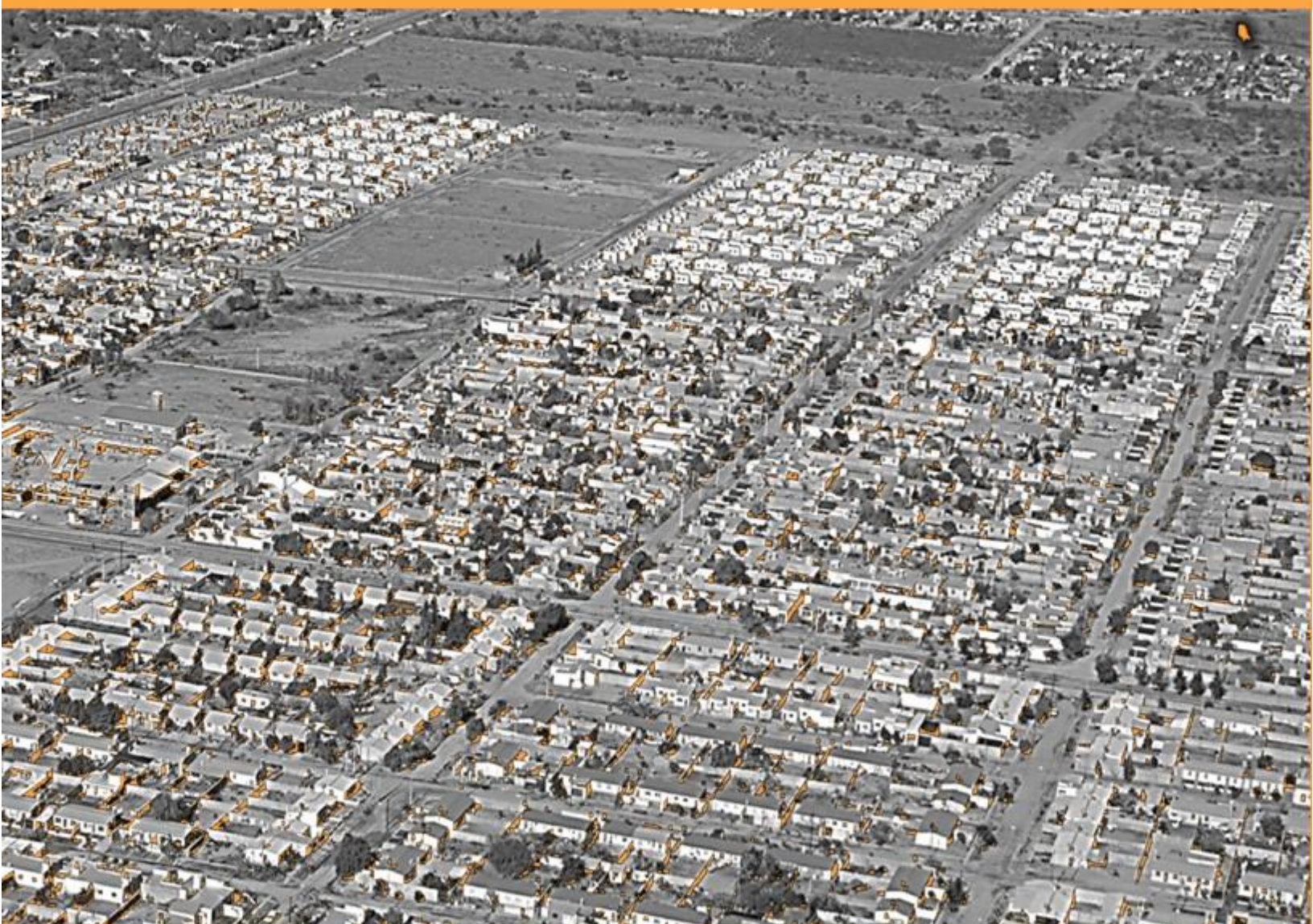


# Tecnologías Sustentables de Eficiencia Termo-Energética

Viviendas Barriales de La Ciudad de La Rioja  
Caso de estudio “Ciudad Nueva”

Maestrando: Arq. María Laura Alonzo  
Directora: Dr. Arq. Irene Blasco Lucas



UNC



MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL DEL DESARROLLO URBANO

FACULTAD DE ARQUITECTURA, URBANISMO Y DISEÑO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA





Universidad Nacional De Córdoba  
Facultad De Arquitectura, Diseño Y Urbanismo  
Escuela De Posgrado  
Maestría En Gestión Ambiental Del Desarrollo Urbano

## **TESIS DE MAESTRÍA**

**Tecnologías Sustentables de Eficiencia Termo-Energética**

**Viviendas Barriales de La Ciudad de La Rioja**

**Caso de estudio “Ciudad Nueva”**

**MAESTRANDO**

Arq. María Laura Alonzo

**DIRECTORA DE TESIS**

Dr. Arq. Irene Blasco Lucas

Córdoba, 2020



## **AGRADECIMIENTOS**

A mi directora la Dra. Arq. Irene Blasco Lucas por brindarme su experticia y el constante acompañamiento durante el proceso de las diferentes etapas de este trabajo.

A Dra. Arq. Paula Peyloubet, por darme ese empujón que me ayudo a saltar .....

A la arquitecta Silvia Francucci, jefa del Departamento de Planes y Proyectos por su asesoramiento y colaboración con información necesaria para el desarrollo de la presente.

Al ingeniero Carlos Fernández, presidente de la empresa EDELAR, por brindar los datos necesarios para esta investigación.

A mis queridos colegas y compañeros, Florencia Bedini, Marcos Lorefice, Laura Cativa Larsen y Belén Cuenta Morales por su apoyo, con quienes compartí trabajos investigativos que dieron impulso a mi tema de tesis.

## **DEDICADO A ...**

Mi familia, mi sostén, mi todo..... Raúl, Romina y Rocío

## PROLOGO

Fue a fines de 2017 cuando la Arq. María Laura Alonzo me contactó por mail solicitando información para su Tesis, porque deseaba realizar en La Rioja una investigación afín a los proyectos que yo había conducido sobre el sector residencial de San Juan, los cuales ella conoció a través de distintos artículos publicados.

Desde entonces, se fue dando un intercambio frecuente y fluido entre ambas, a través del cual pude analizar algunos de sus trabajos previos en el tema, que conformaron una sólida base para el desarrollo de su Tesis.

Con gran capacidad, tenacidad y esfuerzo sumó los conocimientos específicos para aplicarlos en forma muy atinada, y trabajando sin descanso ordenó los antecedentes, analizó la información necesaria, aplicó los métodos adecuados y elaboró un manuscrito coherente.

Su contenido constituye un valioso aporte destinado a un plan gubernamental de gestión para rehabilitación termo-energética edilicia residencial, como contribución a la sustentabilidad urbana, en el marco de los compromisos que ha asumido la Nación con la firma de los acuerdos internacionales de acciones mundiales contra el cambio climático (COP21) y de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS).

De este modo, su Tesis aborda una problemática de gran relevancia y actualidad, acotada a aspectos parciales de la realidad vigente en determinados barrios de viviendas sociales de la ciudad de La Rioja.

Durante todo el proceso de elaboración tuve la oportunidad de acompañarla paso a paso, haciendo algunas observaciones y sugerencias que supo interpretar y transformarlas en valor agregado a su trabajo.

El estudio que llevó a cabo fue a la vez amplio y profundo con un apropiado marco teórico-referencial y un acorde desarrollo metodológico que partió de lo general a lo particular, aplicando los métodos y técnicas que corresponden a cada aspecto encarado.

Es así que realizó un minucioso relevamiento y análisis de los barrios y sus tipologías, como también de la normativa existente asociada al tema planteado. Además, procesó estadísticamente datos meteorológicos locales determinando las estrategias bioclimáticas edilicias convenientes, y mediante una encuesta definió los sistemas constructivos más frecuentes utilizados

por los profesionales para la envolvente de las viviendas, clasificándolos conforme sus características.

Para hacer el diagnóstico térmico-energético del caso seleccionado por su representatividad según la cantidad de unidades, aplicó criteriosamente la serie 11600 de Normas IRAM y evaluó las mejoras pertinentes, en base a cuyos resultados dimensionó el impacto que las mismas tendrían a nivel de ahorro energético, reducción de emisiones y beneficio económico, proyectándolo a la escala urbana.

Con absoluto conocimiento del mismo, puedo afirmar que el documento finalizado a mediados de diciembre de 2019 cumple los objetivos y requisitos fijados en el reglamento de la Maestría, en contenido y forma, pues también cuenta con una correcta referenciación bibliográfica y redacción, incluye tablas, esquemas y figuras elaboradas personalmente con creatividad y precisión por la Arq. Ma. Laura Alonzo, las cuales constituyen también importantes aportes conceptuales.

Ha sido realmente muy satisfactorio acompañarla y guiarla a la distancia desde mi rol de Directora de su Tesis y agradezco esta enriquecedora oportunidad académica que me brindó. No me cabe duda que continuará logrando avances de relevancia en sus futuras investigaciones. Con mucha estima le deseo el mayor de los éxitos.

Dr. Arq. Irene Blasco Lucas

DIRECTORA DE TESIS

San Juan, 07 de Julio de 2020

**INDICE**

<b>RESUMEN</b>	<b>10</b>
<b>CAPITULO 01 – INTRODUCCION</b>	<b>11</b>
<b>PLANTEO GENERAL DEL PROBLEMA. FUNDAMENTO</b>	<b>11</b>
MAPA CONCEPTUAL	12
PREGUNTAS DE INVESTIGACION	16
HIPOTESIS	16
OBJETIVOS	17
Objetivos General	17
Objetivos Particulares	17
JUSTIFICACIÓN	17
<b>CAPITULO 02 - MARCO REFERENCIAL</b>	<b>22</b>
<b>MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL</b>	<b>23</b>
CAMBIO CLIMÁTICO	23
MITIGACIÓN, DEMANDA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA	27
DESARROLLO SUSTENTABLE. URBANISMO BIOCLIMÁTICO	29
EDIFICACIÓN Y AHORRO ENERGÉTICO	31
DISEÑO EFICIENTE	33
CONFORT TÉRMICO INTERIOR	36
Los Factores y Variables Intervinientes	37
Factores Climáticos	37
Factores Personales	37
Factores socio culturales	38
Factores arquitectónicos	38
Mecanismos de transferencia de energía que inciden en la calidad edilicia.	38
Diagramas y Climogramas	40
<b>MARCO REGULATORIO</b>	<b>41</b>
ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL	45
<b>ESTADO DEL ARTE – ANTECEDENTES</b>	<b>47</b>
<b>METODOLOGIA</b>	<b>52</b>
PRIMERA ETAPA- ESTUDIO DEL CONTEXTO	52



Medio físico ambiental	52
Estudio de necesidades higrotérmicas interiores	52
<b>SEGUNDA ETAPA – ANALITICA – ESTUDIO DE CASOS “CIUDAD NUEVA”</b>	<b>53</b>
Relevamiento de planes de viviendas	53
Estudio bioclimático de tipologías de la zona sur de la ciudad	53
Estudio del comportamiento térmico de las envolventes	53
<b>TERCERA ETAPA – PROPOSITIVA – CASO DE ESTUDIO</b>	<b>54</b>
<b>CONCLUSIONES GENERALES</b>	<b>54</b>
<b>CAPITULO 03 – ESTUDIO CONTEXTUAL</b>	<b>55</b>
<b>ESTUDIO DEL CONTEXTO</b>	<b>56</b>
<b>MEDIO FISICO AMBIENTAL</b>	<b>56</b>
Marco geográfico	56
Clima de la Ciudad de La Rioja	57
Diagnóstico de Estadísticas meteorológicas. Análisis Climático.	58
<b>ESTUDIO DE NECESIDADES HIGROTERMICAS.</b>	<b>63</b>
Procesamiento de datos meteorológicos período 2006-2018	64
Cálculo de la zona de confort térmico	67
Determinación de estrategias bioclimáticas.	68
Climograma de Givony, 1969	68
Método Mahoney y Evans	72
Método BNA, método de Bruce Novel ampliado para la determinación de necesidades de protección solar.	76
<b>CONCLUSIONES PARCIALES</b>	<b>81</b>
<b>CAPITULO 04</b>	<b>83</b>
<b>ANÁLISIS. DIAGNÓSTICO. PROPUESTA</b>	<b>83</b>
<b>JUSTIFICACION DEL AREA DE ESTUDIO</b>	<b>84</b>
PLANES DE VIVIENDA EN LA MANCHA URBANA DE LA CIUDAD CAPITAL	84
<b>ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO DE TIPOLOGIAS SECTOR SUR DE LA CAPITAL</b>	<b>89</b>
Estudio de orientaciones de los prototipos de la zona sur.	89
Análisis comparativo de 8 tipologías representativas de la zona sur.	90
Análisis de compacidad, fenestración, protección solar y protección para lluvia	93
Datos de alturas solares de la Ciudad de La Rioja	95
Diseño de protecciones para ingreso solar en orientaciones desfavorables	96

<b>ESTUDIO TERMO-ENERGÉTICO DE TECNOLOGÍAS EN TECHOS.</b>	<b>98</b>
Estadísticas y encuestas	98
Resultados de encuestas realizadas a constructores de la Ciudad capital	100
Determinación de tecnologías en envolvente superior a analizar	103
“Caso De Estudio Prototipo U1-2D”	104
Síntesis climática de la región de estudio	105
Datos necesarios para la ejecución de las verificaciones según normativas	106
Estudio De Comportamiento Térmico Estacionario	107
Cálculo de coeficiente volumétrico de refrigeración Gref. IRAM 11659-1/2.	107
Cálculo coeficiente volumétrico de pérdidas de calor $G_{CAL}$ . IRAM11604	112
Síntesis de evaluaciones energéticas estacionarias anuales.	116
Estudio Económico Costo De Cada Tecnología, Sobre Costo Y Tiempo De Amortización	117
Análisis de sobrecostos de mejoras en aislación térmica	117
Tiempos de amortización de sobrecostos en las envolventes	119
Análisis De Emanaciones De Tecnologías Estudiadas	120
<b>CONCLUSIONES PARCIALES</b>	<b>122</b>
<b>CAPITULO 05 - PROPUESTA</b>	<b>125</b>
<b>PLAN DE GESTION</b>	<b>126</b>
<b>CAPITULO 06 - CONCLUSIONES FINALES</b>	<b>133</b>
<b>CAPITULO 07 - REFERENCIAS</b>	<b>141</b>
<b>CAPITULO 08 - ANEXOS</b>	<b>150</b>
ANEXO 1: Procesamiento de datos meteorológicos para la ciudad de La Rioja (2006-2018).	151
ANEXO 2: Ubicación de planes de vivienda en la zona sur de la ciudad de La Rioja (2000-2019).	152
ANEXO 3: Encuesta on line realizada a profesionales del medio medio	153
ANEXO 4: Aplicación norma IRAM 11605	157
ANEXO 5: APLICACIÓN NORMA IRAM 11659-2.	159
ANEXO 6: APLICACIÓN NORMA IRAM 11604	162
ANEXO 7: normas IRAM 11603 - 11604- 11605- 11659-1-2	164

## RESUMEN

La problemática actual del cambio climático necesita de políticas públicas locales y nacionales que desarrollen acciones de mitigación diferentes para cada esfera económica. En la energética, el uso racional y eficiente en la edificación es de especial significancia entendiendo que la producción de energía es uno de los sectores que más emanaciones de CO<sub>2</sub> genera.

La rigurosidad del clima de La Rioja Capital, es una gran condicionante a ser tenida en cuenta en el proceso de diseño. De este modo, se puede mejorar el confort térmico interior, produciendo ahorro en climatización. En este sentido, analizando los planes barriales de la ciudad y del sector sur en particular, el grado del alcance del impacto producido cambia de escala individual a urbano regional.

El objetivo de esta tesis, fue conocer tecnologías sustentables termo-energéticas de aplicación al diseño a viviendas, contribuyendo a la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>. La metodología empleada, se desarrolló en tres etapas; la primera descriptiva analizando el contexto, la segunda analítica, en base al estudio bioclimático de casos, el comportamiento térmico y energético de las mismas. Y, por último, una propositiva en cuanto a la optimización de sistemas constructivos en cubiertas, su sobre costo, tiempo de amortización y porcentaje de reducción de emanaciones de CO<sub>2</sub>.

Los resultados reflejaron grandes disminuciones en consumo de energía y emisiones, con mínimos sobrecostos y años de amortización. Concluyendo, se comprobó la relevancia del diseño morfológico y tecnológico adaptado al clima local, la importancia de la rehabilitación de las construcciones existentes y su implementación a través de políticas públicas como acciones de mitigación contra el calentamiento global.

## CAPITULO 01 – INTRODUCCION

### PLANTEO GENERAL DEL PROBLEMA. FUNDAMENTO

El hombre históricamente trataba de adecuarse a las condiciones climáticas y naturales que le ofrecía el medio en el que estaba inserto. Buscaba aprovechar y adaptarse a las positivas y protegerse de las negativas y de esta manera lograr espacios más confortables con soluciones y recursos limitados, manteniendo siempre un diálogo permanente y equilibrado con la naturaleza.

Con el correr de los años y el desarrollo tecnológico, el hombre tiende a separarse cada vez más de esta relación con la naturaleza, en una búsqueda constante de soluciones formales y funcionales innovadoras, dejando a la tecnología, el ajuste a las condiciones climáticas con costos energéticos generalmente elevados.

El desarrollo urbano de la ciudad de La Rioja es el resultado de las intervenciones del Estado y sus políticas orientadas a la construcción masiva de viviendas, para satisfacer la alta demanda del sector residencial. Esto llevó a la necesidad de construir más unidades a un menor costo, utilizándose innumerables sistemas constructivos, que cambiaban en función de las decisiones del gobierno de turno. El criterio en la elección fue generalmente arbitrario y se realizó sin estudio previo del comportamiento térmico de las envolventes y su incidencia en el confort interior, transformando al hábitat en un lugar térmicamente inadecuado para vivir (Landeira, 1992).

La rigurosidad del clima con altas temperaturas de octubre a abril, escasas lluvias y alta radiación solar durante todo el año, es un condicionante primordial que debe ser tenido en cuenta. La baja calidad constructiva y el diseño deficiente energéticamente, perjudican directamente en la

habitabilidad de los usuarios. De esta manera, para conseguir el confort interior aceptable, deben incorporar importantes sistemas de acondicionamiento auxiliar, generando grandes demandas de energía lo cual no sólo produce a nivel individual un costo adicional que afecta sus ingresos (que muchas veces no son capaces de afrontar) y es en estos casos, que tiene agravantes sobre la salud de los moradores. Por otro lado, abordando la problemática ambiental mundial en lo referido al cambio climático y los modos de mitigación para hacerle frente. El consumo de energía no renovable se traduce en emanaciones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera de forma indirecta y es una de las principales causas a revertir, siendo el ahorro energético en la edificación un objetivo a conseguir.

## MAPA CONCEPTUAL

En la Figura 1 se muestra el mapa conceptual de abordaje de la problemática, en la cual se resalta con color naranja el tema acotado para desarrollar en la presente Tesis.

En la parte superior de la misma, se detalla la problemática ambiental a nivel mundial. El aumento de los gases de efecto invernadero se produce por acciones humanas desarrolladas en los “sectores económicos responsables de la contaminación atmosférica como el agropecuario, el de los edificios, el transporte, la industria y el más significativo, que abarca un 47%, corresponde a la producción de energía” (IPCC, 2014, pág. 47) .

El exceso de contaminantes vertidos al ambiente provoca la sobrecarga del sistema natural que está colapsando por falta de sumideros. El incremento de los gases de efecto invernadero (GEI) genera un escudo que produce que los mismos no puedan ser liberados a la atmósfera y cuyas consecuencias son la elevación de la temperatura del planeta, las variaciones meteorológicas bruscas, la escasez de recursos naturales y el derretimiento de los glaciares, entre otros aspectos que conducen indefectiblemente a la problemática del cambio climático.

En este contexto, el respectivo Panel Intergubernamental de expertos en el tema (IPCC), define acciones de mitigación a corto y largo plazo de los diferentes sectores responsables de las emanaciones. Para conseguir la ejecución exitosa de las mismas, es necesaria la intervención de diversos actores sociales, políticos y económicos en acción conjunta, cooperativa y participativa en todas las escalas.

La segunda parte de la infografía representa la ciudad en la búsqueda del desarrollo sustentable y los factores intervinientes que deben ser tenidos en cuenta con sus relaciones sinérgicas en acciones totalizadoras. Se plantea el universo de temas abordables desde la planificación urbana, para generar tareas de mitigación a diferentes escalas.

Tomando como punto de referencia la producción de energía, las acciones de mitigación que aconseja el IPCC a nivel ciudad a escala local son el uso racional y eficiente de la misma, al igual que el uso de las renovables. Desde la provincia, se iniciaron gestiones tendientes a producir actuaciones en estas áreas, camino en incipiente tránsito que aún no incluye la conciencia ambiental en el diseño edilicio.

Observando a la ciudad como consumidora de energía, las estadísticas indican que las edificaciones son responsables en la capital de La Rioja del 41% (Ministerio Hacienda, 2018) por lo cual, el estudio de las mismas, aportaría valiosos datos que posibiliten gestionar el objetivo de lograr la disminución de este porcentaje y encaminar así a la eficiencia energética (EE) del sector.

La Sustentabilidad en la Arquitectura y Urbanismo es un concepto que implica el estudio de diferentes variables que deben considerarse para minimizar el impacto al ambiente y analizar cada factor, es la dirección hacia el desarrollo sostenible de la ciudad. Dentro de este amplio marco, se desprende una línea de conocimiento que corresponde al campo bioclimático, que trabaja sobre el diseño de las tipologías y de la urbe relacionada con clima del lugar y su influencia.

Yendo a lo más específico, en el caso de lo urbano, analiza el perfil, la trama, la red vial, el espacio público, el paisaje y el arbolado teniendo en cuenta la radiación solar y los vientos locales. Aborda el análisis de la implantación de las tipologías en el lote, las dimensiones de retiros, ancho de vereda, la forestación con relación a su uso como protección y aporte de humedad.

La arquitectura bioclimática estudia las diferentes variables como el asoleamiento, la ventilación natural, el factor forma, los niveles de confort interior y estrategias necesarias para alcanzarlo, incluyendo el diseño, la resolución constructiva y el comportamiento térmico de las envolventes, ya que son las encargadas de mantener el equilibrio térmico con el exterior. El estudio conjunto de todos factores bioclimáticos incide en el ahorro en climatización, ya que puede lograrse de una manera pasiva, encaminados hacia la eficiencia energética.

En este marco conceptual, la presente investigación analizará a través de un caso de estudio la problemática de viviendas barriales debido a la considerable cantidad de réplicas de las mismas. La utilización de prototipos de uso masivo para diferentes estratos sociales, es una política del Estado provincial en los últimos 40 años. Se seleccionará una tipología estándar ejecutada por la Administración Provincial de Vivienda y Urbanismo (A.P.V. y U.), para realizar una caracterización de los materiales y diseños utilizados, proponiendo modificaciones que mejoren su adaptación al microclima local.

La mayor calidad constructiva implica incrementos en los costos iniciales de las edificaciones, lo cual también contribuye a tomar conciencia de la importancia de impulsar gestiones de futuras normativas para aplicación obligatoria.

El conocimiento de las posibles opciones, sus sobrecostos y sus tiempos de amortización, facilitarán las decisiones políticas encaminadas a modificar y realizar nuevas regulaciones que guíen hacia el desarrollo sustentable de las ciudades y por consiguiente a las disminuciones de las emanaciones de CO<sub>2</sub> que tanto preocupan en todas las

esferas de los gobiernos.

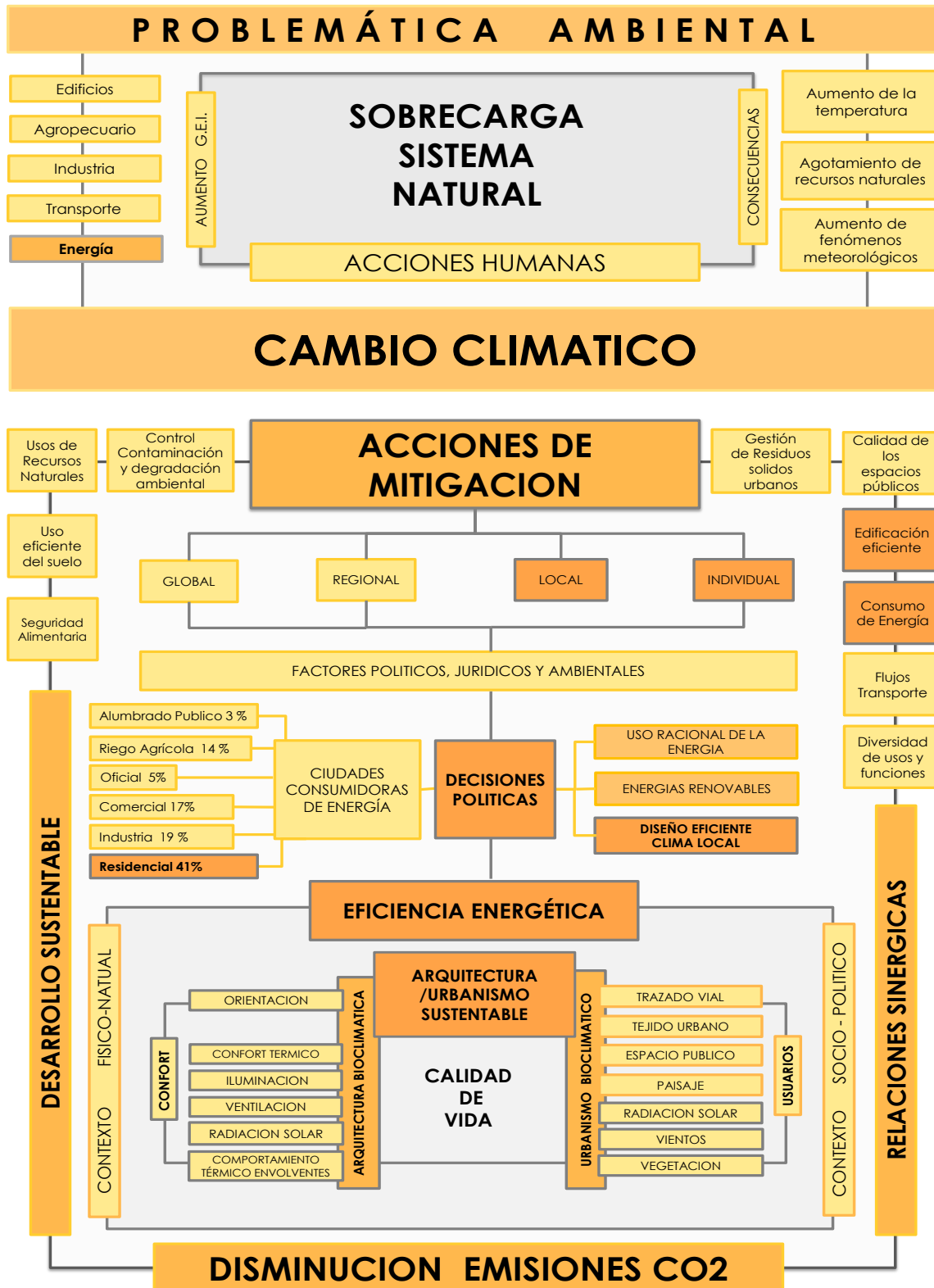


Figura 1. Mapa Conceptual. Fuente: Elaboración Propia.



## PREGUNTAS DE INVESTIGACION

1. ¿Cuáles son las estrategias bioclimáticas apropiadas para viviendas en la ciudad de La Rioja?”
2. ¿En qué medida los factores morfológicos y componentes constructivos de los prototipos A.P.VyU. aportan al cumplimiento de las Normas IRAM de acondicionamiento térmico?”
3. ¿Sería factible cuantificar un potencial de ahorro energético mediante mejoras apropiadas en la calidad constructiva de las viviendas?
4. ¿Se pueden establecer niveles de conveniencia de las propuestas mediante índices de evaluación económica?
5. ¿Si se mejora el sistema constructivo de una tipología, qué porcentaje de energía en climatización se ahorra?
6. ¿El incremento de las mejoras en el costo de la obra, en cuantos años se amortiza?
7. ¿Es posible establecer un plan de gestión para promover mejoras térmicas en viviendas existentes?

## HIPOTESIS

Las viviendas masivas construidas en la Ciudad de La Rioja no poseen un estudio previo referido a su adaptación a las realidades ambientales generales e higrotérmicas en particular, orientado al aprovechamiento de los recursos naturales como medio de uso racional y eficiente de la energía. Es posible alcanzar mejoras importantes en las condiciones interiores con potencial de ahorro energético en climatización teniendo en cuenta la calidad constructiva y las estrategias bioclimáticas apropiadas para la ciudad de La Rioja.

## OBJETIVOS

### Objetivos General

Elaborar propuestas de tecnologías eficientes termo-energéticas de aplicación para viviendas adaptadas al clima de la Capital de La Rioja contribuyendo a optimizar el confort higrotérmico de los usuarios de una manera pasiva y favoreciendo al ahorro energético en climatización.

### Objetivos Particulares

1. Estudiar las condiciones ambientales generales e higrotérmicas en particular, para aprovechamiento del medio natural como medio pasivo de acondicionamiento térmico en la ciudad de la Rioja.
2. Conocer las estrategias de acondicionamiento térmico para mejorar los niveles de confort higrotérmico interior y exterior en la ciudad de La Rioja.
3. Elaborar propuestas de envolventes eficientes termo-energéticas para el clima local, conociendo su impacto en el costo de la obra y el ahorro de energía anual obtenido.
4. Proponer un plan de gestión de rehabilitación energética para planes de viviendas existentes.

## JUSTIFICACIÓN

El desarrollo habitacional de La Ciudad de La Rioja es el resultado de intervenciones del Estado. Tomando la “variación intercensal 2001-2010 de viviendas, ésta creció un 62 % frente a un aumento poblacional de un 14 %. Claramente esto denota las políticas económicas gubernamentales de acceso a la vivienda propia” (Viel, 2016, pág. 167).

En la Provincia alrededor de los años 50 ya contaba con varios barrios masivos, construidos con fondos estatales nacionales y provinciales. La década del 70 fue muy fructífera en esta materia con producción de barrios que denotaban compromiso en la elección de sistemas constructivos. A

partir de 1983, la vivienda adquirió un lugar destacado entre las reivindicaciones de la democracia: “los FONAVI parecieron relanzar el tema, aunque en pequeña escala, ya que la situación económica no contribuyó en la reconstrucción de un estado redistributivo” (Ballent, 1992, pág. 3). “Los barrios realizados en esta última década son en general, de inferior calidad constructiva debido al abaratamiento de costos establecidos por los entes financiadores que, frente a la excesiva demanda, preferían hacer más y no mejor” (Landeira, 1992, pág. 195).

El crecimiento de la mancha urbana más reciente (últimos 20 años) de la Capital de La Rioja, se evidencia fuertemente en la zona sur de la ciudad, con características netamente residencial compuesto casi en su totalidad por planes de viviendas masivas.

Teniendo en cuenta los datos publicados por Dirección de Estadísticas de la provincia, se comprobó que al año 2010 en la capital existían 49.980 unidades habitacionales (UH), con tipologías unifamiliares. Analizando datos de la Administración Provincial de Vivienda y Urbanismo, (A.P.V. y U.), surge que, desde el año '76 hasta la actualidad se entregaron casi 27.000, de las cuales 8000 de ellas fueron construidas en la zona sur de la ciudad durante los últimos 20 años.

Los prototipos de vivienda, fueron diseñados respondiendo a diferentes estratos socioeconómicos y entes de financiamiento, dependiendo de si la implementación del plan, estaba a cargo del gobierno provincial, nacional o municipal. Muchos de ellos, se ejecutaban de acuerdo a lo estipulado desde Nación, otras por la conjunción de planes Nacionales con aporte del Estado Provincial. Asimismo, también existen barrios que fueron financiados por el Banco Hipotecario o cooperativas y otros mediante autoconstrucción, en donde el Estado proveía los materiales y la ejecución corría por cuenta del propietario.

Las tipologías de viviendas de construcción masiva fueron realizadas con distintas alternativas de diseño y sistemas constructivos por barrios o tan solo por manzanas, tanto tradicionales como industrializadas. En el transcurso de los años, fue modificándose el diseño morfológico, los materiales, el tamaño y la implantación en el lote, ejecutados siempre en relación a la gestión de turno, que deseaba dejar su impronta. Debido a la creciente demanda generalmente se tiende a aplicar en “principios de economía y racionalidad, resolviendo más unidades a menor costo (Blasco Lucas, 2006).

En el territorio Provincial no se conocen estudios sobre el comportamiento de estos sistemas en relación al clima local. El mismo es un condicionante de diseño importante para ser tenido en cuenta, recordando que la ciudad de la Rioja se encuentra en la zona Ia (muy Cálida) en la clasificación de zonas bioambientales de la República Argentina (IRAM 11605). El clima es muy riguroso, con inviernos muy suaves y veranos muy calurosos con alta radiación solar durante todo el año y escasas precipitaciones anuales que solo alcanzan los 400 mm.

“Las envolventes de toda construcción en mayor o menor medida cumplen la función, como un sistema de filtrado, posibilitando asimismo el correspondiente grado de bienestar” (Blasco Lucas, 2006)

La falta de estudio sobre este filtro repercute notablemente en la calidad de vida de los habitantes, ya que para conseguir el confort térmico interior aceptable, deben incorporar importantes sistemas de acondicionamiento térmico artificial, lo cual, no sólo genera un costo adicional que afecta sus ingresos, sino que también impacta de manera negativa en el uso racional de la energía.

Considerando la crisis energética a nivel provincial y nacional, que son de público conocimiento, esto no es un inconveniente solo a nivel de los usuarios de la familia que habita

cada tipología, sino un problema masivo, teniendo en cuenta las estadísticas de la cantidad de planes barriales ejecutados en toda la capital. Este inconveniente adquiere relevancia porque afecta notablemente a micro y macro escala, impactando de manera directa al ambiente, debido a que el consumo energético es mayor y las fuentes de energías utilizadas para lograr el acondicionamiento térmico interior, son no renovables. De esta forma, inevitablemente se sigue acrecentando el agotamiento de los recursos y la generación de emanaciones de CO<sub>2</sub> hacia la atmósfera, aumentando la problemática del calentamiento global.

Como un aporte positivo en este sentido, la Cámara de Diputados actualmente está estudiando la aprobación de un proyecto de ley a nivel provincial, que promueve la innovación tecnológica en energías renovables. La nueva legislación, fomenta la implementación de medidas de eficiencia energética tendientes al uso racional a fin de disminuir la producción de gases de efecto invernadero y el consumo proveniente de fuentes no renovables, tendiendo al uso de dispositivos de aprovechamiento solar como paneles y colectores para agua caliente domiciliaria.

Como complemento de esta ley, sería conveniente el estudio de tecnologías y pautas de diseño para futuras intervenciones arquitectónicas para viviendas barriales. La utilización de determinados materiales, aislaciones, el diseño tipológico y su implantación en el terreno adaptado al clima, contribuye a mejorar el confort térmico interior, la calidad de vida de los habitantes y la eficiencia energética de las mismas.

“Desde el punto de vista medioambiental, social, económico; y también político sería conveniente subsidiar mejoras en la eficiencia térmica de los edificios que continuar con el beneficio en el consumo de energía” (Bourges & Gil, 2014, pág. 72). Esto se debe a que, aislando térmicamente se puede reducir la carga térmica de calefacción hasta un 50% y promoviendo la

actividad económica, mejorar el confort, reducir el impacto ambiental y evitar los cortes a otros usuarios (Bourges & Gil, 2014).

De esta manera, es importante comenzar a estudiar soluciones y propuestas constructivas adecuadas al clima local, analizar los costos de incremento de la obra y determinar qué porcentaje de ahorro en climatización se obtiene con el uso de las mismas. La mejora en la calidad de las envolventes favorece notablemente al confort térmico interior, lo cual implica la disminución del consumo energético.

Así mismo, es necesario el estudio de la implantación de las viviendas en el lote y su relación con la trama, teniendo en cuenta su orientación, los retiros, veredas, forestación, el asoleamiento y la radiación solar y el aprovechamiento de brisas, ya que el estudio del espacio público afecta notablemente al microclima urbano en el que están insertas.

Es preciso entender y conocer nuevas formas de construir para favorecer el ahorro energético a lo largo de la vida útil de la edificación y así contribuir al desarrollo sustentable de la ciudad.

## **CAPITULO 02 - MARCO REFERENCIAL**

El objetivo de este capítulo se divide en tres ejes para conocer los marcos necesarios relacionados con el tema problema a desarrollar en la presente tesis. El primero corresponde al teórico conceptual de los contenidos a aplicar en la presente investigación. En el segundo, se establece el regulatorio elaborando el estudio a nivel nacional, provincial y municipal de las normativas de aplicación y antecedentes sobre las nuevas que se encuentran en proceso de ser reglamentadas. En el tercero se presenta el estado del arte, que refleja las experiencias e investigaciones efectuadas en la temática pertinente. Y en un cuarto y último eje se muestra la metodología a emplear, estableciendo métodos y actividades a realizar.

## MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

### CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático es un problema ambiental a nivel global, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), lo define en su art. N°2 como “un cambio de clima atribuido directamente o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables” (CMNUCC, 1992).

El clima de la Tierra ha cambiado muchas veces a lo largo de la historia, por causas naturales, pero en la actualidad éste se debe al incremento de emisiones antropógenas de los gases de efecto invernadero (GEI), “los cuales aumentaron desde la era preindustrial como resultado del crecimiento económico y demográfico, y que actualmente son mayores que nunca” (IPCC, 2014, pág. 4).

Estos gases GEI se producen de manera natural y son esenciales en la supervivencia de los seres vivos en la superficie terrestre e impiden que parte del calor de la radiación solar se propague hacia el espacio, beneficiando al planeta en mantener la temperatura ( $T_e$ ) necesaria para desarrollo de la vida. Sin embargo, el crecimiento indiscriminado de estas emisiones trae como consecuencia el incremento del promedio de las temperaturas de la tierra, generando problemas meteorológicos, tormentas, huracanes, terremotos y el ascenso del nivel del mar por el derretimiento de glaciares. El clima se ve directamente afectado con el aumento de las  $T_e$  máximas en climas cálidos y disminución de las mínimas en los fríos, a lo cual se suma la consecuente propagación de sequías o grandes inundaciones.



Esta problemática afecta directamente al sistema natural produciendo su sobrecarga y por esto no tiene la capacidad de recuperación para absorber los contaminantes en períodos de tiempo que eviten el impacto ambiental. Consecuentemente se produce un desequilibrio en la biodiversidad de los sistemas ecológicos y el escenario de carencia de esos recursos y de depósitos para almacenar los desechos del sector industrial, se ven acrecentadas por los patrones no sustentables de consumo, o por inequidades en el acceso a los mismos. En definitiva, el modelo de civilización debe ser modificado en lo referido a las pautas de articulación entre sociedad y naturaleza. Esta transición es un camino a un estilo de desarrollo más sostenible (Guimaraes, 1994).

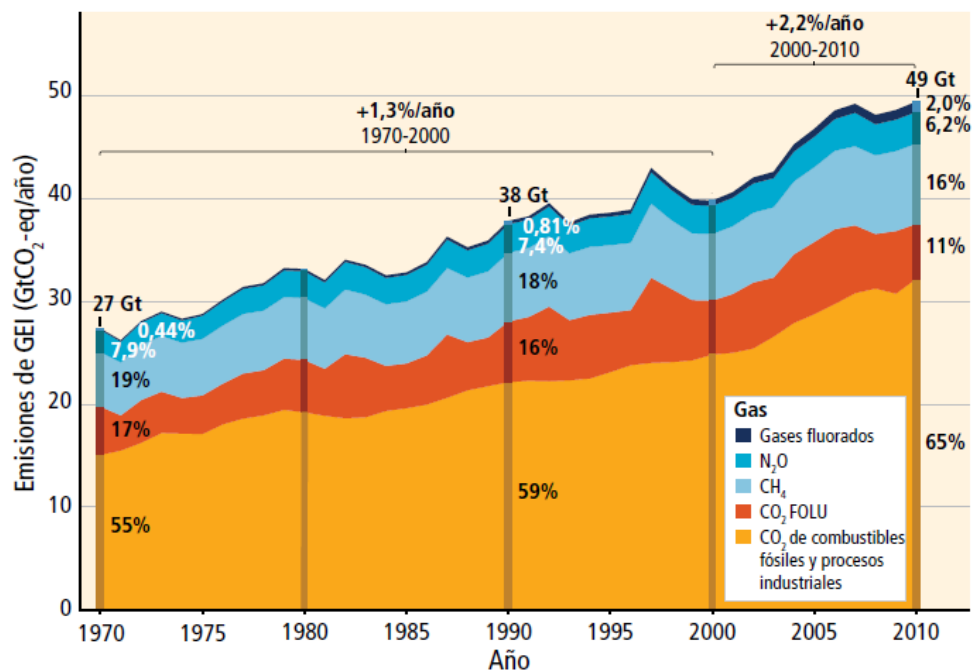


Figura 2. Emisiones antropógenas anuales totales de GEI 1970-2010. (Fuente: informe síntesis 2014 CMNUCC pág. 5)

En la figura 2, se representa “la evolución de las emisiones antropógenas anuales totales de GEI en el período de 1970 a 2010” (IPCC, 2014, pág. 5). En ella se observa que entre los años 1970 y 2000, las emanaciones se incrementaron un 1.3 % anual medidas en gigatoneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> (GtCO<sub>2</sub>-eq/año) y a pesar de que comenzaron a implementarse políticas

internacionales de mitigación, desde el 2000 al 2010 ascendieron 2,2% por año lo cual corresponde a 4,9 Gt en total, “éstas fueron las más altas en la historia de la humanidad” (IPCC, 2015, pág. 7). Ese aumento proviene directamente de los “sectores de la energía (47%), la industria (30%), el transporte (11%) y los edificios (3%). Si se tienen en cuenta las indirectas, las contribuciones de cada uno, los edificios (19%) y la industria (31%) son mayores” (IPCC, 2014, pág. 48) (Figura 3).

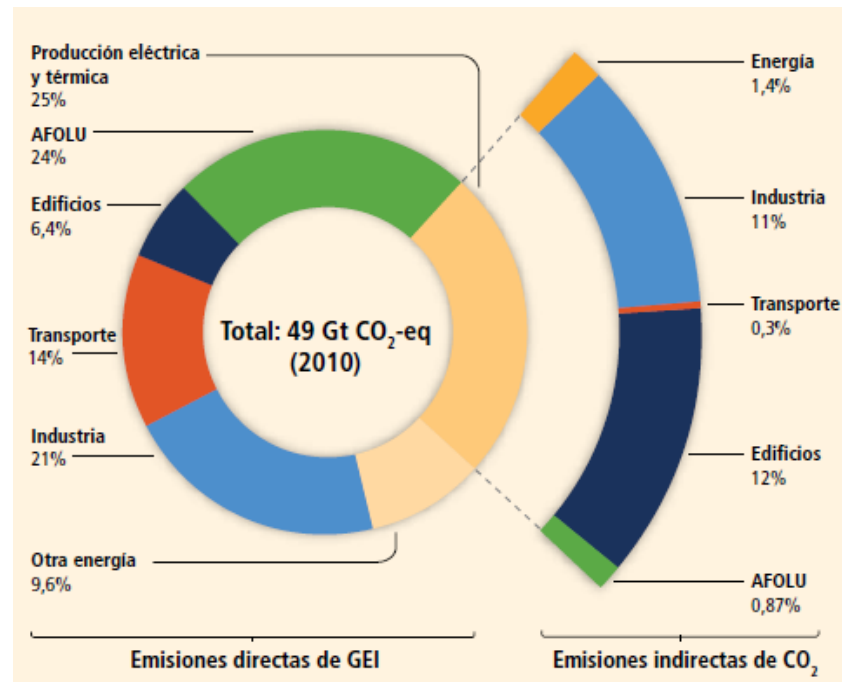


Figura 3. Emisiones de gases de efecto invernadero por sector económico.  
(Fuente: informe síntesis 2014, CMNUCC, pág.49)

Las producciones de GEI pasadas y futuras de los países no son uniformes y no afrontan de igual manera soluciones con el fin de evitarlos o contrarrestarlos; muchos carecen de medios para hacerlo y otros niegan la problemática. Si bien, los más desarrollados alcanzan una cantidad superior de toneladas en emanaciones y tienen mayor responsabilidad, todos, incluso los subdesarrollados deben comprometerse a disminuirlos (figura 4).

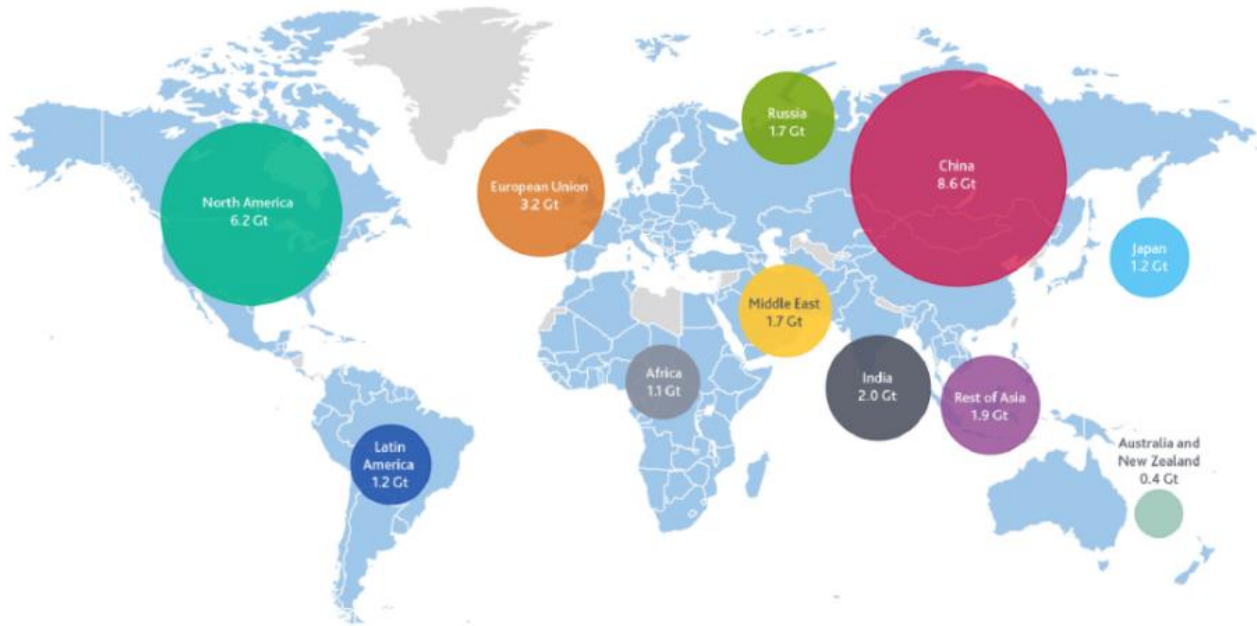


Figura 4: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por continente (Fuente: CAIT 2012)  
[https://elpais.com/internacional/2014/11/12/actualidad/1415769117\\_040119.html](https://elpais.com/internacional/2014/11/12/actualidad/1415769117_040119.html)

Dentro del marco de CMNUCC a través de políticas internacionales de compromiso voluntario por parte de los países intervinientes, se establecieron acuerdos y protocolos que definen acciones con el objetivo de reducir las emisiones de GEI en los distintos sectores a fin de minimizar los efectos de estos. Primero a través del protocolo de Kyoto cuyo principal objetivo fue reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento, adoptado en 1997 pero con vigencia desde el 16 de febrero de 2005.

En el 2016 se ratifica el acuerdo de París, con amplia participación de países desarrollados y no desarrollados, cuyo objetivo principal es detener el cambio climático y mantener la temperatura global por debajo del umbral crítico de 1,5°C. Asimismo, se comprometieron a comenzar el camino hacia un mundo libre de combustibles fósiles y de todas las prácticas dañinas para el planeta, entre los firmantes se encuentra Argentina (Planelles, 2016).

## MITIGACIÓN, DEMANDA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

Como acciones concretas, desde el IPCC se establecieron acciones de mitigación<sup>1</sup> específicas en los diferentes sectores financieros responsables de las emisiones. Éstas involucran la intervención de distintos actores sociales, políticos y económicos en una acción conjunta, cooperativa y participativa en todas las escalas. No obstante, no resultaran eficaces si cada gobierno antepone sus propios intereses al de los demás. La falta de gestiones frente a los impactos del presente genera cargas y consecuencias para el futuro. “La mitigación, a corto y largo plazo, puede reducir sustancialmente los impactos del cambio climático en las últimas décadas del siglo XXI y posteriormente” (IPCC, 2014, pág. 18)

Teniendo en cuenta que uno de los sectores que más emanaciones produce es el energético, y analizando el de la edificación en particular, éste en el 2010 tuvo una necesidad energética del 32% del uso final. “*Las proyecciones indican que la demanda de energía del sector se duplicará y las emisiones de CO<sub>2</sub> aumentaran entre el 50% y el 150% a mediados de siglo* (IPCC, 2015, pág. 24)”. Éstas se deben a la búsqueda continua de mejoras en la calidad de vida, con relación al aumento del consumo de los servicios energéticos en la vivienda y en la urbanización. El crecimiento de la demanda energética para satisfacer el desarrollo de las ciudades a partir de la mitad del siglo XX, fue satisfecho casi en su totalidad de nivel mundial por energías no renovables.

“La experiencia de los países desarrollados ha demostrado que el ahorro energético y la utilización racional de la energía son la base de la estrategia que pueden adoptar los países en desarrollo frente a un escenario de recursos energéticos limitados y con preocupaciones crecientes respecto a la protección del medio ambiente” (Jacob, et al., 2012, pág. 65).

---

<sup>1</sup> *Intervenciones antropogénicas para reducir la emisión de GEI o bien aumentar los sumideros*

Entre las alternativas para lograr la mitigación se encuentran la sustitución de los combustibles fósiles a partir de la promoción de las Energías Renovables y la aplicación de políticas de uso racional y eficiente de la energía.

Con respecto al sector de la edificación, se prevén acciones basadas principalmente en la aplicación de tecnologías y prácticas que reduzcan el consumo de energía a lo largo de la existencia útil de los mismos, promoviendo el diseño integral adaptado al clima y con eficiencia constructiva, la utilización de energías renovables y el uso racional de la misma con relación al tipo de artefactos de calefacción, refrigeración e iluminación. Estas sugerencias producen, además menores costos para los usuarios, las empresas y los gobiernos, generando un menor impacto sobre el ambiente sin menoscabar la calidad de vida de los habitantes.

La aplicación de políticas de eficiencia energética en un marco de exigencias ambientales, protección de los recursos naturales y compromisos para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero responsables del proceso de cambio climático global, contribuirá al establecimiento de condiciones que favorezcan el desarrollo sustentable de la nación, el crecimiento del empleo y el aumento de la productividad.

El éxito de las políticas de Eficiencia Energética (EE) requieren, además de la adopción de tecnologías de alto rendimiento, la generación de profundos cambios basados en la modificación de las conductas individuales mediante programas y planes conducidos por organismos especializados que contemplen una estrategia cultural-educacional cuyo objetivo último sea lograr una cultura de uso óptimo de la energía (CEPAL, 2014).

## **DESARROLLO SUSTENTABLE. URBANISMO BIOCLIMÁTICO**

La Ciudad se puede entender como un ecosistema siendo el hombre y sus sociedades subsistemas del mismo. Contiene una comunidad de organismos vivos, un medio físico de soporte que se transforma por la actividad interna y el funcionamiento a base de intercambios de materia, energía e información (Higuera, 1998). La ciudad crea sus propias relaciones sinérgicas ambientales, independiente de su entorno y con sus características particulares, generando degradación, residuos y contaminación afectando a nivel local y territorial.

Muchas alternativas de interés surgen en la actualidad de buscar un enfoque sostenible para las ciudades. Por ello, se acepta que el “desarrollo sustentable (DS) es aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las de las generaciones futuras” (Brundtland, 1984).

De tal manera, para acercarnos a este objetivo, se debe implementar un correcto uso y gestión de los recursos disponibles y el equilibrio entre la oferta y la demanda de los mismos con el fin de no poner en peligro la biodiversidad, minimizando el impacto en el ambiente.

“El DS se ha convertido en un poderoso y controvertido tema, creando metas que parecen imposibles para los políticos y los funcionarios de los organismos del desarrollo” (Barkin, 1999, pág. 14). El pensamiento sustentable como trayectoria progresiva en dirección a la eficacia ecoenergética es acompañada de una base social de apoyo a los planes de cambio técnico-urbano, que procuran una mayor conciencia ecológica mediante la implementación de proyectos comunitarios de reciclaje, ahorro y eficiencia energética. La incompatibilidad percibida entre economía y medioambiente ayudará a fomentar la búsqueda de sustentabilidad urbana, impulsando su productividad y fortaleciendo las ventajas competitivas.

Las estrategias podrán ser en el orden local urbano o global. La búsqueda de la sustentabilidad a nivel ciudad, en forma conjunta se simplifica políticamente en el plano local ya que los responsables de la problemática o las autoridades que actúan son rápidamente identificables.

La problemática de las ciudades no solo es consecuencia del crecimiento poblacional, sino también de la desarticulación entre los cambios demográficos y políticos. En otras palabras “es el desajuste producido entre la rapidez con que la población se aglomera en las urbes y la velocidad con que la sociedad despliega la capacidad institucional para manejar dicho inconveniente” (Fernandez, 2000, pág. 163). Una clara expresión de este desequilibrio es la producción masiva de viviendas, con relación a la cantidad de habitantes que las demanda y en detrimento de la forma y calidad de las UH que se construyen.

“La sustentabilidad social del desarrollo tiene por objeto el estudio de la calidad de vida de la población” (Guimaraes, 1994, pág. 52). Es decir, que la sostenibilidad de los sistemas se encuentra totalmente relacionada con la habitabilidad de la misma.

Los edificios son una parte fundamental del consumo energético (CE) de las metrópolis, e impactan considerable y negativamente en el ambiente. No obstante, mediante medidas relacionadas con las características principales de la ordenación del territorio y de las edificaciones se puede reducir el mismo.

La planificación urbana incide en el ahorro de energía (AE) de la edificación, ya que el diseño del entorno y los espacios públicos influyen en las características particulares del sector donde se desenvuelven los mismos. Por ello, es necesario el aprovechamiento de los recursos naturales de manera que se adapten a las condicionantes climáticas, topográficas y territoriales. Es

un conjunto de relaciones muy complejo en el que inciden diferentes factores que deben ser analizados desde distintos enfoques, social, económico, político, jurídico y ambiental. Éste último, establece la complejidad de las vinculaciones del contexto natural y el medio construido y cómo el desequilibrio entre las sinergias de ambos provoca problemáticas sobre el sistema ambiental.

El urbanismo bioclimático se enmarca dentro de la planificación del DS, cuyo objetivo es la búsqueda de mejorar la calidad de vida de los habitantes, adaptándose al medio que lo rodea, reduciendo el consumo de agua, energía, contaminación y optimizando el microclima del lugar. (Higuera E., 2006).

El mismo considera premisas fundamentales de diseño adaptado al clima del sector de los siguientes factores.

- El trazado vial adaptado a la topografía, con relación al asoleamiento y vientos predominantes.
- Áreas verdes adecuadas a la necesidad de sombra, humedad y evaporación ambiental.
- La conformación y proporciones de las manzanas y parcelas que generen fachadas y patios bien orientados.
- La morfología del perfil urbano, en cuanto a las alturas de la edificación, retiros, forestación, veredas, calzada, etc.

## **EDIFICACIÓN Y AHORRO ENERGÉTICO**

El gasto de energía (E) que supone mantener los ambientes interiores en condiciones de adecuadas de bienestar higrotérmico es el porcentaje de consumo energético (CE) más significativo en la edificación y causa uno de los mayores impactos sobre el medio ambiente, ya



que se produce durante todo el período de funcionamiento de los equipos asociados a este tipo de CE. Según la Secretaria de Energía de Nación, en el año 2018 el CE primario y secundario de los edificios representa el 35%, correspondiendo un 27% al sector residencial, que se ubica en segundo nivel de importancia, luego de transporte. (Figura 5).

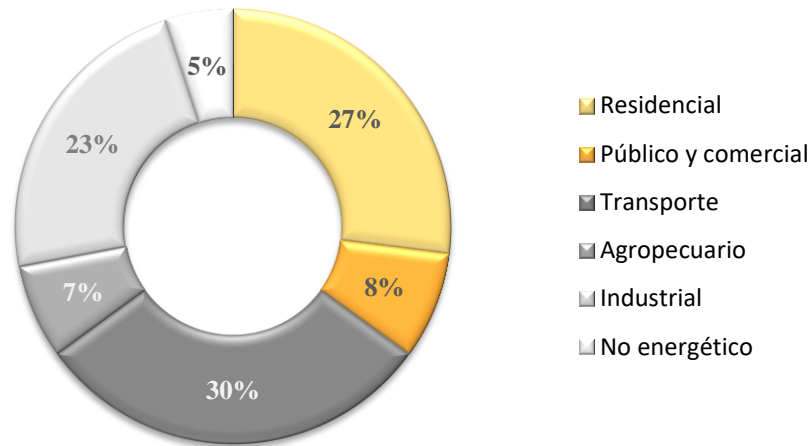


Figura 5. Consumo energético Nacional de sectores económicos.

Fuente: adaptación a partir de balance energético nacional (Ministerio de Hacienda, 2018).

Lograr un “uso racional de la energía en los edificios es un paso clave para cumplir con los objetivos Globales de AE y de reducción de las emisiones de los GEI” (Evans & Schiller, 2001, pág. 90). Apostar por el diseño de la edificación ambientalmente consciente, contribuiría a reducir la demanda energética y aminorar el consumo de los ciudadanos, produciendo un “impacto en el balance energético-ambiental nacional con un ahorro del orden del 16%”. (Blasco Lucas I., 2008, pág. 17). Asimismo, cabe señalar conclusiones de Blasco Lucas (2008) en la cuales afirma:

El consumo de climatización de viviendas varía según la zona bioambiental entre 20% y 60%, siendo aceptable adoptar un promedio del 40% para analizar la situación nacional..... Basándose en resultados de investigaciones realizadas, se asume que es

posible alcanzar un ahorro energético del orden del 70% aplicando sistemas pasivos y activos al parque residencial construido”.

El costo de operación de un edificio y el impacto ambiental son directamente proporcionales a la demanda anual de energía, que es el valor usado para comparar alternativas. Sin embargo, las variables de diseño también afectan al energético pico, la cual determina la potencia y el precio del equipo de calefacción y refrigeración (Torres & Evans, 1999).

“Existen estudios que determinan entre el 35% a 40%, la posibilidad de reducción del consumo energético de los edificios, mediante mejoras en el diseño de su envolvente térmica, y los hábitos de utilización de los mismos”. (Cavedo & Galilea, 2010, pág. 10).

La vida útil media de los edificios se estima que es de varias décadas, lo cual implica que, si el diseño inicial es ineficiente en lo que respecta al confort térmico interior, conduce a un significativo costo energético a la largo del ciclo de vida de los mismos (Hipoteca energética).

## **DISEÑO EFICIENTE**

Cuando se habla de diseño eficiente, responsable o ambientalmente consciente, se refiere a la arquitectura bioclimática, eficiente energéticamente (EE), ecológica, verde, sustentable o bioambiental. Estas adjetivaciones poseen un objetivo común, el respeto por el ambiente, el hábitat confortable y el ahorro energético. De todas ellas se enfocará la atención en tres, por considerar que tienen diferencias relevantes entre sí y las mismas han desarrollado un cuerpo teórico metodológico propio con base científica muy sólida, a partir del cual cuentan con métodos y herramientas para abordar los diferentes aspectos que cada una abarca.

La arquitectura bioclimática (AB) es aquella que se adapta a las condiciones climáticas de su entorno, en la búsqueda del bienestar y calidad del ambiente interior necesario para los usuarios de una manera natural. Esta adaptación se realiza mediante medidas pasivas, las cuales son decisiones que se toman en el momento de la idea de partido del proyecto, utilizando los elementos propios de la arquitectura y se los denominan estrategias y sistemas de acondicionamiento pasivos (figura 6). Las envolventes en la edificación cumplen la función de filtro que regula el intercambio térmico con el exterior. El estudio de las mismas se basa en reconocer los tipos de transferencia de calor existen y así mejorar el confort higrotérmico, favoreciendo al AE durante la vida útil de la misma.

La AB tiene en cuenta fundamentalmente el estudio de la trayectoria solar y los vientos predominantes del lugar, a fin de propiciar la correcta orientación de las tipologías y sus espacios interiores de acuerdo con las funciones que deban cumplir, aprovechado de modo óptimo los factores positivos y evitando aquellos que son desfavorables. La aplicación de estrategias adecuadas debe garantizar una eficiente iluminación y ventilación natural, como también un asoleamiento controlado y un buen comportamiento de los materiales en relación con el clima local.

Por otro lado, la arquitectura EE en cambio, incorpora los preceptos pasivos de la AB en la búsqueda del AE, conservando los estándares de confort, pero incluyendo además, sistemas activos (SA) con el aprovechamiento energías renovables (ER). Se entiende por SA a equipos tecnológicos que utilizan la radiación solar, para abastecimiento de energía térmica o eléctrica. En la edificación la implementación de colectores solares térmicos (CST) y calefones solares orientan a cubrir parte de sus necesidades, como la producción de agua caliente sanitaria (ACS) y calefacción, estas

aplicaciones se las denominan SA de baja temperatura. Los paneles Fotovoltaicos convierten el efecto fotoeléctrico del sol para la obtención de energía eléctrica

Finalmente, la arquitectura sustentable (AS) engloba a las demás en un concepto más amplio. La misma incorpora elementos que complejizan su aplicación y muchas veces es un término tomado con mucha liviandad. La AS, debe garantizar el menor impacto ambiental y minimizar el consumo de recursos; teniendo en cuenta la economía de agua (H2O), la reutilización y tratamiento de efluentes cloacales, el AE de manera pasiva en cuanto al diseño en general. Se pondera la iluminación y ventilación natural, en una búsqueda constante por el confort y calidad interior óptima; como así también, el uso de la tecnología para favorecerlo con la domótica y la incorporación de ER, además de la aptitud de los materiales en referencia a su comportamiento térmico, al ciclo de vida de los mismos y de la edificación en sí, valorando la implantación en sitios sustentables que tengan una relación amigable con el entorno, reutilizando y reciclando componentes constructivos e inclusive el propio inmueble, etc. La figura 6 esquematiza la relación existente entre estos tres campos cognitivos teórico-prácticos de la Arquitectura, cuya respectiva relevancia amerita adjetivaciones diferenciadas de la Disciplina

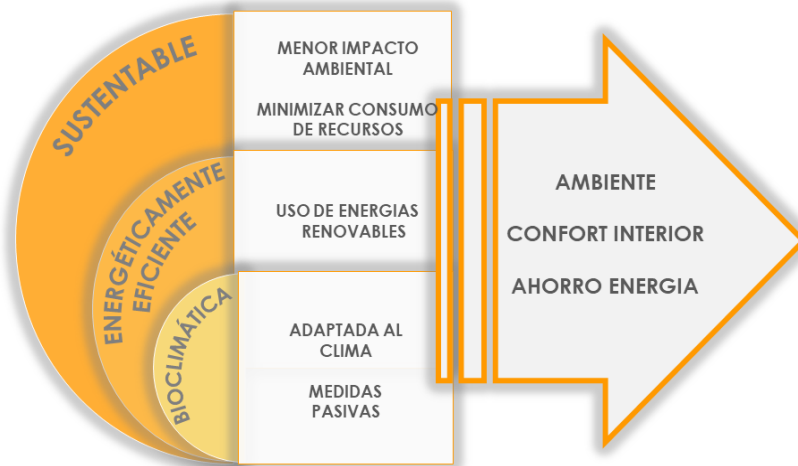


Figura. 6. Relación campos cognitivos teórico-prácticos de arquitectura.

Fuente: (elaboración propia)

## CONFORT TÉRMICO INTERIOR

Para la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado “ASHRAE”, el confort interior “*es un estado del espíritu que refleja la satisfacción con el ambiente térmico (AT) que rodea a la persona*”. Y la Organización Internacional de Normalización (ISO 7730), dice que es “*esa condición de la mente que expresa el bienestar con el AT*”. Se entiende por el mismo, al recinto físico que se encuentra sujeto a la combinación de diferentes variables ambientales de temperatura, humedad, radiación.

En la arquitectura bioclimática es fundamental alcanzar el confort de los usuarios. La existencia de un espacio confortable es necesario para una vida saludable y productiva (Mallick, 1996), el cual es el patrón básico de medida para dimensionar los sistemas que conforman la AB, la EE y la AS

Este concepto toma en cuenta distintos tipos de confort, que están dividido de acuerdo con el canal de percepción sensorial y trabaja en ellos para lograr espacios armónicos.

- Higrotérmico.
- Lumínico.
- Acústico:
- Olfativo.

El estado de bienestar depende de distintas variables que pueden ser cuantificables o no. En cuanto al Confort higrotérmico, es la sensación comodidad a través de la piel. El mismo está relacionado con las diferentes circunstancias del ambiente en lo referido a la temperatura, la radiación, la humedad, el movimiento del aire como también del tiempo transcurrido, la indumentaria, tipo de alimentación y el nivel de actividad que las personas desarrollen en el

espacio. Con la aplicación del diseño arquitectónico, orientaciones, estudios de la materialidad y sistemas pasivos de climatización es posible conseguir condiciones térmicas favorables.

### Los Factores y Variables Intervinientes

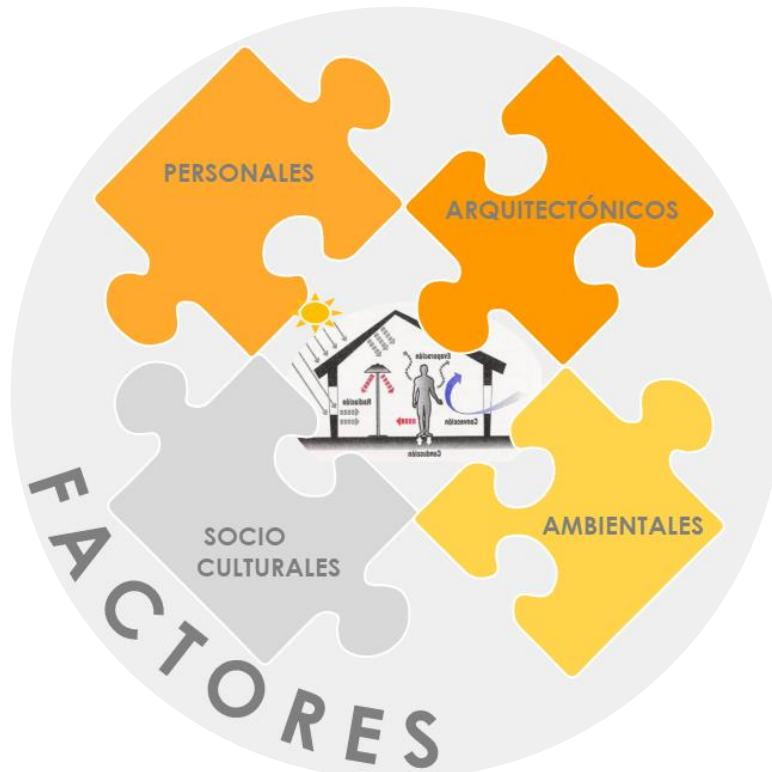


Figura 7. Factores que intervienen en el confort. Fuente:(Elaboración propia)

#### *Factores Climáticos*

Las variables climáticas que influyen en la sensación subjetiva de confort térmico son temperatura, humedad relativa, radiación promedio de las superficies o intensidad ( $\text{watts/m}^2$ ) y movimiento de aire medida en m/seg.

#### *Factores Personales*

El confort se modifica según factores individuales que varían en cada persona, con relación a su metabolismo basal, edad, sexo, conformación corporal y otros como alimentación, nivel de actividad física, vestimenta, condición anímica o psicológica, etc.

### ***Factores socio culturales***

Depende de las costumbres de cada habitante y de la adaptación que tenga el mismo al clima en donde está inserto.

### ***Factores arquitectónicos***

Se entiende como la respuesta y adaptación del diseño morfológico y sistema constructivo de la tipología con relación al clima local (fig.7).

### **Mecanismos de transferencia de energía que inciden en la calidad edilicia.**

Todo edificio arquitectónico está sujeto a cargas térmicas, las cuales dependen de diferentes variables que modifican las situaciones de bienestar. Cuando se equilibran las mismas entre exterior e interior, se logra el confort térmico deseable, con el cual se alcanza eficiencia energética.

La calidad pasiva de una edificación se caracteriza por la demanda de energía para su climatización. La misma se calcula teniendo en cuenta los flujos energéticos debidos a las ganancias y pérdidas a través de la envolvente por cuatro mecanismos de transferencia de calor (Figura 8).

- Diferencias entre temperaturas interiores y exteriores debidas a intercambio de calor por conducción, convección y radiación. Ganancias externas
- Cambios de presión del aire o una diferencia de temperatura entre el interior y el exterior que inducen la ventilación. Ganancias y pérdidas por ventilación
- Diferencias de temperaturas superficiales y la atmósfera exterior o incidencias solares, directas e indirectas. Las cuales dependen del factor de exposición a la radiación solar de las superficies vidriadas, del coeficiente de ganancia solar y de la intensidad de la radiación de la localidad.
- Generación de calor sensible o latente en el interior del edificio conocido como “ganancias internas” (corporal de los usuarios, iluminación y otras fuentes).

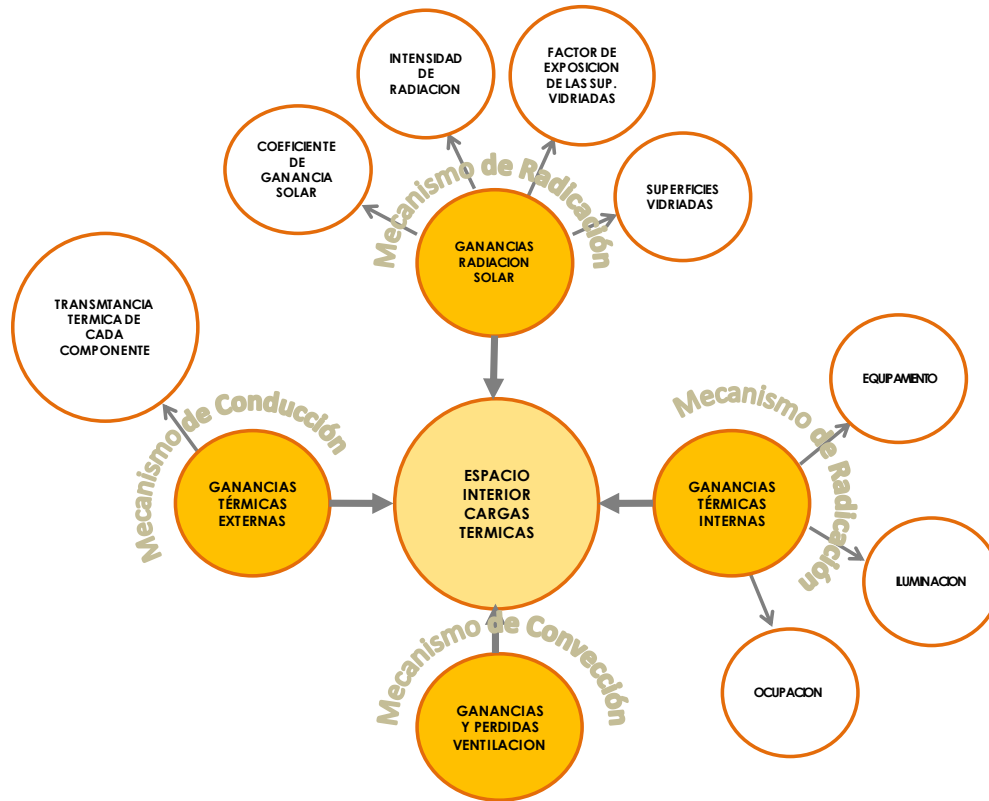


Figura 8. Mecanismos de transferencia de energía que inciden en la calidad edilicia. Fuente: (Elaboración propia)

Los cuatro mecanismos señalados en la figura 8 dependen de las siguientes cualidades pasivas de un edificio y su entorno.

- Implantación
- Orientación
- Compacidad
- Protección térmica
- Calidad de la envolvente térmica opaca
- Calidad de la envolvente térmica transparente
- Infiltraciones de aire
- Ventilación natural



A pesar del número de factores que intervienen y la variación subjetiva de los mismos, se pueden determinar condiciones de temperatura y humedad que satisfagan a la mayor proporción de la población. La definición de la zona de confort permite evaluar las variables climáticas en relación con las situaciones deseables en el interior de los edificios y en los espacios exteriores que lo rodean.

### **Diagramas y Climogramas**

En el campo del estudio del confort higrotérmico diferentes autores a través del tiempo han abordado el tema desarrollando distintos modelos de aplicación. Existen diferentes métodos que permiten establecer cuáles son las estrategias pasivas necesarias en el diseño de un edificio y su entorno inmediato en referencia al clima en que está inserto. Por ello, son primordiales los datos estadísticos meteorológicos de un lapso mínimo de 10 años para disponer así, del año tipo climático (ATC) correspondiente al del lugar a trabajar. El estudio climatológico y de diagramas se analizará en el capítulo III posteriormente.

## MARCO REGULATORIO

El Gobierno Nacional a partir del año 2007, ha implementado paulatinamente políticas que fomentan inversiones y normativas que estimulan el AE. Desde el 2012 en La Rioja, se implementaron e impulsaron acciones dirigidas al uso de ER en proyectos de generación de energía eléctrica, continuando en la actualidad con estos lineamientos. Asimismo, el municipio del Departamento Capital por su parte realizó algunas gestiones favoreciendo la EE a nivel institucional y urbano, con la aplicación de tecnologías de aprovechamiento de la radiación solar y artefactos de iluminación con mayor rendimiento.

Analizando las fuentes estadísticas del balance energético nacional 1990-2016, en tabla 1 se observa que el consumo de nacional (sector residencial) de energía primaria y secundaria sufrió un notable incremento en los últimos años que alcanza el 146% (Ministerio de Hacienda, 2018).

Es relevante aclarar las diferencias en cuanto a lo conceptual en lo referido a los términos de fuentes de energía primaria y secundaria. Las primeras son aquellas que se obtienen directamente de la naturaleza son el sol, el viento, el agua en movimiento y la biomasa, las cuales son renovables y entre las que no lo son, encontramos el petróleo, gas, carbón y el uranio. Por otro lado, la secundaria hace referencia a los flujos energéticos que surgen de la transformación de alguna fuente primaria, como por ejemplo electricidad a partir de la energía eólica.

Tabla 1.

*Consumo de energía a nivel nacional. Sector residencial, en unidades de miles de toneladas equivalentes de petróleo (TEP)*

Tipo de Energía	1990	2000	2010	2016
Energía primaria	122.79	225.00	100.32	83.60
Energía secundaria	6123.00	9232.04	13016.82	15310.85
<b>Total nacional</b>	<b>6245.79</b>	<b>9457.04</b>	<b>13117.14</b>	<b>15394.45</b>
<b>Porcentaje variación</b>	51.41%			
			110.02%	
			146.48%	

Porcentajes de la variación del consumo del sector residencial a nivel nacional de energía primaria y secundaria por décadas, período 1990-2016. Fuente: (elaboración propia) a partir de datos balance energético nacional (Ministerio de Hacienda, 2018).

En cuanto a la provincia, se analizó el período 2005-2016 del consumo de energía final, debido a que son los únicos datos oficiales a los que se ha logrado acceder. Los correspondientes al 2005-2014 son extraídos de una tesis doctoral (Viel, 2016, pág. 168) al 2015-2016 (Ministerio de Hacienda, 2018). En las tablas 2 y 3 se observa la evolución de los consumos finales de energía eléctrica, gas natural y gas licuado, en los mismos se comprueba que el incremento dado en el país es paulatino, llegando a un 53% en

Tabla 2.

*Consumo de energía final a nivel nacional. Sector residencial. Unidades: miles de TEP.*

Tipo de Energía	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Energía eléctrica	2097	2280	2562	2697	2780	2937	3108	3230	3448	3773	3728	3851
Gas natural	6602	6597	8013	7618	7585	8225	8657	9104	9548	9220	9361	9898
Gas licuado	1183	1202	1212	1159	1036	1651	1313	1398	1424	1360	1348	1366
<b>Total Nacional</b>	<b>9882</b>	<b>10079</b>	<b>11787</b>	<b>11475</b>	<b>11401</b>	<b>12813</b>	<b>13078</b>	<b>13733</b>	<b>14419</b>	<b>14354</b>	<b>14437</b>	<b>15116</b>
<b>Porcentaje de variación Nacional</b>	29.67%											
						17.97%						
						52.97%						

Porcentajes de la variación del consumo a nivel nacional de energía eléctrica, Gas natural y licuado tramo 2005-2016. Fuente: (elaboración propia) a partir de datos del balance energético nacional. (Ministerio de Hacienda, 2018).

el período de años analizados y a nivel provincial es mayor, ascendiendo a un 185%, del cual, el 96% se da entre 2005 y 2010, cuando las políticas públicas fomentaban el acceso a la vivienda propia, como se explicó en la justificación de la presente tesis.

Tabla 3.

*Consumo de energía a nivel provincial. Sector residencial. Unidades: miles de TEP*

Tipo de Energía	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Energía eléctrica	16.80	18.80	22.00	24.90	26.50	29.90	30.00	34.90	38.00	40.00	41.00	42.00
Gas natural	7.80	7.25	9.70	8.80	8.70	9.60	9.00	9.50	9.60	9.30	9.00	10.00
Gas licuado	S/D	S/D	S/D	S/D	8.80	8.80	9.00	8.50	7.80	13.00	18.00	18.00
<b>Total Provincial</b>	<b>24.60</b>	<b>26.05</b>	<b>31.70</b>	<b>33.70</b>	<b>44.00</b>	<b>48.30</b>	<b>48.00</b>	<b>52.90</b>	<b>55.40</b>	<b>62.30</b>	<b>68.00</b>	<b>70.00</b>
<b>Porcentaje de variación</b>	<b>96.34%</b>						<b>44.93%</b>					
<b>Provincial</b>	<b>184.55%</b>											

Porcentajes de la variación del consumo a nivel provincial de energía eléctrica, gas natural y licuado tramo 2005-2016. Fuente: (elaboración propia) 2005-2010 a partir de (Viel, 2016) y (Ministerio de Hacienda, 2018).

El sector sur de la Ciudad carece de gas natural, la población se abastece con electricidad y gas envasado, el cual es utilizado generalmente solo para cocinar. En entrevista con el Ing. Bustamante Argañaraz, Subgerente del departamento de Gestión de la Energía y Estudios tarifarios de la empresa Edelar prestataria del suministro provincial, explicó que el consumo de energía eléctrica en la zona durante el período 2011-2016 creció un 49.53%, registrándose la mayor utilización anual del servicio en los meses estivales, con niveles máximos en enero.

En Argentina existe un marco regulatorio sobre el acondicionamiento térmico en la edificación con relación a la calidad de los elementos constructivos. Esta reglamentación se instaure a partir de las normas IRAM, las cuales son de cumplimiento voluntario. Sin embargo, cabe destacar que hay provincias donde, regidas por Ley, algunas de éstas ya son de aplicación obligatoria. En el caso de Buenos Aires se efectúa mediante Ley 13059/03 la cual establece la regulación que será implementada por cada municipio. La Ciudad de Bs. As. (CABA) por su parte, la instruye a través de la ley 4458/12 y Rosario las aplica con la ordenanza de 8757/1. (Tabla 4).

En cada una de las antes mencionadas, se exponen los índices y valores requeridos que garantizan un correcto aislamiento térmico acorde a las variables climatológicas, a las características de los materiales a utilizar y a la orientación geográfica de la construcción. Las mismas regulan los códigos de edificaciones que incluyen la EE en las nuevas construcciones.

A continuación, se detallan antecedentes de leyes de aplicación obligatoria.

Tabla 4.

*Normas de acondicionamiento térmico en la edificación.*

Tipo	Fin	Normativa	Alcance
<b>Ley 13.059</b> <b>Provincia de Buenos Aires</b>	Elevar las condiciones del hábitat y reducir el consumo de energía provocará una mejora en el nivel de las construcciones.	IRAM 11601 IRAM 11603 IRAM 11605. IRAM 11625. IRAM 11630 IRAM 11604	Construcciones nuevas públicas y privadas destinadas al uso humano > 1.500 m <sup>2</sup>
<b>Ley 4458</b> <b>Ciudad Capital de Bs.As.</b>	Elevar las condiciones del hábitat y reducir el consumo de energía provocará una mejora en el nivel de las construcciones.	IRAM 11601 IRAM 11603 IRAM 11604 IRAM 11605 IRAM 11625 IRAM 11630 IRAM 11659-1-2	Construcciones nuevas públicas y privadas destinadas al uso humano > 1.500 m <sup>2</sup>
<b>Ordenanza 8757 de Rosario</b>	Aspectos Higrotérmicos y demanda energética de las construcciones", exigibles en la construcción de edificios	Construcciones alto consumo energético. IRAM 11605. Nivel A Construcciones alto consumo energético NIVEL B.	Construcciones nuevas públicas y privadas destinadas al uso humano > 500 m <sup>2</sup> una altura mayor a los 10 m. Modificaciones, reformas o rehabilitaciones de edificios existentes, con una superficie útil superior a 500 m <sup>2</sup> , y /o donde se renueve más del 25% del total de sus cerramientos.
<b>Resolución 2017-APN-SECVYH</b> <b>Ministerio del Interior de Obras Públicas y Vivienda.</b>	Mejorar la respuesta de la vivienda, en relación a las condicionantes climáticas y a la reducción del consumo de energía. Esta norma es de aplicación obligatoria en todo el país en relación a la construcción de viviendas que estén ejecutadas con fondos nacionales.	IRAM 11601 IRAM 11603 IRAM 11605 IRAM 11625	Estándares mínimos de Calidad para Vivienda de interés Social. Todas nuevas, cuyo financiamiento es a través de este organismo.

Reglamentaciones de cumplimiento obligatorio para acondicionamiento térmico en la construcción de edificios en el país. Fuente: (Elaboración propia).

Desde el 2010 existe la norma IRAM 11.900 con edición actualizada en el 2017 que incluye el método de cálculo para la evaluación de las siguientes prestaciones energéticas en una vivienda:

- Climatización (calefacción y refrigeración)
- Agua Caliente Sanitaria (ACS)
- Iluminación
- Energías Renovables. (Energía solar térmica y fotovoltaica)

El fin de este etiquetado es informar al consumidor la EE, esta norma es de cumplimiento voluntario.

### **ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL**

En la actualidad a nivel nacional, se ha comenzado a avanzar en varios proyectos de certificación de eficiencia energética para el etiquetado de inmuebles destinados a vivienda. Uno de ellos es llevado a cabo por profesionales de la Secretaría de Estado de la Energía de Santa Fé, el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) cuyo trabajo, “contempla las distintas etapas que conllevan al desarrollo de la normativa y certificación del etiquetado de viviendas, como es el estudio, la publicación, difusión e implementación de la norma” (Ministerio Hacienda, 2018). En función de esto ya se firmaron convenios a fin de realizar pruebas piloto en las ciudades de Rosario, Godoy Cruz, y Bariloche.

En Córdoba el proyecto de etiquetado de edificios públicos está a cargo del Instituto de Arquitectura Sustentable del Colegio de Arquitectos de la provincia, que desarrolló el protocolo denominado ‘eSe’ -Etiquetación de Sustentabilidad Edilicia-, respaldado por el Consejo de DS de Cba., que a su vez ha iniciado el protocolo de acreditación ante el Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Éste, de acuerdo con los requisitos ya establecidos, asume un proceso de obtención de conformidades que permitirá la homologación del etiquetado de EE en la edificación. (IAS.CAC, 2017). A diferencia del que se desarrolló en Santa Fe que analiza la demanda por acondicionamiento térmico, iluminación, ACS, artefactos eléctricos, el de Córdoba tiene en cuenta además, la cobertura vegetal, la demanda de agua (H<sub>2</sub>O) potable, cosecha de H<sub>2</sub>O de lluvia, reutilización de las grises, contaminación por efluentes e índice de reflectancia solar.

Este último, junto a la cobertura vegetal, contribuye a disminuir el efecto de isla de calor urbano, residuos sólidos, calidad del aire, confort acústico, etc.

Otro avance a nivel país, con relación a la sustentabilidad de las ciudades, es la creación de ordenanzas que incluyen la incorporación de cubiertas verdes en terrazas existentes o por construir. Las mismas son de vital importancia para el desarrollo sustentable de las ciudades ya que producen innumerables beneficios al ambiente, se han aprobados proyectos de aplicación voluntaria en Rosario, Santa Fé, Neuquén, ciudad de Buenos Aires y obligatoria en Córdoba, con recompensas de reducciones de tasas, impuestos o servicios municipales según sea el caso. La ordenanza 12548 de Cba establece los beneficios de la implantación de la misma en su art.2, fue sancionada en 2016:

Las cubiertas verdes, aportan superficies naturales para absorción de CO<sub>2</sub>, de partículas en suspensión, de absorción y retención de aguas pluviales. A su vez también regulan la humedad ambiental, incrementando los niveles de oxígeno del aire, favoreciendo la EE de los edificios, reduciendo el impacto producido por el fenómeno de la isla de calor, la cual genera re irradiación de las envolventes construidas con exposición solar directa que implican un excesivo aumento del consumo energético de los mismos. (CDCC, 2018).

Se puede observar que consta un avance lento y paulatino de crecimiento de nuevas regulaciones que promuevan la EE y tecnologías sustentables en todo el país. En la ciudad de La Rioja es aún una materia pendiente. Por ahora no existe este tipo de proteccionismo ambiental y edilicio en su legislación, tanto en el ámbito provincial como en el municipal. Con el fin de revertir esto, son imprescindibles decisiones políticas y gestión pública en este sentido, de modo que se encamine a la creación de normativas de aplicación que generen un cambio fundamental en los modos de construir adaptados al clima local. Capacitar a técnicos y profesionales de entes públicos y órganos de control, es primordial para impulsar la transformación desde su seno.

## ESTADO DEL ARTE – ANTECEDENTES

En varias provincias de nuestro país se han realizado estudios del comportamiento térmico de tipologías de planes de viviendas, en relación al confort interior y a la respuesta de las envolventes, mediante la implementación de normativas existentes, monitoreos térmicos en condiciones de uso y simulaciones con software de aplicación. Muchas de estas investigaciones han servido de antecedentes para la creación o revisión de normas vigentes en la actualidad.

Entre algunos estudios científicos teóricos-prácticos realizados en distintas zonas bioclimáticas de nuestro país podemos nombrar. En Córdoba Templada Cálida húmeda zona III, (Delacoste et.al., 2015); en Mendoza Templada fría Zona IV (Barea et.al., 2008), (Arboit, et.al., 2007), (Mercado et.al., 2010); en Salta Templada Cálida Seca III a (Flores, et.al., 2007), Buenos Aires, La Plata zona Templada Cálida III b (Czajkowski, et.al., 2008); Tucumán Zona Cálida II b, (Gonzalo et al.,2000) y en San Juan zona Templada III a (Blasco Lucas, 2011).

La Rioja se ubica, como antes se mencionó, en la zona Muy Cálida I. La provincia cuenta a la fecha con poca documentación que posibilite consultar, comparar o aportar al conocimiento científico. Cabe señalar que, entre la existencia de los estudios conocidos, se encuentra el de Mamani et.al. (2004) el cual es un proyecto de investigación en donde se realizó el análisis de la trama urbana con relación al clima, analizando el comportamiento de los vientos, orientaciones y asoleamiento. Cabe aclarar que se trata de un caso atípico con un diseño tipo “panal de abeja” de los años 80.

Un segundo trabajo al que se pudo acceder, es el presentado por García et al. (2012), donde se monitoreó una vivienda tipo dúplex para analizar el comportamiento térmico de las envolventes, relacionado con la calidad edilicia y el confort interior, y en otro realizado por Alonzo et. al.



(2015), en el cual se analizaron los niveles de transmitancia en referencia a la Norma IRAM 11603 de varias tipologías de planes de viviendas construidas masivamente.

A continuación, algunos ejemplos:

*Comportamiento térmico-energético de una vivienda social de la ciudad de Mendoza, Argentina.* (Mercado et al., 2010).

En el trabajo se evalúa la calidad térmico-energética (T-E) de una vivienda social, por medio de mediciones in-situ en condiciones de uso real; el requerimiento energético necesario a través de un balance y la simulación virtual de la misma. Con el software SIMEDIF, se ajustó el modelo ensayándose adecuaciones de aplicación fácil y económica; realizando un sondeo cualitativo de las sensaciones térmicas. Los resultados mostraron que el edificio presenta un déficit en su rendimiento T-E: los consumos energéticos reales son menores a los obtenidos por cálculo. Se simularon mejoras en la envolvente, las cuales implican el 35.6% de ahorro de energía auxiliar y el logro de situaciones de confort dentro de los espacios

*Relevancia de la materialidad de la envolvente exterior en el diseño edilicio energético sustentable en clima cálido.* (Martinez, 2016)

En este trabajo se estudió el clima cálido de Tucumán, se establecieron las estrategias y pautas bioclimáticas y se propuso un prototipo básico de vivienda mínima que cumpliera con los requerimientos de forma, orientación y distribución de locales, a fin de que se adaptase a las condicionantes planteadas.

En base al prototipo propuesto, se evaluaron diferentes opciones de cerramientos exteriores alternativos, se analizó la transmitancia térmica, los costos de construcción por m<sup>2</sup> de cada propuesta, la eficiencia energética y las necesidades de acondicionamiento térmico auxiliar. Seleccionando las mejores iniciativas con relación a la performance.

*Estudio comparativo de soluciones en envolventes para conseguir la eficiencia térmica y energética.* (Czajkowski et al., 2008).

En este estudio, se realiza la incorporación de nuevas aislaciones y eliminaciones de puentes térmicos en una vivienda existente, ubicado en la ciudad de La Plata. Luego, a través de mediciones se comparan las necesidades de calefacción antes y después de la intervención, arrojando resultados donde el ahorro de energía a lo largo de una vida útil estimada de 30 años, sería de U\$D 48,959 (dólares estadounidense cuarenta y ocho mil, novecientos cincuenta y nueve) y la inversión en aislamiento se amortizaría en 6 años.

*Determinación y análisis de los requerimientos energéticos para el acondicionamiento térmico de un prototipo de vivienda ubicada en san miguel de Tucumán.* (Gonzalo et al.,2000).

En este desarrollo se realizaron modificaciones al diseño de la envolvente de un prototipo de vivienda con el fin de demostrar las diferencias del consumo energético final entre ambas propuestas, determinando cuales son las soluciones óptimas para el clima de San Miguel de Tucumán.

*Simulaciones del consumo de energía eléctrica para mantener el confort en verano e invierno en viviendas con envolventes de madera y de mampostería.* (Alías & Jacobo, 2004)

Trabajo realizado en la zona bioambiental cálida I b, que posee un clima muy húmedo. Los resultados permiten afirmar que los factores de mayor incidencia en el gasto de energía son la orientación, los componentes de la envolvente y la compacidad. Al reemplazar el material de los muros por unos más adecuados a la región climática, el consumo energético anual / m<sup>2</sup> (simulado) para mantener el confort se redujo casi un 21% con respecto a la situación original. Si a este porcentaje de economía se agrega el que se obtendría aprovechando la iluminación natural mediante el diseño de aberturas y la optimización del factor de forma, el ahorro eléctrico sería

relevante, especialmente si se tiene en cuenta lo que él significa en términos de reducción de emisiones contaminantes al ambiente.

*Aportes De La Arquitectura Sustentable En El Sector Residencial Sobre El Balance Energético-Ambiental Argentina* (Blasco Lucas I. , 2008).

En esta publicación se enumeran diferentes investigaciones a nivel nacional, detallándose numerosos casos de estudios teóricos-analíticos a lo largo del país realizado por “Institutos u Organismos, que dependen de Universidades y/o del CONICET. Estos centros realizaron estudios “desarrollando herramientas y propuestas metodológicas construyendo proyectos demostrativos en varias provincias”, en la búsqueda constante por mejorar la eficiencia energética y sustentabilidad

Dicha investigación logro dilucidar que en todos los ejemplos estudiados se verifico ahorro de energía en acondicionamiento térmico de entre un 30 y 95%, con la utilización de sistemas pasivos. Asimismo, en los casos que se utilizaron colectores para ACS y paneles fotovoltaicos cubrieron la demanda energética en un 80%.

“Los sobrecostos en la inversión inicial hacia la implementación de mejoras, fueron reduciéndose del 30% en las primeras construcciones a menos del 10% en las más actuales, con tiempos de recuperación de la misma variando entre 5 y 10 años” (Blasco Lucas I. , 2008).

*Evaluación Del Comportamiento Térmico-Energético De Alternativas Bioclimáticas De Mejoras En Tipologías Fonavi.* (Blasco Lucas ,2011)

Este artículo describe una investigación realizada sobre seis tipologías FONAVI seleccionadas con relación a su “representatividad en cuanto a la cantidad de micro urbanizaciones similares”. Se establecieron “estrategias globales de climatización” anuales por medio del software ABC (método Givoni). El uso del mismo permitió elegir las mejores opciones a ser incorporadas,

sin que generen modificaciones sustanciales en las viviendas existentes. Además, se aplicó el grupo de normas IRAM de acondicionamiento térmico, datos que fueron volcados en planillas electrónicas utilizando el programa KG-MOD (Blasco Lucas, 2005). El análisis comparativo mediante estos programas permitió inferir las debilidades de cada tipología y las posibles soluciones en las mismas.

*Valoración microeconómica de alternativas bioclimáticas en viviendas existentes.* (Blasco Lucas, 2011).

En este artículo se detalla un estudio microeconómico del valor monetario en el ciclo de vida, evaluando alternativas de estrategias bioclimáticas utilizadas en prototipos FONAVI. Para lo cual se utilizó un software PROMETE-VE que permitió llegar a conclusiones con relación a las inversiones necesarias para el mejoramiento del acondicionamiento térmico en función del ahorro de energía consumida con ese fin. El programa desarrollado permite “evaluar de manera simultánea doce estrategias aplicadas en diferentes combinaciones de (12 casos: 6 tipologías con dos orientaciones), analizando variables de riesgo y cuantificando efectos en escenarios futuros”.

*Evaluación del costo monetario y energético de elementos edilicios para edificios energéticamente eficientes.* (Esteves, et al.,2014)

En este trabajo se establecen costos financieros y energéticos de elementos constructivos techos, muros, ventanas y aislaciones térmicas, comparando los mismos expresando conclusiones sobre los más económicos monetariamente y los que requieren menos energía involucrada.

## METODOLOGIA

### PRIMERA ETAPA- ESTUDIO DEL CONTEXTO

Etapa descriptiva y analítica de la situación real de la ciudad de La Rioja en relación al medio físico ambiental, a las necesidades de confort higrotérmico interior, teniendo en cuenta las normativas que deben aplicarse según la zona climática de la ciudad.

#### **Medio físico ambiental**

Se analizará el clima de la ciudad capital y el marco geográfico. Se realizarán diagnósticos climáticos a fin de ser tenidos en cuenta en la aplicación de los lineamientos. Normas IRAM 11605.

#### **Estudio de necesidades higrotérmicas interiores**

Determinación de parámetros de confort y estrategias pasivas de acondicionamiento térmico interior necesarias, a través de la aplicación de diferentes métodos de un año tipo climático, para lo cual se realizará el procesamiento de datos de los últimos diez años.

Se determinará la temperatura neutra ( $T_n$ ), según la ecuación de Auliciems Andris (1993) para la ciudad de La Rioja.

Los métodos a aplicar son los siguientes:

- El Climograma de Givony, (1969), utilizando el software Arquitectural Bioclimatic Classification (ABC).
- Método Mahoney y Evans, recurriendo al programa “MET-ME” en Excel, creados por la arquitecta Blasco Lucas (2000).
- Método de Bruce Novel Ampliado “BNA”, para la determinación de necesidades de protección solar. Se utilizó para el procesamiento planillas Ms Excel, adaptados

por Mesa (2002).

A partir de las aplicaciones de los distintos procesamientos se establecerán conclusiones generales sobre las estrategias necesarias para la ciudad Capital.

## **SEGUNDA ETAPA – ANALITICA – ESTUDIO DE CASOS “CIUDAD NUEVA”**

### **Relevamiento de planes de viviendas**

Se realizará un relevamiento de la ubicación de todos los planes de viviendas masivos existentes en la ciudad de La Rioja a través del tiempo, a fin de demostrar el porcentaje de los mismos con relación construcciones privadas y como el crecimiento tiende hacia la zona sur., a partir de entrevistas e investigación bibliográfica.

Estudio de tipologías construidas en los últimos 19 años. Entrevistas a agentes de la A.P.V.y U.

### **Estudio bioclimático de tipologías de la zona sur de la ciudad**

Se realizará un estudio comparativo de las tipologías más representativas de la zona sur, en base a la aplicación de estrategias pasivas de acondicionamiento térmico arribadas en la etapa anterior, de manera de establecer un diagnóstico de su adaptación al clima de la ciudad, y así, arribar a recomendaciones de diseño para futuras propuestas en La Rioja capital.

### **Estudio del comportamiento térmico de las envolventes**

Se establece cuáles son los rangos de aplicación adecuados a la zona bioambiental de la ciudad Capital de La Rioja, según lo establece la normativa vigente nacional no obligatorio de acondicionamiento térmico (IRAM 11603).

Análisis comparativo de sistemas constructivos más relevantes utilizados en prototipos de planes de viviendas. Se aplicará la IRAM 11603, verificando los niveles alcanzados de

transmitancia térmica requeridos en la actualidad de manera voluntaria para mejorar el acondicionamiento térmico con relación a nuestra zona bioambiental.

### **TERCERA ETAPA – PROPOSITIVA – CASO DE ESTUDIO**

Se ejecutará la verificación estacionaria con relación a las normas de ahorro en calefacción (11604) y en refrigeración (11659-2), del prototipo más significativo. Realizando las mismas con las propuestas de techos de usos frecuentes, a fin de establecer su situación frente al cumplimiento de dicha norma y las propuestas de mejoras para alcanzar los valores recomendados.

Se estimará los consumos de energía anual de cada opción y la economía energética producida con la incorporación de aislación térmica. Valorando los sobrecostos de rehabilitación de la envolvente superior, los años de amortización y las emanaciones de CO<sub>2</sub> producidas desde su consumo energético con relación al acondicionamiento térmico auxiliar.

Se presentará plan de gestión a fin de establecer los actores intervinientes, las acciones necesarias, plazos, problemáticas de articulación, entre otros aspectos que posibiliten la aplicación de mejoras en las envolventes de viviendas existentes.

### **CONCLUSIONES GENERALES**

### **CAPITULO 03 – ESTUDIO CONTEXTUAL**

El objetivo de este capítulo se divide en tres ejes para conocer el contexto donde se desarrolla la presente tesis.

El primero corresponde en al medio físico ambiental, en el cual se contempla el marco geográfico a nivel general y el clima en particular de la ciudad Capital, realizándose un diagnóstico climatológico a partir del estudio de todos los parámetros del mismo, de manera de establecer las primeras conclusiones.

En el segundo eje se estudiará las necesidades higrotérmicas exteriores e interiores determinando los parámetros de confort de la localidad a estudiar aplicando distintos métodos de carácter cualitativo y cuantitativo. Para los cuales se utilizarán diferentes programas computacionales que serán descritos en el presente capítulo.

En el tercero se especificarán los rangos de aplicación de la normativa IRAM 11603 de acuerdo con la zona bioambiental de la localidad a estudiar. Los mismos establecerán la guía a seguir en cuanto a pautas relacionadas con el comportamiento térmico de la envolvente.



## ESTUDIO DEL CONTEXTO

### MEDIO FISICO AMBIENTAL

#### Marco geográfico

La provincia de La Rioja se encuentra ubicada al noroeste del País, entre los 27°55 y los 37° 57' Latitud Sur y los 65° 20' y 69° 25' longitud oeste del meridiano de Greenwich. La misma posee una superficie de 89.680 km<sup>2</sup> que representa el 3,22% del territorio Nacional (Subsecretaría de Minería, 2017).

El relieve predominante es montañoso (fig.9), la zona oeste del territorio se encuentra en la región andina y la mayor porción del mismo dentro de las Sierras Pampeanas. La vegetación natural es mínima, predominantemente xerófila, arbustiva achaparrada, con escasas formaciones arbóreas, donde crecen distintas especies de algarrobos, aguaribay y quebrachos, variedades adaptadas a la escasa presencia de cursos de agua permanentes.

La ciudad Capital de La Rioja se localiza en el centro de la provincia a 28,23°de latitud norte; a 66.49°de longitud y a 429 metros de altura sobre el nivel del mar (asnm), enmarcada hacia el Oeste por la ladera Este de la Sierra del Velazco (Subsecretaría de Minería, 2017).

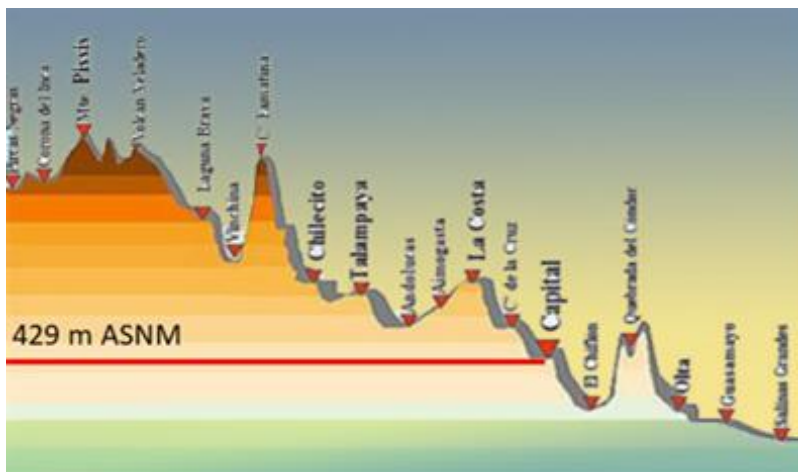


Figura 9. Perfil Geográfico de la provincia de La Rioja, ubicando a la Ciudad Capital en asnm. Fuente: (Subsecretaría de Minería, 2017)

### Clima de la Ciudad de La Rioja

Según la clasificación Bioambiental de la República Argentina basándose en la norma IRAM 11603 (fig.10), la ciudad de La Rioja se encuentra en la zona I a, referenciada como muy Cálido Seco. Los veranos son lluviosos y demasiados calurosos con máximas promedios (TmMa) de 35.3°C. Las Temperaturas mínimas medias (TmMi) de 25°C y máximas absolutas (TMA) rondan en torno a los 46 °C. Los inviernos son muy suaves y secos, con temperaturas de más de 10°C, con alta amplitud térmica diaria y escasa humedad. Las precipitaciones no superan los 400 mm anuales acumulados, concentradas en la época estival y su radiación solar es intensa durante todo el año.

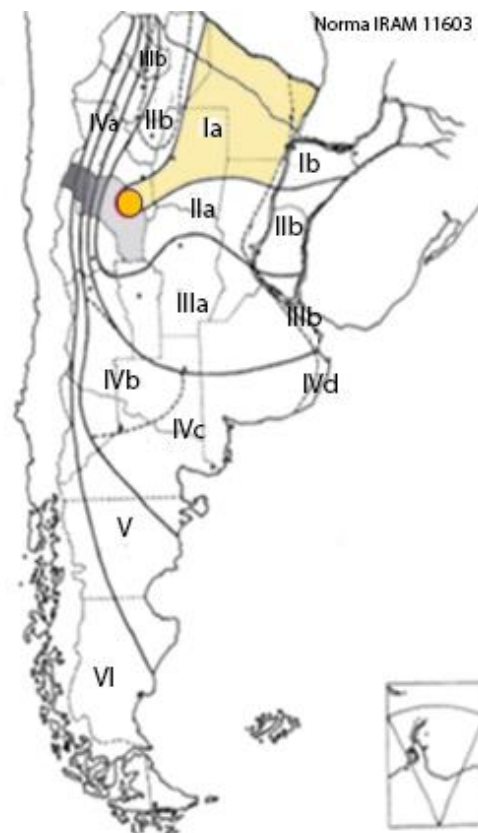


Figura 10. Mapa zonas Bioambientales de Argentina, en la cual se marca la Ciudad de La Rioja, destacando su ubicación en la zona Ia. Fuente: norma IRAM 11603.

### *Diagnóstico de Estadísticas meteorológicas. Análisis Climático.*

En el análisis de datos climáticos, se utilizaron los históricos ya procesados proporcionados por el SMN<sup>2</sup> de la estación aeropuerto 872170, del período 2001- 2010, esta información fue cargada en el Software CEEMACLIMA (Gonzalo,1998) a fin de obtener a partir del mismo, el Año Típico Meteorológico (ATM) y algunas gráficas estadísticas necesarias para el desarrollo del presente tema.

#### *Temperaturas y precipitaciones*

En la figura 11 se puede observar los valores de temperaturas, expresan que la Tm anual oscila de los 11 °C y los 27.7°C con un promedio de TmMa que va desde los 19.8 °C a los 35.5 °C. Las TMiA transitan de los-4.3°C a los 14.1°C con un registro de las más altas en el período de Octubre – Abril. Las TMaA son muy elevadas y fluctúan entre los 36.6°C a 44.5 °C, alcanzando sensaciones térmicas de alrededor de los 48°C lo cual evidencia la rigurosidad térmica de esta etapa del año.

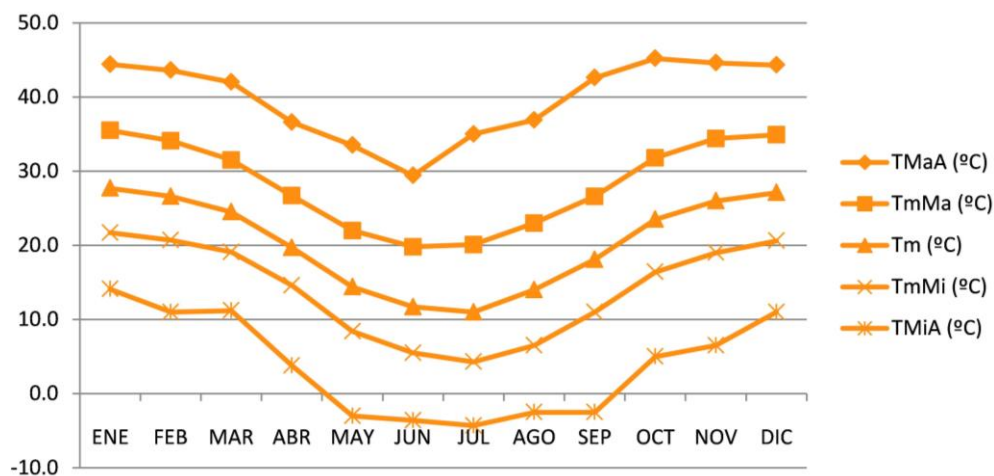


Figura 11. Temperaturas máximas y mínimas absolutas, (TmMaA, TMiA); temperaturas máximas y mínimas medias (TmMa, TmMi) y temperatura media (Tm).  
Fuente: SMN 2001-2010 (Elaboración propia).

<sup>2</sup> Servicio Meteorológico Nacional

Durante la misma se producen las mayores marcas de precipitaciones, que según se detalla en la figura 12, logra niveles máximos mensuales en verano de 91.1 mm en el transcurso del mes de enero y mínimos en la época de más bajas temperaturas entre junio y agosto (prácticamente de sequía), registrándose así un promedio acumulado total anual que solo asciende a casi 400mm.

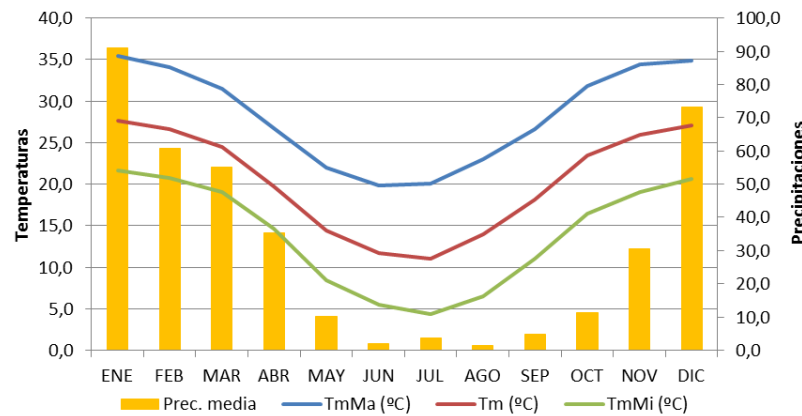


Figura 12. Cuadro síntesis que expresa el régimen de precipitaciones promedio mensual y TM, TMaM, TMiM. Fuente: SMN 2001-2010 (elaboración Propa).

*Régimen de viento*

Para analizar los regímenes de los vientos con relación a su dirección e intensidad, se cargaron los datos suministrados por el SMN en el CEMMACLIMA (Gonzalo G.,1998) .

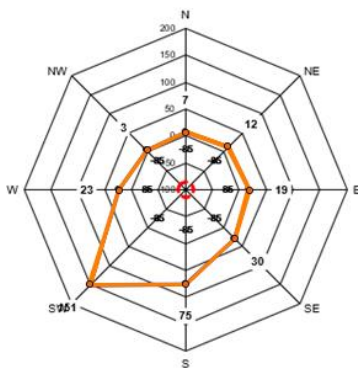


Figura 13. Frecuencia de dirección de viento por orientación de la ciudad de La Rioja. Fuente: elaboración propia, con CEMMACLIMA (Gonzalo,1998); a partir de datos del SMN (2001-2010)



Figura 14. Intensidad de viento por orientación de la Ciudad de La Rioja. Fuente: elaboración propia, con CEMMACLIMA (Gonzalo,1998); a partir de datos del SMN (2001-2010).

En la Fig. 13, se observa que los vientos dominantes de la ciudad Capital provienen del SO que se desplazan a una velocidad de 12 a 13 Km/h (fig.14), durante todo el año. Los del oeste característico de la zona, son secos y cargados de polvo en suspensión, con aceleraciones medias de 10 a 12 km/h, alcanzando su mayor intensidad de mayo a agosto. Los cálidos son del sector NE y Norte, lo hacen en forma anual, incrementando su frecuencia en el período de octubre a febrero.

*Heliofanía*

En la fig.15 se exhibe la medición efectiva, que corresponde a las horas de sol que posee la localidad, la cual alcanza la mayor duración desde el mes de agosto a febrero con valores comprendidos entre 7.8 a 8.5 horas de sol.

En cuanto a la heliofanía relativa (fig.16), que se obtiene entre el cociente de las horas reales y las horas teóricas de sol obtenidas (por calculo), es alta anualmente, superando el 53% en la mayoría de los meses y alcanzando aproximadamente el 69% en el octavo mes del año.

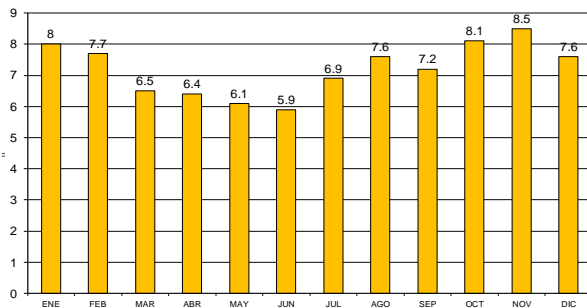


Figura 15. Horas de heliofanía efectiva, promedios mensuales. Fuente: elaboración propia, con CEMMACLIMA (Gonzalo, 1998); a partir de datos del SMN (2001-2010).

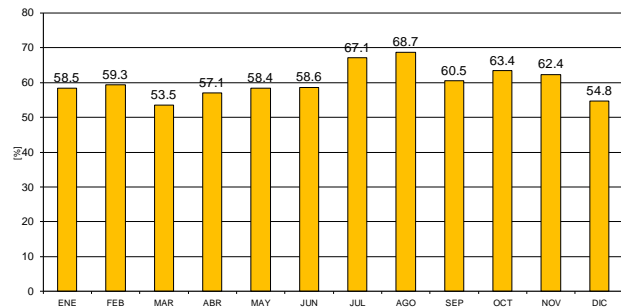


Figura 16. Porcentaje de heliofanía relativa promedios mensuales de la década analizada. Fuente: elaboración propia, con CEMMACLIMA (Gonzalo, 1998); a partir de datos del SMN (2001-2010).

*Nubosidad- Tipos de cielo*

En la Figura 17 se expresa los registros de nubosidad medida en octavos, donde se puede concluir que los niveles son bajos. Las mayores cantidades se alcanzan en los meses van de diciembre a marzo de con valores de 3.4 a 3.8. En la figura 18, se establecen los tipos de cielo de

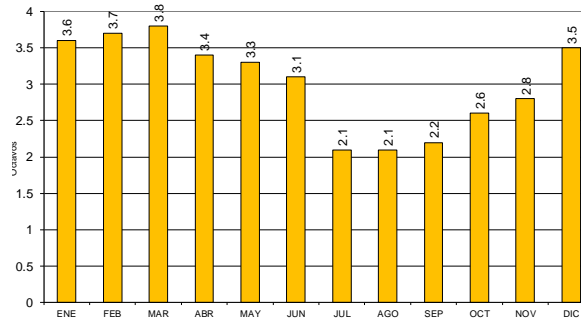


Figura17. Nivel de nubosidad en octavos anual. Fuente: elaboración propia, con CEMMACLIMA (Gonzalo,1998); a partir de datos del SMN (2001-2010).

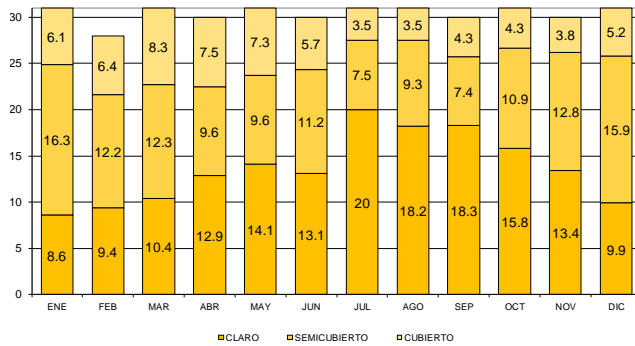


Figura 18. Registro de tipos de cielo expresado en número promedios mensuales. Fuente: elaboración propia, con CEMMACLIMA (Gonzalo,1998); a partir de datos del SMN (2001-2010).

la localidad capital, que revelan que la mayor cantidad de días claros corresponden al período que va desde el mes de julio hasta octubre, aumentando los semicubiertos de noviembre a junio con un incremento de los totalmente cubiertos en el tramo de enero a mayo.

*Radiación solar.*

En lo que respecta a la radiación solar, en la figura 19 se observa los niveles de irradiancia<sup>3</sup>, cuyo rango se establece de 0 a 7 (kWh/m<sup>2</sup>), según (Righini, 2018) en el “Atlas de Energía Solar de la República Argentina”, la ciudad Capital tiene promedios altos entre setiembre y marzo, con valores que van de 4 a 5.50 (kWh/m<sup>2</sup>).

<sup>3</sup> Irradiancia: energía por unidad de área de radiación solar incidente en una superficie de un lugar determinado.

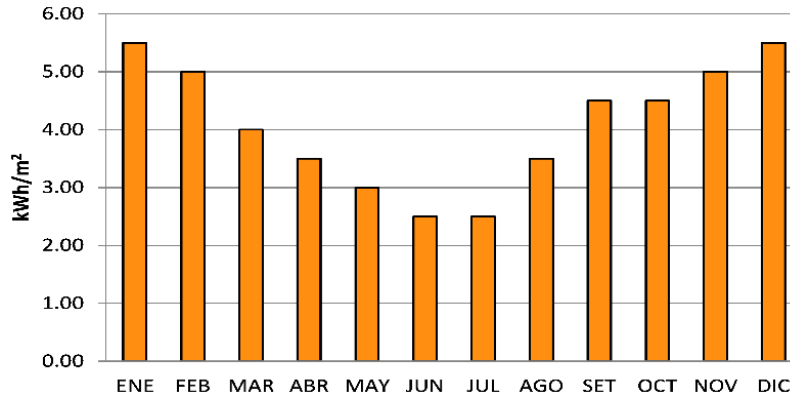


Figura 19. Niveles de Irradiancia Global diaria en la ciudad de La Rioja.  
Fuente: adaptación a partir de Grossi Gallegos- Righini, 2007)

Basándose en las estadísticas analizadas, se puede concluir que el clima de la ciudad es muy cálido-seco, con altas temperaturas de octubre a abril y períodos de sequía durante la época invernal. Sus cielos son diáfanos y despejados ascienden a un 45% de la totalidad del año, los parcialmente nublados en un 37% y los totalmente cubiertos solo en un 18% del registro anual, según se detalla en la figura 20.

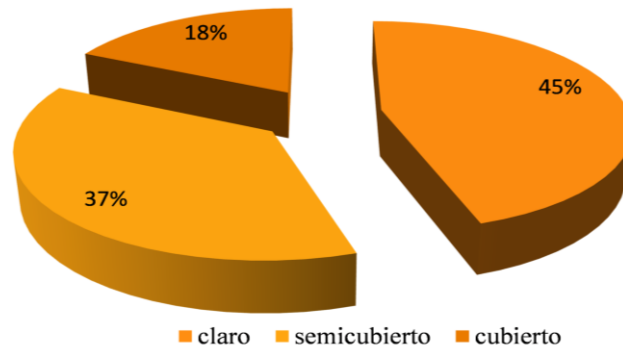


Figura 20. Porcentaje promedios anuales de tipos de cielo.  
Fuente: Elaboración propia, datos SMN (2001- 2010).

En cuanto a los vientos, los frescos son del sector suroeste y oeste durante todo el año; por lo cual es primordial su aprovechamiento en la época estival y procurar la protección de los provenientes del norte y noreste en primavera, ya que son cálidos con gran cantidad de polvo en suspensión. Asimismo, teniendo en cuenta que los valores de radiación solar son altos en el

transcurso de estos meses, es relevante el estudio de protecciones solares en los espacios exteriores y en la resolución de las edificaciones.

### **ESTUDIO DE NECESIDADES HIGROTÉRMICAS.**

En el estudio de las necesidades de higrotérmicas en espacios interiores diseñados para cobijo del hombre con relación a los parámetros climáticos del lugar, es arribado por distintos autores que las analizan con climogramas, cartas bioclimáticas y tablas, las cuales expresan las relaciones de variables que inciden en la sensación del bienestar térmico, estableciendo diferentes valoraciones. Estos diagramas son indicativos de estrategias a utilizar con el fin de mejorar las condiciones ambientales en el edificio, mediante la utilización de sistemas naturales o mecánicos (Esteves Miramont, 2017).

En ellos se definen la zona de confort (ZC) con relación a la temperatura ( $T_e$ ) y humedad relativa (Hr). Para delimitarlos existen dos lineamientos, el modelo fisiológico de Fanger y los adaptativos, se hace hincapié en estos últimos *“debido a que incluyen las variaciones del clima exterior con el objetivo determinar las preferencias térmicas interiores”*, entendiendo que el ser humano es *“participante activo en el equilibrio con el recinto térmico”*, de manera que *“junto a su ambiente físico social pueden ser consideradas como un sistema dinámico”* (Borhi, et.al., 2012).

En el campo del estudio del confort higrotérmico diferentes autores a través del tiempo han abordado el desarrollo distintos modelos de implementación, asimismo, cabe destacar que investigadores, institutos y estudiosos del tema han desarrollado programas de aplicación de los mismos. En la tabla 5 se detalla algunos científicos que lo abordaron y los métodos que realizaron, como así se establecen los rangos de temperatura que abarcan el área de bienestar. Dicha tabla es una síntesis de la elaborada en su tesis de maestría por la arquitecta Arauza Franco (2010).



Tabla 5  
Modelos de confort Higrotérmico

Años	Autor	Límites de la temperatura del aire para lograr la comodidad térmica.	Estudio
1963	Victor Olgyay	23.9° a 29.5°C 20-75% de HR	Carta Bioclimática
1976	Baruch Givoni	21°C a 26°C 5-17mm Hg	Cartas Psicométricas
1977	American Society of heating, Refrigeratin Engineers inc. ASHARE	20.55°C a 24.44°C (invierno) 23.3°C a 27.22°C (verano)	Nueva Temperatura Efectiva (ET)
1993	Auliciems Andreis	Tn: 17.6+0.31 Tm Intervalo de 2.5°C arriba y debajo de Tn	Ecuación para conocer la neutralidad térmica.
1973	Carl Mahoney	Para lugar con Tm anual >20°. >30% Hr es de 26°C a 33°C >70% Hr es de 22° a 27°C	Tabla de Mahoney
2000	John M:Evans	18°C a 28°C considerando variaciones de este intervalo debido a la oscilación térmica de hasta 8°C de cada lugar específico.	Triángulos de confort

Síntesis de rangos de confort y estudios realizados por diferentes autores. Fuente: Adaptación a partir de una síntesis de (Arauz, 2010).

### Procesamiento de datos meteorológicos período 2006-2018

Para la aplicación de los diferentes métodos se utilizó un nuevo procesamiento de datos meteorológicos de la ciudad de La Rioja, pudiendo acceder a los necesarios más actualizados y así arribar a conclusiones actuales. Los mismos no fueron utilizados en el inciso anterior, debido a que sólo se arribaron a los históricos de temperatura, humedad y precipitaciones, los cuales son necesarios para el caso del estudio del confort higrotérmico, siendo una fuente incompleta para la realización de un diagnóstico climático de una localidad determinada, ya que para ello se deben analizar además otros factores como viento, radiación solar, porcentaje de heliofanía, etc,

El nuevo proceso se realizó a través de planillas Excel (Anexo 1) donde se incorporaron los datos extraídos de la página [www.tiempo.net](http://www.tiempo.net) pertenecientes a la estación meteorológica SANL

aéreo La Rioja del período 2006-2018, se tomaron doce años, ya que dentro de ese lapso existen dos (2008 y 2013) sin registro de información. En las figuras de la 21 a la 24 se expresan las síntesis del procesamiento de datos meteorológicos correspondientes a temperaturas medias, TmM, TmMi y promedio de humedades relativas.

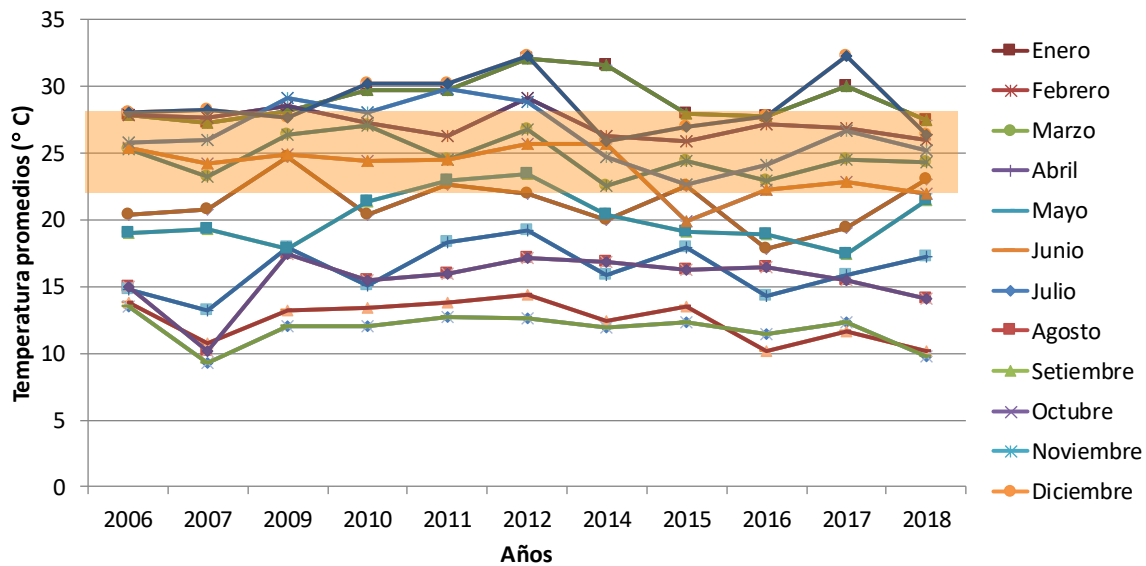


Figura 21. Temperaturas promedio "año tipo climatico", La Rioja Capital período 2006-2018. Fuente:Elaboración propia a partir de plantilla (Blasco Lucas & Hoese, 2016).

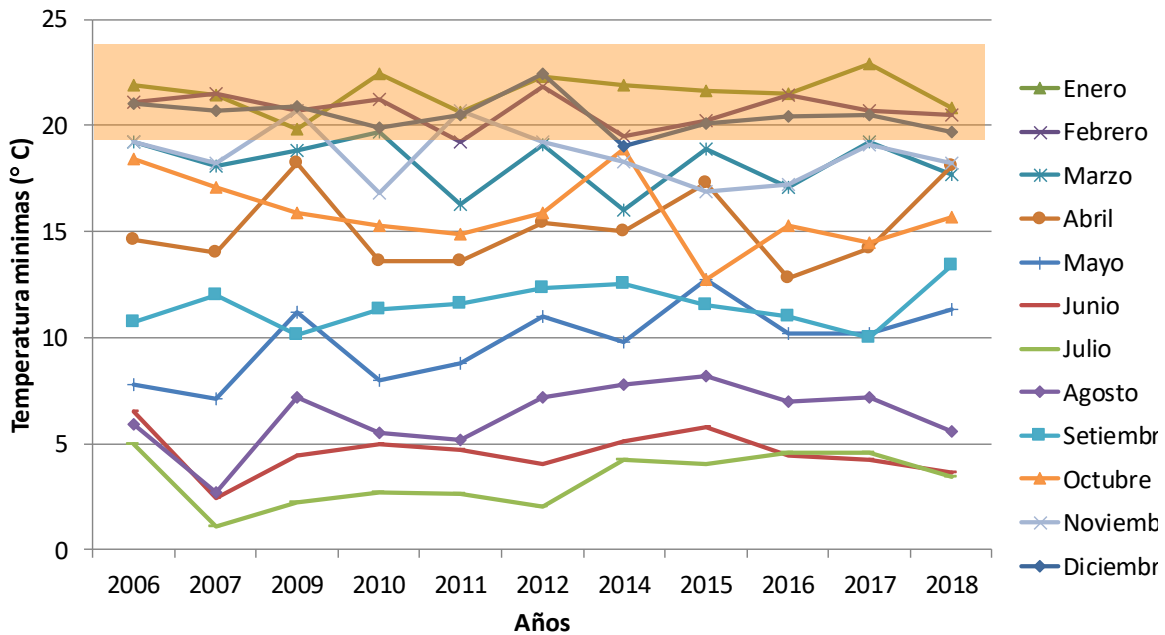


Figura 22. Temperaturas medias mínimas "año tipo climático", La Rioja Capital 2006-2018. Fuente: Elaboración propia a partir de plantilla (Blasco Lucas & Hoese, 2016).

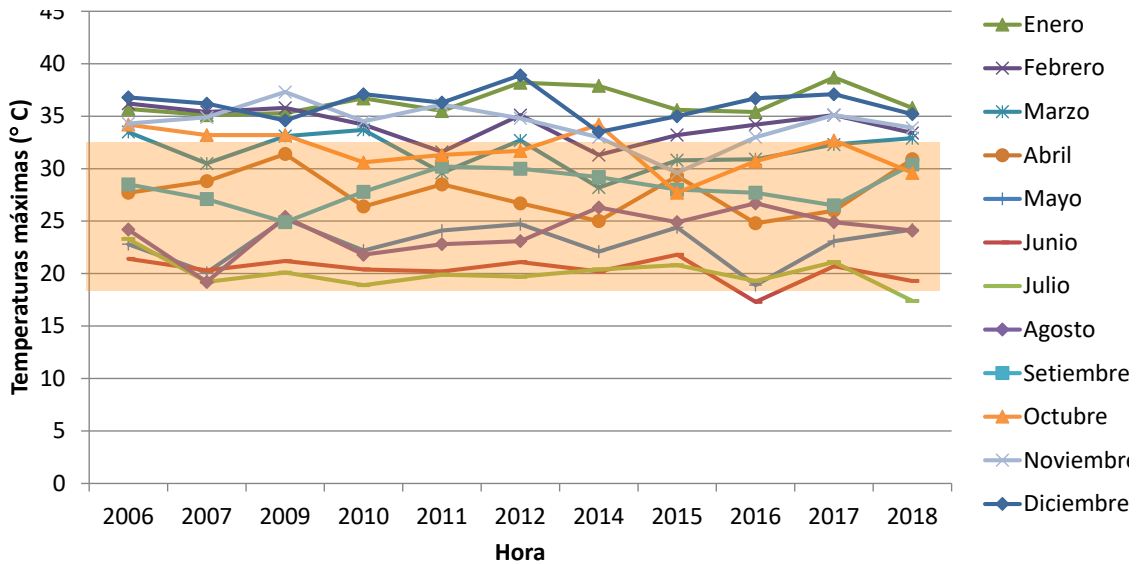


Figura 23. Temperaturas medias máximas "año tipo climático", La Rioja Capital 2006-2018. Fuente: Elaboración propia a partir de plantilla (Blasco Lucas & Hoese, 2016).

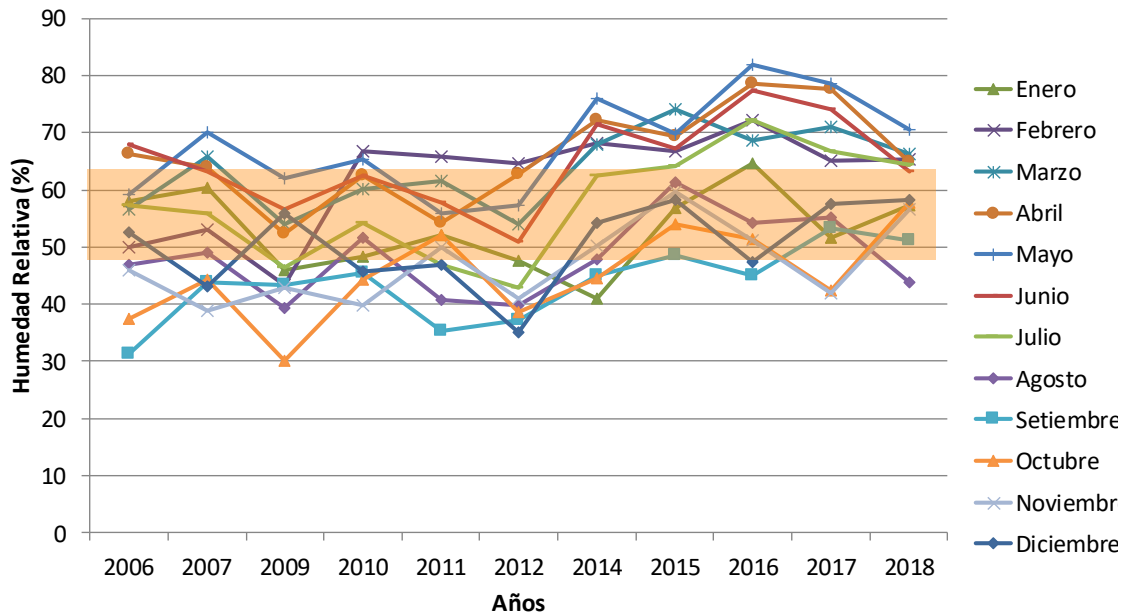


Figura 24. Humedades relativas medias "año tipo climático", La Rioja Capital 2006-2018. Fuente: Elaboración propia a partir de plantilla (Blasco Lucas & Hoese, 2016).

En las figuras ilustrativas se delimito el área de confort en el rectángulo salmón y en representación lineal los valores medios mensuales para cada año, con el fin de visualizar cuáles se encuentran fuera de la misma.

### Cálculo de la zona de confort térmico

A través de los datos anteriormente procesados, se extrajeron las temperaturas anuales medias mensuales, máximas y mínimas (tabla 6) del período analizado para la realización del cálculo.

Tabla 6.

Datos meteorológicos de ATC de la Ciudad de La Rioja.

PARÁMETRO	PROMEDIO MENSUAL PERIODO 2006-2018												PROMEDIO ANUAL
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
TEMP.MED.MAX	36.4	34.2	31.7	27.5	22.9	18.7	20.1	23.9	28.2	32.0	34.3	36.2	28.8
TEMP.MEDIA	29.0	27.1	24.7	21.2	16.3	12.5	11.8	15.5	20.1	23.8	26.4	28.7	21.4
TEMP.MED.MIN	21.7	20.7	18.2	15.2	9.8	4.6	3.0	6.3	11.5	15.89	18.6	20.5	13.8
HR MEDIA	53.04	61.88	62.37	60.3	67.87	64.75	57.59	48.17	43.55	45.14	47.1	50.45	55.2

Temperatura y humedad relativas promedios mensuales y anuales. Fuente: adaptación a partir de datos de [www/ tu tiempo .net](http://www.tu tiempo .net) registros históricos METAR estación SANL (2006-2018).

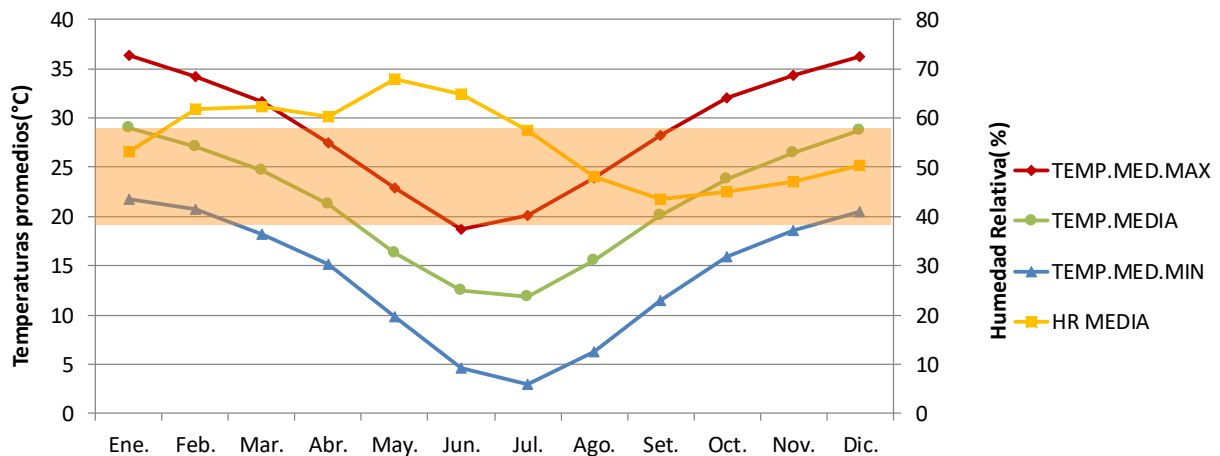


Figura 25. Representación del ATC, La Rioja Capital período 2006-2018. Fuente: Elaboración propia a partir de plantilla (Blasco Lucas & Hoese, 2016) .

A partir de la Temperatura media anual ( $T_m$ ) y aplicando la ecuación con el coeficiente promedio determinado por Auliciems Andris (1993) se puede establecer la neutra<sup>4</sup> ( $T_n$ ), determinando los límites máximos y mínimos de la ZC, con el valor establecido para la variación de la misma en  $+2.5$  ó  $-2.5^\circ\text{C}$

<sup>4</sup> Temperatura óptima del aire en la que el cuerpo humano disipa el calor generado por sus funciones y la persona se encuentra en bienestar sin sentir frío ni calor.

$$T_n: (T_m * 0.31) + 17.60 \quad (1)$$

En la tabla 7 se muestra el cálculo para la Ciudad de La Rioja, de la temperatura neutra ( $T_n$ ) anual corresponde a 24°C, la de invierno a 22°C y la de verano a 29°C, las mismas surgen a partir de las  $T_m$  máxima y mínima, con el fin de establecer la ZC durante todo el año concluyendo así que el mismo se encuentra en el rango que va de 19°C mín. a 29 °C máx.

Tabla 7.

*Cálculo de  $T_e$  neutra media, mín. y máx. para la ciudad Capital de La Rioja y los rangos máx. y mín. de la zona de confort.*

TEMPERATURA NEUTRA ANUAL	$T_m$	$T_n$	z <sub>cmax</sub>	z <sub>cmin</sub>
$T_n: (T_m \cdot 0,31) + 17,6$	21.4	24		
z <sub>cmax</sub> = $T_n + 2,5$			27	
z <sub>cmin</sub> = $T_n - 2,5$				22
TEMPERATURA NEUTRA INVIERNO	$T_m$ Min.	$T_n$	z <sub>cmax</sub>	z <sub>cmin</sub>
$T_n: (T_m \text{ min } 0,31) + 17,6$	14	22		
z <sub>cmax</sub> = $T_n + 2,5$			24	
z <sub>cmin</sub> = $T_n - 2,5$				19
TEMPERATURA NEUTRA VERANO	$T_m$ Máx.	$T_n$	z <sub>cmax</sub>	z <sub>cmin</sub>
$T_n: (T_m \text{ max } 0,31) + 17,6$	29	27		
z <sub>cmax</sub> = $T_n + 2,5$			29	
z <sub>cmin</sub> = $T_n - 2,5$				24

Cálculo de la  $T_n$  anual, mín. y máx. desarrollada a partir de la ecuación de (Auliciems, 1993) para conocer la neutralidad térmica, con un rango de intervalo de 2.5 °C para arriba y para debajo de la  $T_n$ . Fuente:(Elaboración propia).

### Determinación de estrategias bioclimáticas.

#### *Climograma de Givony, 1969*

Sobre un diagrama psicométrico el Dr. Givoni, (1991) realiza un climograma en el cual traza una zona de confort higrotérmico para invierno y verano, además indica áreas en donde con la aplicación de estrategias de diseño pasivo es posible alcanzar el bienestar interior. Por fuera de ellas es necesaria la incorporación de sistemas de acondicionamiento auxiliar de calefacción y refrigeración.

Los niveles de confort establecidos por Givoni, 1991, están definidos con temperaturas de los 18°C a 24°C en invierno (1.2 clo), considerando para ambos casos 30% de humedad mín. y 80% de (HR) máx. En la época estival la Te se estima que oscila de 23°C a 27°C (0.5 clo), con una (HR) máxima de 80% si la Te se encuentra entre 26°C y 28°C el límite es de 50% y 30% cuando asciende a 29°C. Asimismo, las personas adaptadas a climas cálidos secos que viven en países en vías de desarrollo, los valores cambian a 18-25°C en inv. y 22-29°C en ver., citado por (Balter, et al., 2018). En la ciudad Capital de La Rioja, según lo calculado y señalado en la tabla 4 los rangos a utilizar serán de 19-24°C en inv. y de 24 a 29°C en ver.

Para el uso de este método se utiliza el software Arquitectural Bioclimatic Classification (ABC), el mismo calcula el porcentaje relativo de tiempo anual en que es necesaria la aplicación de cada estrategia (USC , 2006).

En el soporte informático se ingresaron los datos meteorológicos de la localidad detallados en la tabla 3 y los geográficos descriptos anteriormente, a partir de allí se accede a las gráficas detalladas a continuación.

Se muestran impresiones de pantallas de los gráficos del programa, en la fig. 26 el climograma de Givoni, donde se encuentran representados los segmentos de los meses del año en líneas de colores y en los polígonos de se determinan las medidas pasivas necesarias para alcanzar la zona de confort (área sombreada).

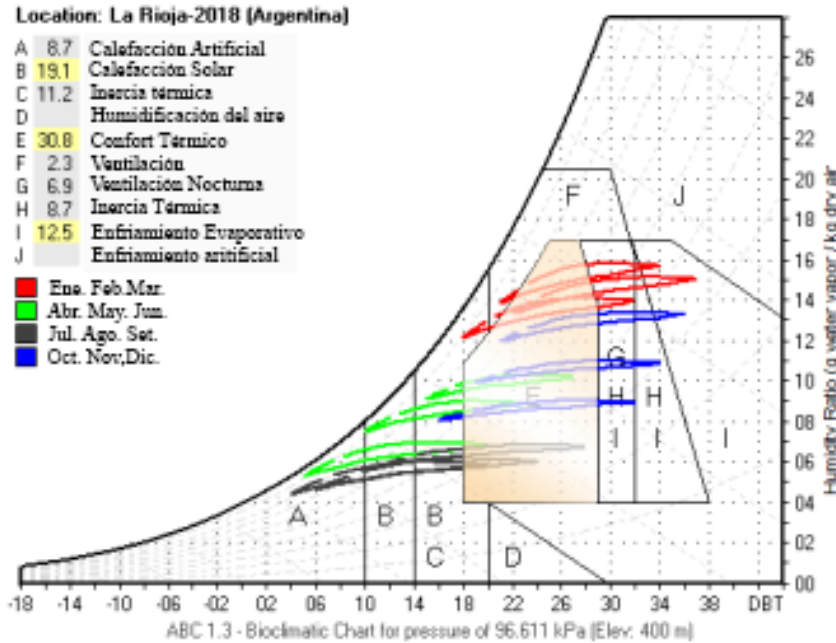


Figura 26. Gráfico obtenido en el programa ABC, traducido al castellano.  
Fuente: Elaboración propia, a partir de (USC, 2006).

En la fig. 27 además de visualizarse los datos ingresados del ATC en el programa ABC correspondiente a la  $T_m$  máx., mínima y humedad relativa media, se establece la clasificación de estrategias necesarias en porcentajes anuales. Concluyendo que un 30.8% del tiempo se encuentra dentro de ZC y 58.6% necesita la aplicación de medidas para mejorar el confort interior, siendo un 39% de calefacción y un 30.4% en enfriamiento. Es significativo recalcar que el 19.90% se traduce en la necesidad de inercia térmica, señalando así, la importancia en la elección de los materiales constructivos y el conocimiento de su comportamiento térmico. De igual manera es trascendente enfatizar que el mismo indica que en la ciudad no se necesitaría refrigeración artificial en verano aplicando las distintas estrategias pasivas.

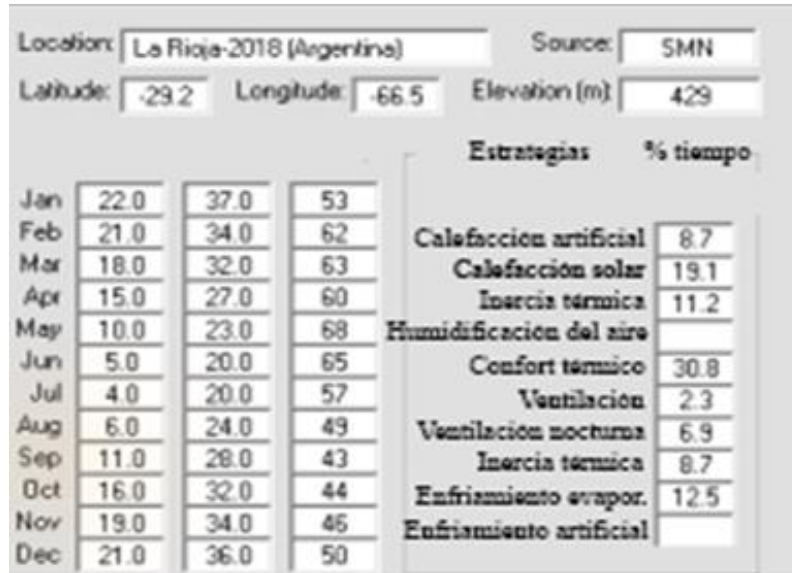
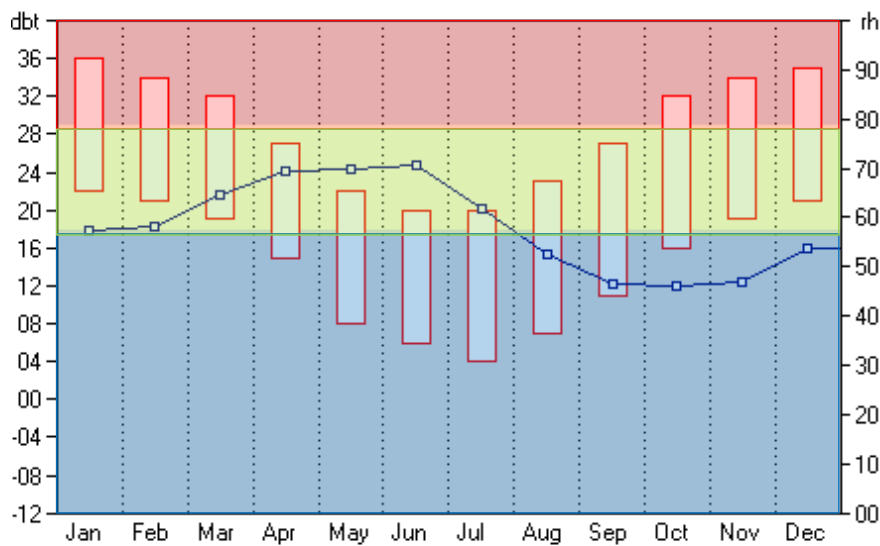


Figura 27. Datos ingresados en el ABC del ATC de La Rioja. Se observa el porcentaje de tiempo relativo que se necesitan distintos sistemas pasivos para acondicionamiento térmico, traducido al castellano. Fuente: elaboración propia.

En la tabla 8 se grafican el área de confort (verde) y las zonas de necesidad de acondicionamiento térmico, la de enfriamiento (rojo) y la de calefacción (azul). Los rectángulos en color rojo, describen la oscilación de las temperaturas medias y la línea azul demuestra la humedad relativa. De esta manera se establecen los porcentajes descriptos en la figura 3.

Tabla 8. Detalle de áreas confort y necesidades de calefacción y refrigeración.



Fuente: Elaboración propia. A partir de la utilización del Método ABC.



En la Tabla 9 se detalla las conclusiones de estrategias necesarias para alcanzar el confort térmico interior. En la misma se puede observar los porcentajes de medidas pasivas y activas en calefacción y refrigeración, asimismo los meses en que son indispensables.

Tabla 9.  
Resumen de estrategias necesarias para la ciudad de La Rioja.

N°	Estrategias	%	Meses												Soluciones	%
			Tiempo E F M A M J J A S O N D													
A B C	Calefacción	Calefacción artificial	8.7												Activas	8.7
		Calefacción solar	19.1												Pasivas	30.3
		Inercia térmica (calefacción)	11.2													
E	Neutralidad térmica	Confort	30.8											Confort		
F G H I J	Enfriamiento	Ventilación natural	2.3											Pasivas	30.4	
		Ventilación Nocturna	6.9													
		Inercia térmica (refrigeración)	8.7													
		Enfriamiento evaporativo	12.5													
		Enfriamiento artificial												Activas		

Cuadro síntesis de estrategias necesarias para alcanzar el confort térmico interior, a fin de ser aplicadas en la ciudad de La Rioja. Referencias: Soluciones: activas ■; soluciones: pasivas ■; confort térmico ■  
Fuente: “Elaboración propia” a partir del Método ABC (USC, 2006).

**Método Mahoney y Evans**

En la aplicación de este método, se utilizó el programa “MET-ME” (Blasco Lucas, 2000) como soporte de cálculo del mismo. En él se ingresaron mes a mes de la localidad a estudiar, información meteorológica, además de promedios de temperaturas y humedad, se incorporan detalles de precipitaciones y régimen de vientos. A partir de lo ingresado se generan automáticamente tres tablas adicionales, una conteniendo la especificación de la caracterización climática del lugar y las otras dos los recursos arquitectónicos necesarios para aumentar las horas de confort, las mismas se detallan a continuación.

En la tabla 10 se encuentran los datos del clima, a partir de los cuales realiza la clasificación con relación a la humedad en cuatro grupos

Tabla 10.  
Tabla de especificaciones climáticas p/elección de tipológica y constructiva.

© Software MSc.-Arq. Irene Blasco Lucas & Dr.-Arq. José María Cabeza Laínez

LOCALIZACIÓN	LA RIOJA												
LONGITUD	- 67.21°												
LATITUD	- 31.41°												
ALTITUD	429 M												
TEMPERATURA DEL AIRE (°C)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	ALTA
MEDIA MENSUAL MÁXIMA	36.4	34.2	31.7	27.5	22.9	18.7	20.1	23.9	28.2	32.0	34.3	36.2	36.4
MEDIA MENSUAL MÍNIMA	21.7	20.7	18.2	15.2	9.8	4.6	3.0	6.3	11.5	15.89	18.6	20.5	3.0
AMPLITUD MEDIA MENSUAL	14.70	13.50	13.50	12.30	13.09	14.11	17.10	17.60	16.70	16.11	15.70	15.70	BAJA
HUMEDAD RELATIVA (%)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
PROMEDIO	53.0	61.88	62.37	60.3	67.87	64.75	57.59	48.17	43.55	45.14	47.1	50.45	
GRUPO DE HUMEDAD	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	
	GRUPO DE HUMEDAD												
	1											< 30%	
	2											30-50%	
	3											50-70%	
	4											> 70%	
	SI LA HR PROMEDIO ES:												
LLUVIA Y VIENTO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
PRECIPITACIONES (mm)	108.0	93.3	57.6	41.8	13.9	3.2	10.1	3.0	15.3	17.0	79.0	93.7	535.91
VIENTOS PREDOMINANTES	SO	SO	SO	SO	SO	O	O	O	SO	SO	SO	SO	
VIENTOS SECUNDARIOS	E	O	S	O	O	SO	SO	SO	O	SE	SE	E	

Fuente: elaboración propia a partir de datos 2006-2018 y software (Blasco Lucas, 2000).

En la tabla 11 realiza un diagnóstico en referencia al grupo humedad (H) y temperaturas máximas, y así establecer los límites de confort diurno y nocturnos, máximos y mínimos para una media mensual máx. y mín. De este modo se determinan los meses y en qué momento del día se sufre estrés térmico (Es.Te.), normando en frío, confortable o calor. Activándose a continuación seis posibles indicadores con relación a la H y aridez.

Tabla 11.  
Límites de confort. Determinación de indicadores y su significado

© Software MSc.-Arq. Irene Blasco Lucas & Dr.-Arq. José María Cabeza Laínez

	TMA > 20 °C						TMA 15-20 °C						TMA < 15 °C					
H	DIA	NOCHE		DIA	NOCHE		DIA	NOCHE		DIA	NOCHE							
1	26-34	17-25		23-32	14-23		21-30	12-21										
2	25-31	17-24		22-30	14-22		20-27	12-20										
3	23-29	17-23		21-28	14-21		19-26	12-19										
4	22-27	17-21		20-25	14-20		18-24	12-18										
LÍMITES DE CONFORT (°C)	H = GRUPO DE HUMEDAD																	
DIAGNÓSTICO: (°C)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TMA					
MEDIA MENSUAL MÁXIMA	36.4	34.2	31.7	27.5	22.89	18.71	20.1	23.9	28.2	32	34.3	36.2	19.7					
CONFORT DIURNO: SUPERIOR	28	28	28	28	28	28	28	30	30	30	30	28						
CONFORT DIURNO: INFERIOR	21	21	21	21	21	21	21	22	22	22	22	21						
MEDIA MENSUAL MÍNIMA	21.70	20.7	18.2	15.2	9.8	4.6	3	6.3	11.5	15.89	18.6	20.5						
CONFORT NOCTURNO: SUPERIOR	21	21	21	21	20	20	20	20	20	20	21	21						
CONFORT NOCTURNO: INFERIOR	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14						
ESTRÉS TÉRMICO: DIA	C	C	C	B	B	F	F	B	B	C	C	C						
ESTRÉS TÉRMICO: NOCHE	C	B	B	B	F	F	F	F	B	B	B	B						
	F=FRÍO, B=CONFORTABLE - BIEN, C=CALOR																	
INDICADORES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTALES					
HÚMEDO:	H1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	H2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	H3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12					
ÁRIDO:	A1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12					
	A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
	A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
SIGNIFICADO	INDICADOR	ESTRÉS TÉRMICO		PRECIPITACIONES				GRUPO DE HUMEDAD		AMPLITUD MEDIA MENSUAL								
MOVIMIENTO DE AIRE NECESARIO	H1	C		MÁS DE 200 mm				4		MENOS DE 10 °C								
MOVIMIENTO DE AIRE CONVENIENTE	H2	B						4										
PROTEC. CONTRA LLUVIA NECESARIA	H3			MÁS DE 200 mm														
INERCI A TÉRMICA NECESARIA	A1							1,2,3		MÁS DE 10 °C								
CONVIENE DORMIR AL AIRE LIBRE	A2	C						1,2										
PROTECCIÓN CONTRA EL FRÍO	A3	C B						1,2		MÁS DE 10 °C								

Fuente: elaboración propia a partir de datos 2006-2018 SMN y (Blasco Lucas , 2000)

Determinándose para La Rioja discomfort en el día con sensación de calor de octubre a marzo y en la noche solo en enero. Con referencia a los que se encuentran en confort diurno, arroja abril-mayo y agosto-setiembre, en cuanto al nocturno de feb.- abr. y de oct-dic. Con relación a la percepción de frío, se advierte en jul. durante las 24 horas y solamente por la noche en may., ago. y set.

De los indicadores se establece el H3, que indica la necesaria protección para la lluvia e inercia térmica, debido a la amplitud media superior a 10 °C (A1).

Tabla 12.  
Tabla de recomendaciones específicas

INDICADORES TOTALES DE LA TABLA 2						
H1	H2	H3	A1	A2	A3	
0	0	12	12	0	0	

© Software MSc.-Arq. Irene Blasco Lucas & Dr.-Arq. José María Cabeza Laínez

X	= INDICADOR	RECOMENDACIONES ESPECÍFICAS	
<b>UBICACIÓN</b>			
	0	1	ORIENTACION NORTE-SUR (EJE LONGITUDINAL ESTE-OESTE)
	0	0	
	X	2	ORGANIZACIÓN COMPACTA CON PATIOS
<b>ESPACIOS</b>			
	0	3	ESPACIOS ABIERTOS PARA LA PENETRACIÓN DE BRISAS
	0	4	COMO 3, PERO PROTEGIDOS DE VIENTOS FRÍOS Y CÁLIDOS
	X	5	ORGANIZACIÓN COMPACTA DE LOS EDIFICIOS
<b>MOVIMIENTO DE AIRE</b>			
	0	6	HABITACIONES EN GALERIA SIMPLE, CON VENTILACIÓN PERMANENTE
	0	7	HABITACIONES EN DOBLE GALERIA QUE PERMITAN LA VENTILACIÓN REGULARMENTE
	X	8	NO SE REQUIERE MOVIMIENTO MECÁNICO DE AIRE
<b>ABERTURAS</b>			
	0	9	GRANDES, 40-80%
	X	10	MUY PEQUEÑAS, 10-20%
	0	11	MEDIANAS, 20-40%
<b>MUROS</b>			
	0	12	LIGEROS, TRANSMISIÓN TÉRMICA INMEDIATA
	X	13	PESADOS, EN EL EXTERIOR E INTERIOR
<b>TECHOS</b>			
	0	14	LIGEROS Y AISLADOS
	X	15	PESADOS, TRANSMISIÓN TÉRMICA DIFERIDA MÁS DE 8 h
<b>DORMIR AL AIRE LIBRE</b>			
	0	16	SE REQUIERE UN ESPACIO PARA ESTA FUNCIÓN
<b>PROTECCIÓN CONTRA LA LLUVIA</b>			
	0	17	ES NECESARIA PROTECCIÓN CONTRA FUERTES LLUVIAS

Fuente: elaboración propia a partir de datos 2006-2018 SMN y software (Blasco Lucas, 2000).

En la tabla 13 se detalla a partir de los indicadores arribados anteriormente, las recomendaciones de diseño en cuanto a ocho puntos establecidos:

1. Ubicación de la vivienda, con relación a las orientaciones, recomienda plantas compactas con patios interiores.
2. Implantación: espacios entre edificios. Organización compacta.
3. Movimiento de Aire: no se requiere movimiento de aire mecánica permanente, es un compromiso entre el grado de humedad y la inercia térmica.
4. Aberturas: porcentaje del tamaño del hueco de la ventana con relación al muro, señalando que las mismas deberán ser pequeñas.
5. Muros: características constructivas de los mismos, pesados tanto los exteriores como los interiores.
6. Techos: al igual que los paramentos verticales deberán ser con gran masa térmica.

Tabla 13.  
Tabla de recomendaciones en detalle.

INDICADORES TOTALES DE LA TABLA 2						© Software MSC.-Arq. Irene Blasco Lucas & Dr.-Arq. José María Cabeza Laínez	
H1	H2	H3	A1	A2	A3	X	= INDICADOR
0	0	12	12	0	0		<b>RECOMENDACIONES EN DETALLE</b>
<b>TAMAÑO DE ABERTURAS</b>							
			0 a 1		0	0	1
					1 a 12	0	2
			2 a 5			0	
			6 a 10			0	3
			11 a 12	0 a 3		X	4
			11 a 12	4 a 12		0	5
<b>POSICIÓN DE LAS ABERTURAS</b>							
3 a 12						0	6
1 a 2			0 a 5			0	
			6 a 12			X	7
0	2 a 12					0	
<b>PROTECCIÓN DE LAS ABERTURAS</b>							
					0 a 2	X	8
		2 a 12				X	9
<b>MUROS Y SUELOS</b>							
			0 a 2			0	10
			3 a 12			X	11
<b>TECHOS</b>							
10a 12			0 a 2			0	12
			3 a 12			0	
0 a 9			0 a 5			0	13
			6 a 12			X	14
<b>COMPLEMENTOS EXTERNOS</b>							
				1 a 12		0	15
		1 a 12				X	16

Fuente: elaboración propia a partir de datos 2006-2018 SMN y software Blasco & Cabeza Lahez

Este método infiere resultados de carácter cualitativos los cuales devienen de la tabla 14, los mismos son recomendaciones en detalle los que son enumerados a continuación:

1. Aberturas: De tamaño muy pequeño entre el 10% y 20 % del muro.
2. Posición de las Aberturas: deben colocarse en muros N y S a la altura de los ocupantes a barlovento.
3. Protección de las Aberturas: se debe evitar el asoleamiento directo y proteger contra la lluvia.
4. Características de Muros y pisos: deberán ser con masa térmica, con más de 8 hs. de retardo térmico.
5. Características de los techos: pesados con transmisión térmica diferida de más de 8 hs.
6. Complementos externos: grandes drenajes pluviales.

***Método BNA, método de Bruce Novel ampliado para la determinación de necesidades de protección solar.***

El modelo de Bruce Novel Ampliado (BNA) es un método que trabaja a partir de planillas, las mismas fueron adaptados por Mesa, 2002, y volcadas al Excel en cinco hojas de cálculo.

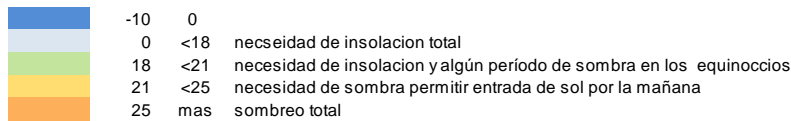
En la siguiente Tabla (14), a partir de datos ingresados de  $T_{mMa}$  y  $T_{mMi}$ , calcula las temperaturas horarias, la misma determina las horas que en relación a la temperatura es necesario la incorporación de sombra total, media e insolación.

Tabla 14.

Tabla de temperaturas horarias según las medias máx. y mín.

TEMPERATURAS HORARIAS SEGUN MAXIMA MEDIA Y MINIMA MEDIA.															
ESTACION:	LA RIOJA CAPITAL										TEMP.MEDIA ANUAL:	21.3			
FUENTE:	SMN2006-2018										TEMP.NEUTRALIDAD:	24.21		TMA	21.3
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ANUAL		
TEMP.MED.MAX	36.4	34.2	31.7	27.5	22.9	18.7	20.1	23.9	28.2	32.0	34.3	36.2	28.8		
TEMP.MED.MIN	21.7	20.7	18.2	15.2	9.8	4.6	3.0	6.3	11.5	15.89	18.6	20.5	13.8		
DIFERENCIA	14.7	13.5	13.5	12.3	13.1	14.1	17.1	17.6	16.7	16.1	15.7	15.7	15.0		

COEF.	HORA	TEMPERATURAS HORARIAS												PROMEDIOS		
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	D-E-F	M-J-J	AÑO
0.46	1	28	27	24	21	16	11	11	14	19	23	26	28	27.7	12.6	20.7
0.32	2	26	25	23	19	14	9	8	12	17	21	24	26	25.6	10.5	18.6
0.19	3	24	23	21	18	12	7	6	10	15	19	22	23	23.7	8.6	16.7
0.08	4	23	22	19	16	11	6	4	8	13	17	20	22	22.1	7.0	15.0
0.02	5	22	21	18	15	10	5	3	7	12	16	19	21	21.3	6.1	14.1
0.00	6	22	21	18	15	10	5	3	6	12	16	19	21	21.0	5.8	13.8
0.06	7	23	22	19	16	11	5	4	7	13	17	20	21	21.8	6.7	14.7
0.15	8	24	23	20	17	12	7	6	9	14	18	21	23	23.2	8.0	16.1
0.26	9	26	24	22	18	13	8	7	11	16	20	23	25	24.8	9.6	17.7
0.44	10	28	27	24	21	16	11	11	14	19	23	26	27	27.4	12.3	20.4
0.79	11	33	31	29	25	20	16	17	20	25	29	31	33	32.5	17.5	25.7
0.91	12	35	33	30	26	22	17	19	22	27	31	33	35	34.3	19.2	27.5
0.97	13	36	34	31	27	22	18	20	23	28	32	34	36	35.2	20.1	28.4
1.00	14	36	34	32	28	23	19	20	24	28	32	34	36	35.6	20.6	28.8
0.98	15	36	34	31	27	23	18	20	24	28	32	34	36	35.3	20.3	28.5
0.94	16	36	33	31	27	22	18	19	23	27	31	33	35	34.7	19.7	27.9
0.91	17	35	33	30	26	22	17	19	22	27	31	33	35	34.3	19.2	27.5
0.87	18	34	32	30	26	21	17	18	22	26	30	32	34	33.7	18.6	26.9
0.83	19	34	32	29	25	21	16	17	21	25	29	32	34	33.1	18.1	26.3
0.80	20	33	32	29	25	20	16	17	20	25	29	31	33	32.7	17.6	25.8
0.75	21	33	31	28	24	20	15	16	20	24	28	30	32	31.9	16.9	25.1
0.70	22	32	30	28	24	19	14	15	19	23	27	30	31	31.2	16.1	24.3
0.64	23	31	29	27	23	18	14	14	18	22	26	29	31	30.3	15.3	23.4
0.57	24	30	28	26	22	17	13	13	16	21	25	28	29	29.3	14.2	22.4



Variaciones térmicas, necesidades de sombra e insolation de acuerdo con las temperaturas horarias.

Fuente: elaboración propia, adaptación de BNA (Mesa, 2002) Período (2006-2018). (Tutiempo.net, 2018).

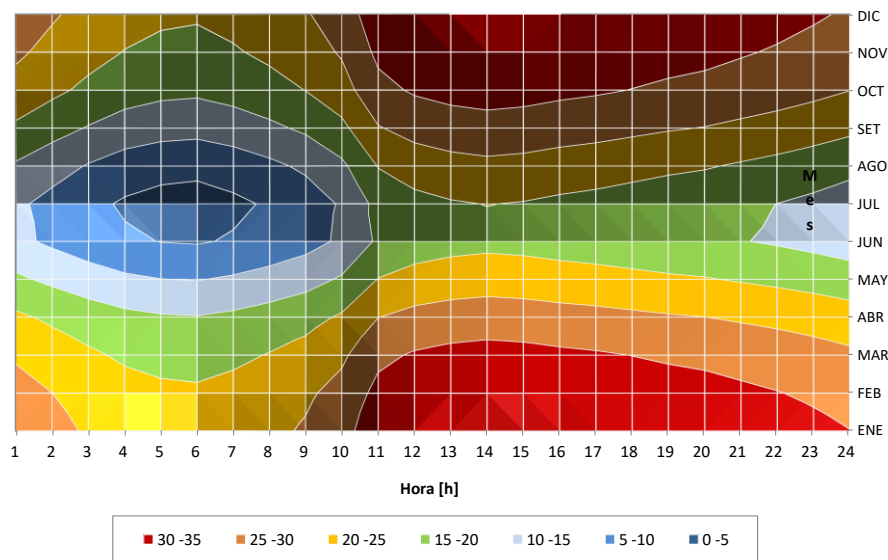


Figura 278. Gráfico superficial de temperaturas horarias anuales. Fuente: (Mesa, 2002)

En la tabla 15 se representa los grados días en los meses en que se necesita calefacción, cuando la  $T_e$  es menor a  $18^\circ\text{C}$ .

Tabla 15.  
Tabla que representa los grados días en que se necesita calefacción (-18).

HORAS	MESES												PROMEDIOS		AÑO
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	D-E-F	M-J-J	
1	0	0	0	0	-2	-7	-7	-4	0	0	0	0	0.0	-5.4	-19.8
2	0	0	0	0	-4	-9	-10	-6	-1	0	0	0	0.0	-7.5	-29.6
3	0	0	0	0	-6	-11	-12	-8	-3	0	0	0	0.0	-9.4	-40.3
4	0	0	0	-2	-7	-12	-14	-10	-5	-1	0	0	0.0	-11.0	-51.1
5	0	0	0	-3	-8	-13	-15	-11	-6	-2	0	0	0.0	-11.9	-57.6
6	0	0	0	-3	-8	-13	-15	-12	-7	-2	0	0	0.0	-12.2	-59.7
7	0	0	0	-2	-7	-13	-14	-11	-5	-1	0	0	0.0	-11.3	-53.3
8	0	0	0	-1	-6	-11	-12	-9	-4	0	0	0	0.0	-10.0	-44.0
9	0	0	0	0	-5	-10	-11	-7	-2	0	0	0	0.0	-8.4	-34.4
10	0	0	0	0	-2	-7	-7	-4	0	0	0	0	0.0	-5.7	-21.1
11	0	0	0	0	0	-2	-1	0	0	0	0	0	0.0	-1.2	-3.7
12	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0.0	-0.2	-0.6
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	-0.1
17	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0.0	-0.2	-0.6
18	0	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	0	0.0	-0.4	-1.2
19	0	0	0	0	0	-2	-1	0	0	0	0	0	0.0	-0.8	-2.5
20	0	0	0	0	0	-2	-1	0	0	0	0	0	0.0	-1.1	-3.4
21	0	0	0	0	0	-3	-2	0	0	0	0	0	0.0	-1.7	-5.0
22	0	0	0	0	0	-4	-3	0	0	0	0	0	0.0	-2.2	-6.6
23	0	0	0	0	0	-4	-4	0	0	0	0	0	0.0	-2.8	-8.9
24	0	0	0	0	-1	-5	-5	-2	0	0	0	0	0.0	-3.8	-13.0
	0	0	0	-11	-57	-131	-134	-84	-34	-6	0	0	0.0	-107.3	-456.5

Fuente: elaboración propia a partir de la adaptación de (Mesa, 2002).  
Período:2006-2018. (Tutiempo.net, 2018).

En la tabla 16 se representa la cantidad de grados en determinadas horas de cada mes del año en que se necesita enfriamiento para acercarse a bienestar térmico.

Tabla 16.  
Representación de grados días de enfriamiento o protección con sombra. ( $T_e - T_n$ )

HORAS	MESES												PROMEDIOS		AÑO
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	D-E-F	M-J-J	
1	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4	3.5	0.0	12.3
2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1.4	0.0	4.3
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.0	0.3
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.0	1.7
10	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	3	3.2	0.0	10.9	
11	9	7	5	1	0	0	0	0	4	7	9	8.3	0.0	42.0	
12	11	9	6	2	0	0	0	2	6	9	11	10.1	0.0	56.1	
13	12	10	7	3	0	0	0	3	7	10	12	10.9	0.0	63.2	
14	12	10	7	3	0	0	0	4	8	10	12	11.4	0.0	66.8	
15	12	10	7	3	0	0	0	4	7	10	12	11.1	0.0	64.4	
16	11	9	7	3	0	0	0	3	7	9	11	10.5	0.0	59.7	
17	11	9	6	2	0	0	0	2	6	9	11	10.1	0.0	56.1	
18	10	8	6	2	0	0	0	2	6	8	10	9.5	0.0	51.4	
19	10	8	5	1	0	0	0	1	5	7	9	8.9	0.0	46.7	
20	9	7	5	1	0	0	0	1	5	7	9	8.5	0.0	43.1	
21	9	7	4	0	0	0	0	0	4	6	8	7.7	0.0	37.4	
22	8	6	3	0	0	0	0	0	3	5	7	7.0	0.0	32.8	
23	7	5	3	0	0	0	0	0	2	4	6	6.1	0.0	27.4	
24	6	4	2	0	0	0	0	0	1	3	5	5.1	0.0	21.2	
TOTAL	148	114	73	21	0	0	0	23	71	107	139	133.9	0.0	697.7	

Fuente: elaboración propia a partir de la adaptación de (Mesa, 2002)  
Período: 2006-2018. (Tutiempo.net, 2018)

En la tabla 17 se realiza la síntesis determinando las exigencias térmicas en el año diariamente, infiriendo así los días y horas con necesidad de enfriamiento, calefacción, detallando /cuando se encuentra en situación de confort.

Tabla 17.

*Representación de necesidades térmicas en relación al rango de confort establecido.*

NECESIDADES BIOCLIMATICAS: C=CONFORT - F=FRIO(NECESIDAD CALEFACCION) - S=NEC. DE SOMBRA - E=NEC. DE ENFRIAMIENTO															
METODO BRUCE NOVELL AMPLIADO															
ESTACION: LA RIOJA CAPITAL															
TCON 24.21 TCMX 28.2 TCM1 21.2															
HORA													TOTALES AÑO		
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	FRIO	CONF.	ENFR.
1	E	C	C	F	F	F	F	F	F	C	C	C	6	5	1
2	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	C	C	7	5	0
3	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	C	C	8	4	0
4	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	C	C	9	3	0
5	C	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	11	1	0
6	C	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	11	1	0
7	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	F	C	9	3	0
8	C	C	F	F	F	F	F	F	F	F	F	C	9	3	0
9	C	C	C	F	F	F	F	F	F	F	C	C	7	5	0
10	C	C	C	F	F	F	F	F	F	C	C	C	6	6	0
11	E	E	E	C	F	F	F	F	C	E	E	E	4	2	6
12	E	E	E	C	C	F	F	C	C	E	E	E	2	4	6
13	E	E	E	C	C	F	F	C	C	E	E	E	2	4	6
14	E	E	E	C	C	F	F	C	C	E	E	E	2	4	6
15	E	E	E	C	C	F	F	C	C	E	E	E	2	4	6
16	E	E	E	C	C	F	F	C	C	E	E	E	2	4	6
17	E	E	E	C	C	F	F	C	C	E	E	E	2	4	6
18	E	E	E	C	F	F	F	C	C	E	E	E	3	3	6
19	E	E	E	C	F	F	F	F	C	E	E	E	4	2	6
20	E	E	E	C	F	F	F	F	C	E	E	E	4	2	6
21	E	E	E	C	F	F	F	F	C	C	E	E	4	3	5
22	E	E	C	C	F	F	F	F	C	C	E	E	4	4	4
23	E	E	C	C	F	F	F	F	C	C	E	E	4	4	4
24	E	E	C	C	F	F	F	F	F	C	C	E	5	4	3
<b>FRIO</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>24</b>	<b>17</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>TOT.F</b>	<b>127</b>	<b>% F. 44</b>
<b>CONF.</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>13</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>TOT.C</b>	<b>84</b>	<b>% C. 29</b>
<b>ENF.</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>TOTE</b>	<b>77</b>	<b>% E. 27</b>

Fuente: adaptación de (Mesa, 2002) .ATC: 2006-2018. (Tutiempo.net, 2018).

En la tabla 18 se detallan los meses y horas en las que se necesita sombra, datos que pueden ser trasladado al diagrama de trayectorias cilíndricas para así diseñar las protecciones solares. Indica que durante el mes de enero requiere todo el día, febrero y diciembre, a partir de las 7 de la mañana, en marzo y noviembre desde las 9 hs, octubre, abril y septiembre entre las 10 y 11 hs en adelante; en mayo y agosto entre las 12 a 17 hs-.



Tabla 18.  
*Necesidades de sombra horarias anuales.*

NECESIDADES DE SOMBRA P/TRASLADAR AL DIAG. DE TRAYECTORIAS SOLARES EN PROJ.CILIND. DESARROLLADA													
HORA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	Total Horas
6	S												1
7	S	S										S	3
8	S	S										S	3
9	S	S	S								S	S	5
10	S	S	S							S	S	S	6
11	S	S	S	S					S	S	S	S	8
12	S	S	S	S	S			S	S	S	S	S	10
13	S	S	S	S	S			S	S	S	S	S	10
14	S	S	S	S	S			S	S	S	S	S	10
15	S	S	S	S	S			S	S	S	S	S	10
16	S	S	S	S	S			S	S	S	S	S	10
17	S	S	S	S	S			S	S	S	S	S	10
18	S	S	S	S				S	S	S	S	S	9
19	S	S	S	S					S	S	S	S	8
20	S	S	S	S					S	S	S	S	8
<b>SOM</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>111</b>
												<b>%S.</b>	<b>62</b>

Fuente: adaptación de (Mesa, 2002) . Período: 2006-2018. (Tutiempo.net, 2018).

En la tabla 19 se establece las conclusiones del método, donde se definen los porcentajes de necesidades de calentamiento, refrescamiento y horas de sombra, como así también los meses del año en la cual son necesarias a fin de luego establecer el ángulo de protección, asimismo se detallan los grados días mensuales y anuales para calefacción y refrigeración.

Tabla 19.  
*Cuadro síntesis de aplicación del método BNA.*

ESTRATEGIA	PORCENTAJE	HORAS DE SOMBRA	MESES	GRADOS DIAS	
				MENSUAL	ANUAL
<b>Refrescamiento</b>	27%			133.9	697.7
<b>Confort</b>	29%				
<b>Calefaccion</b>	44%			-107.3	-456.5
<b>Sombra</b>	60%	10 a 15 6 a 7	set. a abr. may. - ago.		

Descripción de estrategias necesarias según el BNA (Mesa, 2002). Fuente: elaboración propia.

## CONCLUSIONES PARCIALES

A continuación, se expresan en cuadro síntesis, las conclusiones de estrategias y pautas de aplicación en el diseño arquitectónico y así alcanzar los niveles óptimos de confort interior, según los métodos aplicados de los distintos autores. A partir de los cuales se establece que en la ciudad de La Rioja se necesita anualmente medidas pasivas que oscilan en un 30.3 y 44% para calefacción, de refrigeración de un 27% a un 50 %, y en cuanto al tiempo que se encuentra en situación de confort difiere dependiendo el método de análisis entre un 29 y un 50 %.

Tabla 20.

*Cuadro síntesis de estrategias y pauta de diseño necesarias para la ciudad de La Rioja.*

ESTRATEGIAS NECESARIAS	ABC	BNA	MET-ME		MET-ME Pautas de diseño
			DIA	NOCHE	
<b>Confort anual</b>	30.8%	29.0%	33.3%	50.0%	
<b>Refrescamiento</b>	30.4%	27.0%	50.0%	10.0%	Edificio compacto, en torno a patio interior. Orientacion norte sur.
<b>Calefacción</b>	30.3%	44.0%	17.0%	40.0%	Edificio compacto. Orientacion norte sur.
<b>Ventilación - Ventilación Nocturna</b>	9.2%				Aberturas orientadas norte sur 10 a 20% de los muros a altura del cuerpo y a barlovento
<b>Inercia térmica Invierno y verano</b>	19.9%				Muros , techos y pisos. Pesados con transmisión térmica diferida de más de 8 hs. pesados
<b>Enfriamiento evaporativo</b>	12.5%				
<b>Sombra</b>		60.0%			Proteccion aberturas Implantacion norte-sur.

Comparación de estrategias y pautas de diseño realizadas Fuente: elaboración propia a partir de (USC , 2006) (Mesa, 2002) (Blasco Lucas , 2000). Para el período 2006-2018. (Tutiempo.net, 2018)

En cuanto a las estrategias pasivas de acondicionamiento térmico establecidas a partir de las conclusiones arribadas en el cuadro anterior las mismas son seis:

**Ganancia solar:** esta pauta se utiliza en invierno a fin de promover la ganancia de energía a través del aprovechamiento de la radiación solar. La misma se puede generar de manera directa, indirecta o diferida. Por ello es necesario el estudio de la orientación para garantizar el ingreso de sol todo el día en los meses de junio – julio y durante la mañana de abril y septiembre.

**Ventilación:** Con relación a la ventilación es necesario la incorporación de aberturas pequeñas en una proporción de hasta 20% de la superficie total de muros en la envolvente, ubicadas a barlovento para aprovechar las brisas frescas del verano durante la noche.

**Inercia térmica:** Incorporación de masa térmica en techos, pisos y muros exteriores e interiores, con amortiguación de 8 horas a fin de mantener la temperatura interior.

**Enfriamiento evaporativo:** Esta estrategia se utiliza en el exterior en área cercana y adyacente a la edificación, con la incorporación de vegetación, riego por aspersión, y espejos de agua en movimiento o a través vaporizadores, de manera de producir el descenso de la temperatura del aire.

**Protección solar:** Esta medida necesita el estudio del diseño de protecciones solares fijas o móviles de muros y aberturas, debido a que la ciudad posee una alta radiación anual y el ingreso solar solo debe darse en invierno y evitarlo en verano, ya que a partir de los vidrios se genera el efecto invernadero que eleva sobre manera la temperatura interior de los locales.

**Aislación Térmica:** Es un factor determinante la buena aislación térmica en muros y techos para lograr condiciones higrotérmicas aptas en el interior de la edificación, a fin de proteger el ingreso del calor hacia el local y la disipación del mismo en invierno.

## CAPITULO 04

### ANÁLISIS. DIAGNÓSTICO. PROPUESTA

En el presente capítulo se realizará el análisis bioclimático de las envolventes de una tipología arquitectónica y de su termo-eficiencia asociada, con objeto de obtener un diagnóstico sobre sus comportamientos. Se tomó a manera de ejemplo un prototipo significativo realizado por el A.P.V.y U., en el cual se examinarán propuestas de sistemas constructivos en tecnologías de techos más utilizados según los datos que arrojen las estadísticas. Esto es a fin de establecer su respuesta en referencia a las normas IRAM 11601,11604,11605,11659-2, garantizando las posibles soluciones para alcanzar los niveles mínimos establecidos con relación al clima de la ciudad de La Rioja. De esta forma se podrá determinar qué porcentajes de ahorro energético se alcanzan, calculando sobrecostos, la reducción de emanaciones de CO<sub>2</sub> y el tiempo de amortización de la inversión con el fin de constatar las opciones de rehabilitación energética de las existentes.

La elección de esta tipología de vivienda como objeto de estudio se funda en la gran cantidad de casos similares existentes en barrios actuales, que comprenden más del 50% de las unidades construidas en la capital.

## JUSTIFICACION DEL AREA DE ESTUDIO

### PLANES DE VIVIENDA EN LA MANCHA URBANA DE LA CIUDAD CAPITAL

En la justificación del presente trabajo de tesis se planteó que el desarrollo urbano de la capital de la Rioja es el resultado de acciones llevadas a cabo por el Estado Provincial, debido a que sus políticas públicas de las últimas cinco décadas determinaron que el acceso a créditos para alcanzar la vivienda propia fuese una pauta primordial. A partir de información extraída del libro “La Cuadrícula” (Landeira, 1992) y la realización de entrevistas a agentes de la Administración provincial de vivienda y urbanismo (A.P.V y U.) y ciudadanos de algunos sectores de la ciudad, se realizó el plano de distribución de viviendas masivas, las cuales fueron ejecutadas por diferentes entes, como el banco Hipotecario, el municipio, cooperativas y la A.P.V.yU. Se ha tenido acceso a datos de cantidades de unidades por barrio solo de aquellos más nuevos (antigüedad menor a 20 años) y del resto de las UH, al total construido por cada empresa constructora.

En la figura 29 se detallan en distintos colores los períodos de construcción, localizándose en verde el área central, en azul las erigidas desde el '45 al '60, acercándose a 2000 UH. Las áreas en amarillo, rojo y naranja pertenecen a las décadas del '70 a los '90 y alcanzan a 20.000 unidades distribuidas por toda la mancha urbana. En color rosa se muestra las construidas desde fines de los 90 a la actualidad. El 95 % de éstas se localizan en la zona sur provocando un gran crecimiento de la mancha urbana en esa dirección, y solo unas pocas se ubican el sector norte y este. Los loteos en cyan señalan la proyección de los futuros planes masivos a ejecutar por la A.P.V. y.U.

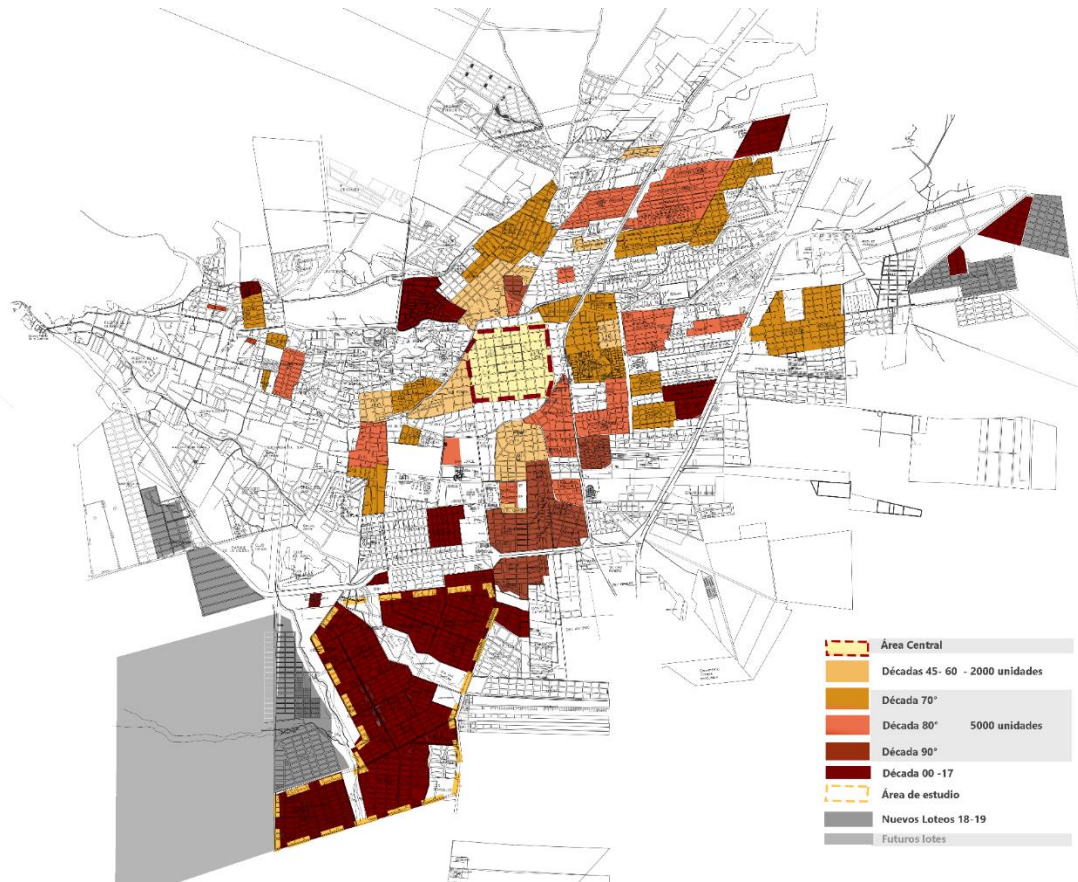


Figura 29. Planes de viviendas masivas a través del tiempo. Fuente: elaboración propia a partir de “La Cuadrícula” (Landeira, 1992) y trabajo de campo.

En esta tesis se toma como base la investigación realizada por Alonzo et.al. (2014), en la cual se estudió el comportamiento térmico de las envolventes techos y muros, mediante la verificación de la transmitancia según norma 11605 de diferentes casos de UH ejecutados entre los años 60 al 2009, analizando prototipos de planes de vivienda de barrios tradicionales de la ciudad capital (figura 30).

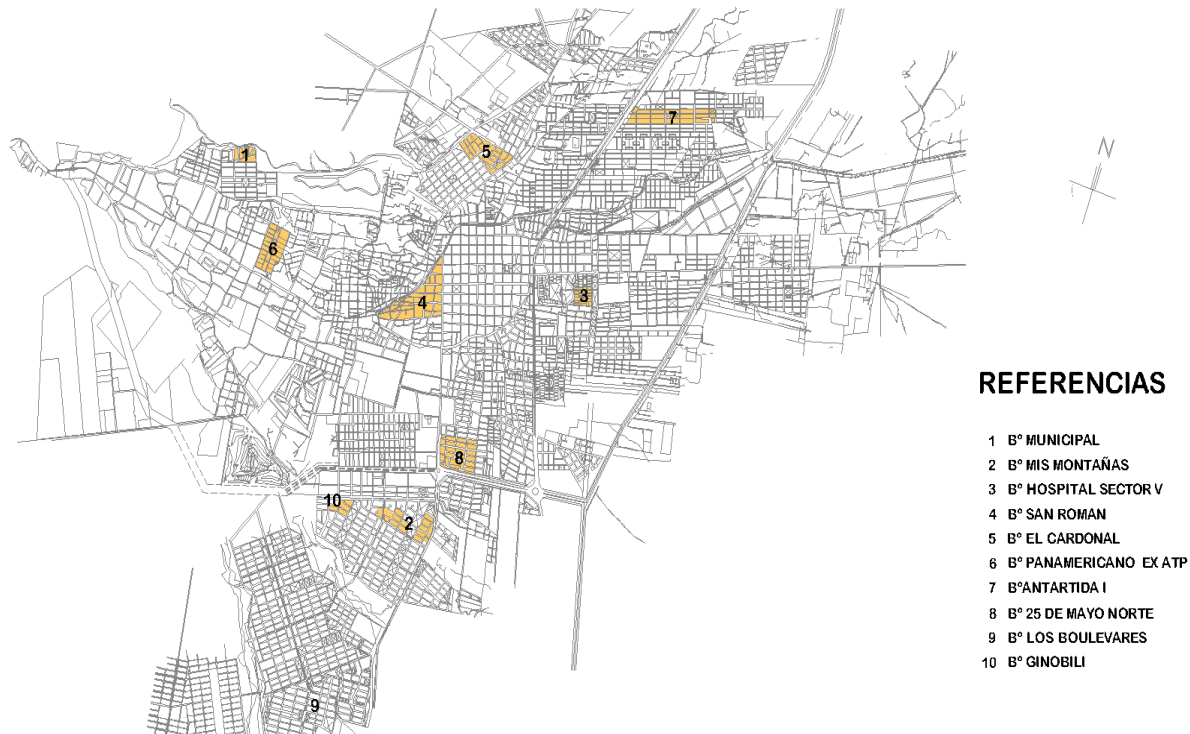


Figura 30. Ubicación en la ciudad de La Rioja Tipologías de Planes de viviendas. Fuente: elaboración propia.

La figura 31 contiene la comparación de resultados de las evaluaciones realizadas tanto en condiciones de verano como de invierno, evidenciando que ningún prototipo cumple con la normativa de niveles máximos admisibles de transmitancia térmica, salvo uno ejecutado en el 2008. Cabe aclarar, que dicha norma fue sancionada en 1996 y a partir del 2006 el Ministerio de Infraestructura y Vivienda de la Nación, establece una Resolución con los estándares mínimos de calidad en viviendas de interés social, exigiendo el cumplimiento obligatorio de las mismas en el nivel C para techos durante todo el año.

En el caso del barrio los Boulevares (52 viv.), alcanza los rangos al valor C en verano y B en invierno. Este tipo de sistema constructivo no volvió a ser utilizado por el Estado provincial, según lo expresado por los agentes de la A.P.V. y U. en entrevista oportunamente realizada.

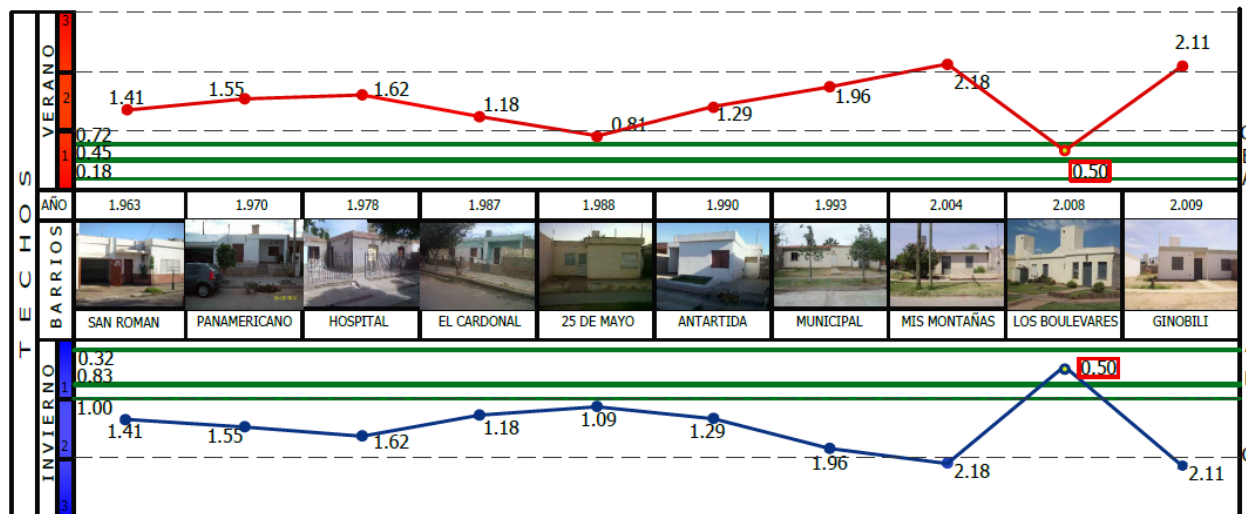


Figura 31. Cuadro comparativo de niveles de transmitancia térmica de tipologías barriales, período 1963-2009. Fuente: elaboración propia.

En el año 2017 se efectúa una nueva Resolución con vigencia desde enero del 2018 (E /2018), donde se elevan los estándares mínimos a nivel B, tanto para techos como para muros anualmente. Si bien es una política que abarca a todo el país, el cumplimiento de la norma es de carácter obligatorio solo para el caso de prototipos financiados por el Fondo Nacional de la Vivienda (FONAVI) ya que, desde el Gobierno provincial o municipal, la misma no es tenida en cuenta. En La Rioja, al día de la fecha -mayo 2019-, aún no se han construido proyectos con el acatamiento de la normativa.

El área de estudio se ubica en la zona sur de la ciudad resalta con color salmón en la figura 32, por ser el lugar hacia donde más ha crecido en las últimas décadas y en el cual se han ejecutado la mayoría de los planes de vivienda del siglo XXI y según lo previsto para los próximos años, continuarán extendiéndose en esa dirección. Esto se debe a la existencia de grandes extensiones de terrenos vacantes (3000 has) los cuales son propiedad del Estado Provincial. En celeste se observan los lotes con infraestructura y en rosado la superficie restante sin urbanizar aún.



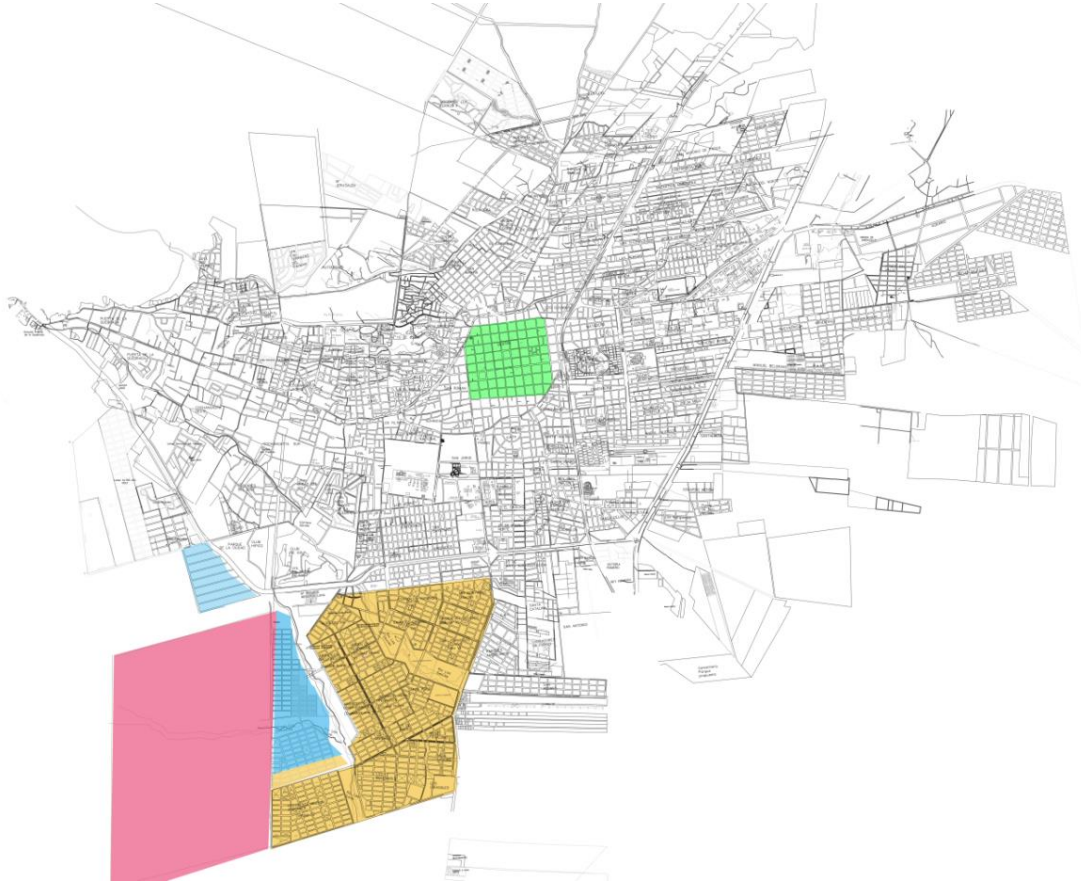


Figura 32. Sector sur de la ciudad de La Rioja. Fuente: elaboración propia.

A partir de información suministrada por la A.P.V. y U. de planes ejecutados en la zona sur de nuestra ciudad (Anexo 2), se realizó el conteo y estadísticas de viviendas construidas en dicho sector, debido a que la administración carecía de datos locales procesados. Éstas, fueron costeadas por fondos FONAVI, Banco Hipotecario, Provincia, Municipio, además de existir barrios de financiamiento mixto, por Nación con aportes provinciales. De igual manera, se constató que de acuerdo al ente financiero y estrato socio-económico al que iba dirigido, era la tipología que se aplicaba, señalando que las diferencias significativas se producían generalmente con relación al tamaño de superficie cubiertos. A fin de demostrar lo expuesto se realiza el

análisis comparativo desde el diseño formal bioclimático de ocho tipologías representativas en el siguiente apartado.

## ANÁLISIS BIOCLIMÁTICO DE TIPOLOGIAS SECTOR SUR DE LA CAPITAL

### ESTUDIO DE ORIENTACIONES DE LOS PROTOTIPOS DE LA ZONA SUR.

En la figura 33 se detalla el estudio de asoleamiento y protecciones para la zona bioambiental de la Capital de La Rioja, según normas IRAM11603. Allí se observa que se divide en tres gráficos: el primero, en colores rosado y verde claro, se consigna la necesidad indispensable de protección solar de la zona situada entre los 20°NO y los 120° SO y de manera opcional al NE la zona que va desde los 45° a los 110°. En el segundo gráfico, en color amarillo se marcan las direcciones en que reciben las 2 horas de sol mínimas necesarias. Finalmente, en el gráfico de color naranja, se marca como óptima y favorable la orientación 20° NO hasta la E.

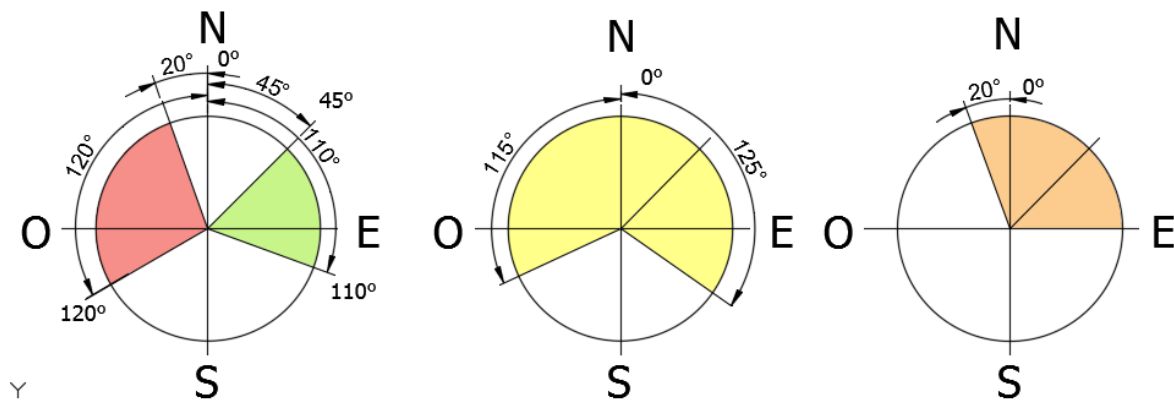


Figura.33. Diagrama de orientaciones para zona bioambiental de La Rioja Capital.  
Fuente: Norma IRAM 11603

Analizando los emplazamientos y orientaciones de los prototipos, estos se replicaron indistintamente con la misma resolución formal y funcional para todas las orientaciones, no realizándose modificaciones en su diseño, tanto para las que se encuentran entre medianeras como para las situadas en esquinas.

Según las direcciones de la trama y teniendo en cuenta la cantidad de UH en cada manzana, la disposición las mismas en el área de estudio y la norma antes mencionada, el 31 % posee una buena orientación, pudiendo llegar al 49 % si la NO, no superara los 20° de inclinación, situación difícil de determinar por las variaciones del diseño de la trama urbana.

Las UH que poseen fachadas con dirección N-S corresponden a un 22%, siendo la mitad enfrentadas al norte y la otra hacia el sur. El 30% corresponde a las orientadas hacia el NO-NE, en cuanto al O y E, el 18 % de las analizadas están orientadas hacia estos puntos cardinales.

Tabla 21.

*Estudio de orientaciones de tipologías del sector sur.*

ESTUDIO DE ORIENTACIONES						
Sector	Faldeo	Ciudad Nueva	Kirchnner	Los Boulevares	Total UH por orientación	Porcentaje
UH p/sector	2855	2900	2114	460		
<b>Total UH</b>	<b>8329</b>					<b>100%</b>
ORIENTACION FACHADA						
N	771			143	914	<b>11%</b>
S	771			143	914	<b>11%</b>
E	657			87	744	<b>9%</b>
O	657			87	744	<b>9%</b>
NO		899	655		1554	<b>19%</b>
SE		899	655		1554	<b>19%</b>
NE		551	402		953	<b>11%</b>
SO		551	402		953	<b>11%</b>

Estadística de las orientaciones de las fachadas principales de las tipologías existentes del sector sur. Fuente: Elaboración propia.

## ANÁLISIS COMPARATIVO DE 8 TIPOLOGÍAS REPRESENTATIVAS DE LA ZONA SUR.

Del universo de tipologías existentes en la zona sur, de los cuatro sectores que lo componen se realizó el estudio comparativo de las ocho más representativas. En la tabla 22 se detalla el

nombre de los barrios y el código que se les asignó, a los fines de su mención en la presente, completando la misma con cantidad de unidades construidas y el período en el que se ejecutaron.

Tabla 22.

*Tipologías a analizar del sector sur de la ciudad.*

Caso	Barrio	Año de Ejecución	Código	Unid. Hab. Const.
1	Faldeo Velasco Sur	1999-2001	FV-3D	600
2	Mis Montañas	2001-2003	MO-2D	897
3	Urbano 1	2004-2010	U1-2D	2512
4	Federal	2004-2010	FE-2D	1057
5	Urbano 2	2004-2011	U2-2D	432
6	Techo Digno	2011-2015	TD-2D	1578
7	Mi Primera Casa	2015-2017	MC-2D	250
8	Urbano 3	2018-2019	U3-2D	50

De las 8 tipologías a analizar, se observa en las figuras 34 y 35, que la única que se entregó con tres dormitorios es la (FV-3D), con una superficie cubierta de 68.27 m<sup>2</sup>, las restantes son de dos dormitorios las cuales rondan entre los 49.32 m<sup>2</sup> y los 52.83 m<sup>2</sup>.

Todas las UH se presentan apareadas por el muro medianero de los dormitorios y poseen en un 95% de los casos lotes de 10 x 30 m. El presupuesto asignado fué rígido y escaso, trascendiendo la premisa de construir más unidades a menor costo, como único principio de economía y racionalidad. El espacio verde de retiro entre la línea municipal (LM) y de edificación varía entre los 4 y los 6 metros. Teniendo en cuenta que por la Ordenanza Municipal 2225, se exige un retiro mínimo de 3 mts., las tipologías emplazadas a 6 m de la LM, otorgan mayor oportunidad de ampliaciones sin perder totalmente el espacio verde. Es conveniente aclarar que, si bien existe un código urbano, pocas veces es respetado y la historia demuestra en todos los barrios de la capital, que las ampliaciones llegan hasta la vereda, en detrimento del paisaje urbano ambiental.

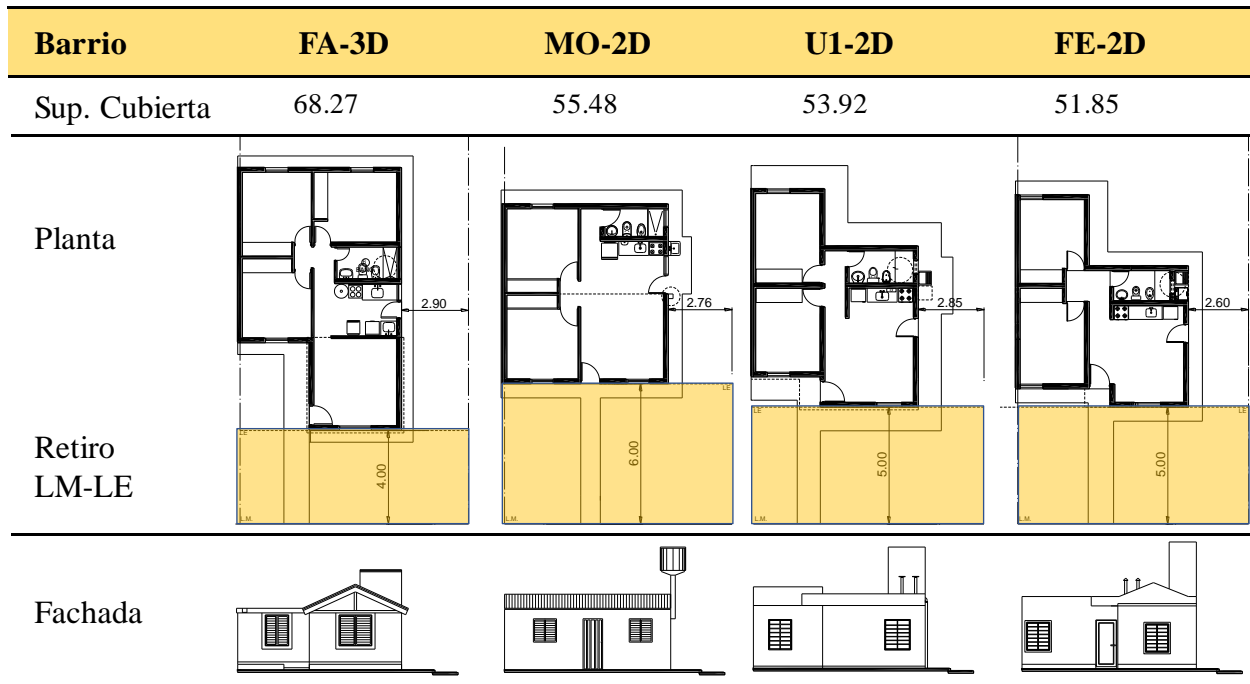


Figura 34. Tipologías zona sur B° Faldeo, Mis Montañas, Urbano 1, Federal. Fuente: Elaboración propia

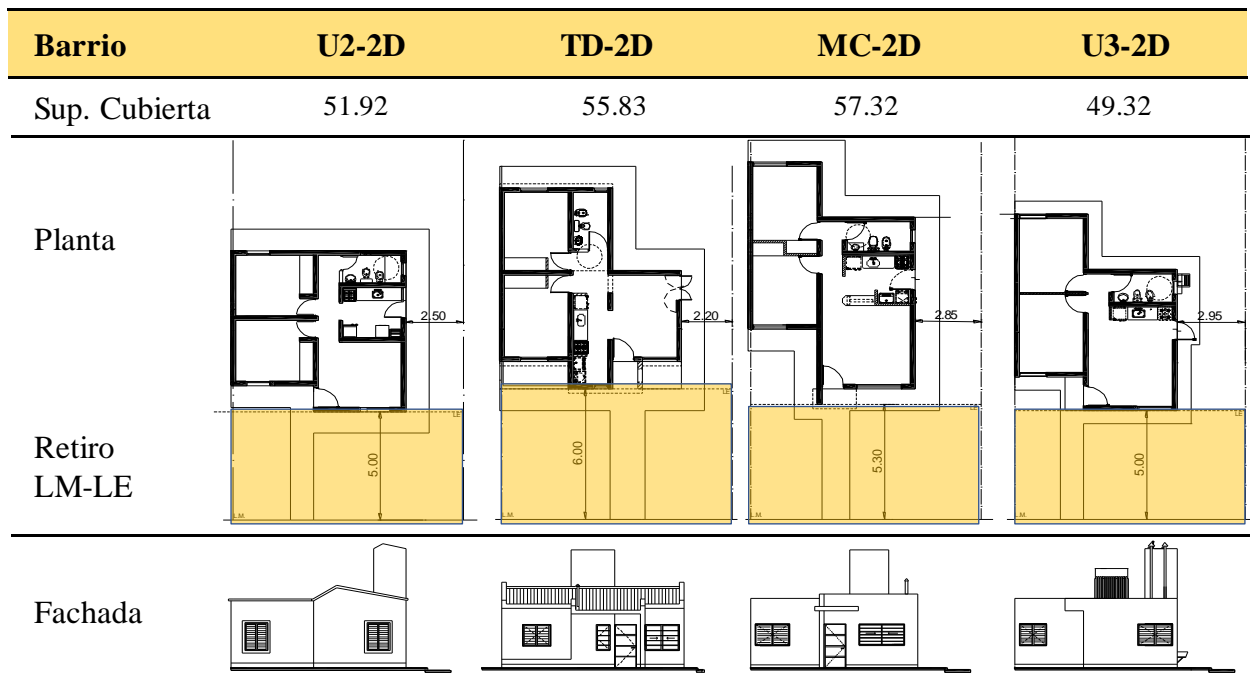


Figura 35. Tipologías zona sur B° Urbano 2, Techo Digno, Mi primera Casa, Urbano 3. Fuente: Elaboración propia.

En la resolución funcional y en el diseño de las fachadas, se observó que las mismas no distan demasiado unas de otras ofreciendo pocas variantes. Las tipologías del FV-2D y MO-2D son las únicas que poseen techo inclinado. Las correspondientes a las viviendas TD-2D, tienen una mínima diferencia en su disposición interior y el resultado formal de la misma, respecto de las anteriores, al no aparearse el núcleo húmedo.

### **Análisis de compacidad, fenestración, protección solar y protección para lluvia**

En las tablas 23 y 24 se muestra el estudio comparativo de tipologías con relación a las pautas de diseño establecidas en la síntesis de estrategias bioclimáticas para la capital de La Rioja.

El estudio de la forma del edificio se realiza a través de la aplicación del Factor de Área Envolvente/ Piso (FAEP) (Estevez Miramont, 2017), el cual calcula a partir de la superficie de los elementos de la envolvente (paredes, ventanas y techo) sobre la del área total cubierta. El indicador resultante que se acerque al valor 2 correspondiente a la semiesfera, será la tipología energéticamente más eficiente, entendiendo este concepto como aquella que pierde un mínimo de energía en invierno y gana un mínimo en verano.

Analizando los resultados y sin tener en cuenta ampliaciones de futuros dormitorios, la tipología U3-2D, MC-2D, FE-2D y TD-2D son los edificios con mayor valor de FAEP en orden decreciente y el menor índice U2-2D, U1-2D, FA-2D y el MO-2D, siendo este último el que posee la forma más eficiente.

En cuanto a porcentaje de ventanas dispuestas sobre la superficie de muros, denominado Coeficiente de Fenestración, todas las tipologías rondan entre el 6 y 9%, teniendo en cuenta lo sugerido en las estrategias que corresponde entre el 10 % y 20% de muros) encontrándose por debajo de lo establecido.

En lo referido al ítem protección solar, las ocho unidades analizadas poseen celosías en las ventanas de los dormitorios y salas de estar, a excepción de las tipologías MC-2D y TD-2D que carecen de las mismas en el área diurna y la FA-2D pues posee un área vidriada en la cabriada que sostiene el techo.

En aquellas que tienen resguardo para evitar el ingreso de irradiancia en la temporada estival, deben mantenerlas cerradas en el día menoscabando el caudal de iluminación natural y los prototipos antes mencionados, que carecen de protección, tienen penetración solar directa produciéndose en verano el incremento de la temperatura en el interior del local.

Tabla 23.

*Análisis comparativo de la eficiencia de la forma, fenestración y protecciones para el sol y la lluvia.*

<b>BARRIO</b>	<b>FA-3D</b>	<b>MO-2D</b>	<b>U1-2D</b>	<b>FE-2D</b>
<b>Forma Eficiente</b>				
Superficie cubierta	68.27	55.48	53.92	51.85
Sup. Envol. Muros + ventanas + techo	146.71	111.90	117.88	116.56
FAEP (Estevez 2017)	<b>2.15</b>	<b>2.02</b>	<b>2.19</b>	<b>2.25</b>
<b>Fenestración</b>				
FV= Vent/sup Muros	<b>8%</b>	<b>6%</b>	<b>6%</b>	<b>6%</b>
Sup. aberturas	7.8	4.5	5.12	5.7
<b>Protecciones solar</b>				
Aleros ventanas	-	-	-	-
Parasoles	-	-	-	-
Galerías	-	-	-	-
Pergolas	-	-	-	-
Postigones exteriores	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>
Arbolado urbano	<b>Si</b>	<b>Si</b>	-	-
<b>Protección lluvia</b>				
Alero en ingreso	-	-	<b>Si</b>	<b>Si</b>
Galería	-	-	-	-

Comparación de diseño bioclimático según estrategias necesarias para la ciudad de La Rioja en tipologías de vivienda (APVyU). Fuente: elaboración propia.

Con relación a la protección de la lluvia, cinco de las ocho tipologías poseen alero en el hall de ingreso. En cuanto al análisis de retardo, se realizará en el apartado de análisis termofísico de los materiales constructivos, debido a que los prototipos de igual diseño de cada programa no

fueron ejecutados con los mismos sistemas. Es por ello que la verificación de las calidades térmicas y su respuesta con relación a las normas de acondicionamiento y su mejoramiento a fin de que contribuyan al confort interior y al ahorro energético se realizará en la tipología más representativa. Su elección nace bajo el criterio de los relevamientos realizados y de las opiniones que fueran expresadas en entrevistas personales realizadas por quien escribe, a la jefa del departamento de planes y proyectos (arq. Silvia Francucci) y al coordinador general de vivienda social (ing. Hernán Brizuela) pertenecientes a la Dirección Gral. de Política Habitacional de la APV y U.

Tabla 24.

*Análisis comparativo de la eficiencia de la forma, fenestración y protecciones para el sol y la lluvia.*

<b>BARRIO</b>	<b>U2-2D</b>	<b>TD-2D</b>	<b>MC-2D</b>	<b>U3-2D</b>
<b>Forma Eficiente</b>				
Superficie cubierta	51.92	55.83	57.32	49.32
Sup. Envol. Muros+ventanas+techo	113.80	124.00	129.31	113.57
FAEP (Estevez 2017)	<b>2.19</b>	<b>2.22</b>	<b>2.26</b>	<b>2.30</b>
<b>Fenestración</b>				
FV= Vent/sup Muros	9%	9%	8%	9%
Sup aberturas	5.2	5.7	5.2	5.2
Evaluación Fenestración (Blasco Lucas 2006)	0.9	0.9	1	0.9
<b>Protecciones solar</b>				
Aleros ventanas	-	-	-	-
Parasoles	-	-	-	-
Galerías	-	-	-	-
Pergolas	-	-	-	-
Postigones exteriores	<b>Si</b>	-	-	<b>Si</b>
Arbolado urbano	-	-	-	-
<b>Protección lluvia</b>				
Alero en ingreso	-	<b>Si</b>	<b>Si</b>	<b>Si</b>
Galería	-	-	-	-

Comparación de diseño bioclimático según estrategias necesarias para la ciudad de La Rioja en tipologías de vivienda (A.P.V. y U.). Fuente: elaboración propia.

## DATOS DE ALTURAS SOLARES DE LA CIUDAD DE LA RIOJA

En la tabla 25 se realizó una síntesis de altura de rayos solares y azimut para la ciudad de La Rioja, a fin de establecer los ángulos correspondientes a cada hora para ser utilizado en el diseño



de las protecciones solares. En la misma se señaló con color, los horarios y meses a proteger representado además en el diagrama de trayectoria cilíndrica, figura 36.

Tabla 25  
*Coordenadas solares para la ciudad de La Rioja.*

HORA	DICIEMBRE		ENE./NOV.		FEB./OCT.		MAR./ SET.		ABR./AGO.		MAY./JUL.		JUNIO	
	ALTURA	AZIMUT	ALTURA	AZIMUT	ALTURA	AZIMUT	ALTURA	AZIMUT	ALTURA	AZIMUT	ALTURA	AZIMUT	ALTURA	AZIMUT
6	11.07	110.33	9.23	107.1	5	98.59	0.01	90.02	0	80.03	0	72.15	0	69.26
7	23.36	104.26	22.05	100.43	18.01	91.53	13.04	82.35	7.11	72.39	2.31	65.12	0.5	62.33
8	36.25	98.36	35.03	94.17	31.05	84.2	25.53	74.17	19.22	64.09	13.58	56.55	12	54.25
9	49.26	92.25	48.08	87.04	43.58	75.11	38.07	64	30.35	53.38	24.17	46.44	21.57	44.27
10	62.31	84.32	61.05	77.11	56.1	62.07	49.07	49.49	40.09	39.53	32.47	33.56	30.05	32.04
11	75.17	69.32	73.15	57.52	66.25	39.33	57.29	28.47	46.54	21.48	38.33	18.06	35.33	16.59
12	84.01	0	80.16	0	71.03	0	60.48	0	49.25	0	40.38	0	37.3	0
13	75.17	-69.32	73.15	-57.52	66.25	-39.33	57.29	-28.47	46.54	-21.48	38.33	-18.06	35.33	-16.59
14	62.31	-84.32	61.05	-77.11	56.1	-62.07	49.07	-49.49	40.09	-39.53	32.47	-33.56	30.05	-32.04
15	49.26	-92.25	48.08	-87.04	43.58	-75.11	38.07	-64	30.35	-53.38	24.17	-46.44	21.57	-44.27
16	36.25	-98.36	35.03	-94.17	31.05	-84.2	25.53	-74.17	19.22	-64.09	13.58	-56.55	12	-54.25
17	23.36	-104.26	22.05	-100.43	18.01	-91.53	13.04	-82.35	7.11	-72.39	2.31	-65.12	0.5	-62.33
18	11.07	-110.33	9.23	-107.1	5	-98.59	0.01	-90.02	0	-80.03	0	-72.15	0	-69.26

Síntesis de proyecciones solares horaria anual, detallando altura y azimut. Fuente: elaboración propia a partir de CEMMARESOL (Gonzalo G. , 1998).

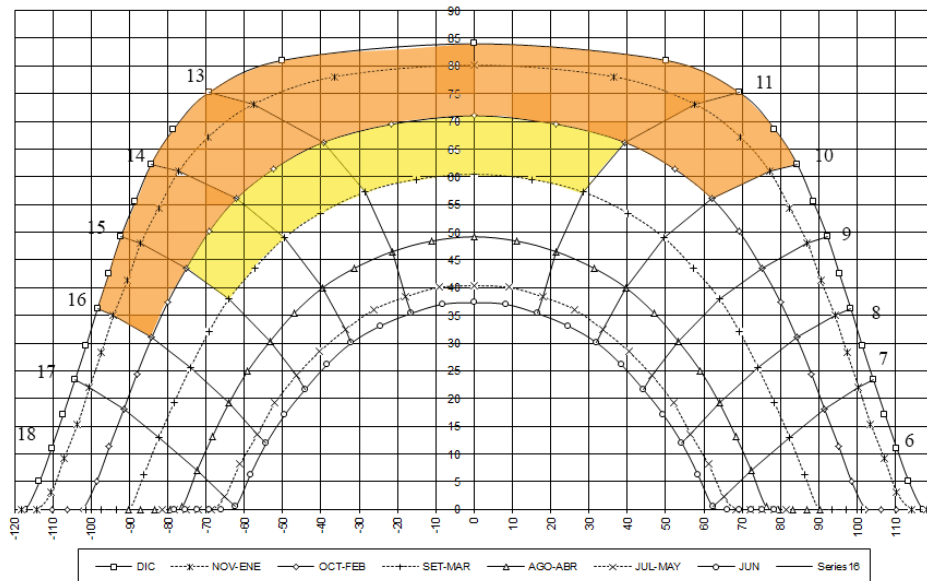


Figura 36. Diagrama de trayectoria cilíndrica para la ciudad capital de La Rioja. Fuente: Elaboracion propia c/CEMMARESOL (Gonzalo G. , 1998).

### Diseño de protecciones para ingreso solar en orientaciones desfavorables

En base al estudio de las alturas solares con el diagrama de trayectoria cilíndrica se establece que las protecciones de fachadas y aventanamiento con orientación norte entre las 11 y las 13 hs se necesitan aleros o parasoles horizontales con un ángulo de 70° de octubre a febrero y

si se quiere alcanzar mayor protección de setiembre a marzo este, debe disminuir a  $60^\circ$ . De esta manera se prevé que para la estación invernal ingresará sol al interior de los locales facilitando el aprovechamiento de la radiación solar como ganancia térmica (fig.37).

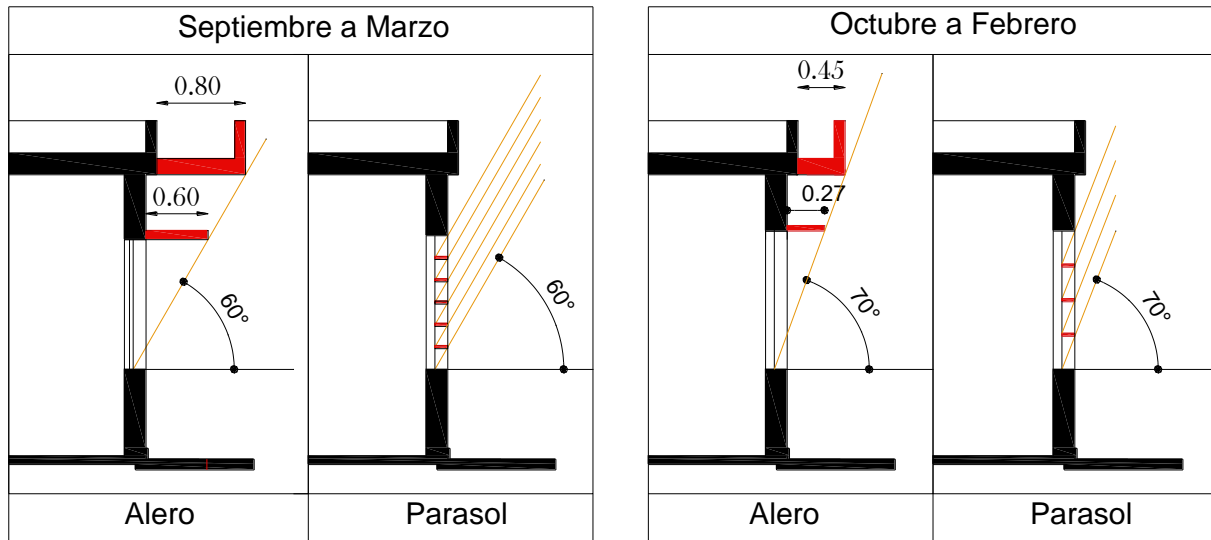


Figura 37. Diseño de protecciones solares orientación norte. Fuente: Elaboración propia.

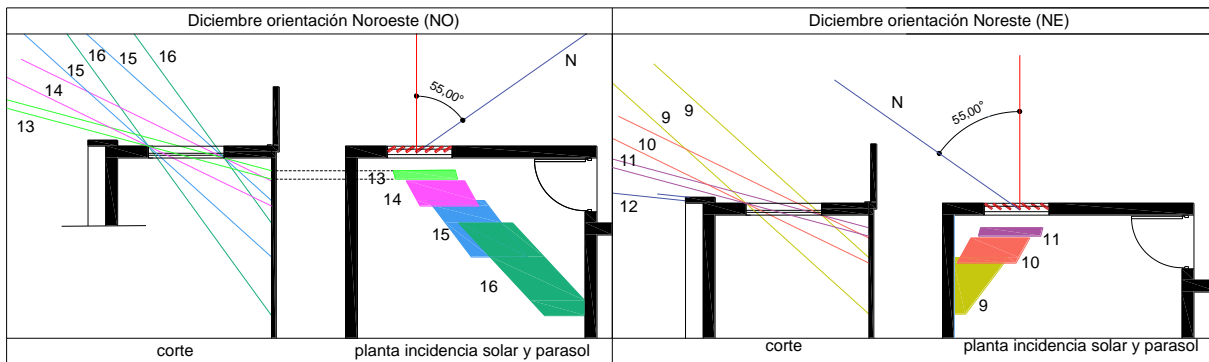


Figura 38. Diseño de parasoles verticales para mes de diciembre, orientación NO y NE. Fuente Elaboración propia.

En el caso de las orientaciones E, O, NE y NO, merecen el diseño específico en relación a su orientación, las protecciones de éstas tendrán que ser verticales y debe tenerse especial cuidado en su disposición, lo ideal es que las mismas sean móviles, a fin que puedan ir girando de acuerdo al mes del año, para garantizar la incidencia solar en invierno y la fehaciente protección en la época estival. De igual manera, cabe aclarar que es sustancial el estudio de la separación de las tablillas

y así permitir tanto la iluminación natural interior, como el contacto visual con el exterior. A modo de ejemplo se tomó las NO y NE con un ángulo normal al Norte de  $55^\circ$ , según demuestra la figura 38. En el planteo de parasoles se deben utilizar las alturas solares y azimut especificado en la tabla 25.

### **ESTUDIO TERMO-ENERGÉTICO DE TECNOLOGÍAS EN TECHOS.**

El estudio termo-eficiente se ejecutó en la resolución de las envolventes horizontales superiores, por ser éstas las más expuestas a la radiación solar en la época estival y teniendo en cuenta que la capital de la provincia se halla en la Zona Bioambiental Ia, el consumo energético en electricidad para refrigeración es el más relevante anualmente, según lo informado por empresa EDELAR. Cabe recordar que el sector sur de la ciudad no posee gas natural y el acondicionamiento térmico auxiliar anual se realiza enteramente con esa fuente de energía.

### **ESTADÍSTICAS Y ENCUESTAS**

En la tabla 26 se observa el total de viviendas realizadas en el sector sur de la ciudad ascendiendo las mismas a 8328 unidades. Para analizarlas estadísticamente, se las clasificó a partir de los sistemas constructivos usados, estableciéndose 12 ejemplos, de los mismos un 6 % corresponde a no tradicionales (gallará, retak y casaforma) y es conveniente aclarar, que gran cantidad de los casos en los que se aplicaron, se utilizaron de manera híbrida. Esto se debe a la aplicación en su mayoría solamente en muros exteriores resolviendo la envolvente horizontal con sistemas tradicionales.

Tabla 26.

*Estadísticas de planes de viviendas sector sur de la Capital*

SISTEMA	N° MUROS	TECHOS	UH	FRACCION %	
TRADICIONAL	1	LCHP	CHAPA LV 10CM ROCA DE YESO	340	
	2	LCHP	LOSA H°A°	132	
	3	LCHP	RAPILOSA	4908	82
	4	LCHP	BLOQUES EPS	52	
	5	LCHP	TEJAS MACHIM. L.V 5 CM	600	
	6	LCHP	CHAPA L.V. 5 CM ROCA DE YESO	765	
	7	B H°	CHAPA L.V. 5CM ROCA DE YESO	32	
	8	B H°	RAPILOSA	307	13
	9	B H°	CHAPA L.V.5 CM. MACHIM.	723	
INDUST.	10	RETAK	RAPILOSA	52	
	11	CASAFORMA	BLOQUES EPS	52	6
	12	GALLARA	GALLARA	365	
<b>TOTAL DE UH</b>			<b>8328</b>	<b>100</b>	

Estudio estadístico de sistemas constructivos tradicionales e industrializados, analizando sus porcentajes, en base a sus envolventes verticales. Referencias ladrillo cerámico hueco portante (LCHP), bloque de hormigón (BH°). Fuente: Elaboración propia

A partir de los datos analizados el 95% de lo construido, se ejecutó con sistemas tradicionales, resolviendo los muros en un 82 % con ladrillo cerámico hueco portante (LCHP), 13% de bloque de hormigón (BH°) y un 6% con no tradicionales. En la tabla 27 se muestra los diferentes materiales de resolución de las envolventes horizontales, éstas presentan seis materialidades diferentes, teniendo los mayores porcentajes (65%) los resueltos con viguetas premoldeadas (VP) y ladrillos cerámicos de 12,5cm (rapilosa), un 21% en chapa, 7 % en madera con tejas, 4% en sistema Gallará y un 2% y 1% en losa maciza y VP con ladrillos poliestireno expandido de alta densidad (EPS) respectivamente. Cabe señalar que se toma como variable de análisis los materiales de los techos sin tener en cuenta las aislaciones térmicas y cubiertas en general ya que las mismas son diversas. Se relevaron las diferentes aislaciones y cubierta utilizadas durante los últimos 20 años, aunque no se pudo realizar la estadística por no contar con la cantidad de aplicaciones de cada una de ellas.

Tabla 27  
*Estadísticas de sistemas tradicionales en la resolución de techos.*

Nº	TECHOS	UH	FRACCION %
1	LOSA H°A°	132	2
2	RAPILOSA	5,267	65
3	BLOQUES EPS	104	1
4	CHAPA	1,860	21
5	MADERA	600	7
6	GALLARA	365	4
<b>TOTAL DE UH</b>		<b>8328</b>	<b>100</b>

Proporciones de techos realizados en la zona sur de la Capital, detallando cantidad de viviendas y los porcentajes de resolución de los mismos. Fuente: elaboración propia.

**Resultados de encuestas realizadas a constructores de la Ciudad capital**

Con el fin de conocer cómo se construye desde la obra privada, se realizaron encuestas a constructores locales, en su mayoría arquitectos debido a que el colegio ayudó con la distribución de la misma. De un total de 175 profesionales habilitados en el año 2019 se realizaron 63 encuestas arrojando los siguientes valores.

Con relación a la resolución de los techos el 65 % construye con VP y LC12 cm, el 11% con VP con bloques de EPS, un 10% con losa de H°A°, el 10% con chapa y 5% con madera y tejas figura 39.

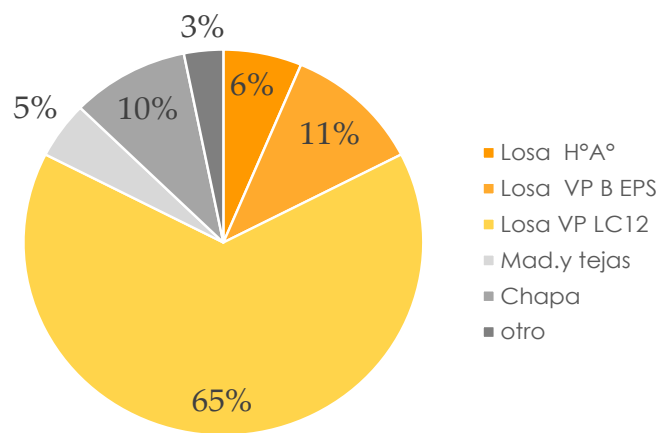


Figura 39. Porcentaje de tipos de techos que se utilizan en la ciudad de La Rioja.  
 Fuente: elaboración propia.



cumplimentar en las unidades habitacionales financiadas por FONAVI. Cabe recordar que si bien, está reglamentado desde Nación (noviembre del 2017), el total de viviendas construidas en la ciudad en general y en la zona sur en particular, son anteriores a dicha reglamentación. La misma es aplicada solamente en nuevos prototipos financiados por éste ente desde del año 2018. Se debe tener en cuenta que en agosto del 2019 se aprobó el primer proyecto que cumple con estos objetivos, aunque no se enviaron fondos para su ejecución debido a la crisis que atraviesa el país. En la provincia siguen construyendo con los sistemas constructivos que se analizan en la presente tesis.

En lo referido a los coeficientes a cumplimentar, “el B implica ahorros de energía razonables en invierno pero es insuficiente para la estación verano” (Czajkowski & Corredera, 2006), Czajkowski ha desarrollado verificaciones que lo fundamentan en todas las zonas bioclimáticas húmedas del país. En este sentido (Mercado & Esteves, 2004) proponen un nuevo nivel promedio (EE) entre el A y B, ya que aplicar el A dificulta la implementación desde el aspecto práctico y económico, de este modo se unifica tres aspectos, los dos antes mencionados y el térmico, de manera de alcanzar mejoras importantes en el acondicionamiento interior, favoreciendo las condiciones de habitabilidad y el consumo energético.

Tabla 28

*Valores de transmitancia térmica de techos para la ciudad de La Rioja.*

ELEMENTO	VALORES ADMISIBLES MÁX. DE TRANSM. S7N11605 máx. admis. de transm. s/n 11605							
	Verano				Invierno			
	Nivel A	Nivel EE	Nivel B	Nivel C	Nivel A	Nivel EE	Nivel B	Nivel C
TECHOS	0.18	0.31	0.45	0.72	0.32	0.58	0.83	1.00
MUROS	0.45	0.78	1.10	1.80	0.38	0.69	1.00	1.85

Valores de transmitancia máximos admisibles de techos para condición de verano e invierno para la zona climática IA, correspondiente a la ciudad de La Rioja según norma IRAM 11603-11605

### Determinación de tecnologías en envolvente superior a analizar

En el cuadro síntesis de la tabla 29, se observa los valores de resistencia, transmitancia, retardo y amortiguación de los seis tipos constructivos de techos que se analizaran en el caso de estudio. El ejemplo del techo tradicional de viguetas con bloques cerámicos de 12 cm (VPBC12) posee una estadística de uso del 59 %, con relación a la resolución de cubiertas y aislación térmica (AT), el T1 es la opción más usada, hormigón aliviado con esferas de EPS, alcanzando el nivel C para invierno. En cuanto al T3 y T4 son realizadas con H° pobre de cascotes y tierra natural, las cuales no la cumplen. El T2 alcanza el B tanto en inv. y en ver., tiene la misma cubierta del T3 y T4 de bovedillas, pero el H° de pendiente se resolvió igual que el T1, con el agregado de una plancha de EPS de 4 cm. En lo que respecta a las resoluciones de techo de chapa o de madera con cubierta de tejas francesas, la AT está resuelta con lana de vidrio de 5 cm, ambas cumplen el nivel B solo para invierno.

Tabla 29

*Cuadro comparativo de comportamiento térmico de sistemas constructivos (techos)*

Cod.	TECNOLOGIA TECHOS c/ AISLACION Y CUBIERTA	COMPORTAMIENTO TÉRMICO							
		Resistencia m <sup>2</sup> K/W		Transmitancia W/C°m <sup>2</sup>		Retardo horas		Amortiguación %	
		Verano	Invierno	Verano	Invierno	ext.-int.	int.-ext.	ext.-int.	int.-ext.
<b>T1</b>	VPBC 12cm, h°pend/pel.eps, mem. alum.4 mm	1.34	1.27	0.75	0.79	9.61	9.54	0.10	0.10
<b>T2</b>	VPBC 12cm, h°pend/pel.eps, placa eps 4 cm mem. alum.4 mm,mortero asiento, bovedilla	2.51	2.44	0.40	0.41	10.06	9.96	0.06	0.07
<b>T3</b>	VPBC 12cm, h°pend/cascote,mem. alum.4 mm, mortero asiento, bovedilla	0.96	0.89	1.12	1.22	8.96	9.67	0.14	0.09
<b>T4</b>	VPBC 12cm, tierra natural 12 cm,mem. alum.4 mm, mortero asiento, bovedilla	0.91	0.84	1.08	1.17	7.99	9.37	0.16	0.12
<b>T5</b>	Cubierta de Chapa, lana de vidrio 5 cm, cam. Aire, roca de yeso	1.56	1.49	0.64	0.67	0.80	2.08	0.72	0.55
<b>T6</b>	Cubierta de madera con tejas, lana vidrio 5 cm.	1.39	1.32	0.72	0.76	2.03	6.10	0.56	0.18

Cuadro comparativo de sistemas constructivos utilizados en la ciudad capital de La Rioja, analizando el comportamiento térmico, resistencia, transmitancia, retardo y amortiguación. Fuente: Elaboración propia a partir de la norma 11605. Valores de retardo y amortiguación realizados con CEMAKMP (Gonzalo G. , 1998)



En lo referido al estudio del retardo térmico, solo las resoluciones de las envolventes horizontales construidas con VPBC 12, cumplen con las 8 hs sugeridas en el análisis de las estrategias bioclimáticas a aplicar en la ciudad, esto se debe a que poseen masa térmica como cuerpo de la envolvente.

**“CASO DE ESTUDIO PROTOTIPO U1-2D”**

Como se mencionó anteriormente se toma en la verificación, una tipología representativa “prototipo Urbano 1 (U1-2D)”, por ser el que más veces se repite desde el año 2000 y es en la actualidad el diseño que se sigue licitando para futuros planes.

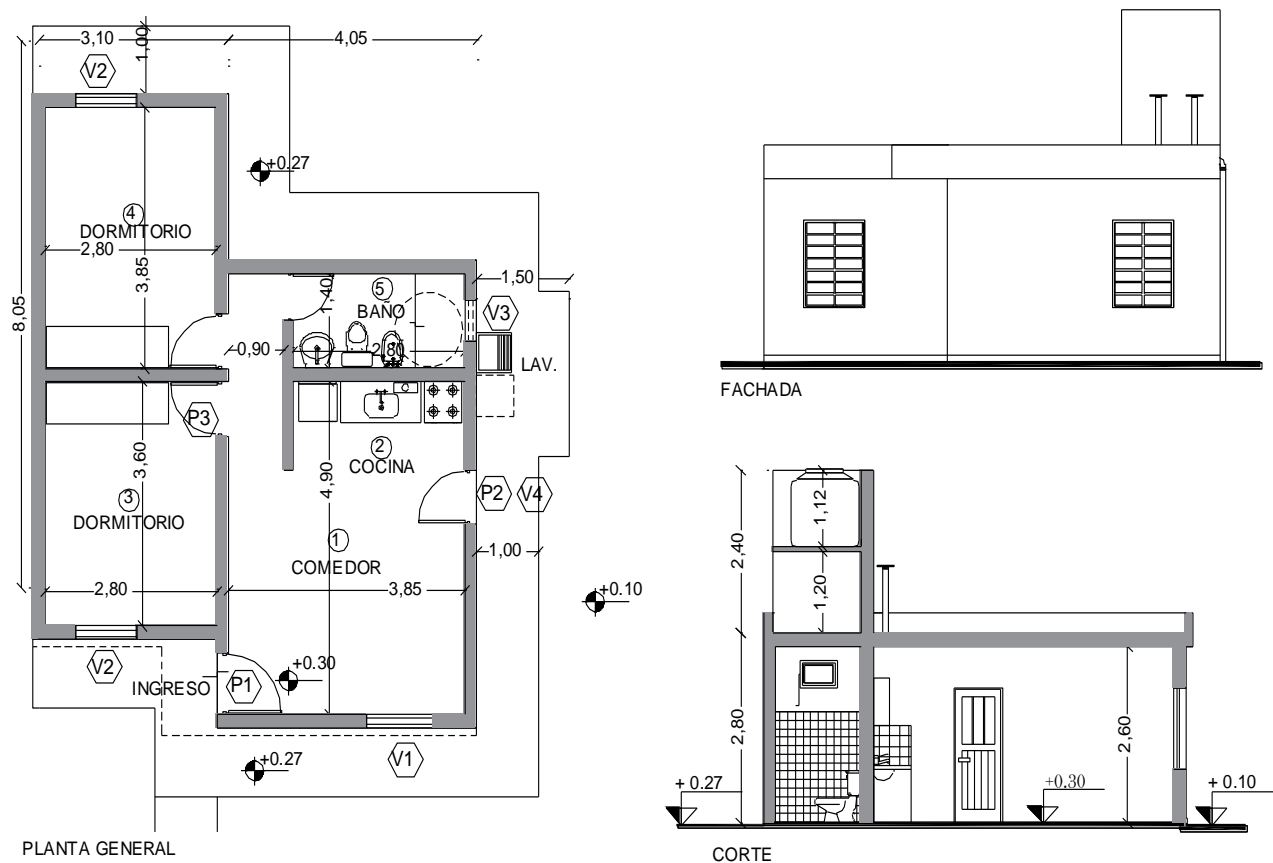


Figura 41. Planos de prototipo "Urbano N°1 (U1-2D)". Fuente: Elaboración propia, en base a la documentación provista por el APV y U.

En cuanto a la resolución de las envolventes en la aplicación de las verificaciones se utilizó en muros exteriores, la real del prototipo de ladrillos cerámicos huecos de 12 cm de espesor, con un  $K= 1.57 \text{ W/m}^2\text{K}$ , valor que solo consigue el C en invierno y verano, con un retardo de 5.08 hs y un amortiguamiento de 0.24. Se la eligió como opción, debido a que el 82 % de los prototipos construidos en la zona sur responden a esta característica constructiva, estableciéndose un material significativo en la concreción de paramentos verticales. Para la ejecución de los cálculos se realizará el mejoramiento del mismo al nivel B o EE de requerirlo a partir de los resultados. Con relación a las carpinterías, se tomó las reales de la UH, ya que son las que se utilizan en la totalidad de los entregados por el A.P.V. y U. Los análisis de transmitancia tanto de los envolventes se encuentran detallados en el anexo A3.

De este modo se dejó una sola variable en los paramentos verticales y así estudiar diferentes opciones en la resolución de techos, viguetas premoldeadas con ladrillo cerámico 12 cm (VPLC12), chapa galvanizada (CHGA) y madera (MA), con las aislaciones utilizadas según los datos recabados, en relación a los prototipos de vivienda ejecutados y los sistemas constructivos más utilizados desde el área privada.

### **Síntesis climática de la región de estudio**

Con el fin de realizar cálculos según las normas 11604 - 11659-2 de acondicionamiento térmico para ahorro en calefacción y en refrigeración se realizó la síntesis de datos necesarios, los mismos se detallan en tabla 30.

Tabla 30

*Síntesis Climática de la Ciudad Capital de La Rioja.*

PARÁMETROS CLIMÁTICOS		Invierno	Verano
Temperatura (°C)	mínima	6.70	20.00
	media	13.89	26.74
	máxima	21.10	33.30
Temperatura de diseño (°C)	mínima	-2.50	
	media	7.70	27.40
	máxima		42.40
Temperatura absoluta (°C)	mínima	-6.90	
	máxima		46.00
Grados Dias de Cal.base temp. Confort GD 20°C		733.40	
Temperatura efectiva corregida (°C)	media		25.10
	máxima		28.70
Temperatura de rocío (°C)		3.70	16.50
Humedad relativa (%)		64.00	62.70
Humedad Absuta ext. $W_e$ (g/Kg)			17.50
Humedad Absoluta int. $W_i$ (g/Kg)			12.00
Tensión de vapor (hPa)		8.40	19.20
Heliofania relativa		6.50	7.20
Velocidades de viento media km/h		5.40	7.10
Precipitaciones (mm acumulados)		19.00	299.10

Fuente: Elaboración propia a partir de Norma IRAM 11603, (2011); 11604 (2001)

**Datos necesarios para la ejecución de las verificaciones según normativas**

En la tabla 31 y 32 se establecen todos los datos generales necesarios de la vivienda a fin de ser utilizados en los distintos cálculos que se aplicarán en el presente capítulo.

Tabla 31

*Cuadro de datos métricos del caso de estudio "U1-2D"*

DATOS DE LA VIVIENDA - TIPOLOGIA U1-2D		
Perimetro exterior	41.24	ml
Altura interior	2.60	m
Superficie cubierta	53.92	m <sup>2</sup>
Superficie cubierta sin muros	45.62	m <sup>2</sup>
Superficie muros	107.22	m <sup>2</sup>
Volumen	118.61	m <sup>3</sup>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32

*Datos de las envolventes para el caso de estudio "U1-2D".*

COD.	DESCRIPCION DEL PARAMENTO	Cant.	Esp. m	sup. m <sup>2</sup>	total m <sup>2</sup>	K (W/m <sup>2</sup> K)	Fes
M1	Ladrillo cerámico hueco portante 18 cm con revoque ambas caras		0.22		107.22	1.57	
T1	VPBC 12cm, h°pend/pe.eps, mem. alum.4 mm		0.39		53.92	0.76	
Pi 1	Piso de cerámica esmaltada, contrapiso h		1.12		45.62	0.25	
V1	Ventana batiente 1.50 x 1.00 marco y hoja de chapa con vidrio 4 mm con celosías exteriores	1		1.50	1.50	2.09	0.22
V2	Ventana batiente 1.20 x 1.00 marco y hoja de chapa con vidrio 4 mm con celosías exteriores	2		1.20	2.40	2.09	0.22
V3	ventana de chapa banderola sin proteccion 0.60 x 0.40	1		0.24	0.24	5.82	0.98
V4	ventana de chapa en puerta cocina vidrio 4 mm sin proteccion 0.64 x 0.70 m	1		0.45	0.45	5.82	0.98
P1	Puerta de chapa 0.90 x 2,05	1		1.85	1.85	2.09	
P2	Puerta de chapa 0.90 x 2,05 marco y hoja de chapa, c/ vidrio V4	1		1.40	1.40	2.09	

Fuente: Elaboración propia a partir de Norma IRAM 11605 (1996),11659-2 (2017).

## Estudio De Comportamiento Térmico Estacionario

### *Cálculo de coeficiente volumétrico de refrigeración Gref. IRAM 11659-1/2.*

En el desarrollo de los cálculos se utilizó una planilla realizada con el programa Excel, teniendo como base el ejemplo descrito en la norma. El mismo analiza las cargas térmicas (CT) por conducción de los cerramientos opacos, las solares, las generadas por fuentes externas e internas tanto de calor sensible y el latente, de manera se accede al total de las cargas de refrigeración (Qr). De este modo tomando el volumen a enfriar se establece el coeficiente volumétrico de refrigeración (Gr) y se lo compara con el admisible, con fin de establecer el cumplimiento de la mismas garantizando así, el ahorro en la época estival.

A fin de la realización de los cálculos se estimó un promedio de ocupación del prototipo de 4 personas, en cuanto a los aportes de cargas térmicas por fuentes internas se consideraron 10 artefactos de iluminación, una heladera con freezer, un lavarropas, un televisor y dos ventiladores,

en base a criterio estándar básico de uso del mismo, como elementos mínimos de uso diario (tabla 33).

Tabla 33.  
*Fuentes internas por personas y artefactos del U1-2D*

FUENTES INTERNAS	CANTIDAD	CARGA TERMICA	CALOR SENSIBLE			
			Q ilum	(W/m <sup>2</sup> )	Qs(W)	Qp(W/p)
<b>Personas</b>	4					86
<b>Iluminación</b>						
Iluminación artificial bajo consumo	10	10	0.2			
<b>Aparatos eléctricos</b>						
Heladera con freezer	1					360
Lavarropas	1					300
Televisor	1					300
Ventilador	2					50-150

Fuente: Elaboración propia a partir de Norma IRAM 11659-1-2 (2017).

En la tabla 34 se muestra el resumen del cálculo realizado al prototipo original y en el anexo 5, se detallan las planillas totales de las seis opciones estudiadas con sistemas constructivos originales, los 24 cálculos realizadas para optimización de los ejemplos mediante la incorporación de aislación, no se plasmaron en los anexos, pero si se reflejaron los resultados en una planilla síntesis (tabla 36).

Tabla 34.  
*Planilla de cálculo de ahorro de energía en refrigeración. IRAM 11659-1/2.*

Total carga de refrigeración N QR	5610.12	<b>W</b>
Volumen a refrigerar (m <sup>3</sup> )	118.61	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>Coefficiente volumétrico de refrigeración Gr (W/m<sup>3</sup>)</b>	<b>47.30</b>	<b>W/m<sup>3</sup></b>
<b>Coefficiente volumétrico admisible refrigeración Gr adm (W/m<sup>3</sup>)</b>	<b>37.31</b>	<b>W/m<sup>3</sup></b>

**Gcal > Gadm = NO CUMPLE NORMA 11659**

CARGA TERMICA	W	%	Posibilidad de reducción
Por conducción	3689.87	66%	Mejorando aislamiento termico en envolvente
Solar	452.69	8.1%	Mejorando protección solar
Calor Sensible interno	1255.84	22%	Mejorando el sistema de iluminación
Calor Sensible del Aire exterior	8.93	0.16%	
Calor Latente interno	195	3.5%	
Calor latente Aire exterior	7.78	0.14%	
TOTAL	5610.12	100%	

Fuente: elaboración propia a partir de norma IRAM 11659-1/2 (2007)

La grilla muestra las diferentes cargas térmicas (CT) a las que están sometidos los espacios interiores, estableciendo las ganancias de calor tanto sensible como latente exterior e interior y el aporte solar que recibe la unidad habitacional analizada. Demostrando así, que supera el coeficiente volumétrico de refrigeración admisible  $G_{adm}$ . Si observamos en la fig. 42, se revela la distribución de las CT en verano, el 66% de conducción (cond.) corresponde a la materialidad de la envolvente, la cual refleja el mayor porcentaje de calor sensible que ingresa desde el ext. a través de ella.

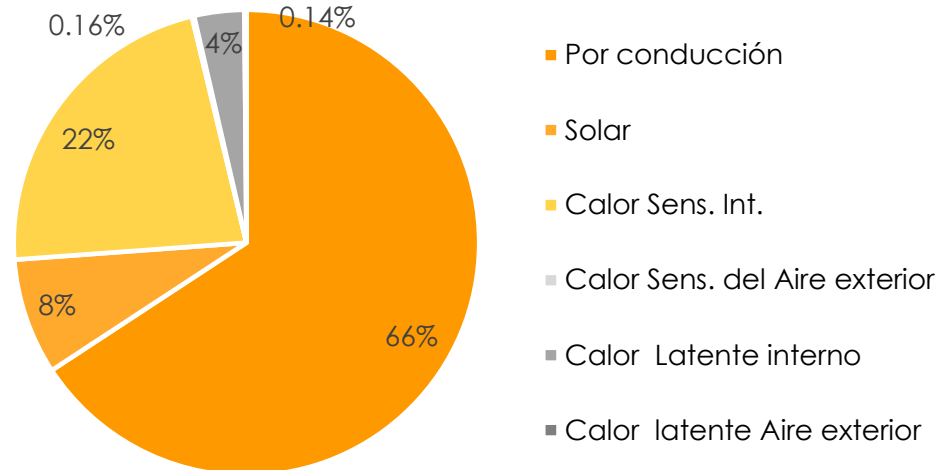


Figura 42. Porcentajes de cargas térmicas.

Analizando la distribución de CT de la figura 43, se establece que del 66 % de conducción, el 50% corresponde a muros y un 25 % a techos, de esta manera se puede comprender verificando los  $m^2$  de las superficies expuestas, que la superior posee un  $53.92 m^2$  y la envolvente vertical  $107.22 m^2$  y si bien en verano por la altura solar, los techos son los más expuestos, no serán solo éstos los que deberán ser optimizados, alcanzando las mejoras a los muros también, garantizando así el ahorro energético y la reducción de  $CO_2$ .

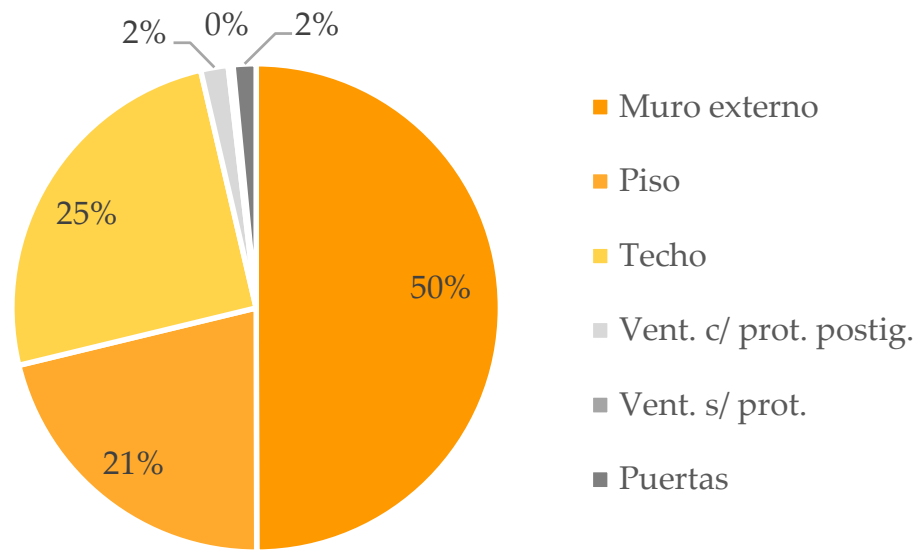


Figura 43. Porcentajes de cargas térmicas por conducción.

A fin de establecer las mejoras y optimización de los elementos constructivos, se le incorporaron a los mismos la aislación térmica necesaria que garantice el cumplimiento de los valores de transmitancia según normas y expuestos anteriormente, los cuales son detallados en la tabla 35.

Tabla 35.

Valores de transmitancia de los elementos constructivos optimizados.

Cod.	DESCRIPCION DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS OPACOS	ORIGINAL		OPTIMIZADO		Valores máx. admis. de transm. s/n 11605					
						Verano			Invierno		
		Transmitancia W/C°m <sup>2</sup>		Transmitancia W/C°m <sup>2</sup>		Nivel A	Nivel EE	Nivel B	Nivel A	Nivel EE	Nivel B
		Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	0.18	0.31	0.45	0.32	0.58	0.83
<b>Envolvente superior</b>											
T1	Incorporación aislación térmica EPS 7 cm	0.75	0.79	0.31	0.32						
T2	Incorporación aislación térmica EPS 3 cm	0.40	0.41	0.29	0.31						
T3	Incorporación aislación térmica EPS 9 cm	1.12	1.22	0.30	0.31						
T4	Incorporación aislación térmica EPS 8 cm	1.08	1.17	0.31	0.32						
T5	Incorp. rej.vent.cam.aire, lana de vidrio 8 cm	0.64	0.67	0.28	0.29						
T6	Incorp. aislación térmica lana de vidrio 10 cm	0.72	0.76	0.30	0.31						
<b>Envolvente vertical opaca</b>											
		Transmitancia W/C°m <sup>2</sup>		Transmitancia W/C°m <sup>2</sup>		Nivel A	Nivel EE	Nivel B	Nivel A	Nivel EE	Nivel B
		Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	0.45	0.78	1.10	0.38	0.69	1.00
M1	Incorporación aislación térmica EPS 3 cm	1.57	1.57	0.61	0.61						

Fuente: elaboración propia.

A partir de los nuevos valores de K, se repitieron los cálculos para arribar a los distintos coeficientes, los cuales se volcaron en la tabla 35. En ella se plasmó la síntesis de cada alternativa analizada con diferentes índices de transmitancia, arribando a conclusiones sobre posibles ahorros con relación al prototipo original (color gris). En la fila gris antes mencionada se presenta a la U1-2D con las variantes de techos estudiadas, arrojando como resultado que las tecnologías empleadas no alcanzan los valores admisibles. Analizando el porcentaje de conducción con relación a la carga térmica total, el T2 que tiene AT de placa EPS de 4 cm alcanza el valor mínimo de 64 % y el mayor número, 68% corresponde al T3 que no posee aislación térmica adicional (H° de pendiente con cascotes)

En la misma podemos observar que a partir de la mejora la tecnología de los paramentos verticales al nivel B y los techos al EE, los valores responden a la normativa, descendiendo los porcentajes de conducción de carga térmica entre 42% y 44%. Si se aumenta la AT en los muros estos índices descienden alrededor de un 5%. Por lo cual es necesario analizar los sobrecostos de la aislación, para evaluar la opción más conveniente.



Tabla 36

*Síntesis de verificación a la norma 11659-2.*

TECNOLOGÍAS DE LA ENVOLVENTE	CARGA TÉRMICA TOTAL $Q_R$ (W)	COEF. VOL. DE REF. $G_R$ W/m <sup>3</sup>	COEF. VOL. DE REF ADM- $G_R$ adm W/m <sup>3</sup>	% DE CONDUCCION EN RELACION AL TOTAL DE $Q_R$	AHORRO c/AT CON RELACION A LA CARGA DE REFRIGERACIÓN
M1 T1	5610.34	47.30	37.31	66%	
M1 T1 (EE)	5244.76	44.22		62%	-7%
M1 (B) T1 (EE)	3370.73	28.43		43%	-40%
M 1 (EE) T1 (EE)	3139.56	26.47		39%	-44%
M1 T2	5319.49	44.85	37.31	64%	
M1 T2 (EE)	5228.15	44.08		63%	-2%
M1 (B) T2 (EE)	3329.21	28.07		42%	-37%
M 1 (EE) T2 (EE)	3098.04	26.12		38%	-42%
M1 T3	5917.36	49.89	37.31	68%	
M1 T3 (EE)	5236.45	44.08		63%	-12%
M1 (B) T3 (EE)	3337.52	28.07		42%	-44%
M 1 (EE) T3 (EE)	3106.34	26.12		38%	-48%
M1 T4	5884.14	49.61	37.31	67%	
M1 T4 (EE)	5302.88	44.71		64%	-10%
M1 (B) T4 (EE)	3403.95	28.70		44%	-42%
M 1 (EE) T4 (EE)	3172.77	26.75		39%	-46%
M1 T5	5493.87	46.32	37.31	65%	
M1 T5 (EE)	5194.94	43.80		63%	-5%
M1 (B) T5 (EE)	3296.00	27.79		42%	-40%
M 1 (EE) T5 (EE)	3064.82	25.84		37%	-44%
M1 T6	5585.21	47.09	37.31	66%	
M1 T6 (EE)	5236.45	44.15		63%	-6%
M1 (B) T6 (EE)	3337.52	28.14		42%	-40%
M 1 (EE) T6 (EE)	3106.34	26.19		38%	-44%

Síntesis comparativa de cargas térmicas de refrigeración, los coeficientes volumétricos, su relación con el admisible según norma y los porcentajes de ahorro con la incorporación de aislación térmica. Fuente: Elaboración propia.

### *Cálculo coeficiente volumétrico de pérdidas de calor $G_{CAL}$ . IRAM11604*

Con la norma 11604 se analiza las verificaciones de las condiciones higrotérmicas, estudiando el ahorro de energía (E) en calef. a partir del cálculo del coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor (Gcal). De este modo se calcula la E necesaria a incorporar en una determinada edificación para mantener una temperatura (T) confortable compensando las ocasionadas por las

envolventes (conductividad e infiltraciones). La demanda de acondicionamiento auxiliar en invierno de una localidad en particular está regulada por los grados días, los cuales se calculan multiplicando la diferencia de temperaturas exterior promedio con la de diseño (TD) en cada día del año en que se necesita calefacción. De esta manera refleja el tipo de clima que se presenta. Igualmente, en la IRAM 11603 se establece un valor anual con relación a la TD interior.

Teniendo en cuenta los rangos de neutralidad térmica calculado en el capítulo III donde la  $T_n$  de invierno corresponde a 22 con un rango mín. de 19 y máx. de 24, se adoptó en la verificación TD 20 ° y a partir de los datos del ATC se calculó los G°D en los meses de mayo, junio, julio y agosto con temperaturas medias rondan entre los 11.8 y 16.3 °C, estableciéndose para el período 733.4 G° D (tabla 37), dicha sumatoria se encuentra por debajo del mínimo estipulado en la normativa a fin de comparar con el GCAL admisible y cuyo valor es 900 G°D. La norma en su artículo 1.4 recomienda la no aplicación de la misma en las zonas bioclimáticas I y II. Se decidió calcularlo de igual modo a fin de comprender el comportamiento térmico del prototipo anualmente, tomando como  $G_{adm}$ . el índice mínimo de tabla antes mencionado.

Tabla 37  
*Cálculo de grados días anuales.*

<b>GRADOS DIAS ANUALES</b>				
MES	TN	Tm	DIAS MES	TOTAL °D
MAYO	20	16.3	31	<b>115</b>
JUNIO	20	12.5	30	<b>225</b>
JULIO	20	11.8	31	<b>254</b>
AGOSTO	20	15.5	31	<b>140</b>
TOTAL				<b>733</b>

Fuente: elaboración propia.

En la aplicación del cálculo correspondiente a la verificación de pérdidas volumétricas globales de la tipología original, ahorro en calefacción, se realizó la planilla sugerida por la norma. Seguidamente se intercambiaron las tecnologías de las envolventes, tanto de techos como de muros, según lo antes mencionado en el caso de acondicionamiento estival, generando

así los valores de las seis opciones tradicionales y las optimizados anteriormente que verificaron en refrigeración, con el fin de limitarlas. De esta manera se puede conocer el descenso de las mismas que garanticen la menor cantidad de CT en calef., produciendo una disminución de necesidades energéticas en cada uno (anexo 6) mientras se mantiene el nivel de eficiencia.

La tabla 38 muestra el resumen de la aplicación de la norma IRAM 11604 aplicada a la tipología original U2, donde se detallan las pérdidas, el coeficiente volumétrico  $G_{cal}$  y el  $G_{adm}$ , denotando que la misma no cumple dicha norma. Además, expone una síntesis del cálculo de la carga térmica anual.

Tabla 38  
*Síntesis del cálculo de pérdidas volumétricas globales. (11604)*

<b>RESUMEN DE PERDIDAS - NORMA IRAM 11604</b>		
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR INFILTRACION DE AIRE	n	Perdida n W/m <sup>3</sup> K
	1	1.28
PERDIDAS POR TRANSMISION	240.93	W/K
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR TRANSMISION	2.03	W/m <sup>3</sup> °K
PERDIDAS VOLUMETRICAS GLOBALES	$G_{cálculo}$	3.31 W/m <sup>3</sup> K
	$G_{admisible}$	2.21 W/m <sup>3</sup> K
<b>RESUMEN DE CÁLCULO DE TÉRMICA ANUAL</b>		
CARGA TÉRMICA DE CALEFACCIÓN ANUAL	6909.31	Q (kWh)
HS DE CALEFACCIÓN	24	24
GRADOS DÍA CALEF. JULIO	733	°D
COEFICIENTE GLOBAL DE PÉRDIDAS	3.31	$G_{cal}$ (W/m <sup>3</sup> K)
VOLUMEN INTERIOR CALEFACCIONADO	118.61	V (m <sup>3</sup> )

Fuente: Elaboración propia a partir de Norma 11604 (2011)

Con el fin de mostrar los resultados alcanzados en las distintas propuestas estudiadas, se elaboró una síntesis de los mismos volcados en la tabla 39, en la cual se observa el resumen del cálculo de las originales analizadas (color gris), con un volumen a calefaccionar de 118 m<sup>3</sup>, las cuales poseen un  $G_c$  entre 3.14 y 3.48 W/ m<sup>3</sup>K mayor que el  $G_{adm}$  (2.21 W/ m<sup>3</sup>K). En las filas de cada opción, se señalan como en el caso de refrigeración, las tecnologías optimizadas

verificando a partir de la tercera fila salmón, en donde obtienen un porcentaje de ahorro entre 38% y 41% en la carga de calefacción, mejorando el muro a nivel B de transmitancia y la cubierta en EE. En la línea 4, recordando que se incrementó la aislación de éste para que alcance también el EE, la eficiencia energética aumentó en el orden del 3 % al 6 % dependiendo del valor inicial de la tecnología constructiva del techo.

Tabla 39

*Síntesis de verificación a la norma 11604 de distintas tecnologías aplicadas al UI-2D.*

TECNOLOGÍAS DE LA ENVOLVENTE	COEF. VOL. PERDIDAS $G_{adm}$ $W/m^3 K$	COEF. VOL. PERDIDAS $G_{cálculo}$ $W/m^3 K$	CARGA CALEFACCION ANUAL Q $kWh/año$	AHORRO C/AT RELACIONADA CON LA CARGA DE CALEF.
M1 T1	2.21	3.31	6909.31	100%
M1 T1 (EE)		3.09	6454.79	7%
M1 (B) T1 (EE)		2.17	4294.28	38%
M 1 (EE) T1 (EE)		1.95	4029.85	42%
M1 T 2	2.21	3.14	6478.63	100%
M1 T2 (EE)		3.08	6354.84	2%
M1 (B) T2 (EE)		2.10	4390.39	32%
M 1 (EE) T2 (EE)		1.91	3995.74	38%
M1 T3	2.21	3.51	7318.34	100%
M1 T3 (EE)		3.09	6446.46	12%
M1 (B) T3 (EE)		2.06	4294.28	41%
M 1 (EE) T3 (EE)		1.95	4067.93	44%
M1 T4	2.21	3.48	7270.91	100%
M1 T4 (EE)		3.10	6464.63	11%
M1 (B) T4 (EE)		2.06	4303.77	41%
M 1 (EE) T4 (EE)		1.95	4077.41	44%
M1 T5	2.21	3.26	6797.61	100%
M1 T5 (EE)		3.07	6407.72	6%
M1 (B) T5 (EE)		2.04	4246.85	38%
M 1 (EE) T5 (EE)		1.93	4020.50	41%
M1 T6	2.21	3.30	6880.88	100%
M1 T6 (EE)		3.09	6455.15	6%
M1 (B) T6 (EE)		2.06	4294.28	38%
M 1 (EE) T6 (EE)		1.95	4067.93	41%

Síntesis comparativa de CTde refriger., los coef. volumétricos, su relación con el admisible según norma y los porcentajes de ahorro con la incorporación de aislación térmica. Fuente: Elaboración propia Norma 11604 (2001)

### Síntesis de evaluaciones energéticas estacionarias anuales.

Analizando la aplicación de las normas IRAM se puede establecer que si se optimiza solamente la envolvente superior, como era la idea original, no basta para que los valores de coeficientes volumétricos de ganancias y pérdidas sean menores o igualen los rangos de los admisibles, produciendo en este caso solo un ahorro promedio cercano al 8 % en los seis casos.

Es por ello, que a partir de lo antes mencionado se decidió además rehabilitar los muros, esto tiene su fundamento en que su superficie es mayor a la de la cubierta. La mejora consistió en la incorporación de AT de manera que verifique al nivel medio B de transmitancia y en el caso de esta última, se garantizó que la aislación colocada alcanzara el cumplimiento del intermedio EE. Así, de tal forma se produce la verificación a ambas normas propiciando el ahorro de energía, para mejorar el confort interior y que al mismo tiempo el sobre costo de la inversión en AT pueda ser amortizado en corto plazo.

Tabla 40

*Síntesis del Consumo y costo anual de energía en acondicionamiento térmico.*

TECNOLOGÍAS DE LA ENVOLVENTE	CONSUMO REFRIG. Prom. 8 hs Nov a Marzo (kWh)	CONSUMO CALEF. Prom. 6 hs May. a Agos (kWh)	CONSUMO DE ENERGÍA Período Anual Acondic. térmico (kWh)	COSTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Período Anual (pesos)	% DE AHORRO ANUAL
M1 T1	5210.88	1727.33	6938.21	\$ 20,467.72	56%
M1 (B) T1 (EE)	3130.74	771.01	3901.75	\$ 11,510.15	
M1 T2	4940.74	2183.34	7124.08	\$ 21,016.04	55%
M1 (B) T2 (EE)	3092.17	795.04	3887.21	\$ 11,467.27	
M1 T3	5496.04	1829.58	7325.62	\$ 21,610.59	53%
M1 (B) T3 (EE)	3099.89	771.01	3870.90	\$ 11,419.14	
M1 T4	5465.19	1817.73	7282.92	\$ 21,484.61	54%
M1 (B) T4 (EE)	3161.59	773.38	3934.97	\$ 11,608.15	
M1 T5	4082.16	1699.40	5781.57	\$ 17,055.62	56%
M1 (B) T5 (EE)	2449.06	773.38	3222.44	\$ 9,506.20	
M1 T6	5187.54	1720.22	6907.76	\$ 20,377.90	56%
M1 (B) T6 (EE)	3099.89	759.15	3859.04	\$ 11,384.17	

Fuente: Elaboración propia.

Se elaboró una síntesis del consumo anual en kWh de acondicionamiento térmico (tabla 40), tomando promedios de usos en verano (8 hs.) e invierno (6 hs) en los meses de noviembre a marzo y de mayo a agosto respectivamente. Dichos indicadores de consumo surgen de entrevistas a usuarios de viviendas que poseen sistemas de climatización auxiliar, y si bien, las rutinas de utilización son muy diferentes, por lo general debido a los altos costos de la energía eléctrica (ee) coinciden y su uso se encuadra a lo mínimo indispensable.

Se pudo establecer que las tecnologías del T1, T2, T3 y T4 al ser rehabilitadas térmicamente producen un menor consumo de energía anual que ronda en el 54% y los T5 – T6 ahorran un 56 % y los costos producidos en electricidad en los nueve meses promedian en \$20.335 en las originales y \$11.149 las optimizadas, en consecuentemente con los porcentajes de ahorro antes mencionados. Para el cálculo se tomó como valor por unidad de energía utilizado, el real que abona el usuario \$ 2.95 (agosto 2018) a la empresa prestataria de servicios (EDELAR), sin considerar impuestos u otros asociados.

## **ESTUDIO ECONÓMICO COSTO DE CADA TECNOLOGÍA, SOBRE COSTO Y TIEMPO DE AMORTIZACIÓN**

### **Análisis de sobrecostos de mejoras en aislación térmica**

A fin de analizar las tecnologías de optimización de las seis propuestas de techos y la de muro, se evaluaron los sobrecostos de la incorporación de aislaciones térmicas (AT) en cada opción estudiada anteriormente, que garantizan la adecuación climática con referencia a la calidad de los elementos constructivos.

La tabla 41 presenta los costos del prototipo U1-2D original con precios de mano de obra y material (agosto 2018), observándose en la misma el incremento de las mejoras tanto en la envolvente vertical como en la horizontal. En lo referido a la aislación incorporada, en los muros se prevé la incorporación de EPS de 3 cm de espesor con protección mecánica realizada con base coat y malla de fibra de vidrio. En los techos (T1, T2, T3 y T4) se colocó EPS con espesores que van desde 7 a 9 cm de esp., dependiendo de la necesidad de alcanzar los valores admisibles de K (anexo 4); en las cubiertas metálicas y la de madera con tejas, fueron optimizadas con lana de vidrio de 10 y 8 cm respectivamente.

El incremento de costos con la incorporación de AT en las propuestas másicas alcanza un promedio de 8 % y en las cubiertas livianas de madera y chapa promedian un 7 %.

Tabla 41

*Sobrecostos por incorporación de aislación térmica*

ELEMENTO	COSTO PROTOTIPO U1-2D (pesos)	SOBRECOSTO OPTIMIZACION P/ RUBRO (pesos)	% INCREMENTO DEL COSTO S/TOTAL
M1 B		50960.00	
T1 EE		25179.44	
<b>TOTAL</b>	<b>945083.88</b>	<b>76139.44</b>	<b>8%</b>
M1 B		50960.00	
T2 EE		13979.70	
<b>TOTAL</b>	<b>929683.54</b>	<b>64939.70</b>	<b>7%</b>
M1 B		50960.00	
T3 EE		26628.00	
<b>TOTAL</b>	<b>947075.74</b>	<b>77588.00</b>	<b>8%</b>
M1 B		50960.00	
T4 EE		25536.25	
<b>TOTAL</b>	<b>945574.52</b>	<b>76496.25</b>	<b>8%</b>
M1 B		50960.00	
T5 EE		7154.00	
<b>TOTAL</b>	<b>892628.54</b>	<b>58114.00</b>	<b>7%</b>
M1 B		50960.00	
T6 EE		9868.00	
<b>TOTAL</b>	<b>869089.35</b>	<b>60828.00</b>	<b>7%</b>

Fuente: Elaboración propia.

### Tiempos de amortización de sobrecostos en las envolventes

A partir del estudio de consumo de energía y el sobre costo en mejorar la AT de las envolventes, se puede establecer el tiempo de amortización del gasto en función del ahorro energético. En la tabla 42 se presentan los resultados, donde se muestra que éstos alcanzan entre 5 y 7 años dependiendo del incremento de aislación en la mejora. En el cual, se utilizó una evaluación económica simple (Sapag Chain & Sapag Chain, 2008), centrándose en la inversión inicial de las mejoras propuestas, sin tener en cuenta los gastos y beneficios en toda la vida útil de los componentes adicionados, principalmente por la crisis e inestabilidad económica general que provoca altos niveles de incertidumbre a futuro, en definitiva desvirtuaría la aplicación de las fórmulas financieras del cálculo microeconómico, como sería recomendable para este tipo de análisis (Samuelson & Nordhaus, 2004). De igual manera, se consideró el decreto N°873/1997 de la AFIP (AFIP, 2019), que establece los años de utilidad de los bienes de uso. En resumen, se estableció el periodo que debe esperar el usuario con el fin de que el cambio realizado en la rehabilitación de su vivienda, se traduzca en utilidades.

Tabla 42.

*Síntesis de los años de amortización del sobre costo energético.*

TECNOLOGIA	AHORRO CONSUMO DE ENERGÍA Pesos	SOBRECOSTO OPTIMIZACION Pesos	AMORTIZACION Años
M1 (B) T1 (EE)	11510.15	76139.44	7
M1 (B) T2 (EE)	11467.27	64939.70	6
M1 (B) T3 (EE)	11419.14	77588.00	7
M1 (B) T4 (EE)	11608.15	76496.25	7
M1 (B) T5 (EE)	9506.20	58114.00	6
M1 (B) T6 (EE)	11384.17	60828.00	5

Fuente: Elaboración propia.



Considerando que la vida útil de un inmueble es de 50 años, según lo antes mencionado, un promedio de 7 años de amortización, garantiza 43 de beneficios, traducidos en ahorro de energía, no solo para el usuario que mejoraría su bienestar interior, si no que estos se polarizan en bajar la crisis energética de la ciudad, por la merma del consumo considerablemente y el gobierno podría dejar de subsidiar el 20 % de la factura de electricidad.

Tomando en cuenta la cantidad de unidades barriales analizadas del sector sur (8329) y asumiendo un promedio de ahorro de consumo de ee en acondicionamiento de 3.11 MWh (3113.98kWh) por unidad, éste asciende 25936.34 MWh, suponiendo que todas las viviendas tuvieran acceso a la climatización auxiliar.

## **ANÁLISIS DE EMANACIONES DE TECNOLOGÍAS ESTUDIADAS**

Anteriormente se demostraron las proporciones en el ahorro de energía anual, el coste de acondicionamiento térmico con el empleo de electricidad y los sobre costos de la rehabilitación de las tipologías con la incorporación de aislación térmica y su protección mecánica. En la tabla 43 se muestra el impacto ambiental a partir de las emanaciones de dióxido de carbono que originan las UH de la zona sur de la ciudad capital desde su gasto energético de manera indirecta. Si bien los porcentajes son consecuentes con los valores de consumo y ahorro, es importante establecer la cantidad de emisiones que se producen por unidad de ee, a fin de comprender las consecuencias a nivel global del empleo de baja calidad constructiva en las envolventes de los planes de vivienda del sector sur de la ciudad.

A fin de la realización de dicho cálculo fue necesario tomar un factor coherente con la generación de energía eléctrica de la ciudad. La Rioja depende enteramente del sistema interconectado nacional, por lo que se utilizó el factor de subministrado por la Secretaría de

Energía, Dirección Nacional de Información Energética, estableciendo de esta manera la cantidad de emisiones de CO<sub>2</sub> resultante de la producción de electricidad de la red argentina. El factor usado 0.509 TCO<sub>2</sub> /MWh corresponde al del año 2017 promedio de tres años anteriores. La estimación de las emanaciones se realizó sobre la energía primaria consumida, debido a que las mismas son mayores (30 %), que si se calcularan por energía final consumida.

Tabla 43.

*Emisiones de TCO<sub>2</sub>/MWh por UH de energía primaria consumida.*

TECNOLOGIAS DELAS ENVOLVENTES	CONSUMO DE ENERGÍA (PRIMARIA) Anual (MWh) Acondic. térmico	EMISIONES de CO2 TCO <sub>2</sub> /MWh COEF. 0.509 Anual	FRACCCION DE AHORRO DE EMISIONES %
M1 T1	23.13	11.77	
M1 (B) T1 (EE)	13.01	6.62	56
M1 T2	23.75	12.09	
M1 (B) T2 (EE)	12.96	6.60	55
M1 T3	24.42	12.43	
M1 (B) T3 (EE)	12.90	6.57	53
M1 T4	24.28	12.36	
M1 (B) T4 (EE)	13.12	6.68	54
M1 T5	19.27	9.81	
M1 (B) T5 (EE)	10.74	5.47	56
M1 T6	23.03	11.72	
M1 (B) T6 (EE)	12.86	6.55	56

Nota: el valor unitario utilizado corresponde a 0.509 TCO<sub>2</sub>/MWh por cada MWh de energía primaria.

Fuente: elaboración propia a partir de datos (Energía, 2019).

La media de las manifestaciones anuales (tabla 43), ronda en 11.7 TCO<sub>2</sub>/MWh por tipología, teniendo en cuenta las unidades barriales construidas en la zona sur (8329), se establece que se emiten en la actualidad 97.414 TCO<sub>2</sub>/MWh al año, de los cuales produciendo la rehabilitación de las viviendas existentes se puede descender en un promedio de 55%.

## CONCLUSIONES PARCIALES

Con relación a la implantación de las tipologías en los lotes según las estrategias analizadas, las mismas presentan problemas en cuanto al diseño de las orientaciones, sucediendo esto por el uso del mismo prototipo en todas las situaciones de los diferentes puntos cardinales y emplazamiento apareadas o en esquina. Las dimensiones de los retiros fueron los más acertados aquellos que dejaron 6 m. hasta la línea de edificación, ya que se prevé posibles ampliaciones sin menoscabar los tres metros exigidos por el código urbano del sector.

En el diseño de las protecciones solares solo se presentan el uso de postigos, sin la incorporación de aleros, que sumado a la carencia de forestación urbana en la mayoría de los barrios se traduce en gran cantidad de energía solar absorbida por las envolventes al no poseer momentos de sombra en alguna de sus fachadas. El uso de la vegetación es de suma importancia para mejorar el clima urbano del espacio exterior.

El cumplimiento de la normativa IRAM permite una gran disminución de la demanda energética anual, que se traduce en la mejora del bienestar térmico interior y en la economía del individual. El estado por su parte, ahorraría dejando de subsidiar el costo de la energía eléctrica a todos los usuarios de la ciudad, para hacerlo sólo a quienes más lo necesitan.

Asumiendo un promedio de 4 habitantes por vivienda (familia tipo), la influencia de la mejora de la calidad de las envolventes en el confort interior asciende a 33.312 personas, solo tomando la zona sur. Asimismo, este número es muchísimo mayor, teniendo en cuenta que los sistemas constructivos analizados son representativos de innumerables ejemplos utilizados en toda la ciudad.

Si se tienen en cuenta los años de amortización del gasto de rehabilitación de las envolventes, asumiendo que muchas de las viviendas ya poseen una antigüedad promedio de 1

década, los beneficios serán del 23% lo cual, aun así, es significativo. El ahorro se traduce de forma monetaria para los usuarios, porque al mejorar el confort térmico interior, se requiere menor acondicionamiento auxiliar y aquellos que no tienen acceso a ellos, tendrían un incremento en el bienestar de su vivienda de manera pasiva.

Si además de realizar mejoras en la calidad constructiva de las envolventes se incorpora forestación urbana en todas las veredas, con árboles de 2<sup>da</sup> magnitud como la mora híbrida, fresno americano, acacia bola etc. o de 1<sup>era</sup> como tipas, lapachos, jacarandas, para así producir sombreado en las fachadas, la mejora en el confort sería notable. La sombra limitaría las ganancias de radiación solar tan perjudiciales en la época estival y facilitaría el aprovechamiento de las mismas en la invernal. Al poseer veredas de 3 metros resultaría más conveniente la incorporación de árboles de 1<sup>er</sup> mag., cuyo porte generaría sombras más importantes. Otro recurso es el uso de las pérgolas con enredaderas en los laterales de la vivienda. El aporte de masa verde además tiene múltiples beneficios en la calidad ambiental del sector.

Entre las políticas públicas a fin de combatir el cambio climático, la mejora en la calidad térmica edilicia es dejada de lado, solo se piensa en la incorporación y fomento del uso de energías renovables con colectores solares de ACS y artefactos eficientes. Es de vital importancia comenzar a sentar base de entendimiento y evolución de pensamiento, para fomentar nuevas ordenanzas que aconsejen la implementación de normativas, de manera que así el ahorro energético sea realmente significativo y trascendental.

Se debe comprender que la aplicación de estas no solo ayuda a paliar la problemática de la crisis energética que se vive en la ciudad de La Rioja en los meses de mayor consumo, si no que es necesario recordar que el consumo de energía de los edificios se transmuta en emanaciones de

CO<sub>2</sub> a la atmósfera y la mitigación por parte de este sector deberá ser tomada en cuenta de manera integral.

A partir de lo analizado y los resultados obtenidos como objetivo de este capítulo, se pueden establecer lineamientos generales de diseño bioclimático y la eficiencia termo-energética de la calidad constructiva para techos de la ciudad de La Rioja, a fin de ser determinadas recomendaciones y alternativas a implementar en obras nuevas y de rehabilitación de planes de vivienda. El aporte de este capítulo hace a la comprobación de la hipótesis central de la investigación, evidentemente se puede mejorar los modos de construir, de manera que se minimice el daño ambiental contribuyendo a la mitigación del cambio climático, en búsqueda del desarrollo sustentable de la ciudad Capital.

## **CAPITULO 05 - PROPUESTA**

En el presente capítulo se plantea un plan de gestión que posibilite sentar bases para la aplicación paulatina de la rehabilitación de envolventes en viviendas de la capital. Realizado desde el gobierno provincial, en una primera etapa en la zona sur, debido a la gran cantidad de unidades ejecutadas (8623) por este ente en el sector en la última década.

## PLAN DE GESTION

Si bien existen numerosos estudios sobre la economía que se obtiene mediante la incorporación de aislación térmica en las envolventes y sobre como los beneficios de la calidad termo-eficiente infieren de manera directa en el confort térmico interior, en el ahorro de energía y por consiguiente en la reducción de emanaciones de CO<sub>2</sub>. Hasta la actualidad, estos solo han sido realizadas en diferentes zonas bioclimáticas del país, pero ninguna en el clima cálido-seco I A, a la cual pertenece la ciudad de La Rioja.

De esta manera, cobran trascendencia los datos obtenidos y analizados en el capítulo anterior de la presente, a fin de plasmar antecedentes y en base a ello, propiciar a través de referentes políticos del medio (diputados y concejales), la creación de nuevas leyes y normativas que fomenten nuevos modos de construir, entendiendo la verdadera importancia del ahorro de energía que comienza desde el diseño de la tipología, hasta la elección de los materiales a utilizar cuyo valor radica no solo a nivel individual, sino también en el impacto ambiental que abarca la escala global.

A su vez, las normativas y el fomento de aplicación, toman real significancia en la rehabilitación de lo existente. Aunque sea un cambio a largo plazo, por la cantidad de viviendas construidas a nivel ciudad además de las construcciones futuras.

La tarea continua de formar conciencia ambiental en jóvenes estudiantes de la Escuela de Arquitectura esta saldada por el perfil de la carrera, ahora bien, a fin de generar un proceso de transformación, es necesario capacitar a técnicos y concientizar a la sociedad en general, en buenas prácticas de uso, estrategias de diseño, y modos de construir sustentablemente minimizando el impacto en el ambiente. La formación de la comunidad contribuiría a crear necesidades que demanden políticas públicas de mitigación del cambio climático, entre ellas, microcréditos y

subsidios para los que menos tienen, con la finalidad de mejorar de la calidad constructiva de las viviendas existentes.

Se toma como antecedente, el plan de mejora en aislación térmica de envolventes en viviendas sociales, implementado desde el Ministerio de Vivienda y Urbanismo del gobierno de Chile. El cual contempla la rehabilitación de unidades habitacionales ejecutadas antes de la entrada en vigencia de las normativas de reglamentación térmica, etapa 1 y 2 del año 2007 (MINVU, 2019), a través de subsidios por parte del Estado Nacional con contribución voluntaria.

Si bien en esta tesis no se realizaron reuniones participativas identificando el grado de consenso de los diferentes actores intervinientes respecto de la problemática planteada, en función del diagnóstico y las conclusiones abordadas se podrán utilizar los mismos como disparadores a fin de comenzar a trabajar de manera participativa a nivel socio-político institucional.

La problemática planteada se encuentra enmarcada dentro del campo ecológico en lo urbano ambiental, se toma la vivienda con deficiencia termo-energética como una unidad de repetición a través de los años en toda la ciudad capital alcanzando las 30.000 unidades.

A fin de optimizar la problemática esbozada se necesita la interacción de diferentes sistemas, donde el político es el principal, ya que parte de las decisiones y voluntades en generar acciones en este sentido. El segundo aspecto es el económico, porque requiere de la implementación de microcréditos y subsidios según la demanda de la sociedad para rehabilitación de las viviendas. El tercero es el social, debido a que es el capital que debe tener la iniciativa e intención de mejorar e incorporar nuevas tecnologías en la construcción y mejoramiento de las mismas.

Es conveniente aclarar que, aunque en este plan se analiza una sola problemática, la cual surge a partir del diagnóstico del perfil ambiental realizado con la metodología (GADU) del sector



sur de la Ciudad de La Rioja en el primer módulo de la maestría; se ejecuta el análisis del grado de los impactos que se producen a escala urbana, a fin de dejarlos en claro para arribar a una idea global de la situación en cada esfera.

Es evaluada en términos de crítico (C), moderado (M) y leve (L), de manera cualitativa y cuantitativa.

**Impacto Ecológico:**

**Cuantitativo: -C-** Analizando la gran cantidad de prototipos construidos en la zona sur y en la capital en general.

**Cualitativo: -C-** La mala elección de los materiales de construcción deficientes energéticamente, generan emanaciones indirectas por el derroche de energía usado para acondicionar las viviendas.

**Impacto Económico:**

**Cuantitativo: -M-** Pueden ser incluidos paulatinamente en un programa de mejoramiento termo-energético de las envolventes.

**Cualitativo: -L-** Las viviendas ya existen, y pueden ser rehabilitadas a través de microcréditos con recupero de la inversión.

**Impacto Político:**

**Cuantitativo: -L-** En general, las manifestaciones sociales son nulas con relación a la calidad termo-eficiente de las viviendas entregadas, hay pocas expectativas que reclamen.

**Cualitativo: -L-** No es tenido en cuenta en los discursos políticos, la calidad edilicia relacionado con el impacto en ambiente.

**Impacto Social:**

**Cuantitativo: -C-** Los afectados directamente 100 % de las viviendas construidas en la zona sur.

**Cualitativo: -M-** Afecta a diferentes sectores socio económicos (baja y media) y con diferencia en las posibilidades para resolver el problema.

Como primera medida en la implementación del plan, se hace necesaria la creación de un instrumento normativo que regule y promueva desde el gobierno local la construcción sustentable en los planes de viviendas y la rehabilitación paulatina de las existentes. Cabe aclarar, que ya existen leyes de promoción del uso de energías renovables y algunas de las unidades entregadas por provincia en el 2019, fueron equipadas con colectores solares de ACS. Por lo tanto, es de suma necesidad completar las políticas en este sentido a través de las mejoras en la calidad térmica de la edificación.

**El objetivo general del plan**

- Propender a la rehabilitación energética de viviendas masivas existentes, promoviendo el uso de tecnologías termo-energéticamente eficientes mejorando la calidad térmica de las mismas.

**Objetivos particulares**

- Disminuir el consumo de energía no renovable en la ciudad de La Rioja.
- Reducir las emanaciones indirectas de CO<sub>2</sub>, causadas por generación de energía eléctrica.

**Programas (Estrategias y Acciones)**

- Creación de la ley provincial de calidad edilicia con relación a la termo eficiencia de los materiales utilizados en la provincia y ordenanza de aplicación en la ciudad

capital de La Rioja.

- Programa de generación de capacitaciones para profesionales del medio y agentes técnicos del gobierno local.
- Programa de capacitación e incentivo a la comunidad en general a través de centros vecinales, sobre buenas prácticas de uso y calidad térmica de la vivienda.
- Elaboración de estrategias de comunicación sobre los beneficios en cuanto al ahorro de energía y disminución de los gases de efecto invernadero.
- Implementación de líneas de créditos a partir del 30 % de ganancias del parque eólico Arauco y subsidios para mejora de la calidad térmica edilicia de sectores con menor poder adquisitivo.
- Implementación de exención tributaria de rentas provincial por algunos años para aquellos que concreten la mejora a través de microcréditos.

### **Plazos - Escala**

Mediano plazo 5 a 10 años.

La implementación del plan se realizará a nivel local, de manera paulatina en el sector sur de la ciudad como prueba piloto para luego aplicarlo en diferentes sectores de la ciudad capital.

### **Actores líderes involucrados**

- Diputados (provinciales)
- Ministro de hacienda (gobierno provincial)
- Director General de Rentas Provincial
- Administrador General Provincial de Vivienda y Urbanismo.
- Municipio (concejales)
- Universidad Nacional de La Rioja

Se establecen como actores líderes, a los del gobierno provincial ya que son los que podrían crear las primeras políticas a implementar. Las decisiones primordiales parten de la voluntad de producir los microcréditos y subsidios para la concreción del plan. En la actualidad son los que generan inversiones en la producción de energías renovables (fábrica de colectores solares, parque eólico). Impulsar una ley complementaria al uso de ER, con relación a la calidad constructiva. Además, de la implementación de capacitaciones de agentes del A.P.V y U. mediante convenio con la Universidad Nacional de La Rioja.

El rol del municipio es clave en la generación de ordenanzas que adhieran la nueva ley propuesta por el gobierno local. La articulación entre ambas esferas en lo político y económico, es bastante complicada desde hace muchísimos años y en la actualidad aún más, por ser de diferentes líneas políticas y como es de público conocimiento, por lo general priman las pujas de poder por sobre el bien común en la provincia de La Rioja. Sin embargo, esto no sería obstáculo para que, a través de algún concejal, se pueda llegar a establecer y promulgar una Ordenanza que respalde lo ejecutado por la administración provincial.

### **Monitoreo del funcionamiento del programa.**

Se ejecutará mediante sistemas de control y seguimiento, los cuales actúan como asesores de los procesos de las prácticas y acciones instauradas, a partir de auditores (A.P.V. y U.) que inspeccionen la correcta implementan de la rehabilitación de las envolventes, además de controlar rigurosamente el pago de las cuotas para recupero de la inversión y de esta forma generar nuevos créditos.

A partir de lo relevado, analizado y diagnosticado, se establecieron propuestas de mejoras que deberían ser tomados en consideración al momento de sancionar una Ley de diseño de eficiencia de la envolvente para la elaboración del plan regulador de desarrollo urbano ambiental y el código de edificación con una mirada sustentable.

OBJETIVOS	METAS	INSTRUMENTO	PROGRAMAS	ACCIONES	RESPONSABLES
Rehabilitación termo energética viviendas masivas existentes	Disminuir el consumo de energía no renovable de la ciudad de La Rioja.  Reducir las emanaciones indirectas de CO2 a la atmósfera.	Creación de instrumento normativo para la construcción sustentable de eficiencia termo energética.		Redacción y promulgación de ley calidad edilicia	Legisladores Estado Provincial UNLaR - UTN CAPLaR
			Capacitaciones	Cursos de formación profesionales y técnicos del medio	Estado Provincial UNLaR - UTN CAPLaR
				Cursos de formación agentes auditores.	Estado Provincial UNLaR - UTN CAPLaR
				Charlas sobre buenas prácticas y construcción termo energética eficiente para la comunidad	Estado UNLaR - UTN - CAPLaR Ptes. Ctro.Vecinal
			Difusión multimedial para la comunidad	Fomento de concientización ambiental, sobre ahorro de energía y disminución de CO2	Ministro de Vivienda, Tierras y Hábitat UNLaR - UTN CAPLaR
			Créditos para rehabilitación termo energética.	Creación de microcréditos con exención tributaria.	Ministro de Hacienda Rentas provincial
			Monitoreo de funcionamiento general del programa	Auditorias de implementación y progreso de cada programa	Ministro de Vivienda, Tierras y Hábitat

Figura 44. Cuadro síntesis del plan de gestión. Fuente: elaboración propia.

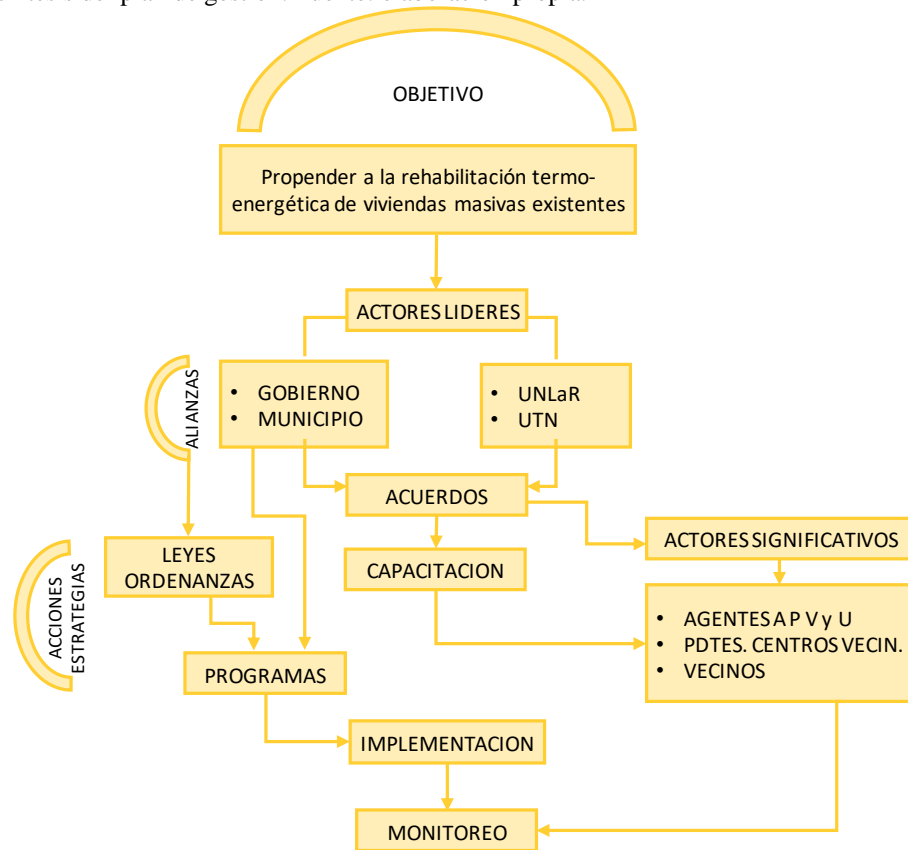


Figura 45. Cuadro síntesis de relaciones del plan de gestión. Fuente: elaboración propia.

## CAPITULO 06 - CONCLUSIONES FINALES

En la presente investigación se aborda la problemática ambiental mundial en lo referido al cambio climático y los modos de mitigarlo. Unas de las principales causas a revertir son las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, provocada por el consumo de energía no renovable. En este concepto se encuadra el exceso de gasto eléctrico destinado a climatización artificial para lograr mínimas condiciones de bienestar interior en las viviendas de baja nivel constructiva y alta ineficiencia térmica promovidas por las políticas públicas en la ciudad de La Rioja, cuyo acentuado crecimiento urbano se debe a las amplias expansiones de estos planes masivos, que impactan directamente a nivel global.

La hipoteca energética impuesta a sus habitantes provoca inequidad social, ya que no todos pueden pagar el costo elevado que supone mantener confortables sus hogares, impactando en su calidad de vida y causando enfermedades fundamentalmente a los integrantes más vulnerables de las familias. Esta dificultad fomenta la búsqueda de modo ilegal de electricidad lo cual acarrea el mal uso y abuso de la misma, exponiendo además a accidentes graves y hasta fatales a la población.

En la zona sur de la Ciudad Capital se construyeron numerosos planes de viviendas en los últimos 17 años, que albergan a 8329 familias las cuales están sufriendo esta problemática. A partir de esta situación, se plantearon interrogantes que dieron lugar a la hipótesis de esta tesis, respecto a la adaptabilidad al clima en correspondencia a los factores morfológicos y resoluciones constructivas de las unidades habitacionales. Entre ellos, el nivel de cumplimiento de las recomendaciones que estipula la normativa nacional en cuanto al acondicionamiento térmico, y el resultado de la incorporación de mejoras, relacionado al posible ahorro energético y la disminución

de los gases de efecto invernadero. En consecuencia, surgieron objetivos orientados a la elaboración de propuestas termo-energéticamente eficientes de aplicación directa al diseño de planes de vivienda existentes en su rehabilitación, a fin de optimizar su funcionamiento, generando bases racionales para los futuros prototipos a diseñar.

Partiendo de esta premisa, se realizó una investigación sobre estudios en lo referente al tema en la provincia y en el país, concluyendo que existen muchísimos a lo largo de territorio nacional, abarcando todas las zonas bioclimáticas a excepción de la muy cálida seca I “A”, a la cual pertenece la Capital de La Rioja. Así, se estableció un marco de referencia a fin de determinar la metodología a implementar en este trabajo.

El desarrollo del trabajo permitió lograr con los objetivos planteados al inicio de la presente a partir del cumplimiento de tres etapas:

La primera etapa de esta tesis permitió a través del estudio del contexto, establecer la situación real de la ciudad de La Rioja referida a las condiciones ambientales generales e higrotérmicas en particular de aprovechamiento pasivo para acondicionamiento térmico. Fue un trabajo laborioso y arduo por no encontrarse trabajos anteriores que facilitaran la información necesaria.

Accediendo a datos del servicio meteorológico nacional, se realizó el año típico de diseño de los últimos 10 años y se calcularon los rangos de confort adaptativo de temperatura media de la ciudad, permitiendo conocer cuáles son las estrategias bioclimáticas necesarias para mejorar el bienestar térmico interior en la zona bioambiental de la Capital Riojana.

La instrumentación de diferentes métodos científicos cuali-cuantitativos, ayudaron a establecer los rangos de importancia de cada una de ellas. Señalando el porcentaje más elevado a la necesidad de aplicación de refrescamiento, considerando como estrategias significativas, el

estudio de orientaciones, la forma compacta del edificio, el uso de masa y aislación térmica, la ventilación nocturna y sobre todo la incorporación de sombra.

En una segunda etapa, se planteó el estudio de 8 casos de prototipos existentes representativos del sector sur de la ciudad, comparando su diseño frente a las estrategias pasivas bioclimáticas, concluyendo en la falta de adaptación al clima local. En cuanto a su performance energética con relación a la forma, se estimó el indicador morfológico (FAEP), cuyo valor en todas fue apenas superior al definido como óptimo por Esteves Miramont (2017). Las tipologías son bastantes compactas y regulares en su morfología exterior, teniendo en cuenta que las analizadas poseen 2 habitaciones, ante una posible ampliación, podrían resultar menos eficientes.

Si bien la morfología no presenta un problema de diseño energético, lo es la falta de variabilidad en el mismo con relación a los puntos cardinales, notándose ausencias de opciones en los distintos planteos entre medianeras o esquina, asimismo no se resuelven para aprovechamiento de brisas nocturnas o protección solar diurna.

Ante la problemática de la elevada irradiancia, factor determinante en la localidad, el único resguardo previsto en las mayorías de las UH son postigones en las ventanas, los cuales ocasionan pérdida de iluminación natural. Se establece mediante el estudio analítico de asoleamiento de las cuatro orientaciones, el período y horario para limitar ese inconveniente, proponiendo hacia el norte, una profundidad de alero entre 45 y 60 cm como óptima a fin de resolver la protección. En las este y oeste, parasoles verticales, con una inclinación en coincidencia con N geográfico, a fin de proteger las horas críticas, preferentemente móviles.

Esta determinación, garantiza el bloqueo de la penetración directa, pero promueve el ingreso de la iluminación natural, de forma difusa a través de la bóveda celeste y la reflexión de



las superficies adyacentes, favoreciendo al ahorro energético y evitando ganancias térmicas innecesarias.

Se recomienda sombrear las fachadas, mediante pérgolas con vegetación local adecuada, creando de esta manera espacios intermedios que faciliten su uso diurno, áreas de gran relevancia en la vida cotidiana del usuario. Asimismo, la inclusión de forestación urbana como elemento moderador de la temperatura y humedad que la puede aportar tanto, al objeto arquitectónico como al espacio público en general. La cual, es olvidada en la entrega de planes de viviendas, quedando a merced del propietario su colocación sin establecer plazos, ni determinación de especies a colocar.

Este análisis, es útil a fin de ser empleado en futuros diseños de espacios intermedios ya sean en galerías, glorietas, resguardo de los ingresos, entre otros. Es información generada de antecedentes significativos que será brindada a la comunidad académica y profesionales del medio a través de posteriores publicaciones y conferencias con el fin de ser utilizada en futuras experiencias.

En cuanto al estudio de eficiencia termo-energética de las envolventes, se ejecutó a partir de estadísticas y encuestas realizadas con relación a los sistemas constructivos de mayor utilización en el medio, arrojando un 82 % de uso de muros portantes de LCHP y el 65% de losas rapilosa (LCH), un 21% corresponden a cubiertas de chapa y un 7 % a madera y tejas. De las mismas surgieron las diferentes opciones envolventes superiores que fueron evaluadas conforme a la norma 11605.

Se concluyó de esta manera, que 4 de los 6 techos analizados cumplen con los valores mínimos B establecidos solo para invierno, siendo los coeficientes demasiados altos sin lograr la

verificación en verano. Se propuso la rehabilitación de los mismos al nivel EE, a los fines de mejorar la adaptación al clima local y el confort térmico interior favoreciendo el ahorro de energía.

Se decidió la rehabilitación de tipologías existentes, por ser ejemplos de modos de construir de la sociedad en general y que obedecen a la gran cantidad de viviendas de mala calidad termoenergética construidas en la capital. La problemática surge por la falta de estudio de la adaptación de la materialidad edilicia al clima local, lo cual ocasiona el uso intensivo de sistemas de acondicionamiento auxiliar (AA) por parte de los habitantes para satisfacer su constante búsqueda de confort, favorecida esta práctica por la facilidad económica de acceso a tales equipos.

En una tercera etapa se seleccionó un caso de estudio evaluando específicamente el comportamiento térmico de las distintas alternativas de envolvente superior y las posibles renovaciones tecnológicas que mejoren energéticamente la vivienda y satisfagan las recomendaciones de las normas IRAM de ahorro en refrigeración y calefacción.

Las mejoras se establecieron mediante la incorporación de aislante térmico en la envolvente de cada caso, resuelta acorde a los sistemas constructivos de sus techos.

Para ello, se estudió el consumo de energía eléctrica ( $C_e$ ), los sobrecostos, el tiempo de amortización y emanaciones de  $CO_2$  del prototipo original y el optimizado. Con la verificación se determinó la conveniencia de rehabilitar la UH mejorando al nivel EE no solo en la envolvente superior horizontal, sino también en los paramentos verticales. En estos últimos, se logra mediante la inclusión de 3 cm de poliestireno expandido de alta densidad con su correspondiente protección mecánica, teniendo en cuenta que el análisis fue ante la resolución constructiva con bloque cerámico portante de 18 cm de espesor por ser el de mayor utilización según datos estadísticos.

Con respecto a los techos, en los sistemas constructivos húmedos de hormigón armado o de viguetas con ladrillos cerámicos de 12 cm, los espesores de la aislación incorporada rondan

entre los 7 a 9 cm de EPS dependiendo la resolución de la cubierta y la materialidad de la losa. En los livianos de madera o chapa, se rehabilitó con la incorporación de lana de vidrio de 8 y 10 cm que, sumados a los 5 cm existentes, deviene que los mismos necesitaran un total de 13 a 15 cm. De esta manera, con la rehabilitación global del prototipo se logró alcanzar un 56% de economía anual en electricidad, que de lo contrario sería apenas un 12%. En cuanto a los incrementos devenidos de la optimización de las mismas, estos ascienden al alrededor del 8 % del costo final de la obra, amortizadas en un período que varía de 5 a 7 años.

En lo referente a las emanaciones de los gases de efecto invernadero ( $\text{CO}_2$ ) en las tecnologías originales se producen de 2,94 a 3,73  $\text{TCO}_2/\text{MWh}$ , descendiendo con las propuestas a valores comprendidos entre 1,64 y 2,00  $\text{TCO}_2/\text{MWh}$  anualmente. La disminución producida con las mejoras en una sola vivienda no ocasiona un gran impacto a nivel ciudad. Aunque si, consecuentemente se analiza la zona sur, tomando en consideración las unidades habitacionales construidas (8329), que generan masivamente 31.055  $\text{TCO}_2/\text{MWh}$  desde el consumo de 57.782  $\text{MWh}$  anuales solamente por climatización, los costos ambientales comienzan a tener relevancia, ya que frente a la optimización simplemente de la calidad de los sistemas constructivos, los GEI descienden a 16.652  $\text{TCO}_2/\text{MWh}$  al año, equivaliendo a un 54%.

En la última parte de la tercera etapa de este trabajo, se propone un plan de gestión para la rehabilitación energética de viviendas existentes, sin duda la sinergia entre las distintas esferas intervinientes, económica, social y política, es de vital importancia en su concreción. Aunque la primordial del mismo, es esta última por ser la gran articuladora puesto que, sin líneas y direccionamiento de los dirigentes a fin de lograr las diferentes estrategias y acciones necesarias en la implementación de cada programa, la probabilidad de aplicación resulta baja.

Por ser la capital una ciudad pequeña, el potencial de involucramiento del gobierno local es elevado, si se realiza una buena difusión a través de publicaciones y conferencias o entrevistas personales dando a conocer los beneficios ambientales que permite el uso de tecnologías termo-eficientes.

Es por ello, que una de las estrategias más trascendentales es la ejecución de capacitaciones en los organismos colegiados para técnicos y profesionales del medio, de igual manera en centros vecinales destacando, además, la importancia de las buenas prácticas.

Por lo tanto, el estudio realizado forma parte fundamental en la concientización de actores principales en la generación políticas públicas para la creación de promulgación de leyes, ordenanzas y programas, a fin de mitigar las emanaciones de CO<sub>2</sub>. Teniendo en cuenta que, en la actualidad, diferentes municipios establecen nuevos lineamientos con el fin de enfrentar el cambio climático, esta debería ser una iniciativa más de aplicación en La Rioja. La Provincia ha generado acciones con relación al uso y producción de energías renovables, dejando la problemática de la calidad de las envolventes del sector residencial de lado.

El trabajo elaborado, constituye una base a fin de comprender el comportamiento térmico de diferentes sistemas constructivos utilizados en la ciudad capital de La Rioja y de cómo, mediante la incorporación de la aislación térmica necesaria en el cumplimiento de las normas IRAM de aislamiento térmico, disminuye notablemente el consumo de energía. Si, además se tiene en cuenta los lineamientos bioclimáticos esta sería aún más significativa, contribuyendo al ascenso de la calidad de vida de los usuarios y la disminución de emanaciones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, apoyando a la lucha para enfrentar al cambio climático instaurado a nivel provincial y municipal.

Esta tesis, es una investigación que no concluye en sí misma, sino que amerita continuar en la profundización de diagnosis de diferentes resoluciones de envolvente verticales y su análisis

dinámico de manera global. Indudablemente, quedan muchos temas a seguir indagando, considerando unos más significativos que otros, pero fundamentales de observar a fin de avanzar en el camino hacia la sostenibilidad.

Se considera, que sin dudas el presente es un aporte y el inicio de nuevas exploraciones que surgirán en años venideros, a fin de lograr que la ciudad transite el camino hacia el desarrollo urbano sostenible, estableciéndose como el punto de partida en la generación de discusiones en lo referente a los modos de construir y diseñar.

A los profesionales de la Arquitectura les cabe la gran responsabilidad de concientizar principalmente a funcionarios políticos sobre las implicancias que tiene a nivel global el construir sin tecnologías sustentables, a fin de cambiar su mirada y generar nuevas acciones que posibiliten la mejora de lo existente y regulen las formas de ejecutar la edificación en la provincia a futuro.

## **CAPITULO 07 - REFERENCIAS**

## REFERENCIAS

- Alías, H., & Jacobo, G. (2004). Simulaciones del consumo de energía eléctrica para mantener el confort en verano e invierno en viviendas con envolventes de madera y de mampostería. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 8(1), 37-42.
- Arauz, F. (2010). Adecuación de los triángulos de confort para las condicionantes climatológicas dominantes en la república de México. (*Tesis de Maestría*). Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México.
- Auliciems, A. (1993). Towards a psycho-physiological model of thermal perception. *Biometeorology*, 26, págs. 69-86. Springer-Verlag.
- Ballent, A. (1992). La vivienda masiva: Salvación y caída de la arquitectura del siglo XX, vivienda de interés social. En J. y. Liernur, *Diccionario Histórico de Arquitectura, Habitat y Urbanismo en Argentina* (Vol. 1, pág. 200). Buenos Aires, Argentina.
- Balter, et al. (26 de noviembre de 2018). *Confort Térmico y Consumos Energéticos en Edificios Vidriados en "Ciudades-Oasis". El Caso de la Ciudad de Mendoza*. Obtenido de researchgate.net: [www.researchgate.net/publication/257223996](http://www.researchgate.net/publication/257223996)
- Barkin, D. (1999). Superando el paradigma neoliberal: desarrollo popular sustentable. *Cuadernos de desarrollo rural*(43), 11-31. Obtenido de <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/ar/libros/rural/barkin.pdf>
- Blasco Lucas, I. (2000). MET-ME: Programa de recomendaciones bioclimáticas según el método Mahony-Evans. Instituto Regional de Planeamiento y Habitat (IRPHa), Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño (FAUD), San Juan, Argentina.
- Blasco Lucas, I. (2006). *Potencial de Ahorro Energético en Áreas Residenciales*. San Juan, Argentina: Departamento de Publicaciones UNSJ.

- Blasco Lucas, I. (2008). Aportes de la arquitectura sustentable en el sector residencial sobre el balance energético-ambiental Argentino. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 12, págs. 17-24. Argentina.
- Blasco Lucas, I. (2011 a). Evaluación del comportamiento térmico-energético de alternativas bioclimáticas de mejoras en tipologías Fonavi. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 15, págs. 9-18. Argentina.
- Blasco Lucas, I. (2011 b). Valoración microeconómica de alternativas bioclimáticas en viviendas existentes. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 15, págs. 19-28. Argentina.
- Blasco Lucas, I., & Hoese, L. (2016). Definición de estrategias de acondicionamiento térmico edilicio para San Juan a partir de un "año tipo Climático". *Actas de VIII CRETA: "Octavo Congreso Regional de Tecnología de la Arquitectura"*, (págs. 5-10). San Juan.
- Borhi, et.al. (2012). Análisis de índices de confort térmico para las condiciones de la República Argentina, comenzando por C.A.B.A. y pcia. de Buenos Aires. *Seminario Nacional Universidad Tecnológica Nacional- Instituto Regional de Estudios sobre Energía Eficiencia Energética*, (págs. 1-13). Mendoza.
- Bourges, C., & Gil, S. (2014). Amortización del costo de mejoras en la aislación térmica de viviendas. *Petrotecnica*, 72-78.
- Cavedo, D., & Galilea, C. (2010). Eficiencia Energética- Edificios de vivienda en Argentina. Energía y cambio climático. *Congreso Internacional Ingeniería*. Buenos Aires: Cámara Argentina de la Construcción.
- CDCC. (07 de 2018). *Concejal Dómina. Esteban Domina*. Obtenido de Concejo Deliberante de la Ciudad de Córdoba: <https://www.concejaldomina.com.ar/files/pdf/ordenanzas/Ord-12548.pdf>



- CEPAL, N. (2014). *Informe nacional de monitoreo de la eficiencia energética de la República Argentina, 2014*. Santiago de Chile: Impreso en Naciones Unidas.
- CMNUCC. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Recuperado el noviembre de 2017, de <https://unfccc.int/>: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- Czajkowski, J., & Corredera, C. (2006). Ahorro de energía en refrigeración de edificios para viviendas y propuesta de indicadores de eficiencia y valores admisibles. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 10, págs. 9-16. Argentina.
- Czajkowski, J., & Corredera, C. (2006). Ahorro de energía en refrigeración de edificios para viviendas y propuesta de indicadores de eficiencia y valores admisibles. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 10, págs. 9-16.
- Czajkowski, J., Gomez, A., & Bianciotto, M. (2008). Estudio comparativo de soluciones en envolventes para conseguir la eficiencia térmica y energética. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 12, págs. 33-40. Argentina.
- Energía, S. d. (25 de 10 de 2019). *Secretaría de Energía. Dirección Nacional de Información Energetica*. Obtenido de Datos Argentina / Dataset. Cálculo del Factor de Emisión de CO2 de la Red Argentina de Energía Eléctrica: <https://datos.gob.ar/dataset/energia-calculo-factor-emision-co2-red-argentina-energia-electrica/>
- Esteves Miramont, A. (2017). *Arquitectura Bioclimática y Sustentable*. Mendoza, Argentina.
- Esteves, A., Gelardi, D., & Mercado, M. (2014). Evaluación del costo monetario y energético de elementos edilicios para edificios energéticamente eficientes. *9º Congreso Internacional de Aire Acondicionado, Refrigeración, Acondicionado*.

- Evans, J., & Schiller, S. (2001). Evaluador energético: método de verificación del comportamiento energético y ambiental de viviendas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* N°5, 90-92.
- Evans, J., & Schiller, S. (2007). Procedimiento de auditorias y evaluación de servicio energético: Desarrollo, aplicación y transferencia. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente.*, 11, 17-22.
- Fernandez, R. (2000). *La Ciudad Verde*. Buenos Aires, Argentina: Espacio.
- Givoni, B. (1981). *Man, Climate and Architecture*. New York: Elsevier Architectural Science Series.
- Gonzalo, G. (1998). CEEMACLIMA: Programa base de datos meteorológicos para generar gráficos de variables Climáticas. IAA.FAU.UNT. Argentina.
- Gonzalo, G. (1998). CEEMAOLGY: Programa para la graficación del diagrama Olgyay, C.IAA,FAU,UNT. Tucumán.
- Gonzalo, G. (1998). CEEMARESOL: Programa para la graficación del reloj solar horizontal y del diagrama de trayectoria solares en proyección cilíndrica desarrolladas. IAA-FAU-UNT. Tucumán.
- Gonzalo, G. (2004). Determinación y análisis de los requerimientos energéticos para el acondicionamiento térmico de un prototipo de vivienda en San Miguel de Tucumán. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 8(1).
- Gonzalo, G., Ledesma, S., Nota, V., Martínez, C., Cisterna, S., Quiñónez, G., . . . Garay, a. (2000). Determinación y análisis de los requerimientos energéticos para el acondicionamiento térmico de un prototipo de vivienda ubicada en San Miguel de Tucumán. *Revista Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 4, 19-24.

- Guimaraes, R. (Dic. de 1994). Desarrollo sustentable ¿Propuesta Alternativa o Retórica Neoliberal? *Eure*, XX, 41-56.
- Higueras, E. (1998). *Urbanismo Bioclimático. Criterios medioambientales en la ordenación del territorio*. Madrid: Faster, San Francisco.
- Higueras, E. (2006). *Urbanismo Bioclimático*. Barcelona: Gustavo Gili.
- IAS.CAC. (06 de 2017). *Energía y estratégica*. Obtenido de <http://www.energiaestrategica.com/wp-content/uploads/2017/06/PROTOCOLO-ESE-MARCO-DE-REFERENCIA.pdf>
- IDAE. (31 de Julio de 2007). *Ministerio para la transición Ecológica-Instituto para Diversificación y ahorro de la Energía*. Obtenido de [www.idae.es](http://www.idae.es): [http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_10528\\_Guia\\_Planeamiento\\_urbanistico\\_2ed\\_07\\_2bb4de9e.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10528_Guia_Planeamiento_urbanistico_2ed_07_2bb4de9e.pdf)
- Instituto Argentino de Normalizacion y Certificación. (1996a). IRAM11603. *Clasificación bioambiental de la República Argentina*. Buenos Aires, Argentina.
- Instituto Argentino de Normalizacion y Certificación. (1996b). IRAM 11605. *Acondicionamiento térmico en edificios: valores máximos de trasnmitancia térmica en cerramientos opacos*. Buenos Aires, Argentina.
- Instituto Argentino de Normalizacion y Certificación. (2002). IRAM 11601. *Aislamiento térmico de edificios. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario*. Buenos Aires, Argentina.
- Instituto Argentino de Normalizacion y Certificación. (2004). IRAM 11659-1. *Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte1*. Buenos Aires, Argentina.

- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2007). IRAM 11659-2. *Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 2. Edificios para viviendas*. Buenos Aires, Argentina.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación. (2011). IRAM 11604. *Aislamiento térmico de edificios verificación de sus condiciones higrotérmicas: ahorro de energía en calefacción: coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor: cálculo y valores límites*. Buenos Aires, Argentina.
- IPCC. (2014). *Cambio Climático 2014. Informe de Síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al quinto informe de Evaluación del IPCC*. Ginebra Suiza. Recuperado el 24 de MAYO de 2018, de <http://www.ipcc.ch/>: [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5\\_wgII\\_spm\\_es.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_es.pdf)
- IPCC. (2015). *Grupo de trabajo III. Cambio Climático 2014 -Mitigación del cambio climático. Resumen para responsables de políticas*. suiza.
- Jacob, S., Strack, J., Branda, J., & Suarez, J. (2012). Evaluación del consumo eléctrico en el sector residencial de mar del plata. Propuestas de ahorro y eficiencia energética. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente N°16*, 65-72.
- Landeira, B. A. (1992). *La Cuadrícula*. Buenos Aires, Argentina: Canguro.
- Martinez, C. (2016). Relevancia de la materialidad de la envolvente exterior en el diseño edilicio energético sustentable en clima cálido. *I Encuentro Nacional sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable*, (págs. 203-212). La Plata.
- Mercado, M. V., & Esteves, A. (2004). Arquitectura sustentable: estudio térmico y técnico económico de la incorporación de aislación térmica. *Avances Energías Renovables y Medio Ambiente*, 15, págs. 45-52. Argentina.

- Mercado, M., Esteves, A., & Filippín, C. (2010). Comportamiento térmico-energético de una vivienda social de la ciudad de Mendoza, Argentina. . *Asociación Nacional de Tecnología y Ambiente construido*. 10, n2, págs. 87-100. Porto Alegre: ISSN 1678-8621.
- Mesa, A. (2002). BNA:Metódo Bruce- Novell Ampliado. LAHV-CRICYT . Mendoza, Argentina.
- Ministerio de Hacienda. (2018). *Balance Energético Nacional*. Recuperado el 12 de 02 de 2019, de Argentina.gob.ar: <https://www.argentina.gob.ar/energia/hidrocarburos/balances-energeticos-0>
- Ministerio Hacienda. (26 de 06 de 2018). *Series Históricas de Energía Eléctrica*. Obtenido de Argentina.gob.ar: <http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3140>
- MINVU. (10 de 2019). *Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Gobierno de Chile*. Obtenido de [http://admminvuv57.minvu.cl/opensite\\_20070417155724.aspx](http://admminvuv57.minvu.cl/opensite_20070417155724.aspx)
- Planelles, M. (04 de noviembre de 2016). *El Pais*. Obtenido de [https://elpais.com/internacional/2016/11/02/actualidad/1478101060\\_412467.html](https://elpais.com/internacional/2016/11/02/actualidad/1478101060_412467.html)
- Righini, G. G. (14 de 11 de 2018). *Atlas*. Obtenido de <https://www.researchgate.net:https://www.researchgate.net/publication/317478062>
- Samuelson, P., & Nordhaus, W. (2004). *Microeconomía*. NY: McGraw-Hill Interamericana S.A.
- Sapag Chain, N., & Sapag Chain, R. (2008). *Preparación y evaluación de proyectos*. McGraw-Hill.
- Subsecretaría de Minería. (2017). *Secretaría de Energía de Nación*. Obtenido de [http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/oportunidades\\_de\\_inversion/La%20Rioja/pdf%20final%20-%20LAR/BrochureLa%20RiojaFINAL.pdf](http://www.energia.gob.ar/contenidos/archivos/Reorganizacion/oportunidades_de_inversion/La%20Rioja/pdf%20final%20-%20LAR/BrochureLa%20RiojaFINAL.pdf)
- Torres, S., & Evans, J. (1999). *Diseño Arquitectónico y Consumo De Energía Estudios Paramétricos Con ENERGY-10. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*.

Tutiempo.net. (14 de 03 de 2018). *tutiempo.net*. Recuperado el 14 de 03 de 2018, de <https://www.tutiempo.net/argentina/la-rioja.html>

USC . (2006). Architectural Bioclimatic Classification1.3, Software. Universidad de San Carlos. San Pablo, Brasil.

Viel, J. (2016). *Lineamientos para la eficiencia y la planificación energética de la provincia de La Rioja, República Argentina*. La Rioja. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/>

## **CAPITULO 08 - ANEXOS**

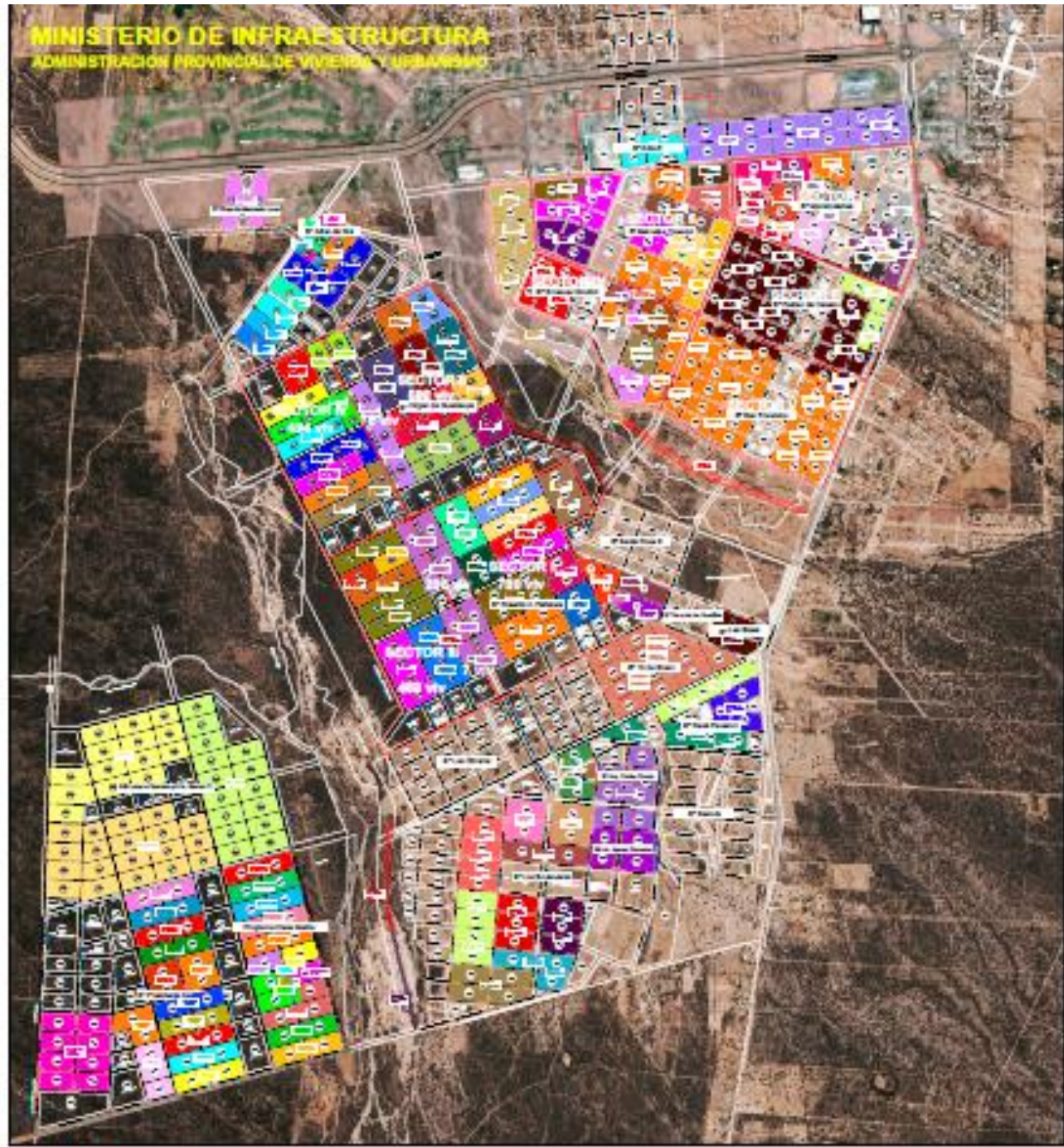
## ANEXO 1: PROCESAMIENTO DE DATOS METEOROLÓGICOS PARA LA CIUDAD DE LA RIOJA (2006-2018).

		2006	2007	2009	2010	2011	2012	2014	2015	2016	2017	2018	promedio 2006-2018
enero	T	27.8	27.2	28.1	29.7	29.5	32	31.6	27.9	27.7	30	27.4	29.0
	TM	35.7	35.1	35.3	36.7	35.5	38.2	37.9	35.6	35.4	38.7	35.8	36.4
	Tm	21.9	21.4	19.8	22.4	20.6	22.3	21.9	21.6	21.5	22.9	20.8	21.6
	H	57.9	60.3	45.9	48.2	52.2	47.7	41	56.9	64.5	51.6	57.2	53.0
	Pp	226.0	55.12	45.9	37.08	92.47	21.59	60.45	85.52	347.96	61.72	154.64	108.0
febrero	T	27.8	27.6	28.5	27.2	26.3	29.1	26.3	25.9	27.1	26.8	26	27.1
	TM	36.2	35.4	35.8	34.2	31.6	35.1	31.3	33.2	34.2	35.1	33.4	34.1
	Tm	21.1	21.5	20.7	21.2	19.2	21.8	19.5	20.2	21.4	20.7	20.5	20.7
	H	50	53.1	43.3	66.8	65.7	64.5	68.1	66.8	72.1	65	65.28	61.9
	Pp	27.9	24.14	9.91	123.9	174.97	159.01	135.55	75.17	101.08	129.04	65.28	93.3
marzo	T	25.3	23.2	26.4	27	24.5	26.7	22.5	24.4	22.9	24.5	24.3	24.7
	TM	33.5	30.5	33.1	33.7	29.6	32.7	28.2	30.8	30.9	32.3	32.9	31.7
	Tm	19.2	18.1	18.8	19.7	16.3	19.1	16	18.9	17.1	19.2	17.7	18.2
	H	56.5	65.7	53.9	60.2	61.5	54	68	74	68.6	70.9	52.8	62.4
	Pp	10.9	47.46	73.92	39.12	147.08	14.99	54.1	111.55	17.02	85.87	31.25	57.6
abril	T	20.4	20.8	24.7	20.4	22.6	21.9	20	22.5	17.8	19.4	23	21.2
	TM	27.7	28.8	31.4	26.4	28.5	26.7	25	29.3	24.8	26	30.9	27.8
	Tm	14.6	14	18.2	13.6	13.6	15.4	15	17.3	12.8	14.2	18.1	15.2
	H	66.2	64	52.3	62.5	54.1	62.8	72.2	8.14	78.6	77.6	64.9	60.3
	Pp	40.1	29.72	93.98	51.06	21.08	14.23	53.84	8.14	60.44	67.3	20.07	41.8
mayo	T	14.8	13.2	17.9	15.1	18.3	19.2	15.8	17.9	14.3	15.8	17.2	16.3
	TM	22.8	20.1	25.2	22.2	24.1	24.7	22.1	24.4	18.9	23.1	24.2	22.9
	Tm	7.8	7.1	11.2	8	8.8	11	9.8	12.7	10.2	10.2	11.3	9.8
	H	59.1	70.1	62	65.3	55.9	57.3	76	69.8	81.9	78.6	70.6	67.9
	Pp	3.01	85.6	8.64	16.25	0	0.73	2.04	0.25	16.24	4.07	5.59	13.9
junio	T	13.8	10.7	13.2	13.4	13.8	14.4	12.4	13.5	10.2	11.6	10.2	12.5
	TM	21.4	2.2	21.2	20.4	20.2	21.1	20.2	21.8	17.3	20.7	19.3	18.7
	Tm	6.5	2.4	4.4	5	4.7	4	5.1	5.8	4.4	4.2	3.6	4.6
	H	68	63.1	56.5	62.5	57.7	50.9	71.4	67.3	77.4	74.1	63.3	64.7
	Pp	0	0	0	0	0	0	2.28	0	32.25	0.51	0	3.2
julio	T	13.5	9.3	12	12	12.7	12.6	11.9	12.3	11.4	12.3	9.8	11.8
	TM	23.3	19.2	20.1	18.9	19.9	19.7	20.4	20.8	19.3	21.1	17.4	20.0
	Tm	5	1.1	2.2	2.7	2.6	2	4.2	4	4.6	4.6	3.4	3.3
	H	57.3	55.8	46.4	54.1	47	42.8	62.6	64.2	72.1	66.8	64.4	57.6
	Pp	0	7.1	46.99	24.9	4.06	0	1.02	10.92	0	0.25	16.01	10.1
Agosto	T	15	10.2	17.4	15.5	15.9	17.1	16.8	16.2	16.4	15.5	14.1	15.5
	TM	24.2	19.2	25.4	21.8	22.8	23.1	26.3	24.9	26.7	24.9	24.1	23.9
	Tm	5.9	2.7	7.2	5.5	5.2	7.2	7.8	8.2	7	7.2	5.6	6.3
	H	47	49	39.3	51.7	40.8	39.8	47.8	61.4	54.3	55.1	43.7	48.2
	Pp	0	3.05	0	11.94	5.08	0	0	2.04	6.1	5.08	0	3.0
Setiembre	T	19	19.3	17.8	21.3	22.9	23.4	20.4	19.1	18.9	17.4	21.4	20.1
	TM	28.5	27.1	24.9	27.8	30.2	30	29.2	28	27.7	26.5	30.4	28.2
	Tm	10.7	12	10.1	11.3	11.6	12.3	12.5	11.5	11	10	13.4	11.5
	H	31.2	43.8	43.3	45.4	35.4	37.2	45	48.5	45	53.2	51.1	43.6
	Pp	0	1.02	99.06	1.02	2.03	34.04	0	0.76	14.48	7.88	8.13	15.3
Octubre	T	25.4	24.2	24.9	24.4	24.5	25.7	25.7	25.7	22.2	22.8	21.9	23.8
	TM	34.2	33.2	33.2	30.6	31.3	31.7	34.2	27.7	30.7	32.7	29.6	31.7
	Tm	18.4	17.1	15.9	15.3	14.9	15.9	18.9	12.7	15.3	14.5	15.7	15.9
	H	37.4	44.4	30	44.2	52	38.5	44.6	53.9	51.3	42.5	57.7	45.1
	Pp	96.1	0.51	0	7.12	16.76	0	6.1	14.98	7.11	7.11	31.5	17.0
Noviembre	T	25.8	26	29.1	28	29.8	28.8	24.7	22.6	24.1	26.6	25.2	26.4
	TM	34.3	34.9	37.3	34.5	36.1	34.8	33	29.6	33	35.1	33.9	34.2
	Tm	19.2	18.2	20.7	16.8	20.7	19.2	18.3	16.9	17.2	19.1	8.2	17.7
	H	46	38.9	42.9	39.9	50	41	50.2	59.6	51.1	41.9	56.6	47.1
	Pp	111.25	49.27	16	36.82	30.73	3.56	44.72	497.34	57.91	5.59	17.02	79.1
Diciembre	T	28	28.2	27.6	30.2	30.2	32.2	25.9	26.9	27.7	32.2	26.4	28.7
	TM	36.8	36.2	34.6	37.1	36.3	38.9	33.5	35	36.7	37.1	35.2	36.1
	Tm	21	20.7	20.9	19.9	20.5	22.4	19	20.1	20.4	20.5	19.7	20.5
	H	52.6	43	55.9	45.6	46.9	35.1	54.3	58.2	47.4	57.6	58.3	50.4
	Pp	184.4	208.2	143.77	51.02	15.25	0.76	92.71	136.91	30.22	91.69	75.45	93.7

Datos históricos del periodo 2006-2018, perteneciente a la estación meteorológica SANL aéreo La Rioja, procesados para sacar el promedio del mismo. Fuente: [www/ tu tiempo.net](http://www.tu tiempo.net). (Elaboración propia).



**ANEXO 2: UBICACIÓN DE DIFERENTES PLANES DE VIVIENDA EN LA ZONA SUR DE LA CIUDAD DE LA RIOJA (2000-2019).**



Encuesta de sistemas constructivos para viviendas unifamiliares

**ANEXO 3: ENCUESTA ON LINE REALIZADA A PROFESIONALES DEL MEDIO**

Encuesta de sistemas constructivos para viviendas unifamiliares.

Encuesta a fines de relevamiento de datos para Proyecto de Investigación, en temática relativa a la eficiencia energética de viviendas unifamiliares.

Aclaración: la encuesta es anónima. Sólo se publicarán las estadísticas que surjan de esta encuesta.

**Profesión**

- Arquitecto
- Ingeniero
- MMO
- Otro

**Antigüedad en el ejercicio de su profesión \***

- hasta 5 años
- entre 5 y 10 años
- entre 10 y 20
- más de 20 años

**¿En la realización de los muros, cuál utiliza? \***

- muros simples
- muros compuestos (muros dobles con aislación o cámara de aire)

**Si elige muros compuesto describa materiales.**

Tu respuesta

**Materiales utilizados en la resolución de muros \***

- ladrillo cerámico hueco portante 18
- ladrillo cerámico hueco portante 12
- ladrillo cerámico hueco 18
- ladrillo cerámico hueco 12
- ladrillo macizo
- bloque de hormigón
- casa forma- ecowall- río deco, etc.
- bloque hormigo celular curado en autoclave
- otro sistema que utilice

**Materiales utilizados en la envolvente superior \***

- losa de hormigón armado
- losa de viguetas pretensadas con ladrillo cerámico de 12 cm
- losa de viguetas pretensadas con ladrillo cerámico de 8 cm
- losa de viguetas pretensadas con bloques de telgopor
- chapa trapezoidal o sinusoidal
- madera y tejas
- otro

**Aislaciones térmicas bajo chapa**

- lana de vidrio 5 cm
- lana de vidrio 10 cm
- telgopor de 3 a 5 cm
- telgopor de 6 a 8 cm

- telgopor de 9 a 12 cm
- telgopor menos de 3 cm
- espuma de poliuretano
- Otro:

#### **Aislaciones térmicas sobre machimbre**

- lana de vidrio 5 cm
- lana de vidrio 10 cm
- telgopor de 3 a 5 cm
- telgopor de 6 a 8 cm
- telgopor de 9 a 12 cm
- Otro:

#### **Aislaciones Térmicas sobre losas**

- tierra hasta 10 cm
- tierra 11 a 20 cm
- tierra más de 20 cm
- hormigón con pelotitas de telgopor
- hormigón pobre de cascotes
- hormigón solo para la pendiente
- planchas de telgopor de 3 a 5 cm
- planchas de telgopor de 6 a 10 cm
- Otro:

**¿En relación a la elección de los materiales con los que trabaja, en su mayoría cual es la razón por los que los utiliza? \***

- economía
- pedido del cliente
- adaptación al clima de La Rioja

**¿Conoce la normativa Nacional de acondicionamiento térmico? \***

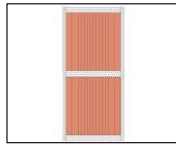
- si
- no
- En caso de contestar si.... ¿Las aplica?
- si
- No

**En caso de aplicarlas, escriba cuales.**

Tu respuesta

**ANEXO 4: APLICACIÓN NORMA IRAM 11605**

**SISTEMA CONSTRUCTIVO DE ENVOLVENTE VERTICAL**  
TECHO 1- Mampostería de ladrillo cerámico hueco



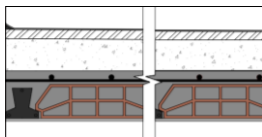
Capa del elemento constructivo	e m	λ W/mK	R m²K/W	R m²K/W	ρ kg/m³	M kg/m²
RSE			0.04	0.04		
Revoque grueso y fino exterior	0.02	1.16	0.02	0.02	1900	38
LCHP	0.18	0.42	0.43	0.43	1100	198
Revoque grueso y fino interior	0.02	0.93	0.02	0.02	1900	38
RSI			0.13	0.13		
<b>TOTALES</b>	<b>0.22</b>		<b>0.637</b>	<b>0.637</b>	<b>4900</b>	<b>274</b>

Transmitancia térmica del componente Ver. $W/m^2K = 1/R$	1.57
Transmitancia térmica del componente Inv. $W/m^2K = 1/R$	1.57

	NIVEL	VALOR	VERIFICA
K máx. adm. Invierno	MINIMO- C	1.85	SI
	MEDIO- B	1.00	NO
	RECOMENDADO- A	0.38	NO

	NIVEL	VALOR	VERIFICA
K máx. adm. Verano	MINIMO- C	1.80	SI
	MEDIO- B	1.10	NO
	RECOMENDADO- A	0.45	NO

**SISTEMA CONSTRUCTIVO DE ENVOLVENTE HORIZONTAL SUPERIOR**  
TECHO 1- Vigueta pretensada con ladrillo cerámico 12 cm., H° liviano y EPS



	retardo hs.	amortig. %
ext.-int.	9.61	0.10
int.-ext.	9.54	0.10

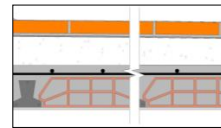
Capa del elemento constructivo	e m	λ W/mK	R Ver. m²K/W	R inv. m²K/W	ρ kg/m³	M kg/m²
RSE			0.04	0.04		
Membrana asfáltica y emulsión	0.005	0.7	0.01	0.01	2000	10
Carpeta de nivelación	0.03	0.93	0.03	0.03	1900	57
H° liviano c/eps	0.10	0.15	0.67	0.67	500	50
Pintura asfáltica	0.001	0.17	0.01	0.01	1100	1.1
Capa compresión	0.05	1.63	0.03	0.03	2400	120
Ladrillo cerámico para techos	0.12	0.33	0.36	0.36	730	87.6
Revoque grueso y fino interior	0.02	0.93	0.02	0.02	1900	38
RSI			0.17	0.10		
<b>TOTALES</b>	<b>0.326</b>	<b>4.84</b>	<b>1.34</b>	<b>1.27</b>	<b>10530</b>	<b>363.7</b>

Transmitancia térmica del componente Ver. $W/m^2K = 1/R$	0.75
Transmitancia térmica del componente Inv. $W/m^2K = 1/R$	0.79

	Nivel	Valor	Verifica
K máx. adm. Invierno	Mín. - C	1.00	SI
	Med. - B	0.83	SI
	Prom.A-B	0.58	NO
	Ecol. A	0.32	NO

	Nivel	Valor	Verifica
K máx. adm. Verano	Mín. - C	0.72	NO
	Med. - B	0.45	NO
	Prom.A-B	0.32	NO
	Ecol. A	0.18	NO

**SISTEMA CONSTRUCTIVO DE ENVOLVENTE HORIZONTAL SUPERIOR**  
TECHO 2 - Techo de vigueta pretensada con bovedilla y aislacion de placa EPS



	retardo hs.	amortig. %
ext.-int.	10.06	0.06
int.-ext.	9.96	0.07

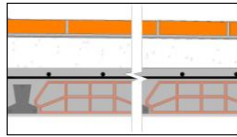
Capa del elemento constructivo	e m	λ W/mK	R Ver. m²K/W	R inv. m²K/W	ρ kg/m³	M kg/m²
RSE			0.04	0.04		
Barrido Cementicio	0.01	1.16	0.01	0.01	1800	18
Bovedilla	0.025	0.81	0.031	0.03	1600	40
Mortero de asiento	0.02	0.89	0.022	0.02	1900	38
Membrana asfáltica y emulsión	0.005	0.17	0.03	0.03	2000	10
Carpeta de nivelación	0.03	0.93	0.03	0.03	1900	57
Placa EPS	0.04	0.037	1.081	1.08	15	0.6
H° liviano c/eps	0.10	0.15	0.67	0.67	500	50
Pintura asfáltica	0.002	0.17	0.01	0.01	1100	2.2
Capa compresión	0.05	1.63	0.03	0.03	2400	120
Ladrillo cerámico para techos	0.12	0.33	0.36	0.36	730	87.6
Revoque grueso y fino interior	0.02	0.93	0.02	0.02	2400	48
RSI			0.17	0.10		
<b>TOTALES</b>	<b>0.367</b>	<b>4.347</b>	<b>2.51</b>	<b>2.44</b>	<b>16345</b>	<b>471.4</b>

Transmitancia térmica del componente Ver. $W/m^2K = 1/R$	0.40
Transmitancia térmica del componente Inv. $W/m^2K = 1/R$	0.41

	Nivel	Valor	Verifica
K máx. adm. Invierno	Mín. - C	1.00	SI
	Med. - B	0.83	SI
	Prom.A-B	0.58	SI
	Ecol. A	0.32	NO

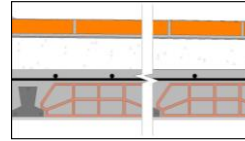
	Nivel	Valor	Verifica
K máx. adm. Verano	Mín. - C	0.72	SI
	Med. - B	0.45	SI
	Prom.A-B	0.32	NO
	Ecol. A	0.18	NO

**SISTEMA CONSTRUCTIVO DE ENVOLVENTE HORIZONTAL SUPERIOR**  
TECHO 3- Vigueta pretensada con ladrillo cerámico 12 cm., H° de cascote y placa EPS



	retardo hs.	amortig. %
ext.-int.	8.96	0.14
int.-ext.	9.67	0.09

**SISTEMA CONSTRUCTIVO DE ENVOLVENTE HORIZONTAL SUPERIOR**  
TECHO 4- Vigueta pret. c/ladrillo cerám. 12 cm., tierra natural, bovedilla y placa EPS



	retardo hs.	amortig. %
ext.-int.	7.99	0.16
int.-ext.	9.37	0.12

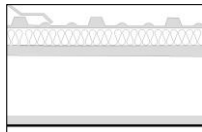
Capa del elemento constructivo	e m	λ W/mK	R Ver. m²K/W	R inv. m²K/W	ρ kg/m³	M kg/m²	Capa del elemento constructivo	e m	λ W/mK	R Ver. m²K/W	R inv. m²K/W	ρ kg/m³	M kg/m²
Barrido Cementicio	0.01	1.16	0.01	0.01	1800	18	Barrido Cementicio	0.01	1.16	0.01	0.01	1800	18
Bovedilla	0.025	0.81	0.031	0.03	1600	40	Ladrillo común	0.05	0.81	0.062	0.06	1600	80
Mortero de asiento	0.02	0.89	0.022	0.02	1900	38	Mortero de asiento	0.02	0.89	0.022	0.02	1900	38
Membrana asfáltica y emulsión	0.05	0.7	0.07	0.07	2000	100	Poliétileno 200 micrones	0.002	0.035	0.06	0.06		
Carpeta de nivelacion	0.03	0.93	0.03	0.03	1900	57	Tierra natural	0.12	1.2	0.10	0.10	1600	192
Hº sobre de cascote p/pendiente	0.14	0.93	0.15	0.15	1800	252	Emulsión asfáltica	0.001	0.17	0.01	0.01	1100	1.1
Pintura asfáltica	0.001	0.7	0.00	0.00	1100	1.1	Barrido Cementicio	0.01	1.16	0.01	0.01	1800	18
Capa de compresion	0.05	1.16	0.04	0.04	2000	100	Capa compresión	0.05	1.63	0.03	0.03	2400	120
Ladrillo ceramico para techos	0.12	0.33	0.36	0.36	730	87.6	Ladrillo ceramico para techos	0.125	0.33	0.38	0.38	730	91.25
Revoque grueso y fino interior	0.02	0.93	0.02	0.02	1900	38	Revoque grueso y fino interior	0.02	0.93	0.02	0.02	2400	48
RSI			0.17	0.10			RSI			0.17	0.10		
<b>TOTALES</b>	<b>0.411</b>		<b>0.956</b>	<b>0.886</b>	<b>11430</b>	<b>635.7</b>	<b>TOTALES</b>	<b>0.398</b>	<b>7.155</b>	<b>0.91</b>	<b>0.84</b>	<b>13530</b>	<b>588.35</b>

Transmitancia térmica del componente Ver. W/m²K = 1/R	1.05	Transmitancia térmica del componente Ver. W/m²K = 1/R	1.10
Transmitancia térmica del componente Inv. W/m²K = 1/R	1.13	Transmitancia térmica del componente Inv. W/m²K = 1/R	1.20

K máx. adm. Invierno	Nivel	Valor	Verifica	K máx. adm. Invierno	Nivel	Valor	Verifica
	Mín. - C	1.00	NO		Mín. - C	1.00	NO
Med. - B	0.83	NO	Med. - B	0.83	NO		
Prom.A-B	0.58	NO	Prom.A-B	0.58	NO		
Ecol. A	0.32	NO	Ecol. A	0.32	NO		

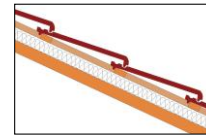
K máx. adm. Verano	Nivel	Valor	Verifica	K máx. adm. Verano	Nivel	Valor	Verifica
	Mín. - C	0.72	NO		Mín. - C	0.72	NO
Med. - B	0.45	NO	Med. - B	0.45	NO		
Prom.A-B	0.32	NO	Prom.A-B	0.32	NO		
Ecol. A	0.18	NO	Ecol. A	0.18	NO		

**SISTEMA CONSTRUCTIVO DE ENVOLVENTE HORIZONTAL SUPERIOR**  
TECHO 5- Cubierta de chapa, lana de vidrio 5cm., camara aire y roca de yeso



	retardo hs.	amortig. %
ext.-int.	0.80	0.72
int.-ext.	2.08	0.55

**SISTEMA CONSTRUCTIVO DE ENVOLVENTE HORIZONTAL SUPERIOR**  
TECHO 6- Cubierta de madera con tejas, lana de vidrio 5 cm.



	retardo hs.	amortig. %
ext.-int.	2.03	0.56
int.-ext.	6.10	0.18

Capa del elemento constructivo	e m	λ W/mK	R Ver. m²K/W	R inv. m²K/W	ρ kg/m³	M kg/m²	Capa del elemento constructivo	e m	λ W/mK	R Ver. m²K/W	R inv. m²K/W	ρ kg/m³	M kg/m²
Chapa Galvanizada Trapezoidal	0.005	58	0.0001	0.00	7800	39	Tejas francesas	0.01	0.76	0.01	0.01	7800	78
Lana de Vidrio	0.05	0.045	1.11	1.11	10	0.5	Lana de Vidrio	0.05	0.045	1.11	1.11	17	0.85
Cámara de aire sin ventililar	0.50		0.21	0.21		0	Membrana asfáltica y emulsión	0.005	0.7	0.01	0.01	2000	10
Cielorraso roca de yeso	0.009	0.31	0.029	0.03	600	5.4	Machimbre	0.013	0.28	0.05	0.05	500	6.5
RSI			0.17	0.10			RSI			0.17	0.10		
<b>TOTALES</b>	<b>0.564</b>		<b>1.560</b>	<b>1.490</b>	<b>8410</b>	<b>44.9</b>	<b>TOTALES</b>	<b>0.078</b>		<b>1.388</b>	<b>1.318</b>	<b>10317</b>	<b>95.35</b>

Transmitancia térmica del componente Ver. W/m²K = 1/R	0.64	Transmitancia térmica del componente Ver. W/m²K = 1/R	0.72
Transmitancia térmica del componente Inv. W/m²K = 1/R	0.67	Transmitancia térmica del componente Inv. W/m²K = 1/R	0.76

K máx. adm. Invierno	Nivel	Valor	Verifica	K máx. adm. Invierno	Nivel	Valor	Verifica
	Mín. - C	1.00	SI		Mín. - C	1.00	SI
Med. - B	0.83	SI	Med. - B	0.83	SI		
Prom.A-B	0.58	NO	Prom.A-B	0.58	NO		
Ecol. A	0.32	NO	Ecol. A	0.32	NO		

K máx. adm. Verano	Nivel	Valor	Verifica	K máx. adm. Verano	Nivel	Valor	Verifica
	Mín. - C	0.72	SI		Mín. - C	0.72	SI
Med. - B	0.45	NO	Med. - B	0.45	NO		
Prom.A-B	0.32	NO	Prom.A-B	0.32	NO		
Ecol. A	0.18	NO	Ecol. A	0.18	NO		

ANEXO 5: APLICACIÓN NORMA IRAM 11659-2.

ENVOLVENTE : MURO LCHP- TECHO 1						
<b>i) Carga térmica por conducción de la envolvente (Qc)</b>						
Cerramientos exteriores						
ELEMENTO	Sup (m2)	K (W/m2.K)	(te-ti) °C		S.Km	
Muro externo	107.22	1.57	15.40		2592.46	
piso	45.62	0.26	15.40		182.66	
Techo	53.92	0.75	15.40		622.78	
ventanas c/ protección postigones	3.9	2.09	15.40		125.53	
ventanas s/ protección	0.69	5.82	15.40		61.84	
puertas	3.25	2.09	15.40		104.60	
carga térmica por conducción total Σ QC(i)					3689.87	
<b>ii) Carga térmica solar (Qs=5*Is*Fes)</b>						
Orientación	plano de vidrio	Sup (m2)	Is (w/m2)	Fes	Qs (W)	
Norte	vidrio simple	2.7	311	0.22	184.73	
Oeste	vidrio simple	0	351	0.00	0.00	
Sur	vidrio simple	1.2	285	0.22	75.24	
Este	vidrio simple	0.69	285	0.98	192.72	
carga térmica solar total Qs (Σii)					452.69	
<b>TOTAL CALOR SENSIBLE EXTERNO (iii: i+ii)</b>					4142.56	
<b>iv) CARGAS TÉRMICAS POR FUENTES INTERNAS ( CALOR SENSIBLE) Qos</b>						
Calor interno (personas)	n° personas	M (W/pers)	Q Pers (W)			
Personas	4	47	188			
Calor interno (iluminación)	A (m2)	CT	q illum (W/m2)	Q illum s		
iluminación artificial bajo consumo	53.92	10	0.2	107.84		
<b>Calor interno (artefactos)</b>						
Aparatos eléctricos	cal sen Qs (W)	Cal Lat Ql (W)	Total Qt (W)	Cantidad	Qt sensible	
heladera con freezer	360	0	360	1	360	
lavarropas	300	0	300	1	300	
televisor	300	0	300	1	300	
total	960	0	960		960	
Aparatos de gas	cal sensible Qs (W)	Cal Latente Ql (W)	Calor Total Qt (W)	Cantidad	Qt	
total parcial			0		0	
Subtotal ganancia de calor por fuentes internas (iv)					1255.84	
<b>v) GANANCIA DE CALOR EN CONDUCTOS</b>						
%	0.00					
<b>TOTAL DE CALOR SENSIBLE INTERNO (vi: iv + v)</b>					1255.84	
<b>vii) CARGA TÉRMICA DEL AIRE EXTERIOR (CALOR SENSIBLE)</b>						
Carga térmica por ventilación	N personas	Cavp (Tabla 10)	total Car			
Car	4	0.58	2.32			
		Car constante 1* (te-ti)				
Qa		2.32	0.25	15.40		
total aire exterior (vii)					8.93	
<b>viii) CARGA TÉRMICA TOTAL DE CALOR SENSIBLE</b>						
Calor sensible externo (iii)					4142.56	
Calor sensible interno (vi)					1255.84	
Calor sensible del aire exterior (vii)					8.93	
<b>CARGA TOTAL DE CALOR SENSIBLE (ix: iii+vi+vii)</b>					5407.34	
<b>x) CARGAS TÉRMICAS POR FUENTES INTERNAS (CALOR LATENTE) Qol</b>						
Calor interno	n° personas	M(W/pers)	39 total Q (W)			
Personas	5		195			
<b>Artefactos</b>						
Aparatos eléctricos	cal sen Qs (W)	Cal Lat Ql (W)	Total Qt (W)	Cantidad	Qt	
heladera con freezer	360	0	360	1	0	
lavarropas	300	0	300	1	0	
televisor	300	0	300	1	0	
ventilador	50-150	0	50-150	2	0	
total Q (W)					0	
Aparatos de gas	cal sensible Qs (W)	Cal Latente Ql (W)	Calor Total Qt (W)	Cantidad	Qt	
total Q (W)					0	
Subtotal ganancia de calor por fuentes internas (x)					195	
<b>xi) CALOR LATENTE DEL AIRE EXTERIOR</b>						
Carga térmica por ventilación	N°personas	Cavp (Tabla 10)	total			
Car	4	0.58	2.32			
		Car constante 2* (we-wi)				
Qa		2.32	0.61	5.50		
<b>CALOR LATENTE DEL AIRE EXTERIOR (vii) = Car . 0,61 . Δw</b>					7.78	
<b>xii) CARGA TÉRMICA TOTAL DE CALOR LATENTE</b>						
Carga térmica fuentes internas (x)					195	
Carga térmica Aire exterior (xi)					7.78	
<b>CARGA TOTAL DE CALOR LATENTE (xii)</b>					202.78	
<b>TOTAL CARGA DE REFRIGERACION QR</b>						
Total calor sensible					5407.34	w
Total calor latente					202.78	w
<b>TOTAL</b>					5610.12	w
Total carga de refrigeración N QR						
Volumen a refrigerar (m3)					118.61	m3
<b>Coefficiente volumétrico de refrigeración Gr (W/m3)</b>					47.30	W/m3
<b>Coefficiente volumétrico admisible refrigeración Gr adm (W/m3)</b>					37.31	W/m3
Gcal > Gadm = <b>NO CUMPLE NORMA 11659</b>						
<b>Coefficiente Superficial de refrigeración S<sub>R</sub> (W/m3)</b>						
					122.98	(W/m3)
<b>Coefficiente Superficial admisible refrigeración S<sub>R</sub> adm (W/m3)</b>						
					69.73	(W/m3)
S <sub>R</sub> > S <sub>R</sub> adm = <b>NO CUMPLE NORMA 11659</b>						
<b>CARGA TÉRMICA</b>						
Por conducción	W	%	Posibilidad de reducción			
Solar	3689.87	66%	Mejorando aislamiento termico en envolvente			
Calor Sensible interno	452.69	8.1%	Mejorando protección solar			
Calor Sensible del Aire exterior	1255.84	23%	Mejorando el sistema de iluminación			
Calor Latente interno	195	3.5%				
Calor latente Aire exterior	7.78	0.14%				
TOTAL	5610.12	100%				

ENVOLVENTE : MURO LCHP- TECHO 2						
<b>i) Carga térmica por conducción de la envolvente (Qc)</b>						
Cerramientos exteriores						
ELEMENTO	Sup (m2)	K (W/m2.K)	(te-ti) °C		S.Km	
Muro externo	107.22	1.57	15.40		2592.46	
piso (ml)	45.62	0.26	15.40		182.66	
Techo	53.92	0.40	15.40		332.15	
ventanas c/ protección postigones	3.9	2.09	15.40		125.53	
ventanas s/ protección	0.69	5.82	15.40		61.84	
puertas	3.25	2.09	15.40		104.60	
carga térmica por conducción total Σ QC(i)					3399.24	
<b>ii) Carga térmica solar (Qs=5*Is*Fes)</b>						
Orientación	plano de vidrio	Sup (m2)	Is (w/m2)	Fes	Qs (W)	
Norte	vidrio simple	2.7	311	0.22	184.73	
Oeste	vidrio simple	0	351	0.00	0.00	
Sur	vidrio simple	1.2	285	0.22	75.24	
Este	vidrio simple	0.69	285	0.98	192.72	
carga térmica solar total Qs (Σii)					452.69	
<b>TOTAL CALOR SENSIBLE EXTERNO (iii: i+ii)</b>					3851.94	
<b>iv) CARGAS TÉRMICAS POR FUENTES INTERNAS ( CALOR SENSIBLE) Qos</b>						
Calor interno (personas)	n° personas	M (W/pers)	Q Pers (W)			
Personas	4	47	188			
Calor interno (iluminación)	A (m2)	CT	q illum (W/m2)	Q illum s		
iluminación artificial bajo consumo	53.92	10	0.2	107.84		
<b>Calor interno (artefactos)</b>						
Aparatos eléctricos	cal sen Qs (W)	Cal Lat Ql (W)	Total Qt (W)	Cantidad	Qt sensible	
heladera con freezer	360	0	360	1	360	
lavarropas	300	0	300	1	300	
televisor	300	0	300	1	300	
total	960	0	960		960	
Aparatos de gas	cal sensible Qs (W)	Cal Latente Ql (W)	Calor Total Qt (W)	Cantidad	Qt	
total parcial					0	
Subtotal ganancia de calor por fuentes internas (iv)					1255.84	
<b>v) GANANCIA DE CALOR EN CONDUCTOS</b>						
se desprecia porque son aires acondicionados split						0.00
<b>TOTAL DE CALOR SENSIBLE INTERNO (vi: iv + v)</b>					1255.84	
<b>vii) CARGA TÉRMICA DEL AIRE EXTERIOR (CALOR SENSIBLE)</b>						
Carga térmica por ventilación	N personas	Cavp (Tabla 10)	total Car			
Car	4	0.58	2.32			
		Car constante 1* (te-ti)				
Qa		2.32	0.25	15.40		
total aire exterior (vii)					8.93	
<b>viii) CARGA TÉRMICA TOTAL DE CALOR SENSIBLE</b>						
Calor sensible externo (iii)					3851.94	
Calor sensible interno (vi)					1255.84	
Calor sensible del aire exterior (vii)					8.93	
<b>CARGA TOTAL DE CALOR SENSIBLE (ix: iii+vi+vii)</b>					5116.71	
<b>x) CARGAS TÉRMICAS POR FUENTES INTERNAS (CALOR LATENTE) Qol</b>						
Calor interno	n° personas	M(W/pers)	39 total Q (W)			
Personas	5		195			
<b>Artefactos</b>						
Aparatos eléctricos	cal sen Qs (W)	Cal Lat Ql (W)	Total Qt (W)	Cantidad	Qt	
ventilador	50-150	0	50-150	2	0	
total Q (W)					0	
Aparatos de gas	cal sensible Qs (W)	Cal Latente Ql (W)	Calor Total Qt (W)	Cantidad	Qt	
total Q (W)					0	
Subtotal ganancia de calor por fuentes internas (x)					195	
<b>xi) CALOR LATENTE DEL AIRE EXTERIOR</b>						
Carga térmica por ventilación	N°personas	Cavp (Tabla 10)	total			
Car	4	0.58	2.32			
		Car constante 2* (we-wi)				
Qa		2.32	0.61	5.50		
<b>CALOR LATENTE DEL AIRE EXTERIOR (vii) = Car . 0,61 . Δw</b>					7.78	
<b>xii) CARGA TÉRMICA TOTAL DE CALOR LATENTE</b>						
Carga térmica fuentes internas (x)					195	
Carga térmica Aire exterior (xi)					7.78	
<b>CARGA TOTAL DE CALOR LATENTE (xii)</b>					202.78	
<b>TOTAL CARGA DE REFRIGERACION QR</b>						
Total calor sensible					5116.71	w
Total calor latente					202.78	w
<b>TOTAL</b>					5319.49	w
Total carga de refrigeración N QR						
Volumen a refrigerar (m3)					118.61	m3
<b>Coefficiente volumétrico de refrigeración Gr (W/m3)</b>					44.85	W/m3
<b>Coefficiente volumétrico admisible refrigeración Gr adm (W/m3)</b>					37.31	W/m3
Gcal > Gadm = <b>NO CUMPLE NORMA 11659</b>						
<b>CARGA TÉRMICA</b>						
Por conducción	W	%	Posibilidad de reducción			
Solar	3399.24	64%	Mejorando aislamiento termico en envolvente			
Calor Sensible interno	452.69	8.5%	Mejorando protección solar			
Calor Sensible del Aire exterior	1255.84	24%	Mejorando el sistema de iluminación			
Calor Latente interno	195	3.7%				
Calor latente Aire exterior	7.78	0.15%				
TOTAL	5319.49	100%				



ENVOLVENTE : MURO LCHP- TECHO 3				
<b>i) Carga térmica por conducción de la envolvente (Qc)</b>				
<b>Cerramientos exteriores</b>				
ELEMENTO	Sup (m2)	K (W/m2.K)	(te-ti) °C	S.Km
Muro externo	107.22	1.57	15.40	2592.46
piso (ml)	45.62	0.26	15.40	182.66
Techo	53.92	1.12	15.40	930.01
ventanas c/ proteccion postigones	3.9	2.09	15.40	125.53
ventanas s/ proteccion	0.69	5.82	15.40	61.84
puertas	3.25	2.09	15.40	104.60
<b>carga térmica por conducción total Σ QC(i)</b>				<b>3997.11</b>

ii) Carga térmica solar (Qs=5*Is*Fes)				
Orientación	plano de vidrio	Sup (m2)	Is (w/m2)	Fes
Norte	vidrio simple	2.7	311	0.22
Oeste	vidrio simple	0	351	0.00
Sur	vidrio simple	1.2	285	0.22
Este	vidrio simple	0.69	285	0.98
<b>carga térmica solar total Qs (Zii)</b>				<b>452.69</b>
<b>TOTAL CALOR SENSIBLE EXTERNO (iii: i+ii)</b>				<b>4449.80</b>

iv) CARGAS TÉRMICAS POR FUENTES INTERNAS ( CALOR SENSIBLE) Qos				
Calor interno (personas)	n° personas	M (W/pers)	Q Pers (W)	
Personas	4	47	188	
Calor interno (iluminación)	A (m2)	CT	q illum (W/m2)	Q illum s
Iluminación artificial bajo consumo	53.92	10	0.2	107.84
<b>Calor interno (artefactos)</b>				
Aparatos eléctricos	cal sen Qs (W)	Cal Lat Qi (W)	Total Qt (W)	Cantidad
heladera con freezer	360	0	360	1
lavarropas	300	0	300	1
televisor	300	0	300	1
				<b>960</b>
Aparatos de gas	cal sensible Qs (W)	Cal Latente Qi (W)	Calor Total Qt (W)	Cantidad
				<b>0</b>
<b>Subtotal ganacia de calor por fuentes internas (iv)</b>				<b>1255.84</b>

v) GANANCIA DE CALOR EN CONDUCTOS	
se desprecia porque son aires acondicionados split	0.00
<b>TOTAL DE CALOR SENSIBLE INTERNO (vi: iv + v)</b>	<b>1255.84</b>

vii) CARGA TÉRMICA DEL AIRE EXTERIOR (CALOR SENSIBLE)			
Carga térmica por ventilación	N personas	Cavp (Tabla 10)	total Car
Car	4	0.58	2.32
	Car	constante 1*	(te-ti)
Qa	2.32	0.25	15.40
<b>total aire exterior (vii)</b>			<b>8.93</b>

viii) CARGA TÉRMICA TOTAL DE CALOR SENSIBLE	
Calor sensible externo (iii)	4449.80
Calor sensible interno (vi)	1255.84
Calor sensible del aire exterior (vii)	8.93
<b>CARGA TOTAL DE CALOR SENSIBLE (ix: iii+vi+vii)</b>	<b>5714.57</b>

x) CARGAS TÉRMICAS POR FUENTES INTERNAS (CALOR LATENTE) Qol				
Calor interno	n° personas	M(W/pers)	Q total Q (W)	
Personas	5	39	195	
<b>Artefactos</b>				
Aparatos electricos	cal sen Qs (W)	Cal Lat Qi (W)	Total Qt (W)	Cantidad
heladera con freezer	360	0	360	1
lavarropas	300	0	300	1
televisor	300	0	300	1
ventilador	50-150	0	50-150	2
				<b>0</b>
Aparatos de gas	cal sensible Qs (W)	Cal Latente Qi (W)	Calor Total Qt (W)	Cantidad
				<b>0</b>
<b>Subtotal ganacia de calor por fuentes internas (x)</b>				<b>195</b>

xi) CALOR LATENTE DEL AIRE EXTERIOR			
Carga térmica por ventilación	N°personas	Cavp (Tabla 10)	total
Car	4	0.58	2.32
	Car	constante 2*	(we-wi)
Qa	2.32	0.61	5.50
<b>CALOR LATENTE DEL AIRE EXTERIOR (vii) = Car . 0.61 . Δw</b>			<b>7.78</b>

xii) CARGA TÉRMICA TOTAL DE CALOR LATENTE	
Carga térmica fuentes internas (x)	195
Carga térmica Aire exterior (xi)	7.78
<b>CARGA TOTAL DE CALOR LATENTE (xii)</b>	<b>202.78</b>

TOTAL CARGA DE REFRIGERACION QR	
Total calor sensible	5714.57 w
Total calor latente	202.78 w
<b>TOTAL</b>	<b>5917.36 w</b>

Total carga de refrigeración N QR	5917.36	W
Volumen a refrigerar (m3)	118.61	m3
<b>Coefficiente volumétrico de refrigeración Gr (W/m3)</b>	<b>49.89</b>	<b>W/m3</b>
<b>Coefficiente volumétrico admisible refrigeración Gr adm (W/m3)</b>	<b>37.31</b>	<b>W/m3</b>
Gcal > Gadm = NO CUMPLE NORMA 11659		

CARGA TÉRMICA	W	%	Posibilidad de reducción
Por conducción	3997.11	68%	Mejorando aislamiento térmico en envolvente
Solar	452.69	7.7%	Mejorando protección solar
Calor Sensible interno	1255.84	21%	Mejorando el sistema de iluminación
Calor Sensible del Aire exterior	8.93	0.15%	
Calor Latente interno	195	3.3%	
<b>Calor latente Aire exterior</b>	<b>7.78</b>	<b>0.13%</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>5917.36</b>	<b>100%</b>	

ENVOLVENTE : MURO LCHP- TECHO 4				
<b>i) Carga térmica por conducción de la envolvente (Qc)</b>				
<b>Cerramientos exteriores</b>				
ELEMENTO	Sup (m2)	K (W/m2.K)	(te-ti) °C	S.Km
Muro externo	107.22	1.57	15.40	2592.46
piso (ml)	45.62	0.26	15.40	182.66
Techo	53.92	1.08	15.40	896.80
ventanas c/ proteccion postigones	3.9	2.09	15.40	125.53
ventanas s/ proteccion	0.69	5.82	15.40	61.84
puertas	3.25	2.09	15.40	104.60
<b>carga térmica por conducción total Σ QC(i)</b>				<b>3963.90</b>

ii) Carga térmica solar (Qs=5*Is*Fes)				
Orientación	plano de vidrio	Sup (m2)	Is (w/m2)	Fes
Norte	vidrio simple	2.7	311	0.22
Oeste	vidrio simple	0	351	0.00
Sur	vidrio simple	1.2	285	0.22
Este	vidrio simple	0.69	285	0.98
<b>carga térmica solar total Qs (Zii)</b>				<b>452.69</b>
<b>TOTAL CALOR SENSIBLE EXTERNO (iii: i+ii)</b>				<b>4416.59</b>

iv) CARGAS TÉRMICAS POR FUENTES INTERNAS ( CALOR SENSIBLE) Qos				
Calor interno (personas)	n° personas	M (W/pers)	Q Pers (W)	
Personas	4	47	188	
Calor interno (iluminación)	A (m2)	CT	q illum (W/m2)	Q illum s
Iluminación artificial bajo consumo	53.92	10	0.2	107.84
<b>Calor interno (artefactos)</b>				
Aparatos eléctricos	cal sen Qs (W)	Cal Lat Qi (W)	Total Qt (W)	Cantidad
heladera con freezer	360	0	360	1
lavarropas	300	0	300	1
televisor	300	0	300	1
				<b>960</b>
Aparatos de gas	cal sensible Qs (W)	Cal Latente Qi (W)	Calor Total Qt (W)	Cantidad
				<b>0</b>
<b>Subtotal ganacia de calor por fuentes internas (iv)</b>				<b>1255.84</b>

v) GANANCIA DE CALOR EN CONDUCTOS	
se desprecia porque son aires acondicionados split	0.00
<b>TOTAL DE CALOR SENSIBLE INTERNO (vi: iv + v)</b>	<b>1255.84</b>

vii) CARGA TÉRMICA DEL AIRE EXTERIOR (CALOR SENSIBLE)			
Carga térmica por ventilación	N personas	Cavp (Tabla 10)	total Car
Car	4	0.58	2.32
	Car	constante 1*	(te-ti)
Qa	2.32	0.25	15.40
<b>total aire exterior (vii)</b>			<b>8.93</b>

viii) CARGA TÉRMICA TOTAL DE CALOR SENSIBLE	
Calor sensible externo (iii)	4416.59
Calor sensible interno (vi)	1255.84
Calor sensible del aire exterior (vii)	8.93
<b>CARGA TOTAL DE CALOR SENSIBLE (ix: iii+vi+vii)</b>	<b>5681.36</b>

x) CARGAS TÉRMICAS POR FUENTES INTERNAS (CALOR LATENTE) Qol				
Calor interno	n° personas	M(W/pers)	Q total Q (W)	
Personas	5	39	195	
<b>Artefactos</b>				
Aparatos electricos	cal sen Qs (W)	Cal Lat Qi (W)	Total Qt (W)	Cantidad
heladera con freezer	360	0	360	1
lavarropas	300	0	300	1
televisor	300	0	300	1
ventilador	50-150	0	50-150	2
				<b>0</b>
Aparatos de gas	cal sensible Qs (W)	Cal Latente Qi (W)	Calor Total Qt (W)	Cantidad
				<b>0</b>
<b>Subtotal ganacia de calor por fuentes internas (x)</b>				<b>195</b>

xi) CALOR LATENTE DEL AIRE EXTERIOR			
Carga térmica por ventilación	N°personas	Cavp (Tabla 10)	total
Car	4	0.58	2.32
	Car	constante 2*	(we-wi)
Qa	2.32	0.61	5.50
<b>CALOR LATENTE DEL AIRE EXTERIOR (vii) = Car . 0.61 . Δw</b>			<b>7.78</b>

xii) CARGA TÉRMICA TOTAL DE CALOR LATENTE	
Carga térmica fuentes internas (x)	195
Carga térmica Aire exterior (xi)	7.78
<b>CARGA TOTAL DE CALOR LATENTE (xii)</b>	<b>202.78</b>

TOTAL CARGA DE REFRIGERACION QR	
Total calor sensible	5681.36 w
Total calor latente	202.78 w
<b>TOTAL</b>	<b>5884.14 w</b>

Total carga de refrigeración N QR	5884.14	W
Volumen a refrigerar (m3)	118.61	m3
<b>Coefficiente volumétrico de refrigeración Gr (W/m3)</b>	<b>49.61</b>	<b>W/m3</b>
<b>Coefficiente volumétrico admisible refrigeración Gr adm (W/m3)</b>	<b>37.31</b>	<b>W/m3</b>
Gcal > Gadm = NO CUMPLE NORMA 11659		

CARGA TÉRMICA	W	%	Posibilidad de reducción
Por conducción	3963.90	67%	Mejorando aislamiento térmico en envolvente
Solar	452.69	7.7%	Mejorando protección solar
Calor Sensible interno	1255.84	21%	Mejorando el sistema de iluminación
Calor Sensible del Aire exterior	8.93	0.15%	
Calor Latente interno	195	3.3%	
<b>Calor latente Aire exterior</b>	<b>7.78</b>	<b>0.13%</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>5884.14</b>	<b>100%</b>	

ENVOLVENTE : MURO LCHP- TECHO 5				
<b>i) Carga térmica por conducción de la envolvente (Qc)</b>				
<b>Cerramientos exteriores</b>				
ELEMENTO	Sup (m2)	K (W/m2.K)	(te-ti) °C	S.Km
Muro externo	107.22	0.42	15.40	693.52
piso (ml)	45.62	0.26	15.40	182.66
Techo	53.92	0.61	15.40	506.52
ventanas c/ proteccion postigones	3.9	2.09	15.40	125.53
ventanas s/ proteccion	0.69	5.82	15.40	61.84
puertas	3.25	2.09	15.40	104.60
<b>carga térmica por conducción total Σ QC(i)</b>				<b>1674.69</b>
<b>ii) Carga térmica solar (Qs=5*Is*Fes)</b>				
Orientacion	plano de vidrio	Sup (m2)	Is (w/m2)	Fes Qs (W)
Norte	vidrio simple	2.7	311	0.22 184.73
Oeste	vidrio simple	0	351	0.00 0.00
Sur	vidrio simple	1.2	285	0.22 75.24
Este	vidrio simple	0.69	285	0.98 192.72
<b>carga térmica solar total Qs (Σii)</b>				<b>452.69</b>
<b>TOTAL CALOR SENSIBLE EXTERNO (iii: i+ii)</b>				<b>2127.38</b>
<b>iv) CARGAS TÉRMICAS POR FUENTES INTERNAS ( CALOR SENSIBLE) Qos</b>				
Calor interno (personas)	n° personas	M (W/pers)	Q Pers (W)	
Personas	4	47	188	
Calor interno (iluminación)	A (m2)	CT	q illum (W/m2)	Q illum s
Iluminación artificial bajo consumo	53.92	10	0.2	107.84
<b>Calor interno (artefactos)</b>				
Aparatos eléctricos	cal sen Qs (W)	Cal Lat Qj (W)	Total Qt (W)	Cantidad Qt sensible
heladera con freezer	360	0	360	1 360
lavarropas	300	0	300	1 300
televisor	300	0	300	1 300
				<b>960</b>
Aparatos de gas	cal sensible Qs (W)	Cal Latente Qj (W)	Calor Total Qt (W)	Cantidad Qt
				<b>0</b>
<b>Subtotal ganancia de calor por fuentes internas (iv)</b>				<b>1255.84</b>
<b>v) GANANCIA DE CALOR EN CONDUCTOS</b>				
se desprecia porque son aires acondicionados split				0.00
<b>TOTAL DE CALOR SENSIBLE INTERNO (vi: iv + v)</b>				<b>1255.84</b>
<b>vii) CARGA TÉRMICA DEL AIRE EXTERIOR (CALOR SENSIBLE)</b>				
Carga térmica por ventilación	N personas	Cavp (Tabla 10)	total Car	
Car	4	0.58	2.32	
		Car constante 1* (te-ti)	15.40	
Qa		2.32	0.25	15.40
<b>total aire exterior (vii)</b>				<b>8.93</b>
<b>viii) CARGA TÉRMICA TOTAL DE CALOR SENSIBLE</b>				
Calor sensible externo (iii)				2127.38
Calor sensible interno (vi)				1255.84
Calor sensible del aire exterior (vii)				8.93
<b>CARGA TOTAL DE CALOR SENSIBLE (ix: iii+vi+vii)</b>				<b>3392.15</b>
<b>x) CARGAS TÉRMICAS POR FUENTES INTERNAS ( CALOR LATENTE) Qol</b>				
Calor interno	n° personas	M(W/pers)	total Q (W)	
Personas	5	39	195	
<b>Artefactos</b>				
Aparatos eléctricos	cal sen Qs (W)	Cal Lat Qj (W)	Total Qt (W)	Cantidad Qt
heladera con freezer	360	0	360	1 0
lavarropas	300	0	300	1 0
televisor	300	0	300	1 0
ventilador	50-150	0	50-150	2 0
				<b>0</b>
Aparatos de gas	cal sensible Qs (W)	Cal Latente Qj (W)	Calor Total Qt (W)	Cantidad Qt
				<b>0</b>
<b>Subtotal ganancia de calor por fuentes internas (x)</b>				<b>195</b>
<b>xi) CALOR LATENTE DEL AIRE EXTERIOR</b>				
Carga térmica por ventilación	N° personas	Cavp (Tabla 10)	total	
Car	4	0.58	2.32	
		Car constante 2* (we-wi)	5.50	
Qa		2.32	0.61	5.50
<b>CALOR LATENTE DEL AIRE EXTERIOR (vii) = Car . 0,61 . Δw</b>				<b>7.78</b>
<b>xii) CARGA TÉRMICA TOTAL DE CALOR LATENTE</b>				
Carga térmica fuentes internas (x)				195
Carga térmica Aire exterior (xi)				7.78
<b>CARGA TOTAL DE CALOR LATENTE (xii)</b>				<b>202.78</b>
<b>TOTAL CARGA DE REFRIGERACION QR</b>				
Total calor sensible				3392.15 w
Total calor latente				202.78 w
<b>TOTAL</b>				<b>3594.93 w</b>
Total carga de refrigeración N QR				3594.93 W
Volumen a refrigerar (m3)				118.61 m3
<b>Coefficiente volumétrico de refrigeración Gr (W/m3)</b>				<b>30.31 W/m3</b>
<b>Coefficiente volumétrico admisible refrigeración Gr adm (W/m3)</b>				<b>37.31 W/m3</b>
Gcal > Gadm = <b>NO</b> CUMPLE NORMA 11659				
<b>CARGA TÉRMICA</b>				
Por conducción	W	%	Posibilidad de reducción	
Solar	1674.69	47%	Mejorando aislamiento térmico en envolvente	
Calor Sensible interno	452.69	12.6%	Mejorando protección solar	
Calor Sensible del Aire exterior	1255.84	35%	Mejorando el sistema de iluminación	
Calor Latente interno	8.93	0.25%		
Calor Latente Aire exterior	195	5.4%		
Calor latente Aire exterior	7.78	0.22%		
TOTAL	3594.93	100%		

ENVOLVENTE : MURO LCHP- TECHO 6				
<b>i) Carga térmica por conducción de la envolvente (Qc)</b>				
<b>Cerramientos exteriores</b>				
ELEMENTO	Sup (m2)	K (W/m2.K)	(te-ti) °C	S.Km
Muro externo	107.22	1.57	15.40	2592.46
piso (ml)	45.62	0.26	15.40	182.66
Techo	53.92	0.72	15.40	597.86
ventanas c/ proteccion postigones	3.9	2.09	15.40	125.53
ventanas s/ proteccion	0.69	5.82	15.40	61.84
puertas	3.25	2.09	15.40	104.60
<b>carga térmica por conducción total Σ QC(i)</b>				<b>3664.96</b>
<b>ii) Carga térmica solar (Qs=5*Is*Fes)</b>				
Orientacion	plano de vidrio	Sup (m2)	Is (w/m2)	Fes Qs (W)
Norte	vidrio simple	2.7	311	0.22 184.73
Oeste	vidrio simple	0	351	0.00 0.00
Sur	vidrio simple	1.2	285	0.22 75.24
Este	vidrio simple	0.69	285	0.98 192.72
<b>carga térmica solar total Qs (Σii)</b>				<b>452.69</b>
<b>TOTAL CALOR SENSIBLE EXTERNO (iii: i+ii)</b>				<b>4117.65</b>
<b>iv) CARGAS TÉRMICAS POR FUENTES INTERNAS ( CALOR SENSIBLE) Qos</b>				
Calor interno (personas)	n° personas	M (W/pers)	Q Pers (W)	
Personas	4	47	188	
Calor interno (iluminación)	A (m2)	CT	q illum (W/m2)	Q illum s
Iluminación artificial bajo consumo	53.92	10	0.2	107.84
<b>Calor interno (artefactos)</b>				
Aparatos eléctricos	cal sen Qs (W)	Cal Lat Qj (W)	Total Qt (W)	Cantidad Qt sensible
heladera con freezer	360	0	360	1 360
lavarropas	300	0	300	1 300
televisor	300	0	300	1 300
				<b>960</b>
Aparatos de gas	cal sensible Qs (W)	Cal Latente Qj (W)	Calor Total Qt (W)	Cantidad Qt
				<b>0</b>
<b>Subtotal ganancia de calor por fuentes internas (iv)</b>				<b>1255.84</b>
<b>v) GANANCIA DE CALOR EN CONDUCTOS</b>				
se desprecia porque son aires acondicionados split				0.00
<b>TOTAL DE CALOR SENSIBLE INTERNO (vi: iv + v)</b>				<b>1255.84</b>
<b>vii) CARGA TÉRMICA DEL AIRE EXTERIOR (CALOR SENSIBLE)</b>				
Carga térmica por ventilación	N personas	Cavp (Tabla 10)	total Car	
Car	4	0.58	2.32	
		Car constante 1* (te-ti)	15.40	
Qa		2.32	0.25	15.40
<b>total aire exterior (vii)</b>				<b>8.93</b>
<b>viii) CARGA TÉRMICA TOTAL DE CALOR SENSIBLE</b>				
Calor sensible externo (iii)				4117.65
Calor sensible interno (vi)				1255.84
Calor sensible del aire exterior (vii)				8.93
<b>CARGA TOTAL DE CALOR SENSIBLE (ix: iii+vi+vii)</b>				<b>5382.43</b>
<b>x) CARGAS TÉRMICAS POR FUENTES INTERNAS ( CALOR LATENTE) Qol</b>				
Calor interno	n° personas	M(W/pers)	total Q (W)	
Personas	5	39	195	
<b>Artefactos</b>				
Aparatos eléctricos	cal sen Qs (W)	Cal Lat Qj (W)	Total Qt (W)	Cantidad Qt
heladera con freezer	360	0	360	1 0
lavarropas	300	0	300	1 0
televisor	300	0	300	1 0
ventilador	50-150	0	50-150	2 0
				<b>0</b>
Aparatos de gas	cal sensible Qs (W)	Cal Latente Qj (W)	Calor Total Qt (W)	Cantidad Qt
				<b>0</b>
<b>Subtotal ganancia de calor por fuentes internas (x)</b>				<b>195</b>
<b>xi) CALOR LATENTE DEL AIRE EXTERIOR</b>				
Carga térmica por ventilación	N° personas	Cavp (Tabla 10)	total	
Car	4	0.58	2.32	
		Car constante 2* (we-wi)	5.50	
Qa		2.32	0.61	5.50
<b>CALOR LATENTE DEL AIRE EXTERIOR (vii) = Car . 0,61 . Δw</b>				<b>7.78</b>
<b>xii) CARGA TÉRMICA TOTAL DE CALOR LATENTE</b>				
Carga térmica fuentes internas (x)				195
Carga térmica Aire exterior (xi)				7.78
<b>CARGA TOTAL DE CALOR LATENTE (xii)</b>				<b>202.78</b>
<b>TOTAL CARGA DE REFRIGERACION QR</b>				
Total calor sensible				5382.43 w
Total calor latente				202.78 w
<b>TOTAL</b>				<b>5585.21 w</b>
Total carga de refrigeración N QR				5585.21 W
Volumen a refrigerar (m3)				118.61 m3
<b>Coefficiente volumétrico de refrigeración Gr (W/m3)</b>				<b>47.09 W/m3</b>
<b>Coefficiente volumétrico admisible refrigeración Gr adm (W/m3)</b>				<b>37.31 W/m3</b>
Gcal > Gadm = <b>NO</b> CUMPLE NORMA 11659				
<b>CARGA TÉRMICA</b>				
Por conducción	W	%	Posibilidad de reducción	
Solar	3664.96	66%	Mejorando aislamiento térmico en envolvente	
Calor Sensible interno	452.69	8.1%	Mejorando protección solar	
Calor Sensible del Aire exterior	1255.84	22%	Mejorando el sistema de iluminación	
Calor Latente interno	8.93	0.16%		
Calor Latente Aire exterior	195	3.5%		
Calor latente Aire exterior	7.78	0.14%		
TOTAL	5585.21	100%		

**ANEXO 6: APLICACIÓN NORMA IRAM 11604**

ENVOLVENTE : MURO LCHP- TECHO 1 - PROTOTIPO ORIGINAL				
SUPERFICIE CALEFACCIONADA	ALTURA	PLANTAS	VOLUMEN	
m <sup>2</sup>	m		m <sup>3</sup>	
45.62	2.60	1	118.61	
CERRAMIENTOS OPACO EXTERIORES				
ELEMENTO	S	Km	S . Km	
m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/K	
M1	107.22	1.57	167.87	
T1	53.92	0.79	42.53	
	sumatoria	2.35	210.40	
CERRAMIENTOS NO OPACO EXTERIORES				
ELEMENTO	S	N	K v	S . Kv N
m <sup>2</sup>			W/m <sup>2</sup> K	W/K
V1	1.50	1	2.09	3.14
V2	1.20	2	2.09	5.02
V3	0.24	1	5.82	1.40
V4	0.45	1	5.82	2.59
P1	1.85	1	2.09	3.86
P2	1.40	1	2.09	2.93
	sumatoria			18.92
OTROS CERRAMIENTOS entrepisos o muros que separan locales no calefacionados				
ELEMENTO	S	λ	Kr	S.λ. Kr
m <sup>2</sup>	W/mK	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/K
	sumatoria			
PISOS EN CONTACTO CON EL TERRENO				
PERIMETRO	Pp	Perdida p		
W/mk	W/mk	W/K		
45.62	0.25	11.61		
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR INFILTRACION DE AIRE				
n	Perdida n			
1	W/m <sup>2</sup> K		W/K	
	1.28			
PERDIDAS POR TRANSMISION				
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR TRANSMISION			2.03	W/m <sup>2</sup> K
PERDIDAS VOLUMETRICAS GLOBALES			3.31	W/m <sup>2</sup> K
G cálculo			3.31	W/m <sup>2</sup> K
G admisible			2.21	W/m <sup>2</sup> K
RESUMEN DE CALCULO DE TERMICA ANUAL				
Carga térmica de calefacción anual		6909.31	Q (Kwh)	
hs de calefacción		24	24	
Grados día calef. Julio		733	°D	
Coeficiente global de pérdidas		3.31	G cal (W/m <sup>3</sup> *k)	
Volumen interior calefaccionado		118.61	V (m3)	

ENVOLVENTE : MURO LCHP- TECHO 2 -				
SUPERFICIE CALEFACCIONADA	ALTURA	PLANTAS	VOLUMEN	
m <sup>2</sup>	m		m <sup>3</sup>	
45.62	2.60	1	118.61	
CERRAMIENTOS OPACO EXTERIORES				
ELEMENTO	S	Km	S . Km	
m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/K	
M1	107.22	1.57	167.87	
T2	53.92	0.41	22.11	
	sumatoria	1.98	189.97	
CERRAMIENTOS NO OPACO EXTERIORES				
ELEMENTO	S	N	K v	S . Kv N
m <sup>2</sup>			W/m <sup>2</sup> K	W/K
V1	1.50	1	2.09	3.14
V2	1.20	2	2.09	5.02
V3	0.24	1	5.82	1.40
V4	0.45	1	5.82	2.59
P1	1.85	1	2.09	3.86
P2	1.40	1	2.09	2.93
	sumatoria			18.92
OTROS CERRAMIENTOS entrepisos o muros que separan locales no calefacionados				
ELEMENTO	S	λ	Kr	S.λ. Kr
m <sup>2</sup>	W/mK	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/K
	sumatoria			
PISOS EN CONTACTO CON EL TERRENO				
PERIMETRO	Pp	Perdida p		
W/mk	W/mk	W/K		
45.62	0.25	11.61		
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR INFILTRACION DE AIRE				
n	Perdida n			
1	W/m <sup>2</sup> K		W/K	
	1.28			
PERDIDAS POR TRANSMISION				
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR TRANSMISION			2.03	W/m <sup>2</sup> K
PERDIDAS VOLUMETRICAS GLOBALES			3.31	W/m <sup>2</sup> K
G cálculo			3.31	W/m <sup>2</sup> K
G admisible			2.71	W/m <sup>2</sup> K
RESUMEN DE CALCULO DE TERMICA ANUAL				
Carga térmica de calefacción anual		6550.01	Q (Kwh)	
hs de calefacción		24	24	
Grados día calef. Julio		733	°D	
Coeficiente global de pérdidas		3.14	G cal (W/m <sup>3</sup> *k)	
Volumen interior calefaccionado		118.61	V (m3)	

ENVOLVENTE : MURO LCHP- TECHO 3				
SUPERFICIE CALEFACCIONADA	ALTURA	PLANTAS	VOLUMEN	
m <sup>2</sup>	m		m <sup>3</sup>	
45.62	2.60	1	118.61	
CERRAMIENTOS OPACO EXTERIORES				
ELEMENTO	S	Km	S . Km	
m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/K	
M1	107.22	1.57	167.87	
T3	53.92	1.22	65.78	
	sumatoria	2.79	233.65	
CERRAMIENTOS NO OPACO EXTERIORES				
ELEMENTO	S	N	K v	S . Kv N
m <sup>2</sup>			W/m <sup>2</sup> K	W/K
V1	1.50	1	2.09	3.14
V2	1.20	2	2.09	5.02
V3	0.24	1	5.82	1.40
V4	0.45	1	5.82	2.59
P1	1.85	1	2.09	3.86
P2	1.40	1	2.09	2.93
	sumatoria			18.92
OTROS CERRAMIENTOS entrepisos o muros que separan locales no calefacionados				
ELEMENTO	S	λ	Kr	S.λ. Kr
m <sup>2</sup>	W/mK	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/K
	sumatoria			
PISOS EN CONTACTO CON EL TERRENO				
PERIMETRO	Pp	Perdida p		
W/mk	W/mk	W/K		
45.62	0.25	11.61		
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR INFILTRACION DE AIRE				
n	Perdida n			
1	W/m <sup>2</sup> K		W/K	
	1.28			
PERDIDAS POR TRANSMISION				
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR TRANSMISION			2.23	W/m <sup>2</sup> K
PERDIDAS VOLUMETRICAS GLOBALES			3.51	W/m <sup>2</sup> K
G cálculo			3.51	W/m <sup>2</sup> K
G admisible			2.71	W/m <sup>2</sup> K
RESUMEN DE CALCULO DE TERMICA ANUAL				
Carga térmica de calefacción anual		7318.34	Q (Kwh)	
hs de calefacción		24	24	
Grados día calef. Julio		733	°D	
Coeficiente global de pérdidas		3.51	G cal (W/m <sup>3</sup> *k)	
Volumen interior calefaccionado		118.61	V (m3)	

ENVOLVENTE : MURO LCHP- TECHO 4				
SUPERFICIE CALEFACCIONADA	ALTURA	PLANTAS	VOLUMEN	
m <sup>2</sup>	m		m <sup>3</sup>	
45.62	2.60	1	118.61	
CERRAMIENTOS OPACO EXTERIORES				
ELEMENTO	S	Km	S . Km	
m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/K	
M1	107.22	1.57	167.87	
T4	53.92	1.17	63.09	
	sumatoria	2.74	230.95	
CERRAMIENTOS NO OPACO EXTERIORES				
ELEMENTO	S	N	K v	S . Kv N
m <sup>2</sup>			W/m <sup>2</sup> K	W/K
V1	1.50	1	2.09	3.14
V2	1.20	2	2.09	5.02
V3	0.24	1	5.82	1.40
V4	0.45	1	5.82	2.59
P1	1.85	1	2.09	3.86
P2	1.40	1	2.09	2.93
	sumatoria			18.92
OTROS CERRAMIENTOS entrepisos o muros que separan locales no calefacionados				
ELEMENTO	S	λ	Kr	S.λ. Kr
m <sup>2</sup>	W/mK	W/m <sup>2</sup> K	W/m <sup>2</sup> K	W/K
	sumatoria			
PISOS EN CONTACTO CON EL TERRENO				
PERIMETRO	Pp	Perdida p		
W/mk	W/mk	W/K		
45.62	0.25	11.61		
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR INFILTRACION DE AIRE				
n	Perdida n			
1	W/m <sup>2</sup> K		W/K	
	1.28			
PERDIDAS POR TRANSMISION				
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR TRANSMISION			2.20	W/m <sup>2</sup> K
PERDIDAS VOLUMETRICAS GLOBALES			3.48	W/m <sup>2</sup> K
G cálculo			3.48	W/m <sup>2</sup> K
G admisible			2.71	W/m <sup>2</sup> K
RESUMEN DE CALCULO DE TERMICA ANUAL				
Carga térmica de calefacción anual		7270.91	Q (Kwh)	
hs de calefacción		24	24	
Grados día calef. Julio		733	°D	
Coeficiente global de pérdidas		3.48	G cal (W/m <sup>3</sup> *k)	
Volumen interior calefaccionado		118.61	V (m3)	

ENVOLVENTE : MURO LCHP- TECHO 5				ENVOLVENTE : MURO LCHP- TECHO 6			
SUPERFICIE CALEFACCIONADA m <sup>2</sup>	ALTURA m	PLANTAS	VOLUMEN m <sup>3</sup>	VOLUMEN m <sup>3</sup>	PLANTAS	ALTURA m	SUPERFICIE CALEFACCIONADA m <sup>2</sup>
45.62	2.60	1	118.61	118.61	1	2.60	45.62
CERRAMIENTOS OPACO EXTERIORES				CERRAMIENTOS OPACO EXTERIORES			
ELEMENTO	S m <sup>2</sup>	Km W/m <sup>2</sup> K	S . Km W/K	S . Km W/K	Km W/m <sup>2</sup> K	S m <sup>2</sup>	ELEMENTO
M1	107.22	1.57	167.87	167.87	1.57	107.22	M1
T5	53.92	0.67	36.18	36.18	0.67	53.92	T5
	sumatoria	2.24	204.05	204.05	2.24	sumatoria	
CERRAMIENTOS NO OPACO EXTERIORES				CERRAMIENTOS NO OPACO EXTERIORES			
ELEMENTO	S m <sup>2</sup>	N	K v W/m <sup>2</sup> K	S. Kv N W/K	S. Kv N W/K	N	ELEMENTO
V1	1.50	1	2.09	3.14	3.14	1	V1
V2	1.20	2	2.09	5.02	5.02	2	V2
V3	0.24	1	5.82	1.40	1.40	1	V3
V4	0.45	1	5.82	2.59	2.59	1	V4
P1	1.85	1	2.09	3.86	3.86	1	P1
P2	1.40	1	2.09	2.93	2.93	1	P2
	sumatoria			18.92	18.92		sumatoria
OTROS CERRAMIENTOS entrepisos o muros que separan locales no calefacionados							
ELEMENTO	S m <sup>2</sup>	λ W/mK	Kr W/m <sup>2</sup> K	S.λ.Kr W/K	S.λ.Kr W/K	λ W/mK	ELEMENTO
	sumatoria						sumatoria
RESUMEN DE CALCULO DE TERMICA ANUAL							
PERIMETRO		Pp W/Mk	Perdida p W/K	Perdida p W/K	Pp W/Mk	PERIMETRO	PISOS EN CONTACTO CON EL TERRENO
45.62	0.25		11.61	11.61	0.25	45.62	PISOS EN CONTACTO CON EL TERRENO
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR INFILTRACION DE AIRE		Perdida n W/m <sup>3</sup> K	Perdida n W/m <sup>3</sup> K	Perdida n W/m <sup>3</sup> K	Perdida n W/m <sup>3</sup> K	PERDIDAS VOLUMETRICAS POR INFILTRACION DE AIRE	
1	1.28		1.28	1.28	1	1	PERDIDAS VOLUMETRICAS POR INFILTRACION DE AIRE
PERDIDAS POR TRANSMISION		234.58	W/K	W/K	234.58	PERDIDAS POR TRANSMISION	
PERDIDAS VOLUMETRICAS POR TRANSMISION		1.98	W/m <sup>3</sup> K	W/m <sup>3</sup> K	1.98	PERDIDAS VOLUMETRICAS POR TRANSMISION	
PERDIDAS VOLUMETRICAS GLOBALES		G cálculo	W/m <sup>3</sup> K	W/m <sup>3</sup> K	G cálculo	PERDIDAS VOLUMETRICAS GLOBALES	
	3.26		3.26	3.26			PERDIDAS VOLUMETRICAS GLOBALES
PERDIDAS VOLUMETRICAS GLOBALES		G admisible	W/m <sup>3</sup> K	W/m <sup>3</sup> K	G admisible	PERDIDAS VOLUMETRICAS GLOBALES	
	2.71		2.71	2.71			PERDIDAS VOLUMETRICAS GLOBALES
RESUMEN DE CALCULO DE TERMICA ANUAL				RESUMEN DE CALCULO DE TERMICA ANUAL			
Carga térmica de calefacción anual	6797.61	Q (Kwh)	24	Q (Kwh)	6880.88	Carga térmica de calefacción anual	isual
hs de calefacción	24	24	24	24	24	hs de calefacción	isual
Grados día calef. Julio	733	°D	733	°D	733	Grados día calef. Julio	isual
Coefficiente global de pérdidas	3.26	G cal (W/m <sup>3</sup> K)	3.26	G cal (W/m <sup>3</sup> K)	3.26	Coefficiente global de pérdidas	isual
Volumen interior calefacionado	118.61	V (m <sup>3</sup> )	118.61	V (m <sup>3</sup> )	118.61	Volumen interior calefacionado	isual

**ANEXO 7: NORMAS IRAM 11603 - 11604- 11605- 11659-1-2**