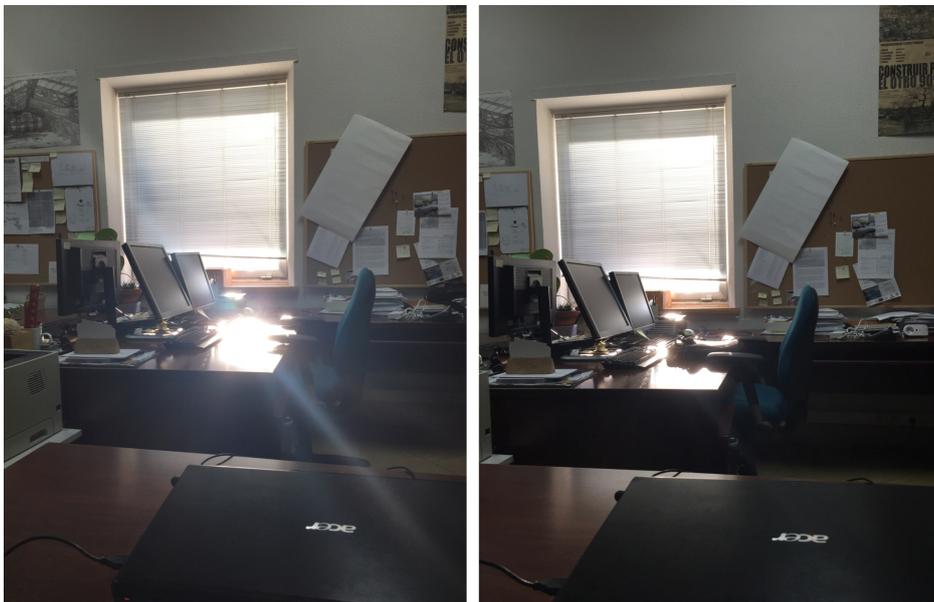
Mig 1, M.A.M:

“El ojo de Sauron me vigila...y me quema”. “Evita que te vea, Sam...cúbrela”.

S: Se muestra la ventana del despacho 119, “experimental”, situado en la PB, donde vemos la persiana cerrada prácticamente en su totalidad. Foto tomada entre las 4 y 5 de la tarde a finales de enero. El problema persiste durante al menos dos meses en invierno.

H: En el montaje vemos cómo el barnizado de la mesa provoca que el sol se refleje y deslumbre (foto izq). Con cualquier objeto de color oscuro podemos evitar ese reflejo (foto derecha), pues cerrar la persiana no acaba completamente con el problema. Además, las luminarias también se reflejan en las mesas.

O: Lo fundamental a entender es el reflejo provocado por el barniz. Esto se relaciona con nuestro sentido por la estética, la limpieza y el cuidado de los muebles. Sin embargo, también hay barnices mate, y el deslumbramiento provocado por el brillo hace que sea incómodo trabajar en determinados momentos.



El ojo de Sauron me vigila... y me quema.

Evita que te vea, Sam. Cúbrela.

Fotos: despacho “experimental” (PB,119).



*No me gusta el olor a "Napalm" por las mañanas... Y menos aún con frío.*

*Foto: baño masculino al lado del despacho "experimental" (PB,119)*

Mig 2, M.A.M.:

No me gusta el olor a "Napalm" por las mañanas... y menos aún con frío".

S: Se muestra la ventana del baño masculino pegado al despacho 119, "experimental", situado en la PB. También podemos ver una nariz.

H: Ese espacio huele a rayos, sobre todo por las mañanas. Por eso, la ventana se suele dejar abierta siempre. La combinación de ambos factores (olor+frío-invierno/calor-verano) hace que sea un espacio muy poco agradable.

O: Entrar en ese baño hace que se revuelvan las tripas, por lo que normalmente uno busca otro baño. Eso conlleva a una pérdida de tiempo teniendo que ir a un baño más lejano, y por tanto a una reducción de eficiencia. Por otro lado, en este espacio se ven afectados de forma negativa dos sentidos (olfato y tacto), provocando malestar. Esto afecta, de nuevo, a nuestra eficiencia.

O 1, O.C.:

S: Ventana abierta para regular la temperatura del despacho. No tiene sistema de ajuste de graduación de apertura, y con la corriente se va hasta el final. Para evitar esto, y que haga demasiado frío, la sujeto con un cable.

H: Falta de termostato en la sala o despacho. Falta de sistema de regulación de apertura de las ventanas

O: No es un problema serio, más bien una incidencia, que en determinados momentos (última hora de la jornada, cuando la temperatura es más alta), genera alguna distracción en el trabajo.



O 2, O.C.:

S: Ventanas despacho

Marcos, alfeizar

Aspectos destacables positivos: "muy agradable tener un ventanal con vistas junto al puesto de trabajo"

Aspectos a mejorar:

-Guías para cortinas: mnno están las cortinas (mejor ya que está al norte y el sol no entra nunca, o casi nunca). Sin embargo no son estéticas sin las cortinas.

- Agujeros en marcos: tampoco son estéticos

-Color marcos oscurecido

H: Tenemos unos ventanales "de lujo" con aspectos colaterales que se pueden mejorar en cuanto a mantenimiento

O: Hacen el trabajo agradable.



R1, R.S.:

"puerta de entrada al Hall del Aula Torroja" R.S.

S: La perfecta integración de una puerta moderna de cierre automático en un entorno de un edificio de especial protección

H: Todas las reparaciones que conlleven transformaciones en el edificio son complicadas. Este era un punto de gran fuga de calor que no sólo afectaba al vestíbulo del Aula Torroja, servía de tiro para todo el pasillo y sus despachos.

O: Mantenimiento de la temperatura



R2, R.S.:

"Archivo Histórico Torroja." R.S.

S: Una humedad que entra por una ventana. En esta ocasión el problema no afecta a las personas ya que es un almacén en el que no hay personas trabajando mucho tiempo. Pero es habitáculo donde se custodia el Archivo Torroja que está compuesto de planos, objetos, documentación y fotografías

H: La humedad afecta directamente a la conservación de los materiales, se palía un poco el efecto porque no es un cuarto cerrado completamente porque las paredes no llegan a cerrarse hasta el techo, hay medio metro de ventilación.

Esto que en situaciones normales sería un problema porque es más difícil mantener las condiciones ambientales constantes que son recomendables para un archivo de estas características, permite que la concentración de humedad sea menor.

**CUESTIONARIO PARTICIPANTES PHOTOVOICE TORROJA.****DATOS SOCIO-DEMOGRÁFICOS**

<b>Nombre y Apellidos:</b>	<b>Sexo</b>		<b>Edad</b>
	M	H	

<b>Profesión:</b>
-------------------

**Tipo de personal (marque la casilla correspondiente):**

Funcionario	Lab. fijo	Lab. No fijo (sentencia)	Contrato O/S
Jubilado	Becario	Estante	Otros

**NIVEL DE ESTUDIOS****Nivel de estudios superiores cursados (marque la casilla correspondiente):**

Doctor	Licenciado/Arq. /Ing./Grado	Diplomado/Ing. Téc./Arq. Téc.
Bachiller	FP/ciclos superiores	E.G.B. o similar

<b>Estudios superiores cursados:</b>
--------------------------------------

**A continuación, ya que vamos a usar móviles para hacer fotos, queremos saber:**

¿Tienes móvil con cámara?	Si	No
¿nos puedes indicar marca y modelo?:		
¿Tiene flash?	Si	No

**CONOCIMIENTOS DE ENERGÍA**

<b>Durante tus estudios reglados superiores, ¿has cursado materias o contenidos relativos a la energía?</b>	Si	No
---	----	----

**En caso afirmativo...**

¿Has estudiado la energía relacionada con el edificio, con el confort, el acondicionamiento, intercambio/transferencia, etc.?	Si	No
¿Participaste alguna vez en algún proyecto/investigación relacionada con el ahorro y eficiencia energéticos en edificios?	Si	No
¿En qué aspecto de la energía en el edificio se basaba?:		

**En caso negativo...**

¿Has acudido alguna vez a algún curso, seminario, conferencia, sobre energía en los edificios?	Si	No
¿Has tenido alguna iniciativa en casa para ahorrar energía?	Si	No

Si es así, cuéntanosla:

¿Has tenido alguna iniciativa en el trabajo para ahorrar energía?	Si	No
---	----	----

En caso afirmativo, dinos en qué ha consistido:



Nombre y Apellidos:		Fecha:
<b>S</b>	<i>What do you See here?</i> ¿Qué ves en esa foto? (Descríbela brevemente).	
<b>H</b>	<i>What is really <b>H</b>appening here?</i> ¿Qué está ocurriendo realmente aquí? (Ve más allá de la simple imagen inmediata...)	
<b>O</b>	<i>How does this relate to <b>O</b>ur lives?</i> ¿Cómo se relaciona esto con nuestras vidas (nuestro día a día en el trabajo)?	
<b>W</b>	<i>Why does this situation, problem or strength exist?</i> ¿Por qué se da esa situación, problema o fortaleza?	
<b>E</b>	<i>How can we become <b>E</b>mpowered through our new understanding?</i> ¿Cómo podemos ser empoderados a través de nuestro nuevo entendimiento? (o cómo podemos tomar el mando, el poder, a través de nuestra nueva forma de ver las cosas?)	
<b>D</b>	<i>What can we <b>D</b>o about it?</i> ¿Qué podemos hacer sobre eso?	

