

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**RETROALIMENTACIÓN DE LECCIONES APRENDIDAS DE  
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL DISEÑO DE  
PROYECTOS DE OFICINAS**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

**AUTORES:**

**KEVIN MARTIN FÉLIX ESPINAL  
MIGUEL ÁNGEL GUERRA ZURITA**

**ASESOR:**

**Danny Murguía, Ph.D.**

Lima, agosto de 2021

## RESUMEN

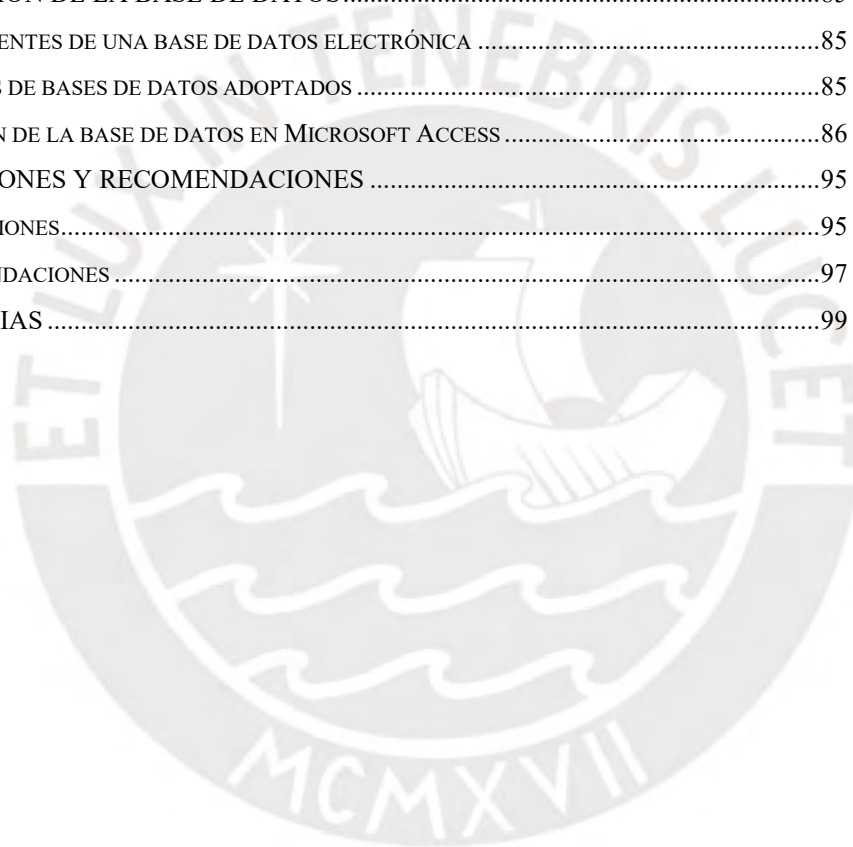
Actualmente, en la industria de la construcción existen y surgen cada vez más desarrolladores inmobiliarios, los cuales se inclinan por construir edificios de oficinas debido a la alta demanda por parte de empresas pequeñas, medianas y grandes que buscan ocupar espacios que satisfagan sus necesidades. No obstante, muchos desarrolladores inmobiliarios solo buscan obtener la mayor rentabilidad posible por el alquiler y venta de sus inmuebles perdiendo el interés por hacer sus edificios más eficientes y de estándares cada vez más altos en cuanto a calidad. Para lograrlo, es necesario un mayor esfuerzo y participación de los involucrados del proyecto en la etapa de diseño; sin embargo, el equipo de diseño carece de información valiosa que puede ser recopilada en la etapa de operación y mantenimiento del edificio, ya que en esta es donde surgen los problemas a causa de defectos de diseño, malas prácticas constructivas, entre otros. Por ende, se deben registrar los problemas acontecidos en esta etapa y rescatar las lecciones aprendidas de cada uno de ellos, de modo que exista una retroalimentación para futuros edificios de oficinas a través de una evaluación postocupación.

Por lo antes expuesto, este proyecto de investigación, tiene como objetivo desarrollar una base de datos que pueda recopilar y brindar información de manera organizada al equipo de diseño para incorporar conocimientos y lecciones aprendidas de proyectos anteriores. El plan de trabajo tuvo como primera actividad la revisión bibliográfica de artículos científicos y publicaciones relacionadas al tema, los cuales fueron analizados y filtrados para el diseño de un instrumento de investigación que permita registrar los problemas que adolece el edificio en la etapa postocupación. Luego, se logró establecer y realizar entrevistas con los *facility managers* de los edificios de oficinas, que estuvieron ubicados principalmente en el distrito de San Isidro, en la ciudad de Lima, con el fin de dialogar sobre los principales problemas y desafíos que afrontan durante la etapa de operación y mantenimiento. Se registraron los problemas y lecciones aprendidas, las cuales posteriormente fueron analizadas, procesadas y debidamente categorizadas en una base de datos organizativa en Microsoft Access que mejorará la gestión del diseño de futuros proyectos.

# ÍNDICE

RESUMEN .....	2
LISTA DE FIGURAS .....	5
1. INTRODUCCIÓN .....	7
1.1 OBJETIVOS.....	9
1.1.1 Objetivo general.....	9
1.1.2 Objetivos específicos.....	9
1.2 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	9
1.3 ALCANCE Y PLAN DE TRABAJO .....	9
2. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1 FILOSOFÍA <i>LEAN CONSTRUCTION</i> .....	11
2.1.1 <i>Lean Project Delivery System</i> .....	12
2.2 EVALUACIÓN POSTOCUPACIÓN: HERRAMIENTA DE RETROALIMENTACIÓN .....	20
2.2.1 Antecedentes de POE .....	21
2.2.2 Tipos de evaluación de proyectos .....	24
2.2.3 Diseño de la estructura de evaluación .....	26
2.2.4 Beneficios y usos de la POE .....	28
2.2.5 Un marco integrador para las evaluaciones.....	30
2.2.6 Evaluación de diseño universal .....	32
2.2.7 Niveles de rendimiento.....	33
2.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	35
2.3.1 Métodos existentes .....	35
2.4 ENTREGA DE LA INFORMACIÓN PARA LA RETROALIMENTACIÓN .....	38
2.4.1 Síntesis de la evaluación .....	38
2.4.2 Preparación de un informe .....	39
2.5 BASES DE DATOS .....	40
2.5.1 Introducción a los sistemas de bases de datos .....	40
2.5.2 Historia de los sistemas de base de datos .....	41
2.5.3 Tipos de bases de datos .....	43
2.5.4 Las bases de datos hoy .....	45
2.5.5 Ventajas por la integración de datos.....	47
2.5.6 Ventajas por la existencia del sistema gestor de base de datos .....	48
2.5.7 Inconvenientes de los sistemas de bases de datos .....	49
2.5.8 Usuarios de la base de datos.....	50
2.6 <i>CONSTRUCTION-OPERATIONS-BUILDING INFORMATION EXCHANGE</i> .....	51
2.6.1 Antecedentes .....	51

2.6.2	Proceso COBie .....	52
2.7	<i>SOFT LANDINGS</i> .....	53
2.7.1	Antecedentes .....	54
2.7.2	Introducción a <i>soft landings</i> .....	55
2.7.3	Desarrollo del marco <i>soft landings</i> .....	56
3.	METODOLOGÍA .....	62
3.1.	DESARROLLO DE LA EVALUACIÓN .....	63
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	73
4.1	DATOS DE LA MUESTRA .....	73
4.2	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	75
4.3	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	82
5.	ELABORACIÓN DE LA BASE DE DATOS.....	85
5.1.	COMPONENTES DE UNA BASE DE DATOS ELECTRÓNICA .....	85
5.2	MODELOS DE BASES DE DATOS ADOPTADOS .....	85
5.3	CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS EN MICROSOFT ACCESS .....	86
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	95
6.1	CONCLUSIONES.....	95
6.2	RECOMENDACIONES .....	97
7.	REFERENCIAS .....	99



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modo tradicional de transformación (Buleje, 2012).....	11
Figura 2: Flujo de procesos adaptado (Buleje, 2012).....	12
Figura 3: <i>Lean Project Delivery System</i> (Ballard et. Al., 2000).....	13
Figura 4: Representación de la fase de definición del proyecto (adaptado de Ballard & Zabelle, 2000).....	14
Figura 5: Matriz de alineación de propósitos .....	17
Figura 6: Fase de diseño Lean.....	18
Figura 7: Diseño Lean – descripción general (Ballard et al., 2000).....	19
Figura 8: Evolución de los criterios de rendimiento (Preiser, 2001).....	27
Figura 9: Evaluación del rendimiento del edificio: marco integrador para la entrega y el ciclo de vida de los edificios (Preiser, 2001).....	30
Figura 10: Concepto de evaluación del rendimiento.....	33
Figura 11: Evolución de los criterios de rendimiento .....	34
Figura 12: Principios universales de diseño versus criterios de rendimiento.....	34
Figura 13: Formato resumen de información recopilada de evaluación postocupación.....	39
Figura 14: Los datos se prefieren a los documentos por tres razones estratégicas (cortesía de STABU, NL).....	52
Figura 15: Representación esquemática de las actividades de aterrizajes suaves .....	56
Figura 16: Diagrama de flujo de la metodología .....	63
Figura 17: Categorización de información de acuerdo al tipo de evento .....	72
Figura 18: Método de flujo de información (Adaptado de Lin and Tserng, 2003) .....	73
Figura 19: Resultado de incidencia según propietarios y ubicación .....	74
Figura 20: Asociación según el tamaño del edificio .....	74
Figura 21: Categorización de información de acuerdo al tipo de evento .....	75
Figura 22: Distribución de problemas por sistema.....	76
Figura 23: Incidencia de los problemas registrado según etapa del proyecto .....	76
Figura 24: Problemas graves según especialidad e impacto en usuarios.....	77
Figura 25: Solución que implica el problema de acuerdo a su origen.....	77
Figura 26: Distribución de problemas por gravedad e impacto en usuarios (Murguía, Felix & Guerra, 2020).....	78
Figura 27: Muestra de problemas por sistema y parámetros (Murguía, Felix & Guerra, 2020) .....	79
Figura 28: Taxonomía de lecciones aprendidas y ejemplos (Murguía, Felix & Guerra, 2020) .....	80
Figura 29: Incidencia de lecciones aprendidas según su taxonomía .....	80
Figura 30: Estructura de la base de datos (Murguía, Felix & Guerra, 2020) .....	82
Figura 31: Base de datos UNICLASS 2015.....	86
Figura 32: Base de datos COBie .....	86

Figura 33: Creación de tablas - Microsoft Access 2016.....	88
Figura 34: Relación de tablas - Microsoft Access 2016.....	88
Figura 35: Formulario de registro de problemas - Microsoft Access 2016.....	89
Figura 36: Formulario de búsqueda de problema - Microsoft Access 2016.....	90
Figura 37: Formulario editor de problema - Microsoft Access 2016.....	90
Figura 38: Informe de problema en la especialidad de arquitectura - Microsoft Access 2016 ..	91
Figura 39: Informe de problema en la especialidad de instalaciones eléctricas - Microsoft Access 2016 ..	92
Figura 40: Informe de problema en la especialidad de iluminación - Microsoft Access 2016 ..	93
Figura 41: Informe de problema en la especialidad de instalaciones sanitarias - Microsoft Access 2016 ..	94





## 1. INTRODUCCIÓN

Las lecciones aprendidas de la fase de operación y mantenimiento son indispensables para la mejora continua, aumentar la satisfacción del usuario e incrementar la eficiencia durante el uso de los proyectos. Sin embargo, la incorporación de dichas lecciones de los *facility managers* en la etapa de diseño es una práctica poco común. Algunos estudios previos han propuesto métodos en la etapa de diseño para mejorar la satisfacción del usuario final o han estudiado principios Lean para incorporar el conocimiento adquirido durante la etapa de operación y mantenimiento de la edificación. Sin embargo, faltan estudios postocupación enfocados en identificar los problemas recurrentes durante la operación y mantenimiento debido a errores de diseño o malas prácticas constructivas. Estos problemas causan altos costos de mantenimiento y retrabajos que impactan directamente en los usuarios y dueños del edificio.

Los diseños son cada vez más complejos, se incrementan los detalles y especificaciones respecto a las especialidades involucradas, de modo que se requiere de una ingeniería de detalle más desarrollada y precisa, lo que aumenta las expectativas del cliente en cuanto a la calidad y rendimiento del edificio. Algunos clientes exigen proyectos con mayores condiciones de seguridad, ahorro de energía, menores impactos en el medio ambiente y satisfacción del usuario final. Por ello, se requiere de una mayor participación del equipo de diseño y, por lo tanto, un mayor esfuerzo y tiempo en la etapa de diseño. El equipo de diseño multidisciplinario tiene la responsabilidad de captar las necesidades y valores de los involucrados quienes, junto con las regulaciones y las condiciones del sitio, servirán de base para proponer conceptos de diseño (Ballard, 2000). No obstante, la falta de interés por realizar diseños más eficientes y la participación clave aunque tardía de las partes interesadas dificulta la incorporación oportuna de los conocimientos de gestión de instalaciones en la etapa de diseño.

Los edificios representan una inversión financiera significativa para sus propietarios. Algunos estudios demuestran que, por cada porcentaje de los costos de diseño y construcción que se gastan, se espera hasta el 70% de sus costos de ciclo de vida (Dahl, Horman & Riley, 2005). Ballard (2008) muestra los costos relativos de diseño y construcción de centros de salud en comparación con los costos de operación de mantenimiento y los costos comerciales. Por cada 1,1 unidades gastadas en diseño y construcción, se gastan 4,3 unidades en operación y mantenimiento y 42 unidades en costos operativos de la organización. Si bien estas cifras

varían entre los informes obtenidos de la industria de la construcción y los académicos, el análisis de los costos operativos, cuando la instalación está diseñada, representa un potencial de mejora continua. Algunos desarrolladores inmobiliarios se preocupan principalmente por el retorno de la inversión durante el diseño y la construcción, mientras que otros clientes solo se ocupan de proyectos únicos para producir productos o servicios (Ballard, 2008). En el primer caso, la relación existente entre el diseño y la operación es significativa. En este último caso, el conocimiento de operaciones es un activo organizativo. Sin embargo, las lecciones aprendidas y la experiencia en operación y mantenimiento apenas se incorporan a los nuevos proyectos. Por lo tanto, se necesita más apoyo e investigación para reducir la brecha de información entre el diseño y el funcionamiento del edificio (Dahl, Horman & Riley, 2005).

Por lo tanto, el desafío es transformar el conocimiento adquirido en la etapa de operación y mantenimiento en información explícita para que los desarrolladores inmobiliarios puedan realizar futuros proyectos con más altos estándares. Lin y Tserng (2003) presentan cinco fases para la gestión del conocimiento: adquisición, extracción, almacenamiento, intercambio y actualización. Como tal, dicha gestión tiene como objetivo capturar, recopilar, almacenar y reutilizar información de proyectos anteriores de manera eficaz y sistemática, con el fin de reducir los tiempos de ciclo y residuos, establecer puntos de referencia y promover la mejora continua (Lin & Tserng, 2003).

Ballard (2000) argumenta que la retroalimentación es una característica esencial del Sistema de Entrega de Proyectos *Lean* (LPDS); sin embargo, Roberts, Pärn, Edwards y Aigbavboa (2018) señalan una falta de interés académico en la etapa de operación y mantenimiento. Podría decirse que una colección sistemática de lecciones aprendidas de operación y mantenimiento es una práctica inhabitual. Por medio de la presente investigación se desarrolla una base de datos organizativa de las lecciones aprendidas de operación y mantenimiento que puedan aportar información valiosa a los equipos de diseño de futuros proyectos de oficinas.



## 1.1 Objetivos

### 1.1.1 Objetivo general

- Desarrollar una herramienta para que los equipos de diseño reciban retroalimentación oportuna de lecciones aprendidas de operación y mantenimiento en proyectos de oficinas.

### 1.1.2 Objetivos específicos

- Diseñar una evaluación postocupación con enfoque en los problemas de diseño y construcción en la etapa de operación y mantenimiento.
- Recolectar y analizar los problemas y lecciones aprendidas de operación y mantenimiento en proyectos de oficinas.
- Establecer parámetros que describan las lecciones aprendidas.
- Categorizar las lecciones aprendidas de acuerdo a los parámetros establecidos.
- Presentar una base de datos en Microsoft Access como herramienta que los equipos de diseño puedan usar para incorporar las lecciones aprendidas.

## 1.2 Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son los problemas a los que se enfrentan los facility managers debido a errores cometidos en el diseño y construcción de la edificación?
- ¿De qué manera estos problemas afectan a los usuarios finales de la edificación?
- ¿De qué manera se puede recopilar sistemáticamente las lecciones aprendidas para una mejora continua de las organizaciones?

## 1.3 Alcance y plan de trabajo

La presente investigación se realizará por medio de la revisión bibliográfica de trabajos elaborados referentes al tópico de interés. Para iniciar con el trabajo se realizará una introducción general sobre el tema, se trabajará sobre los objetivos planteados y se definirá el alcance del proyecto de investigación además de los resultados que se esperan obtener.

Actividad 1: Revisión de la literatura

En primer lugar, mediante el empleo de bases de datos como ResearchGate, Google Académico, Scopus, entre otras, se realizará una búsqueda de investigaciones relacionadas a la filosofía *Lean Construction*, evaluaciones post ocupación, bases de datos, esquema de datos *Construction-Operations-Building Information Exchange*, y al proceso de entrega de edificios

*soft landings*. Luego, en base a la información obtenida, se procederá a filtrar los artículos que nos permitan lograr los objetivos de la presente investigación.

#### Actividad 2: Propuesta de la metodología

Con la información obtenida de la revisión de la literatura, se procederá a realizar el diseño del instrumento de investigación, el cual permitirá recopilar información valiosa a través de una evaluación postocupación. La metodología propuesta se llevará a cabo en tres etapas; etapa de planificación, ejecución y aplicación, las cuales contribuirán al desarrollo de una base de datos organizativa.

#### Actividad 3: Elección del caso de estudio

La evaluación postocupación se llevará a cabo en edificios de oficinas, entre ocupados en su totalidad por un solo arrendatario y por muchos arrendatarios. Los edificios a evaluar estarán ubicados en distritos de la ciudad de Lima, como San Isidro (centro financiero) y otros aledaños. En cuanto al tamaño de los edificios, serán evaluados desde pequeños (10 pisos o menos), medianos (entre 11 y 15 pisos) y altos (más de 15 pisos).

#### Actividad 4: Análisis de resultados

Los resultados obtenidos en los casos de estudio serán procesados para su evaluación y análisis. Finalmente, se determinarán las conclusiones y recomendaciones de la tesis para futuras investigaciones.

## 2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo, a través de la utilización de bases de datos como ResearchGate, Google Académico, Scopus, y demás, se procederá a realizar una exploración de estudios relacionadas a la filosofía Lean Construction, evaluaciones post ocupación, bases de datos, esquema de datos *Construction-Operations-Building Information Exchange*, y al proceso de entrega de edificios *soft landings*. Finalmente, relacionando la información obtenida, se procederá a filtrar los artículos que nos permitan lograr los objetivos de la presente investigación.

### 2.1 Filosofía Lean Construction

*Lean Construction* o “construcción sin pérdidas” es un sistema de gestión de la producción, que tiene como finalidad minimizar las pérdidas para aumentar el valor en su máxima cantidad (Koskela, 1992). Esta filosofía aparece como respuesta a las deficiencias que se tiene en la industria de la construcción.

Por un lado, está la industria de la construcción del modo tradicional, la cual es de conversión y se representa por un diagrama de flujo inicio-transformación-fin en el que se inicia con la materia prima y se finaliza con un producto terminado. Este flujo típico se centra únicamente en la transformación y no toma en cuenta a otros flujos que ocurren dentro del proceso de conversión.

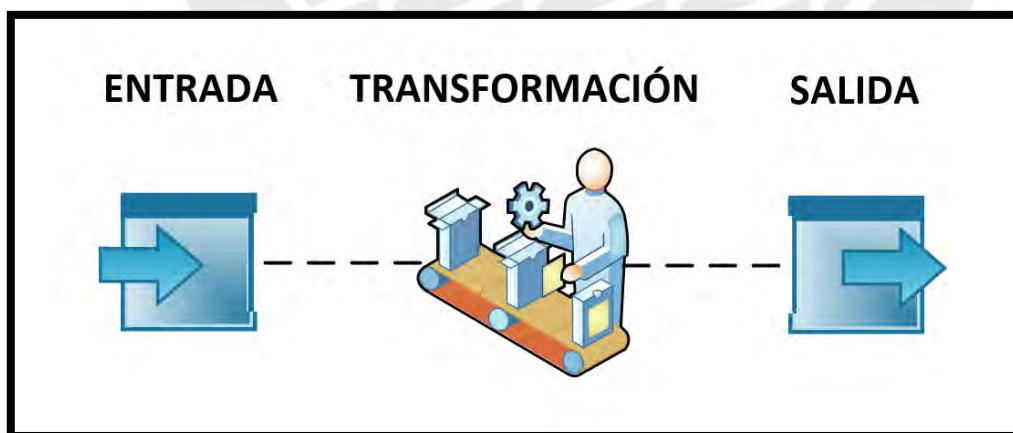


Figura 1: Modo tradicional de transformación (Buleje, 2012)

Por otro lado, está el modelo *Lean*, en el que la producción es comprendida como una serie de procesos, materiales y conocimiento donde también, en la transformación, se debe tener en cuenta la existencia de demoras, controles, tacarreo y trabajo rehecho (Koskela, Howell, Ballard & Tommelein, 2002). Este enfoque en la gestión de la producción, al tratar los

procesos, relaciona cada actividad a través de la mejora de recursos a fin de que no se presenten pérdidas que afecten el desempeño, sino que maximicen el valor para el cliente.

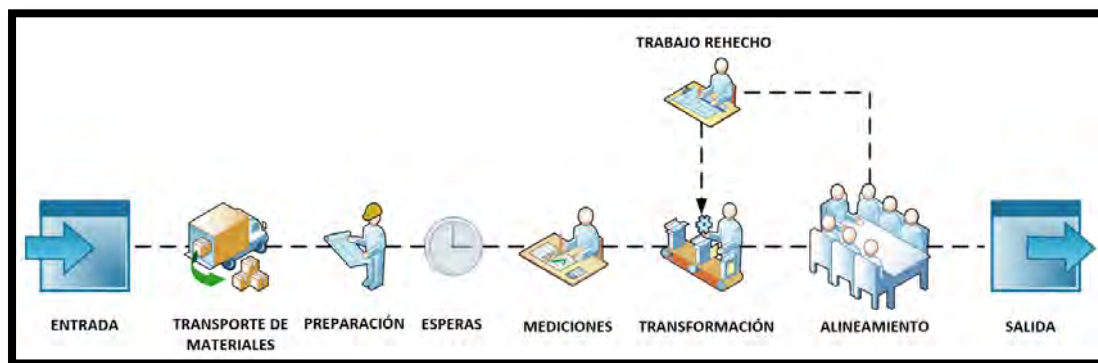


Figura 2: Flujo de procesos adaptado (Buleje, 2012)

En términos del *Lean Construction Institute* (LCI), el *Lean Construction* es un enfoque de gestión de la producción orientada al respeto y las relaciones para la ejecución de proyectos. Es un método que consiste en diseñar y construir productos o servicios. Abarca desde los objetivos del sistema de producción *Lean* (maximizar el valor y reducir las pérdidas) hasta las especificaciones técnicas y uso en un nuevo proceso de entrega de proyectos. Por esa razón, tanto la creación como el proceso de entrega se diseñan a la vez para una mejor definición de las exigencias finales del cliente<sup>1</sup>. Estos métodos buscan desarrollar y gestionar los proyectos a través de relaciones, conocimiento compartido y los mismos objetivos, lo que permite procesos de flujo continuo. La idea es compensar el trabajo de tal modo que todos los equipos puedan ejecutar uno productivo casi sucesivo, a fin de que se maximice el beneficio por parte del sistema y se mitigue al mínimo el tiempo de inactividad de los recursos y trabajos en espera.

En síntesis, el *Lean Construction* propone un nuevo ideal, desafiante al pensamiento convencional, acerca de la construcción y la dirección de proyectos (Ballard & Howell, 2004). De esta forma, la comprensión de un proyecto de construcción debe verse como un sistema de producción provisional dedicada a tres objetivos básicos según orden de prioridad: entregar el producto a tiempo, maximizar el valor y minimizar las pérdidas.

### 2.1.1 *Lean Project Delivery System*

El *Lean Construction Institute*, en su percepción general, propone el sistema *Lean Project Delivery System* (LPDS), una herramienta integradora que presenta una visión en conjunto de todas las fases del proyecto que amplía los conceptos y herramientas *Lean* traídos del estudio

<sup>1</sup> Ver [https://www.leanconstruction.org/media/docs/LCI\\_Glossary.pdf](https://www.leanconstruction.org/media/docs/LCI_Glossary.pdf)

de las teorías de producción en la industria. Lo que pretende es llevar los fundamentos del sistema de producción de Toyota a la construcción (Ballard, 2000). Por ello, el razonamiento Lean requiere un modo de pensar de mejorar continuamente. Los líderes deben asegurar un entorno en el que se promueva la experimentación y una tolerancia al error manejable con el objetivo de una mejora continuamente. Esta atmósfera puede impulsar la innovación que beneficiará a todo el flujo de valor a través de la creación de valor.

Por lo general, un proyecto se presenta en fases. El LPDS busca construir un modelo mediante fases y módulos. Sin embargo, lo que distingue a este modelo de otros es el significado de cada una de sus fases, su relación y los que participan. Este modelo consta de catorce módulos: once de estos estructurados en 5 triadas o fases, que están interconectadas entre sí; otros dos que se desarrollan en todas las fases del proyecto; y uno más como nexo que conecta el final de un proyecto con el inicio del siguiente, tal como se aprecia en la figura 3.

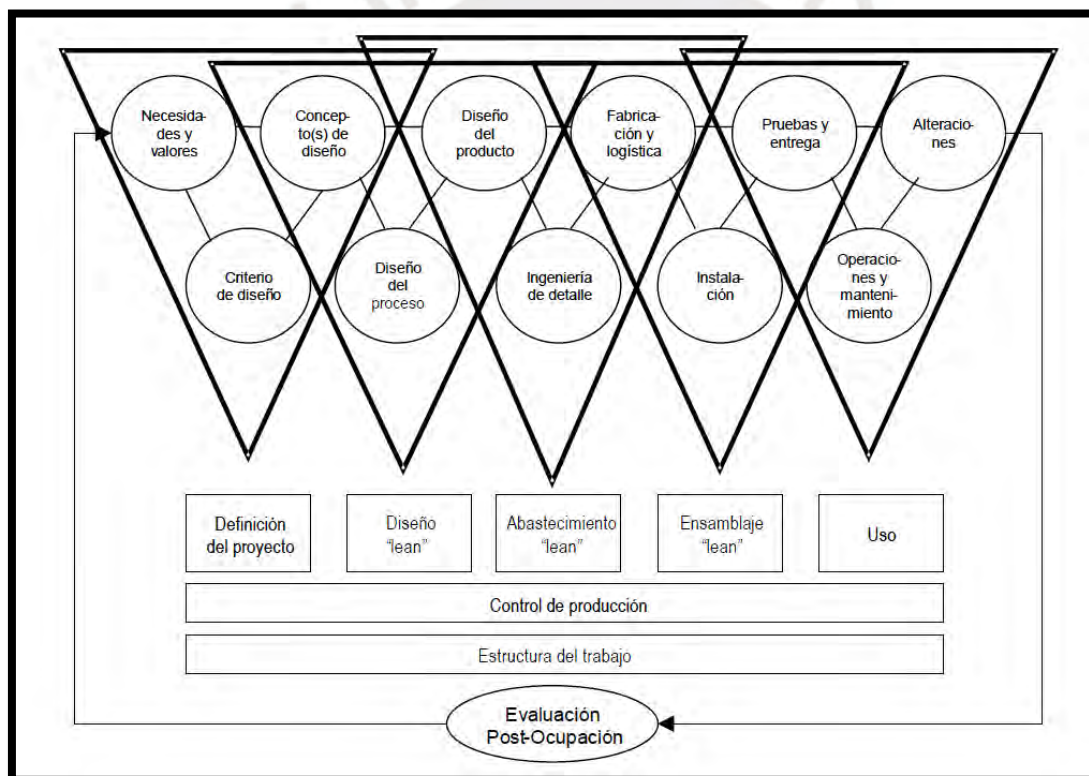


Figura 3: *Lean Project Delivery System* (Ballard et. Al., 2000)

### 2.1.1.1 Definición del proyecto

La fase de definición del proyecto es la primera, de entrega de proyectos *Lean*, constituida por tres módulos (Ballard & Zabelle, 2000):

- Establecer los requisitos e intereses del cliente.



- Puntualizar los criterios de diseño, que examina las condiciones que definirán el proyecto.
- Optar por la mejor elección de diseño ideal, el cual debe ser acorde a las condiciones, requisitos e intereses del cliente.

En estas tres fases, el movimiento es obligatoriamente iterativo y no se necesita seguir un orden específico; no obstante, establecer primero los requisitos y objetivos del proyecto parece ser el mejor punto de inicio. Lo que importa es que estos tres módulos trabajen en colaboración y se alineen. Solo así se pondrá en ejecución la siguiente fase: el diseño *Lean* (Ballard & Zabelle, 2000a), con la colaboración y participación de todos los interesados del proyecto, lo que incluye al cliente, los usuarios, los diseñadores, los constructores, administradores, etc. La participación temprana de los interesados claves promueve la incorporación oportuna del conocimiento en la etapa de diseño.

A pesar de trabajar en conjunto, hay un director del proyecto, quien será responsable directo frente al cliente durante toda la ejecución de este, así como de su diseño y construcción. Él buscará que todos los módulos de esta fase se lleven a cabo de manera adecuada en colaboración con todos los involucrados. Este equipo multifuncional propondrá diferentes soluciones que servirán de fundamento para formular los conceptos de diseño y así satisfacer las exigencias del proyecto al determinar los límites de tiempo, costo y calidad.

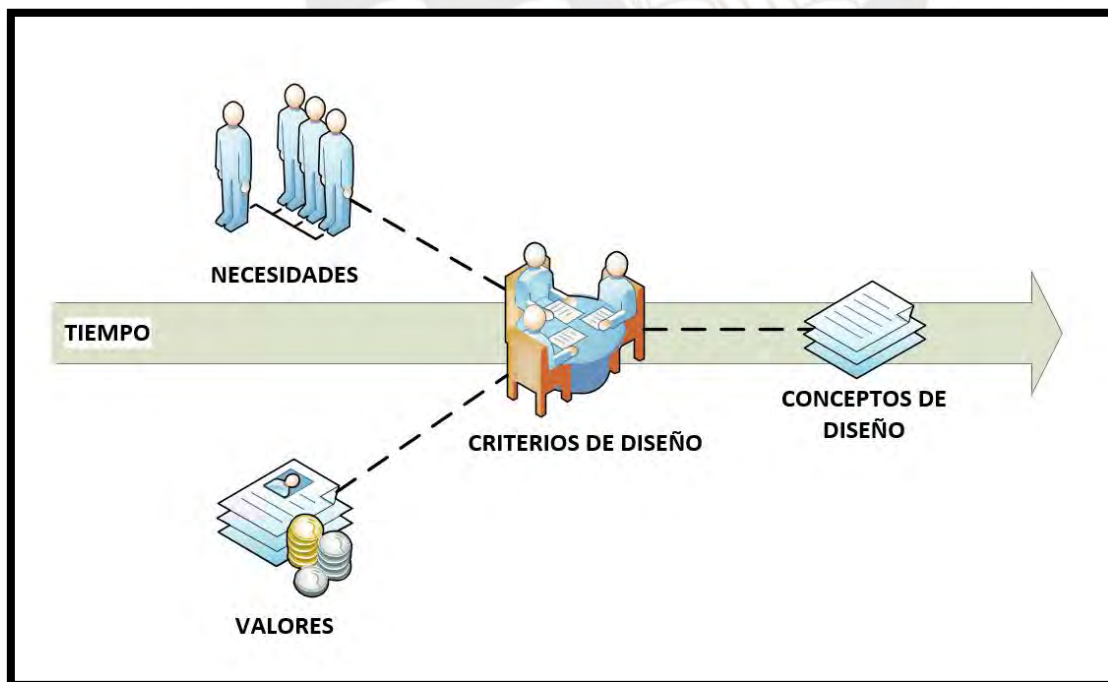


Figura 4: Representación de la fase de definición del proyecto (adaptado de Ballard & Zabelle, 2000)



En la figura 4, se puede comprender el desarrollo de esta triada. Al ingreso, se tiene las necesidades y valores del proyecto, tanto las del propietario como la de los usuarios finales. En el medio, están todas las restricciones que se presentarán durante su desarrollo, así como normas, reglamentos, condiciones del sitio, costo, tiempo, calidad, etc., que determinarán los límites en la toma de decisiones. Finalmente, una vez se tiene los datos de ingreso y los criterios de diseño, se obtendrá como resultado los conceptos de diseño, los cuales deben mantener la mayor cantidad de opciones aceptables dentro de las limitaciones y las necesidades del cliente.

- **Necesidades y valores del cliente**

Tal es el caso, de los trabajadores de una oficina necesitan un ambiente de trabajo apropiado, espacios de trabajo grupales e individuales, buena calefacción, sistemas de iluminación, etc. El cliente requiere que el costo de realización del proyecto sea bajo, así como también su mantenimiento. Los fabricantes necesitan que no se manifiesten accidentes durante la construcción, que se realice en el menor tiempo y con la menor dificultad. Deben considerarse las diferentes necesidades que se presenten al momento de efectuar todo el proyecto, lo que incluye una recopilación de toda la información posible, tanto de diseño, constructiva y de uso de las instalaciones, con el fin de prever las necesidades que se puedan presentar antes de poder diseñar.

En cuanto al valor, este dependerá del grado de satisfacción que se pueda percibir del producto. Por ello, para entenderlo, es necesario conocer y comprender al cliente, tratar de pensar como él o como los usuarios del producto; o, a través de evaluaciones postocupación, saber cómo perciben el proyecto una vez terminado y ocupado, así como conocer cuál es el grado de satisfacción que tienen.

- **Criterios de diseño**

Esta es la fase donde se ponen todas las restricciones que podrían presentarse en el proyecto, las que depende de la ubicación, las leyes aplicables, los códigos y normas que puedan restringir las principales decisiones del diseño, además de entender el desarrollo del proyecto y las demandas de otros grupos de interés. Se pueden dividir en diferentes grupos:

- Normas y códigos que el país posea para el diseño de una construcción.
- Condiciones del sitio donde se ubicará el proyecto.
- Restricciones propias del proyecto a desarrollar.

Una herramienta que cuente con toda esta información almacenada en una base de datos sería muy efectiva, ya que se podría disponer de ella para que el equipo de diseño trabaje.

- **Evaluaciones postocupación en la fase de criterios de diseño**

En el sistema LPDS, se encuentra una fase que es nexo entre la culminación de un proyecto y el inicio de otro. Consiste en un proceso de evaluación de la instalación en uso: evaluación postocupación (POE). La idea es producir información a partir de la entrega que sirva de retroalimentación y promueva el aprendizaje. Con esto, se determina el uso que en realidad se les da a las instalaciones (cómo se emplean los espacios de manera funcional en comparación con la intención del diseño), cuál es su funcionalidad (el consumo de energía, tasas de rendimiento, etc.) y lo bien que satisface las necesidades de sus usuarios. Todo ello con el fin de verificar la capacidad del diseño y el proceso de construcción.

Estas evaluaciones pueden colaborar con el desarrollo de esta fase y la de construcción con información sobre las necesidades identificadas de los usuarios o el mejoramiento del mantenimiento de las instalaciones del proyecto. La POE ofrece beneficios tanto a los administradores como los desarrolladores y diseñadores en todas las disciplinas; por ello, su uso para fijar el alcance y determinar los criterios del diseño es muy importante.

Ballard (2000) afirma que una característica esencial del LPDS es la retroalimentación. Así, el interés académico en la etapa de uso y las evaluaciones postocupación, así como la obtención sistemática de lecciones aprendidas para una mejor toma de decisiones en las primeras fases, pueden tener un impacto positivo e importante debido a la alta flexibilidad y su bajo costo en los cambios.

- **Conceptos de diseño**

Para el desarrollo de los criterios de diseño, se tiene como límites las restricciones de tiempo, costo y calidad. Estos conceptos precisan disponer con diferentes alternativas para escoger la mejor opción que cumpla con el alcance del proyecto. De esta forma, se calculará los costos y una estimación de la duración del proyecto. Así, se hará un cálculo de los costos aproximados de las instalaciones que se podrían diseñar para que el cliente pueda elegir con respecto a ello al momento de fijar el proyecto.

Esta fase no solo se concentra en los conceptos de diseño del proyecto, sino también de los procesos que se ejecutarán para su realización. La idea es equilibrar el trabajo en los procesos de modo que todos los equipos puedan realizar un trabajo ideal. Para ello, se debe contar con un equipo multifuncional que se forme según los sistemas de construcción (estructuras,

climatización, interiores, etc.). El valor que este grupo genera se da a través de la iteración entre los diversos especialistas del equipo multifuncional, lo que genera el máximo valor para los involucrados. En esta toma de decisiones y producción colaborativa, se incluye al cliente y a todas las partes involucradas.

El concepto que se tiene para el diseño de procesos es el mismo para los conceptos de diseño, los que se determinan a través de la selección de opciones, de menos a más detalle. Asimismo, se debe considerar que siempre hay algún riesgo de combinación de opciones imposible de dar solución; sin embargo, también existe una posible combinación que satisfaga al menos los requisitos mínimos (Howell & Ballard, 1999). Como tal, el objetivo es recopilar información relevante que ayude al equipo de diseño a establecer las necesidades y valores del cliente, así como a seleccionar la mejor alternativa de diseño, de manera que se obtenga un impacto positivo en etapas posteriores del proyecto.

Esta fase termina con la elección de la mejor alternativa. Para elegirla, se presenta una herramienta constituida por una matriz (ver tabla 1), con la cual se puede estimar el grado de alineación de los propósitos que alcanza cada uno de los conceptos de diseño (Orihuela, Orihuela & Ulloa, 2011).

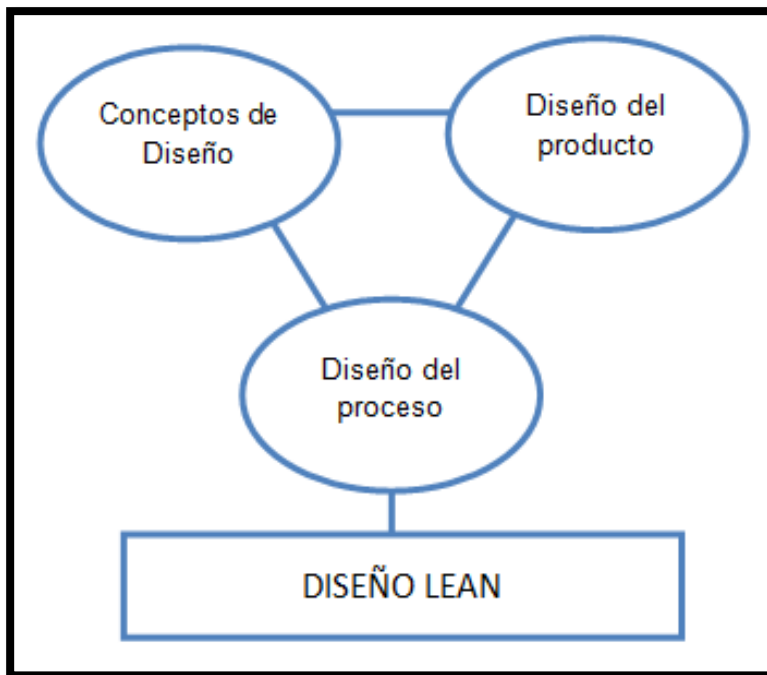
	Necesidades y Valores	VALOR DE PONDERACIÓN (1 a 5)	DESEMPEÑO DE LOS CONCEPTOS DE DISEÑO (1 a 5)		
			Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa N
DUEÑO	Rentabilidad	5	2	5	3
	Imagen	3	5	3	4
	<b>GRADO DE ALINEAMIENTO</b>		<b>25</b>	<b>34</b>	<b>27</b>
USUARIOS	Precio	4	5	2	3
	Confort	5	5	2	4
	Estética	3	4	5	3
	Seguridad	4	5	5	5
	Garantía	3	4	4	4
	<b>GRADO DE ALINEAMIENTO</b>		<b>89</b>	<b>65</b>	<b>73</b>

Figura 5: Matriz de alineación de propósitos

### 2.1.1.2 Diseño Lean

Con respecto a la segunda fase del LPDS, consiste en la iteración de tres módulos:

- Diseño conceptual.
- Diseño del proceso.
- Diseño del producto.



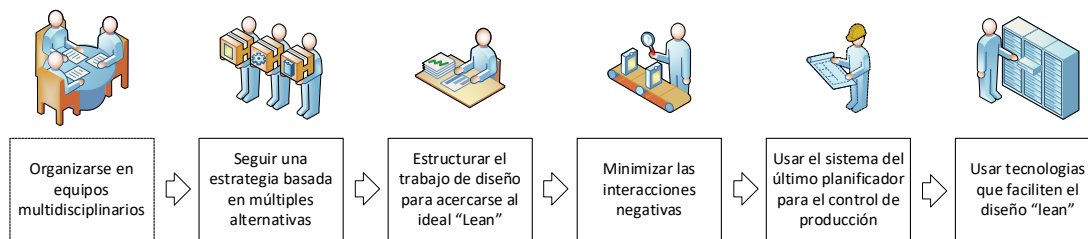
**Figura 6: Fase de diseño Lean**

Es el equipo de diseño quien desarrolla esta fase, donde no solo ve el diseño del producto, sino también del proceso que se realizará. Estos módulos se desarrollan en conjunto a fin de que se logre alcanzar las metas propuestas. Por ello, para poder moverse a esta etapa, los módulos desarrollados en la definición del proyecto deben estar alineados.

Esta triada inicia con el desarrollo de la fase anterior: conceptos de diseño. Su desarrollo también es a través de reuniones, solo que el fin es diferente: ahora se concentra en desarrollar y alinear, a partir de los conceptos de diseño, el diseño del producto y los procesos a nivel funcional. Esta fase es de significativa importancia, ya que las decisiones que se tomen repercutirán en la construcción de la solución de un diseño (Orihuela, Orihuela & Ulloa, 2011). Así, el proyecto puede volver a la fase de definición si las restricciones del cliente y los involucrados no muestran oportunidades de desarrollo, solo si hay dinero y tiempo suficiente.

La gran diferencia de *Lean* con la práctica tradicional es el momento en el que se realiza la toma de decisiones. El primero con el fin de emplear eficazmente el tiempo realiza la toma de decisión hasta el final, aprovechando esta oportunidad para desarrollar y explorar nuevas alternativas de diseño (Vásquez, 2006); en cambio, la práctica tradicional selecciona las opciones de diseño para ejecutarlas tan pronto sea posible, con el propósito de ganar tiempo, lo cual provoca retrabajos e interrupciones cuando la decisión de un especialista entra en enfrentamiento con la de otro (por lo general diseñador y constructor).

El LCI propone un enfoque Lean para la gestión y ejecución del diseño resumida en la figura 7.



**Figura 7: Diseño Lean – descripción general (Ballard et al., 2000)**

1. **Organizarse en equipos multidisciplinarios:** Para ello es necesario reuniones e intercambio de opiniones de todos los interesados del proyecto. Como ya se mencionó, serpa este equipo quien elija las decisiones con respecto al diseño del proyecto y los procesos que se realizarán.
2. **Seguir una estrategia basada en múltiples alternativas:** Se trata de crear y explorar todas las opciones que puedan adicionar valor al proyecto. Analizar y revisar bien estas opciones y no adelantarse con tomar una decisión concluyente, ya que esa decisión se tomará en última instancia.
3. **Estructurar el trabajo de diseño para acercarse al ideal "lean":** Desarrollar el trabajo en paralelo del diseño y los procesos. Considerar operaciones, mantenimiento, puesta en servicio, fabricación, ingeniería de detalle y todo lo comprendido al proyecto. Se utilizan las evaluaciones postocupación para obtener información de proyectos pasados ya en funcionamiento.
4. **Minimizar las iteraciones negativas:** Lean se refiere a los retrabajos como iteraciones. Existen iteraciones negativas y positivas. Lo que se busca es disminuir los bucles de iteraciones negativas, que generan pérdidas, por iteraciones positivas, las que adicionan valor al proyecto.
5. **Usar el sistema del último planificador para el control de producción:** Estas actividades se realizarán como último nivel de planificación, siendo dirigida a los responsables de llevar acabo esta tarea a cabo. El encargado del proyecto o líder del equipo es quien se encargará de establecer las actividades a los responsables.
6. **Usar tecnologías que favorezcan el diseño Lean:** El uso de software que faciliten el entendimiento del proyecto por medio de intranets y modelo BIM.



## 2.2 Evaluación postocupación: herramienta de retroalimentación

Dentro del marco LPDS, las primeras dos fases —definición del proyecto y diseño lean— precisan de información específica que contribuya a una correcta toma de decisiones, lo que indica que debe hacer uso de todos los conocimientos y experiencias de otros proyectos, asistiéndose con las lecciones aprendidas que nos dejan y las sugerencias de mejoras registradas durante su operación y mantenimiento, de modo que, se puede obtener un gran beneficio con toda la información de manera aprovechable cerrando el flujo Lean con la retroalimentación de los conocimientos, realizando una evaluación posterior a la ocupación en los edificios y proporcionar la información disponible a los equipos de diseño para el mejor desarrollo de estas fases.

Es la evaluación posterior a la ocupación o *postoccupancy evaluation* (POE), por sus siglas en inglés, un proceso de recopilación de datos a través de una evaluación sistemática de los edificios después de construirse y habitarse durante algún tiempo (Preiser, Rabinowits & White, 1998). Estas evaluaciones tienen como objetivo identificar las necesidades y generar datos de satisfacción del usuario final. Su propósito es tomar buenas decisiones al comienzo del proyecto con la intención de mejorar la calidad y el ciclo de costo de vida de nuevos proyectos.

Desde los primeros estudios realizados a los edificios en funcionamiento, diversas definiciones de POE se avanzaron en los últimos veinte años, desde que se acuñó el término. Como consecuencia, no existe una definición aceptada por la industria. La más exacta la asocia a cualquier actividad que se origina de querer aprender cómo un edificio funciona una vez está construido; es decir, comprobar si el ambiente creado cumple con las expectativas y la satisfacción de los usuarios (Vischer, 2001). Este mecanismo vincula la información que se recopila de los edificios con la elección de decisiones en el prediseño de nuevas construcciones, con el fin de mejorar el buen diseño, construcción y funcionamiento.

Por ello, la POE no es la fase final de un proyecto de construcción, sino más bien una parte integral de todo el proceso de entrega. En esta se corrobora si los supuestos en los que se basaron el diseño, los procesos de construcción y las decisiones de costo se justifican, si el rendimiento del edificio indica un buen funcionamiento y satisface las metas y objetivos propuestos.

Una POE puede servir para varios propósitos, lo que depende de las metas y objetivos de quien lo realice. Este puede proporcionar datos necesarios para lo siguiente (Vischer, 2001):

- Asegurar el cumplimiento de los requisitos de desempeño.



- Ejecutar pequeños cambios que brinden una funcionalidad mejorada.
- Proporcionar una mejor comprensión de los efectos de los edificios en sus ocupantes.
- Probar innovaciones en el edificio.
- Justificar las decisiones y los gastos.
- Programar y mejorar continuamente edificios repetitivos.

La POE evolucionó desde los primeros esfuerzos en la evaluación ambiental de las necesidades de vivienda de los grupos más desfavorecidos. La idea de que un mejor espacio de vida pueda diseñarse por tener información de los usuarios, condujo a Gran Bretaña, Francia, Canadá y Estados Unidos a realizar estas evaluaciones.

El tipo de construcción más contemporáneo que se identifica como candidato para POE es la oficina y el diseño de edificios comerciales, a partir del estudio (Brill, Margulis & Konar, 1985) que une las características del entorno de oficina con la productividad de los empleados, la preocupación corporativa por la reducción de los costos de espacio y la mejora de la productividad. El desafío es aplicar la POE para la toma de decisiones corporativas; además, que los profesionales involucrados en la programación, diseño, construcción y operación puedan adquirir las herramientas e información relevante, de manera que los resultados de la POE alimenten la toma de decisiones de una manera útil y constructiva.

### **2.2.1 Antecedentes de POE**

Hasta la actualidad, se realizaron diferentes tipos de POE, que varían dependiendo del tipo de edificio a analizar o la información que se quería recopilar, el público al que van dirigidos, etc. Además, dependiendo del estudio que se va a realizar, los formatos pueden variar en estructura y contenido. A continuación, se presentan estudios centrados en el rendimiento y el mantenimiento de edificios, los cuales tienen como objetivo evaluar la percepción de los ocupantes y administradores del edificio:

- Obtener información aprovechable para la optimización en el mantenimiento de los edificios.
- Encontrar una relación ente las expectativas del diseño y el uso de los ocupantes.
- Determinar la satisfacción de los usuarios con el funcionamiento y el mantenimiento de las instalaciones.

Los resultados que este método nos puede proporcionar son una herramienta valiosa para el diseño y administración.

### ***2.2.1.1 Investigación del comportamiento del edificio o acumulación de conocimientos***

En la década de los ochenta, las obras públicas de Canadá identificaron a la POE como uno de sus componentes en el sistema de entrega de sus proyectos y se pensó como una etapa final en la programación del diseño, construcción y ocupación de los proyectos federales. A causa de la preocupación por el consumo de energía en dicha década, se iniciaron estudios del rendimiento de los sistemas de construcción, los patrones de uso de energía y los efectos sobre la percepción del confort de los ocupantes. Estos estudios llevaron a idear métodos eficaces, pero simplificados, de la recolección de datos para proporcionar indicadores confiables de la calidad de la construcción (Ventre, 1988).

La técnica para evaluar la conformidad de los usuarios fue una herramienta que resultó de los esfuerzos por la recolección de datos de Canadá y, desde entonces, se aplicó ampliamente en la industria privada (Dillon & Vischer, 1988). Un extenso estudio sobre los usuarios se inició en unos ocho edificios gubernamentales en las ciudades canadienses, así como un importante esfuerzo de la recolección de datos de los instrumentos de evaluación de la calidad del aire interior, confort térmico, iluminación, condiciones acústicas y rendimiento energético (Vischer, 1989).

La identificación del confort de los usuarios a través del uso condujo a desarrollar una herramienta de medición estandarizada en forma de un breve cuestionario. Los cinco años de recopilación de datos y el amplio uso más adelante en el sector privado puede considerarse como una importante iniciativa de la POE con implicaciones importantes para la investigación del comportamiento del edificio (Vischer, 1996). Desde este desarrollo para el gobierno canadiense, el sistema de evaluación del edificio en uso se utiliza en todo el mundo. Se publicaron dos libros en inglés y uno en francés, junto con varios artículos, que describen el sistema y sus aplicaciones.

Este estudio tiene como objetivo una valiosa contribución en lo que respecta a la POE de oficinas, además de añadir información a los conocimientos existentes del desempeño de los sistemas de construcción.

### ***2.2.1.2 POE y la retroalimentación en casos existentes***

Una de las razones más atractivas de emplear la POE es generar información útil que simplifique la toma de decisiones en las primeras fases de un nuevo proyecto. Se requiere de información existente para establecer que el nuevo diseño se ajuste a las necesidades de los usuarios y no presente problemas ya identificados. Ciertos organismos públicos, como la División de Planificación y Operaciones de Massachusetts, utilizan la POE para la

planificación previa al diseño de edificios públicos, labor que desempeña la oficina de programación que reconoce a la POE como un componente del sistema de entrega de proyectos (Dillon & Vischer, 1988).

Por ejemplo; las estaciones de la policía del Estado de Massachusetts se diseñaron con los mismos principios, ya que todas cumplen con las mismas funciones. La evaluación posterior a la ocupación era parte del proceso de diseño para las nuevas estaciones y el prototipo se examinó cuidadosamente y se evaluó en el uso, funcionalidad, costos, estructuras y materiales. A raíz de eso, el diseño de las estaciones de policía se modificó y estandarizó para su construcción, lo que significó un ahorro de tiempo y esfuerzo en la programación del diseño y los costos de construcción. Un enfoque similar se trabajó para centros de cuidado infantil y centros de reparación de vehículos estatales.

Poco después, la legislatura de Massachusetts autorizó un programa para la construcción de prisiones, con un estudio posterior a la ocupación de las cárceles. Los resultados de la POE en la penitenciaría vieja se usaron para la programación de cuatro a seis nuevos proyectos.

De manera análoga, el gobierno de Nueva Zelanda también integró a la POE como parte del proceso de entrega de los edificios. Su aplicación agilizó la planificación del prediseño y brindó al equipo de diseño y construcción una mejor comprensión de los usuarios de cada proyecto. Esto dio lugar a un enfoque de diseño que se caracterizó como una estrategia de negociación con múltiples intercambios de información y apertura al cambio (Joiner & Ellis, 1981).

Asimismo, el gobierno federal de los Estados Unidos llevó a cabo un estudio de POE y un programa de lecciones aprendidas como herramientas para optimizar la satisfacción de los usuarios, aumentar la calidad y rendimiento de los edificios y facilitar el aprendizaje organizacional. Seis agencias federales se ofrecieron a participar: la oficina de ingeniería civil de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos; la Administración de Servicios Generales, Servicio de Edificios Públicos (PBS); el Departamento del Interior, Servicio Nacional de Parques (NP), la Marina de Guerra, Comando de Ingeniería de Instalaciones Navales (NAVFAC); el Departamento del Estado, Oficina de Inmuebles en el Extranjero (OBO); y el Servicio Postal Estadounidense (USPS). Cabe indicar que cada uno de los seis organismos ya estaban familiarizados con las evaluaciones postocupación.

El enfoque de los seis organismos fue determinar los puntos de entrada del cliente o la satisfacción de los usuarios hasta cierto nivel, pero también se utilizaron para cumplir otros objetivos. Estos incluyen la determinación de defectos de construcción dentro del período de garantía de la construcción, el apoyo de los criterios de diseño y construcción, el apoyo de las

medidas de rendimiento para la gestión de activos, la evaluación de los inspectores de construcción, la reducción de los costos de ciclo de vida de las instalaciones mediante la identificación de errores de diseño orientada a la reducción de los costos de mantenimiento y operación, aclarar objetivos de diseño, mejorar el rendimiento de los edificio y apoyar las ventas corporativas y mejorar la imagen.

Ciertamente, la POE se mantiene como parte del proceso de programación de edificios públicos y busca desarrollar una POE que se ajuste a los programas de construcción de los distintos Estados, así como facilitar información acertada en el momento adecuado e involucrar a los administradores de proyectos. Sin embargo, no existen dos enfoques que utilicen el mismo proceso o herramientas para la realización de la POE y la captura de lecciones aprendidas. Por esta razón, los beneficios de sus resultados para vincular su información con las fases iniciales del diseño tuvieron que esforzarse para poder sobrevivir. Debido a los recortes que realizaron los gobiernos y los desfases de tiempo entre los estudios POE y la programación y el diseño, aún no se entiende que los beneficios que este presenta aparecen más adelante, durante el ciclo de vida del edificio.

### **2.2.2 Tipos de evaluación de proyectos**

Durante el desarrollo de las fases de un proyecto de construcción, se realizan distintos tipos de evaluaciones. Con frecuencia, estas se asocian a preguntas sobre los materiales, ingeniería o la construcción de las instalaciones. Por ejemplo, una de estas evaluaciones comprende pruebas estructurales, opiniones de los elementos de carga, análisis de suelos y revisión del desempeño mecánico de los sistemas, así como evaluaciones posteriores a la construcción (inspección física) antes de la ocupación del edificio.

Normalmente son las evaluaciones técnicas las que examinan algún sistema físico que vaya en contra de los criterios de ingeniería o rendimiento. A pesar que dichas evaluaciones aborden indirectamente criterios de mejora y proporcionen un edificio mejor y más seguro, no se examina desde el punto de vista de los usuarios, ni los objetivos de rendimiento relacionados con la ocupación. Por consiguiente, el cliente puede tener un edificio tecnológicamente superior, pero puede proporcionar un ambiente disfuncional para las personas (Preiser, Rabinowits & White, 1998).

La diferencia entre POE y otras técnicas de evaluación, como la inspección técnica de edificios y el informe de evaluación de edificios, radica en:

- Una POE requiere de cuestiones que se relacionan con las necesidades, actividades y objetivos de las personas y las organizaciones que hacen uso de las instalaciones, lo

que incluye controversias relacionadas al diseño, operaciones de construcción y mantenimiento. Otras pruebas evalúan la construcción y su funcionamiento de manera independiente de sus ocupantes sin asociar dos fases sumamente conectadas.

- Los criterios determinados para proceder con una POE se establecen a partir del diseño establecido y los criterios incluidos o inferidos del programa de funcionamiento. Otras evaluaciones pueden incluir criterios, pero no están exclusivamente relacionadas sobre la base de las especificaciones técnicas del rendimiento.
- Las medidas que se emplean en la POE incorporan índices que se vinculan con el rendimiento de la organización y sus ocupantes, así como la satisfacción y productividad de los trabajadores (por ejemplo, niveles acústicos, iluminación, distribución de espacio y sus relaciones).
- Por lo general, la POE como evaluación es más manejable que la mayoría de las evaluaciones técnicas. De manera puntual, la POE evalúa las necesidades psicológicas, actitudes, metas y las percepciones humanas.
- La POE cuantifica tanto los éxitos como los fracasos propios a la construcción de rendimiento.

### 2.2.2.1 Niveles de investigación POE

Basados en Preiser (2001), se identifican tres niveles de investigación o tipos, según casos de estudios, que señalan como se utiliza la POE a lo largo del tiempo:

**Tabla 1: Tipos de evaluaciones postocupación (adaptado de Preiser, 2001)**

<b>Tipo</b>	<b>Enfoque</b>	<b>Tipo de datos</b>
Indicativo	Indicación de los problemas más importantes con los usuarios finales y los administradores de instalaciones	Cualitativo
Investigativo	Comprensión profunda de las causas y los efectos de los problemas	Cuantitativo y Cualitativo
Diagnóstico	Creación de nuevos conocimientos	Cuantitativo

Una revisión indicativa nos brinda un panorama general del proyecto; incluso un enfoque de una primera verificación establecido con algunas entrevistas o un sencillo cuestionario, sumado a un paseo a través del edificio. El objetivo es hacer hincapié en las principales



fortalezas y debilidades que presenta el funcionamiento del edificio. Ciertamente, el valor de esta investigación consiste en proporcionar información aprovechable de manera rápida, como entrevistas a personas seleccionadas o un posterior recorrido por las instalaciones. Toda esta información constituye la base de un estudio más profundo (Turpin-Brooks & Viccars, 2006).

Una revisión de investigativa es un estudio más a fondo con el uso de técnicas de investigación más rigurosas para producir estudios más detallados. Los criterios de evaluación objetiva están claramente definidos en el programa funcional del edificio o se recogen de los manuales sobre un cierto tipo de edificio, estándares de desempeño y literatura publicada (Preiser, 1994). Se efectúan cuestionarios de investigación que respaldan comentarios y entrevistas en grupos de enfoque para descifrar la razón acerca de los problemas identificados. Acá es donde se entra en más profundidad sobre los criterios de evaluación, además de analizar la funcionalidad de las instalaciones y las pautas que se deben cumplir, como rendimientos o requerimientos sobre el tipo de edificio. Así, se presentan soluciones adecuadas a los problemas (Turpin-Brooks & Viccars, 2006).

Una revisión de diagnóstico incluye métodos complejos de recopilación y análisis de datos que requieren de largos periodos de tiempo, ya que se vincula la información del rendimiento físico con las respuestas de los ocupantes. En este tipo de revisión es donde los evaluadores llevan a cabo un análisis de los sistemas ambientales del edificio. Esto por lo general incluye: manipulación del aire, iluminación, uso de energía eléctrica, calefacción, medición de las tasas de ventilación, niveles de iluminación, emisiones de CO<sub>2</sub> y rendimiento acústico. Como resultado, se tiene nuevos conocimientos sobre los aspectos del rendimiento de los edificios (Preiser, 1994).

### **2.2.3 Diseño de la estructura de evaluación**

Existe una amplia variedad de metodologías que se desarrollaron con el fin de obtener información beneficiosa de las encuestas de evaluación. Por ello, diferentes autores discuten sobre las estrategias y técnicas al momento de realizar la POE, ya sea desarrollar su propio enfoque mediante el uso de una serie de técnicas de evaluación existentes o un método establecido.

De acuerdo con Preiser (2001), las POE se llevan a cabo mediante cuestionarios, entrevistas, análisis del sitio y la observación de los usuarios sobre el edificio (Abdou & Dghaimat, 2016). Los estudios POE se observan en tres tipos: indicativo, investigativo y de diagnóstico, sin diferenciar el tipo de evaluación a realizar el diseño de la estructura mantiene el orden de sus procesos alineado al desarrollo de sus directrices principales que son la preparación, el desarrollo y la entrega y uso de la información.



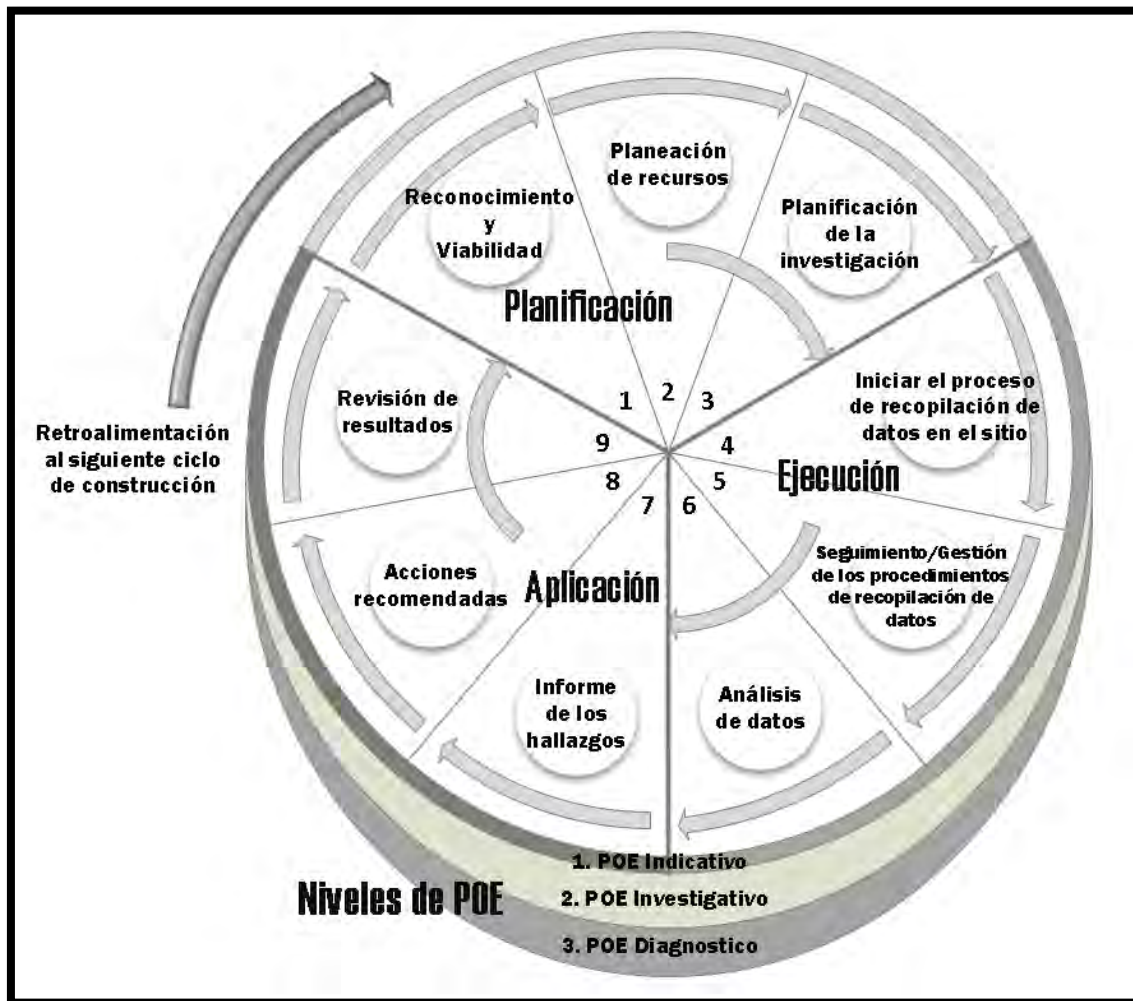


Figura 8: Evolución de los criterios de rendimiento (Preiser, 2001)

La figura 8 representa el modelo del proceso POE compuesto por tres niveles y una estructura formada por tres fases, que se consideran como partes de una POE típica. Estas tres fases del proceso de evaluación postocupación son:

- La planificación.
- La realización.
- La aplicación.

En la primera fase, se pretende preparar la POE, para lo cual se tiene que seguir tres pasos:

7. Reconocimiento de la viabilidad.
8. Planificación de los recursos.

9. Planificación de la investigación, donde se pretende planificar todos los procedimientos de recopilación de datos, tiempos y cantidades.

La segunda fase consiste en iniciar la evaluación y se siguen los siguientes pasos:

1. Recoger los datos en el edificio a evaluar.
2. Gestionar el procedimiento cómo estos datos se recopilan.
3. Llevarlo a un análisis.

Finalmente, los datos analizados se preparan para su aplicación, lo que nos lleva a la última fase de aplicación, en la que se sigue los siguientes pasos:

1. Hacer un informe con los resultados obtenidos.
2. Brindar recomendaciones.
3. Terminar con una revisión de los resultados.

Esta última fase es la más crítica, ya que aquí se resuelven los problemas que se identificaron y se brinda recomendaciones para que se tomen acciones correctivas. Sin embargo, la POE no termina con la entrega de los resultados y recomendaciones, ya que existe un paso fuera de las tres fases de igual importancia, en donde se da seguimiento a las acciones recomendadas y los puntos de entrada que darán valor a la fase final de aplicación.

Este último paso hace referencia a la flecha *Feedforward into next Building Cycle* en la figura 8. Evidentemente, una de las mejores aplicaciones de la POE es su empleo como entrada en las fases de prediseño del ciclo de entrega de edificios; es decir, el análisis de las necesidades y programación de instalaciones (Preiser, 2001).

#### **2.2.4 Beneficios y usos de la POE**

La POE es una forma de proporcionar retroalimentación a lo largo del ciclo de vida de un edificio, desde la concepción inicial hasta su ocupación. La información que provee puede usarse para informar a futuros proyectos, ya sea en el proceso de entrega o ejecución técnica del edificio. Dependiendo de la perspectiva a emplear, el uso de la POE puede dar lugar a varios propósitos. Así, a partir de las recomendaciones que se entregan al cliente y la innovación que se pueda producir para corregir los problemas, las lecciones aprendidas influenciarán en los criterios de diseño para futuros edificios, así como aportar con información a la industria de la construcción sobre edificios en funcionamiento.

Los múltiples usos y beneficios de corto, mediano y largo plazo que resultan de la realización de la POE hacen referencia a la acción inmediata, en periodos de tres a cinco años, que es necesaria para el desarrollo de nuevos proyectos de construcción, así como al largo plazo, que va de 10 a 25 años, necesario para la planificación estratégica, la elaboración de presupuestos y la planificación maestra de instalaciones. Todos estos beneficios proporcionan la motivación y el fundamento para comprometerse con la POE como concepto y para el desarrollo de programas (Preiser, 2001).

Los beneficios a corto plazo son:

- Identificación y búsqueda de soluciones a los problemas en los edificios.
- Gestión proactiva de las instalaciones que proporcionan mejores respuestas a las necesidades de los usuarios.
- Mejor uso del espacio sobre la base de la retroalimentación del comportamiento del edificio.
- Comprensión de las implicaciones en el desempeño de los cambios realizados por los recortes de presupuestarios.
- Mayor información para la toma de decisiones y una mejor comprensión de las consecuencias de diseño.

Los beneficios a mediano plazo son:

- Capacidad para la adaptación de las instalaciones a los nuevos cambios organizativos y el crecimiento a lo largo del tiempo.
- Reutilización de las instalaciones al encontrar nuevos usos.
- Importantes reducciones de costo en el proceso de construcción y en todo el ciclo de vida del edificio.
- Rendición de cuentas de los diseñadores para la construcción.

Los beneficios a largo plazo son:

- Mejoras en el funcionamiento del edificio a largo plazo.
- Mejora en la calidad del diseño al optimizar la base de datos, estándares, criterios y orientación de la literatura.
- Mejora en cuanto a la medición del rendimiento del edificio a través de la cuantificación.

Los mayores beneficios de la POE se realizan al momento de producir información, la cual se encuentre disponible para el mayor alcance de público posible, más allá de la organización cuyo edificio se evalúa, sino a toda la industria del sector educación y construcción. Esta información no solo es útil por la resolución de problemas, sino también para poder realizar un comparativo con otros proyectos. Este recurso compartido de aprendizaje ofrece la mejor oportunidad para mejorar la eficacia de la contratación en la construcción y brindar el acceso a los conocimientos adquiridos en muchos proyectos de construcción.

### 2.2.5 Un marco integrador para las evaluaciones

En 1997, los estudios sobre la POE se desarrollaron bajo un marco integrador para la construcción de la evaluación del rendimiento (Preiser, Hardy & Scharmm, 1997). Este marco implicó las seis fases principales del ciclo de entrega de la construcción y el funcionamiento (planificación, programación, diseño, construcción, ocupación y reutilización de las instalaciones). En la figura 9, se puede observar el marco integrador para la construcción de la evaluación del desempeño. El tiempo es una característica añadida importante, además de la revisión interna y los ciclos de prueba en cada una de las fases.

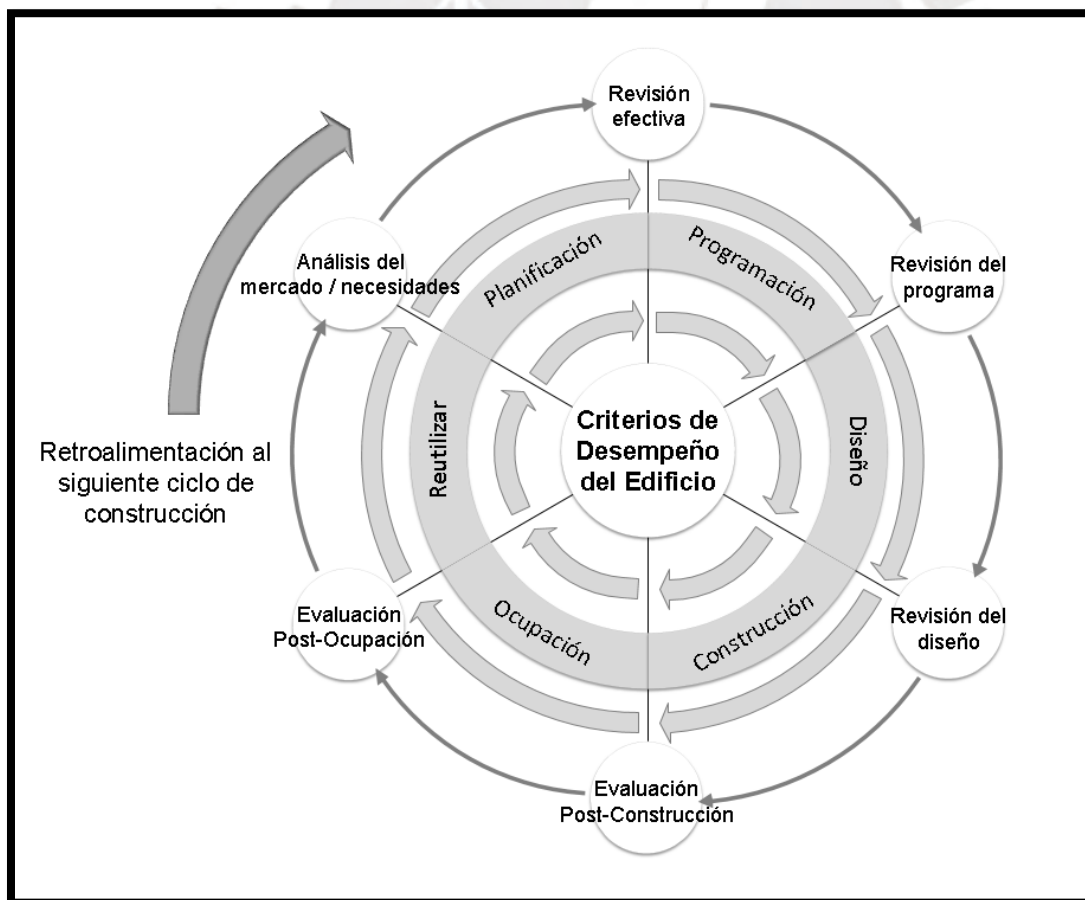


Figura 9: Evaluación del rendimiento del edificio: marco integrador para la entrega y el ciclo de vida de los edificios (Preiser, 2001)

Lo que se pretende es respetar la naturaleza compleja de la evaluación del rendimiento, así como el ciclo de vida de los edificios. Este flujo precisa el ciclo de entrega de la construcción desde la perspectiva de mejora continua, haciendo notar una evolución cíclica y el posicionamiento hacia un objetivo, lo que logra un mejor rendimiento en general de los edificios y una mejor calidad percibida por los ocupantes (Preiser, 2001).

En el centro del modelo, se ubica el rendimiento actual del edificio. Este valor, medido de manera cuantitativa y cualitativa, representa el producto de entrega de la construcción, para lo cual se considera el rendimiento durante el funcionamiento de las instalaciones. Alrededor del centro, se desarrolla el ciclo de vida de los edificios con las seis subfases antes mencionadas: planificación, programación, diseño, construcción, ocupación y reutilización, cada una de las cuales tiene su desarrollo interno y flujos de retroalimentación. Además, cada fase se conecta con su respectivo conocimiento contenido en bases de datos de tipos de construcciones similares, conocimiento global y literatura en general. Preiser describe los bucles de fases y retroalimentación de la siguiente manera:

1. Fase de planificación: marca el inicio del ciclo de entrega del edificio y es un plan estratégico que establece las necesidades de la organización a corto y largo plazo, la evaluación de las instalaciones, la distribución de espacios y la disposición de recursos según la demanda actual.
  - Bucle 1 – Revisión de la efectividad: los resultados de la planificación estratégica se revisan en relación a su grado de importancia, el contexto que rodea el sitio, el uso de tecnología innovadora, el costo del capital inicial, el costo de operación y mantenimiento y los costos de reemplazo y reutilización al final de la vida útil del edificio.
2. Fase de programación: una vez que se evalúa la efectividad, la estimación de costos y el presupuesto, se tiene una mayor validez del proyecto y la programación puede dar comienzo.
  - Bucle 2 – Revisión del programa: el resultado de esta fase se caracteriza por una documentación completa de la revisión del programa que involucra al cliente, el diseñador y un representante de los ocupantes reales.
3. Fase de diseño: comprende el diseño esquemático y el desarrollo de planes de trabajo o documentos de construcción.
  - Bucle 3 – Revisión del diseño: dentro de esta fase hay bucles de evaluación en forma de revisión de los problemas y soluciones que impliquen al arquitecto, el diseñador y el representante del cliente. El desarrollo de técnicas basadas en el conocimiento y el diseño asistido por computadoras



(CAD) permiten utilizar evaluaciones a lo largo de las primeras fases de diseño, lo que permite considerar a los diseñadores los efectos de las decisiones que se toman en el diseño desde diversas perspectivas, en tanto que se puedan hacer modificaciones y no sea tarde para el diseño.

4. Fase de construcción: aquí los responsables de la construcción y los arquitectos comparten la administración y el control de la calidad para garantizar el cumplimiento contractual.
  - Bucle 4 – Evaluación postconstrucción: esta evaluación se caracteriza por una inspección que da como resultado un *punch lists*; es decir, elementos que deben completarse antes de la puesta en servicio y la aceptación del edificio por parte del cliente.
5. Fase de ocupación: durante esta fase, se produce la puesta en marcha de las instalaciones, así como su ajuste y que sus ocupantes puedan contar con un funcionamiento óptimo.
  - Bucle 5 – Evaluación postocupación: en esta revisión se realiza la evaluación de la eficiencia del edificio de seis a doce meses después de la ocupación, lo que proporciona información sobre lo que funciona o no en las instalaciones. La POE ayudará a corroborar las hipótesis hechas en el diseño y nuevos prototipos de proyectos para nuevos edificios.
6. Fase de reutilización: esta fase podría constituir el final de la vida útil de un edificio cuando está fuera de servicio y se retira del sitio. Se realiza un planteamiento para la reutilización de los edificios, ya sea para usos similares o diferentes, o la utilización de materiales de construcción con potencial de reciclaje para nuevos propósitos.

### **2.2.6 Evaluación de diseño universal**

El concepto, marco y desarrollo de la evaluación de diseño universal se basa en un proceso de evaluación evolutivo, preexistente, impulsado por los comentarios de los usuarios (Preiser, 2001). La intención es evaluar el impacto del diseño universal sobre las personas. Asimismo, la definición de diseño universal orienta el enfoque a una optimización del uso de los entornos y los productos que utilizan las personas en la mayor medida posible (Mace & Place, 1991): buscar alcanzar el rendimiento ideal del diseño en los productos y edificios ocupados, infraestructura y el entorno construido, todo lo concerniente al diseño universal.

El proceso de entrega del diseño y construcción puede representarse por un modelo de sistema básico con el único objetivo de lograr un criterio del performance del diseño universal:



1. El marco del desempeño del diseño universal se vincula conceptualmente con los objetivos del cliente.
2. Los criterios de evaluación de los resultados se derivan de los objetivos del cliente, normas y criterios según el tipo de edificación. El rendimiento del diseño universal se prueba o evalúa comparándolo con el rendimiento real.
3. El evaluador da dinamismo al sistema al tratar actividades como la planificación, programación, diseño, construcción, ocupación y evaluación del entorno o edificio.
4. El resultado representa el objetivo, las características físicas cuantificables del entorno o el edificio.
5. El rendimiento real hace referencia al rendimiento como se observa mide y percibe por sus ocupantes o las evaluaciones de un contexto, lo que comprende respuestas subjetivas de los usuarios y medidas objetivas del medio ambiente.

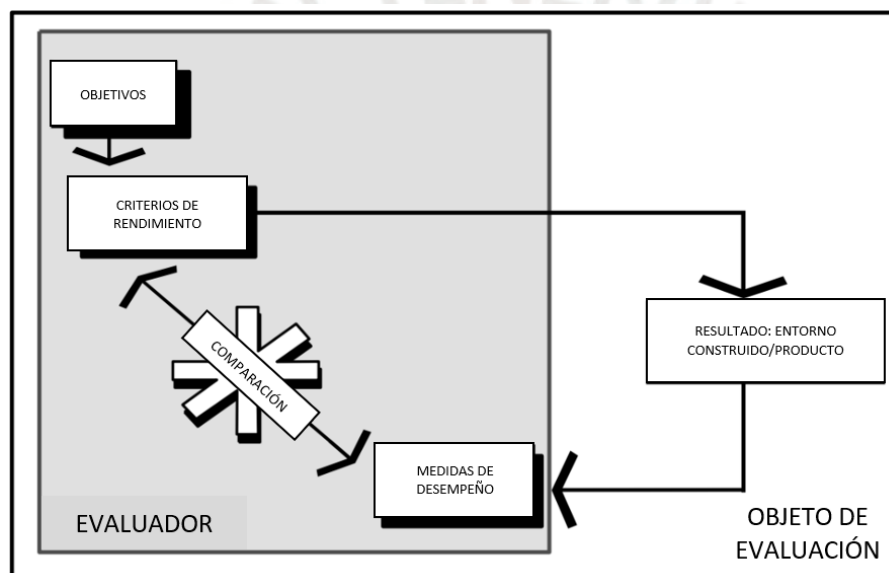


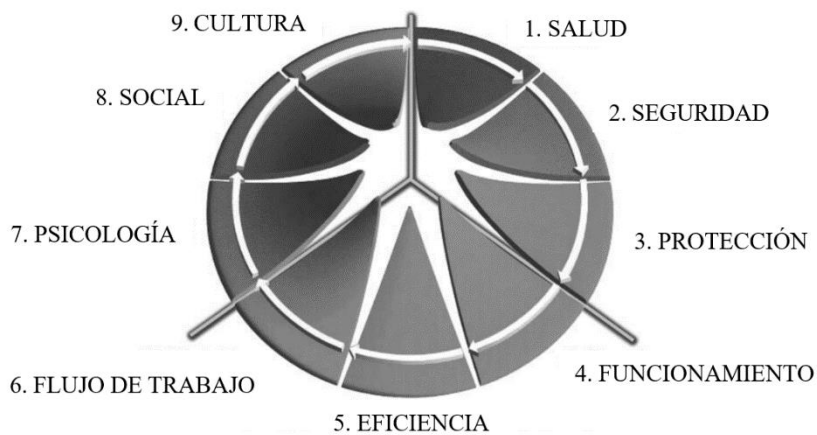
Figura 10: Concepto de evaluación del rendimiento

### 2.2.7 Niveles de rendimiento

El rendimiento de un edificio se puede estructurar en tres niveles relacionados con las necesidades de los usuarios. Los subobjetivos de estos niveles podrían incluir seguridad, espacio adecuado, privacidad o atractivo estético. Para cada entorno y grupo de ocupantes, se requieren niveles de desempeño respectivos a los entornos pertinentes al contexto y los criterios de calidad. El arquitecto Vitruvius (1960) desglosa los niveles de desempeño en tres niveles básicos de requisitos de desempeño para los edificios:

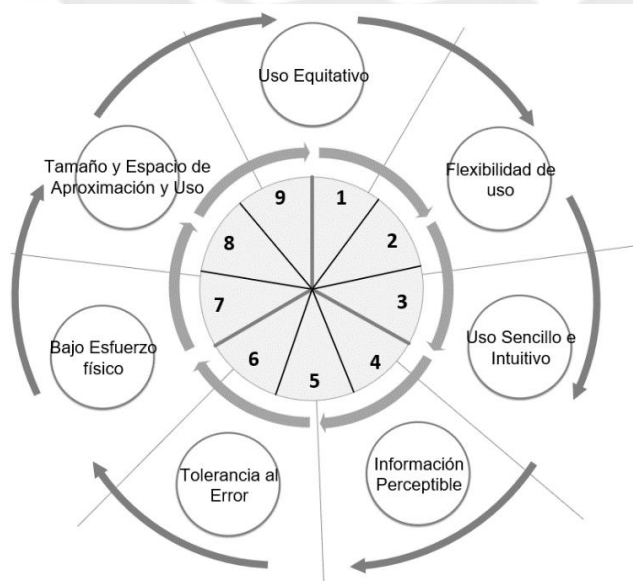
1. Salud, seguridad y rendimiento de esta.
2. Funcionalidad, eficiencia y flujo de trabajo.
3. Psicología social y cultura y eficiencia estética.

Estas tres categorías se desarrollan de manera paralela a las normas y diseños que se orientan a su uso. El primer nivel hace referencia a las normas de construcción y reglamento de seguridad que deben cumplirse para asegurar la salvación y seguridad. El segundo se relaciona al conocimiento técnico acerca de los productos, tipos de construcción y especificaciones en guías de diseño. El tercero, a las directrices de diseño que se basan en la investigación, las cuales son menos codificadas, pero de igual importancia para los diseñadores y usuarios.



**Figura 11: Evolución de los criterios de rendimiento**

Las relaciones entre los niveles de desempeño y los principios de evaluación del diseño universal se presentan en un marco sistematizado que se refiere a los edificios y los ajustes de sus ocupantes de acuerdo a sus respectivas necesidades vis a vis del producto o el medio. Esto representa un enfoque conceptual de procesos que buscan relacionar los criterios y sus aplicaciones para cualquier tipo de edificio o medio ambiente. Este marco puede orientarse para permitir el manejo gradual de la información relativa a la relación persona-entorno (Prieser, 2001).



**Figura 12: Principios universales de diseño versus criterios de rendimiento**

## 2.3 Recolección de información

Sin lugar a dudas, la importancia de la evaluación radica en el enfoque de lo que se quiere examinar. Por ello, para su desarrollo, se debe optar entre dos opciones: establecer su propio enfoque y usar una serie de técnicas de evaluación existentes o utilizar un método establecido.

Una solución a medida puede ser útil para situaciones particulares. Por ejemplo, cuando la intención es analizar problemas específicos, si bien este enfoque puede permitir la evaluación comparativa del patrimonio de una institución, la desventaja es que puede ser necesaria la experiencia para interpretar los hallazgos más complejos o llevar a cabo otros tipos de análisis y evaluación de la información (Blyth & Gilby, 2006).

**Tabla 2: Ventajas y desventajas de la creación de su propia metodología POE o el uso de métodos establecidos**

	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>
<b>Métodos existentes</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ya probado.</li><li>• Listo para ser usado.</li><li>• Respaldada por una investigación rigurosa.</li><li>• Puede ofrecer la evaluación comparativa con otras organizaciones.</li><li>• Puede ser capaz de licenciar el uso del método.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Puede ser costoso.</li><li>• Puede no ser adecuado para las situaciones específicas.</li><li>• La propiedad de los datos puede no ser tuya.</li><li>• Costo de la copia de seguridad de experiencia.</li></ul>
<b>Métodos a la medida</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Adaptado para satisfacer necesidades específicas.</li><li>• Puede tener menor costo.</li><li>• Bajo tu propio control.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• El tiempo necesario para establecerse.</li><li>• Experiencia necesaria.</li><li>• Puede costar más que los métodos establecidos.</li></ul>

### 2.3.1 Métodos existentes

Un compendio de las metodologías establecidas se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 3: Métodos establecidos POE disponibles.**

<b>Métodos</b>	<b>Formatos/ técnicas utilizadas</b>	<b>Enfoque</b>	<b>¿Cuánto tiempo se tarda?</b>	<b>¿Cuándo es/puede ser utilizado?</b>	<b>Referencia</b>
<b>Método Montfort</b>	Foro Recorrido por el edificio	Cubre ampliamente la revisión del proceso y desempeño funcional	1 día generalmente	Un año después de su ocupación	www.architecture.com, (click en fórums de clientes)
<b>CIC DQIs (indicadores de calidad del diseño)</b>	Cuestionarios	Cubre la funcionalidad, calidad del edificio y su impacto	Los cuestionarios son <i>online</i> . Alrededor de 20-30 minutos. Análisis inmediato	En la etapa de diseño y después de su finalización	www.dqi.org.uk
<b>Puntuación general de agrado</b>	Cuestionarios con escala de 7 puntos	Los sectores de la encuesta de los ocupantes incluyen el diagnóstico educativo	10 minutos por ocupante	Aproximadamente doce meses después de su ocupación	www.absconsulting.uk.com
<b>Investigación</b>	Cuestionarios Grupos de enfoques Encuestas visuales Evaluación energética Rendimiento de los sistemas	Encuesta de satisfacción del usuario/ocupante Rendimiento de los sistemas de productividad Parámetros desarrollados	El proceso general varía desde 2 días a 2 meses Un mes por persona	En cualquier momento, pero el equipo de investigación recomienda a los doce meses	www.usablebuildings.co.uk
<b>Encuesta de ocupantes BUS</b>	Recorrido por el edificio. Cuestionarios respaldados por grupos focales	Satisfacción de los ocupantes Productividad	10-15 minutos para completar el cuestionario	Solo o junto a otros métodos. En cualquier momento, pero se recomienda después de doce meses	www.usablebuildings.co.uk
<b>Metodología de reporte y evaluación energética</b>	Encuesta de uso de energía Recopilación de datos	Uso de energía y ahorros potenciales	La evaluación completa hasta una semana por persona	Una vez que se completa la construcción. Solo o en conjunto con otros métodos	www.cibse.org

**Aprender de la experiencia**

Discusiones grupales o entrevistas

Aprendizaje del equipo de sus propias experiencias

Varia desde un solo seminario hasta una evaluación continua

Se puede utilizar antes, durante y después del proyecto como revisiones de "previsión"

-





## **2.4 Entrega de la información para la retroalimentación**

Realizar la evaluación de los edificios no se ajusta a clasificaciones de larga data. Abarca diversas profesiones, dentro de las que destacan arquitectura, ingeniería y gestión de las instalaciones. Además, es multidisciplinar, en ocasiones en grado confuso (diseño, psicología, economía, planificación, sociología, ingeniería, etc.) y se basa en la investigación y evaluación física, pero se trata sobre todo de trabajo de campo empírico, al visitar y estudiar los edificios reales en uso y hablar con personas reales.

El uso efectivo de la información para la retroalimentación en edificios debe proporcionar objetividad y orientar a la acción y la comprensión. En ese sentido, debería:

- Mejorar el rendimiento del edificio que se estudia.
- Mejorar los servicios de quienes lo prestaron.
- Contribuir a una base de conocimientos más amplia para que las ideas se difundan y sean más anecdóticas.

Dentro de este orden de ideas, se avanza al respecto con una estrategia de retroalimentación que incluya lecciones aprendidas, lo que ayuda a mejorar de manera significativa el desempeño general de los edificios.

### **2.4.1 Síntesis de la evaluación**

El objetivo es proporcionar información suficiente y concisa para que las personas, al buscar en una base de datos de informes POE, puedan encontrar información de relevancia e interés para ellos. La síntesis debe resumir los puntos esenciales de la evaluación, con un límite de palabras de extensión. Además, debe indicar el tipo de revisión que se lleva a cabo, así como resultados y conclusiones importantes.

Project Title		Contract Value	£2,500k		
		Gross Internal Floor area	6700M2		
Location					
Client					
Project description					
Functional Units					

Type	£/m2	GIA	Function	£/m2	% area
New Build			Teaching		
Alterations, extensions			Administration		
Refurbishment			Residential		
			Laboratories		

Figura 13: Formato resumen de información recopilada de evaluación postocupación

## 2.4.2 Preparación de un informe

La finalidad es proporcionar una herramienta que pretenda entregar información y consejos útiles a los responsables en la toma de decisiones de gestión y diseño. Además, que se redacte los hallazgos de forma accesible y libre de jerga, recordando que el público objetivo es amplio y no todo el mundo conoce los términos técnicos que se usan. De este modo, incorporar las lecciones aprendidas en un flujo de gestión del conocimiento y dar uso a la información impidiendo que se quede estancada y perdida.

- Resumen ejecutivo:

Breve introducción del proyecto. Por ejemplo: “Esta revisión evaluó el proceso de adquisición del proyecto (X) extrayendo las siguientes conclusiones y haciendo (o No) recomendaciones”.

- Conclusiones:

Breve síntesis de los puntos más relevantes, procurando aportar nuevos conocimientos a los ya explorados sin repetir información.

- Recomendaciones:

Hacer una recomendación específica y orientada a la acción, según la forma en cómo podrían lograrse las cosas, proporcionando algún tipo de medida y que se espere que responda.

## **2.5 Bases de datos**

### **2.5.1 Introducción a las bases de datos**

Una base de datos consiste en una colección de datos interrelacionados. Esta contiene información valiosa para las empresas. El objetivo principal de las bases de datos es almacenar la información de manera eficiente como práctica (Abiteboul, Hull & Vianu, 1995).

Por otro lado, los sistemas de base de datos son diseñados para poder gestionar una gran cantidad de información. Dicha gestión implica definir claramente los mecanismos necesarios para lograr almacenar y entregar la información. Asimismo, los sistemas de base de datos deben brindar información confiable a los usuarios, a pesar de los percances que puedan ocurrir dentro del sistema o los intentos fallidos de acceso no autorizados. Si la data va a compartirse entre múltiples usuarios, dicho sistema debe evitar posibles resultados anómalos (Elmasri & Navathe, 2000).

Debido a que la información es tan relevante para la mayoría de las organizaciones, los especialistas informáticos desarrollaron un conjunto de conceptos y técnicas para lograr una óptima gestión de datos. A continuación, se explica brevemente sus aplicaciones más usuales:

- Banca: para registrar información de los usuarios, cuentas, deudas y préstamos, así como transacciones de banco a banco o interbancarias.
- Aerolíneas: para reservas e información de los viajes de las distintas aerolíneas.
- Universidades: para lograr obtener información de los estudiantes, tales como; matrículas y cursos.
- Telecomunicaciones: para registrar llamadas realizadas, recibidas y facturas pendientes, así como también, guardar información sobre las redes de comunicaciones.
- Ventas: para guardar información de los clientes, como los productos o servicios que ofrecen.

- Producción: para el seguimiento de la producción de elementos en las fábricas, y para su registro en inventarios.
- Recursos humanos: para información sobre los empleados, impuestos por ley, beneficios, además de la generación de planillas.

### **2.5.2 Historia de las de bases de datos**

Lo que incrementa el avance tecnológico en los computadores es el exhaustivo procesamiento de datos, tal como ocurrió con los primeros computadores comerciales. Como es sabido, la automatización de las tareas de procesamiento de información antecede a los computadores. Asimismo, para el caso de las tarjetas perforadas, estas fueron inventadas en los inicios del siglo XX con el fin de poder registrar los datos del censo de los Estados Unidos, se tuvieron que emplear sistemas mecánicos para procesarlas y tabular resultados. Luego, estas tarjetas fueron usadas comúnmente como medio para registrar datos en los computadores. Como se puede notar, las técnicas del almacenamiento de datos han ido evolucionando y actualizándose a lo largo de los años<sup>2</sup>:

- Década de los cincuenta: fueron desarrolladas las cintas magnéticas para lograr almacenar los datos. Se automatizaron las tareas de procesamiento con los datos almacenados en las cintas anteriormente mencionadas. Dicho procesamiento consistía en leer datos de muchas cintas y registrar datos en una nueva cinta. Estos también podían ser introducidos desde paquetes de tarjetas perforadas. Por ejemplo, los aumentos de sueldo se procesaban introduciendo dichos aumentos en tarjetas perforadas, luego de leer el paquete de estas cintas se sincronizaba con una nueva cinta que contenía los detalles maestros de los salarios actualizados. Los aumentos de sueldo tenían que añadirse a los sueldos leídos de la cinta maestra y escribirse en una nueva, la cual se convertía en la cinta maestra.
- Finales de los sesenta e inicios de la década del setenta: el uso común de los discos fijos, cambió considerablemente el escenario del procesamiento de datos, ya que permitieron acceso directo a ellos. La ubicación de los datos en el disco no era relevante, ya que a cualquier posición del disco se podía acceder en milisegundos, por lo que los datos se liberaron de la secuencialidad. Con estos discos, se pudo desarrollar

---

<sup>2</sup> Ver <https://histinf.blogs.upv.es/2011/01/04/historia-de-las-bases-de-datos/>

las bases de datos de red y jerárquicas, las cuales permitieron que las estructuras de datos pudieran guardarse en un disco.

- Década de los ochenta: surgió System R, un proyecto revolucionario en IBM Research que desarrolló nuevas y mejoradas técnicas para la creación de un sistema de bases de datos relacionales práctico y eficiente. El prototipo de System R completamente funcional condujo al primer producto de bases de datos relacionales de IBM: SQL/DS. Los principales sistemas de bases de datos relacionales como DB2 de IBM, Oracle, Ingres y Rdb de DEC tuvieron un papel protagónico e importante para el desarrollo de técnicas para el procesamiento más eficiente de consultas declarativas. Por un lado, en los inicios de la década de los ochenta, las bases de datos relacionales lograron competir con los sistemas de bases de datos jerárquicas y de red. Las primeras fueron tan fáciles de usar que al final suplantaron a las últimas. Los especialistas informáticos que las usaban tuvieron que verse obligados a tratar múltiples detalles de implementación de muy básico nivel y tenían que codificar sus consultas de forma iterativa y poco eficiente. Cabe resaltar que, también tenían que tener presente el rendimiento mientras realizaban el diseño de sus programas, lo cual implicaba un esfuerzo muy considerable. Por otro lado, con respecto a la base de datos relacional, la mayoría de sus tareas de bajo nivel se realizaban de forma automática por la base de datos.
- Principios de la década de los noventa: surge el lenguaje SQL, que fue diseñado principalmente para las aplicaciones de ayuda, de modo que, facilite la toma de decisiones, que son intensivas en consultas; mientras que el objetivo principal de las bases de datos en la década fue la aplicación de procesamiento de transacciones. Las herramientas empleadas para analizar y almacenar grandes cantidades de datos experimentaron un gran crecimiento de alto potencial.
- Finales de la década de los noventa: el principal evento fue el crecimiento exponencial en cuanto al uso de la World Wide Web. Las bases de datos se establecieron de forma mucho más extensiva que en las décadas pasadas. Actualmente, los sistemas de bases de datos tienen soporte para tasas de transacciones muy altas, así como muy alta confiabilidad y disponibilidad a toda hora, lo cual implica que no haya periodos de inactividad.



### 2.5.3 Tipos de bases de datos<sup>3</sup>

Según la variabilidad de los datos almacenados, tenemos:

- Bases de datos estáticas: diseñadas principalmente para la lectura de estos. Su implementación, busca almacenar y registrar data histórica, así como también, desarrollar estudios que permitan comprender su comportamiento en el tiempo.
- Bases de datos dinámicas: los datos son modificables con el paso del tiempo, lo cual permite funciones continuas de actualización, edición y eliminación. Por ejemplo, pueden ser los inventarios de las tiendas: ingresan productos, se les asigna un código y un precio; estos varían al terminarse los productos o cuando se incluyen más productos en el inventario.

Según contenido, se tienen:

- Bases de datos bibliográficas: consiste en un registro que nos ayuda a clasificar diversos campos de datos. Una base de datos sobre este modelo puede incluir diversos campos tales como; autor, título, editorial, fecha de publicación, etc., los cuales pueden consultarse de forma singular o en conjunto. No obstante, es importante notar que en este tipo de base de datos no se conseguirá la totalidad de la información contenida en el archivo.
- Bases de datos de texto completo: consiste en una base de datos bastante práctica y funcional que permite buscar y encontrar términos específicos por medio de palabras claves en una base de datos bibliográficos, con la gran diferencia que esta permite hacer la consulta del texto íntegro registrado.

Según modelos de bases de datos, tenemos:

- Bases de datos jerárquicas: se trata de una base de datos que almacena la información en una estructura jerárquica. Son muy útiles cuando se maneja una gran cantidad de información, sin embargo, tiene como desventaja la poca capacidad de representar de manera eficiente la redundancia de datos.
- Bases de datos de red: se trata de una base de datos que se asemeja mucho a las bases de datos jerárquicas, sin embargo, se diferencian principalmente en la composición

---

<sup>3</sup> Ver <https://intelequia.com/blog/post/2062/tipos-de-base-de-datos>

del nodo, ya que estos pueden tener múltiples padres. Actualmente, no se usan con frecuencia, ya que la dificultad de su modificación y adaptación aumenta el grado de complejidad de su estructuración, por ende, no resulta atractiva para los programadores y usuarios.

- Bases de datos transaccionales: son bases de datos inusuales para usuarios de computadores que no estén relacionados con el ámbito industrial y de producción con lineamientos complejos.
- Bases de datos relacionales: su funcionamiento se basa en introducir los datos en registros que luego serán organizadas en tablas. Es por eso que, se puede establecer relaciones existentes entre datos de forma eficiente y conexas rápidamente la información para generar reportes y análisis de datos.
- Bases de datos multidimensionales: este tipo de base de datos se asemejan a las relacionales, sin embargo, el punto que las separa es notable solo a nivel conceptual, ya que en estas los atributos de una tabla pueden ser únicamente de dos tipos: representan dimensiones dentro de una tabla de datos o directamente representan las métricas que se requieran.
- Bases de datos orientadas a objetos: en ellas no se guarda información detallada sobre el objeto, sino al objeto como tal. Se le asigna a este un conjunto de características propias para diferenciarlo de otros que parezcan similares. La ventaja por la cual resalta este tipo de base de datos sobre las otras, es que admite mayor cantidad de contenido y permite al usuario adquirir más información rápidamente.
- Bases de datos documentales: son conjuntos de información que emplean documentos como la estructura de almacenamiento y consulta de datos. Dichos documentos se encuentran compuestos de forma múltiple por datos y registros; además, se crean con ayuda del lenguaje NoSQL, lo cual proporciona un gran número de ventajas técnicas frente a otros lenguajes de programación. Este modelo de base de datos permite controlar y manejar gran cantidad de información en cortos periodos de tiempo. Por ello, se convierten en uno de los modelos favoritos de trabajo para los programadores.
- Bases de datos deductivas: su funcionalidad depende de las condiciones y hechos que se almacenan en ella. Se basan principalmente en la lógica matemática. Estas surgen como respuesta a las limitaciones que presentaban las bases de datos relacionales al momento de ejecutar consultas recursivas y conceptualizar sobre las relaciones indirectas que pudiesen generarse entre los datos que se almacenan. Por último, estas

bases de datos emplean un lenguaje llamado *datalog*, el cual permite al ordenador resolver rápidamente las deducciones para responder consultas.

#### 2.5.4 Las bases de datos hoy

En la actualidad, el mundo de los datos tiende a cambiar y evolucionar a cada momento, lo que implica la creación de una dimensión completamente nueva de crecimiento y desafíos para las compañías alrededor del mundo. Al registrar datos con precisión, actualizarlos y rastrearlos de manera óptima y constante, las corporaciones pueden enfrentar sus desafíos y hacer uso del inmenso potencial que ofrece este sector por otro.

Al recopilar datos específicos y actualizados, las compañías emplean mencionada información para lograr sus objetivos de manera regular y, a la vez, potenciar su negocio de forma estratégica. Algunas de las actividades que se acostumbran realizar luego de la recopilación de datos generalmente son la creación de informes contables, el cálculo de estimaciones de ventas y la creación de facturas de clientes. Estos datos recopilados y los nuevos conocimientos derivados se ponen a disposición de la gerencia y a ciertos empleados de la firma a través de una base computarizada. Una de las formas constatadas en que las marcas pueden gestionar las relaciones entre los diferentes elementos de la base de datos es a través de sistemas de gestión, que a día de hoy son una parte indispensable del funcionamiento de las compañías y organizaciones de todo el mundo (Harrington, 2016).

Por tanto, los sistemas de gestión de bases de datos son nexos cruciales y determinantes en la creación y gestión de datos. Son necesarios para su funcionamiento y gestión eficaces; además, ayuda a las firmas a transferir mencionados datos a través de todos los sistemas. Algunas de las razones de la relevancia de los sistemas de gestión de datos son (Harrington, 2016):

- Se necesita un sistema de gestión de datos para acceder a la data dentro de la empresa. Los sistemas modernos de gestión de bases de datos dependen de un lenguaje de programación, el cual se llama “lenguaje de consulta estructurado”. Luego, este se utiliza para acceder, actualizar y eliminar los datos presentes en sus tablas. Además, estos sistemas de bases de datos también contienen programas que incluyen el servidor SQL de Microsoft y las consultas MySQL de código abierto que permiten que programas externos accedan a sus datos a través de consultas SQL. Por ejemplo, una página web puede mostrar información que incluye datos y descripción del producto, fotografías y precios, la cual está fácilmente disponible para el usuario cuando el *software* del servidor web está conectado al sistema de administración de la base de datos relacional.

- Es necesario mantener relaciones sólidas entre los datos. Una de las funciones más importantes de los programas de sistemas de administración de bases de datos relacionales es permitir que las diferentes tablas se relacionen entre sí. Cuando una base de datos contiene información de los empleados acerca de las ventas de sus bienes en una tabla y otra contiene información sobre los datos de los empleados de ventas, entonces una base de datos relacional será perfecta para administrar sus relaciones de manera sistemática y simple. Este sistema, al mismo tiempo, permite a los gerentes de marca a comprender estadísticos importantes, como qué vendedor tiene una capacidad de venta mayor o qué producto está siendo vendido por un vendedor en específico.
- Este sistema permite mejores y más nuevas actualizaciones. Un sistema de administración de base de datos útil y productivo permite a los gerentes de marca no solo ingresar información más reciente, sino también actualizar la información actual y eliminar información que no les resulte relevante. Por ejemplo, cuando un vendedor vende 1000 unidades, puede ingresar la información de la transacción en el sistema de gestión relacional que puede incluir ciertos detalles, como el nombre de la persona, información del cliente junto con el producto y la cantidad de productos vendidos por el usuario. El sistema de administración ingresará los nuevos registros y actualizará toda la información requerida, lo que permitirá a las marcas rastrear y vender sus productos de manera efectiva.
- Ayuda a los gerentes de marca a buscar datos de una mejor manera. El sistema de administración de bases de datos relacionales también permite a los gerentes de marca mantener y construir sus datos durante años sucesivos. Las diversas tablas facilitan a los gerentes de marca buscar en todo el sistema una información en particular. El gerente de la empresa puede encontrar rápidamente cualquier información que necesite empleando un criterio particular. También está disponible para los clientes, quienes pueden buscar cualquier característica que requieran, incluido el precio, el color y la marca. Al almacenar esta información en un formato secuencial y predecible, permite a los usuarios encontrar con mucha facilidad la información pertinente. Con tanta data disponible para las firmas, invertir en sistemas de gestión de bases de datos es de suma importancia para las marcas en todos los sectores y grupos. Hoy en día, prácticamente todas las empresas y marcas utilizan estos sistemas, los cuales pueden ayudar a almacenar información de todo tipo, que no solo pueden ordenar, sino también poner a total disposición con un *click*. En resumen, los sistemas de administración de bases de datos ayudan a las marcas a rastrear cada parte de su negocio de una manera más rápida, efectiva, eficiente y exitosa que antes.

### 2.5.5 Ventajas por la integración de datos

Cuando hacemos uso de bases de datos, obtenemos diversas ventajas por la integración de los mismos en una sola estructura común. Por un lado, se obtiene control sobre la redundancia de datos. Los sistemas de ficheros usualmente almacenan muchas copias de los mismos datos en ficheros distintos, lo que hace que se desperdicie demasiado espacio de almacenamiento y provoca errores de consistencia entre datos semejantes. En los sistemas de bases de datos, absolutamente todos los ficheros están integrados, en consecuencia, no se almacenan varias copias de los mismos datos. Sin embargo, es importante mencionar que en una base de datos no es posible erradicar la redundancia por completo, debido a que en ocasiones es necesaria para modelar las relaciones entre los datos o bien para enriquecer las prestaciones del sistema (Silberschatz, Korth & Sudarsham, 2002).

Por otro lado, la consistencia de los datos se optimiza al erradicar o reducir al mínimo las redundancias de datos. Así se disminuye la probabilidad del riesgo por inconsistencias. Si un dato está almacenado una única vez, cualquier actualización se debería realizar solo una vez, de esta manera los usuarios dispondrían de los nuevos cambios inmediatamente, lo que produce en una mayor eficiencia. Si un dato está duplicado y el sistema conoce esto, él mismo puede encargarse de garantizar que todas las copias sean consistentes. Por desgracia no todos los sistemas gestores de bases de datos en la actualidad se encargan de mantener la consistencia de forma autónoma.

Asimismo, es de suma importancia tener en cuenta que, empleado las bases de datos, se puede obtener más información sobre la misma cantidad de datos. Al encontrarse todo integrado, es posible extraer información adicional. De la misma forma, una base de datos permite a diversos usuarios compartir simultáneamente información de manera directa y sencilla, mientras que un fichero presenta una complejidad mayor por la forma anticuada de compartirse.

Cabe resaltar que utilizar las bases de datos facilita el mantenimiento de estándares, debido a que la integración permite respetar los estándares mínimos establecidos por una empresa, tanto nacionales como internacionales. Estos estándares pueden establecerse sobre el formato de los datos para facilitar su intercambio y a su vez servir para la documentación, procedimientos de actualización y reglas de acceso. En síntesis, la integración de datos permite una gestión más eficiente, lo que implica reducción en los costes y amplía la funcionalidad de los sistemas.



### **2.5.6 Ventajas por la existencia de un sistema gestor de bases de datos**

Al existir un sistema gestor de base de datos se adquieren ventajas que no solo se originan de la integración de los datos. Con respecto a la integridad de la base de datos, esta se refiere a la fiabilidad y consistencia de los datos almacenados. Comúnmente, la integridad se refleja mediante restricciones o reglas que no se pueden pasar por alto. Estas se aplican tanto a los datos como a sus relaciones, y es el sistema gestor de base de datos el que se debe encargar de conservarlas.

El sistema gestor de base de datos brinda mejoras en cuanto a la seguridad, es decir, la protección de la base de datos frente a usuarios no autorizados y, si no se tienen medidas de seguridad óptimas, la integración de datos en estos sistemas hace que estos sean más vulnerables. No obstante, los sistemas gestores de bases de datos permiten preservar la seguridad mediante el establecimiento de contraseñas para identificar al personal autorizado que pueda emplear la base de datos. Estas autorizaciones pueden realizarse dentro del ámbito de las operaciones, de tal manera que un usuario puede estar autorizado a consultar ciertos datos, pero no a actualizarlos (Sumathi & Esakkirajan, 2007).

Por un lado, es importante mantener la accesibilidad de los datos para obtener mayor seguridad. Diversos sistemas gestores de base de datos brindan lenguajes de consultas o generadores de informes que permiten al usuario hacer cualquier tipo de consulta o pregunta sobre los datos, sin que sea necesario la participación de un programador que escriba una aplicación que haga esa tarea.

Un sistema gestor de base de datos proporciona muchas de las funciones estándar que el programador necesita escribir en un sistema de ficheros, además de disponer de todas las rutinas para su manejo típicas de los programas de aplicación. El hecho de disponer de estas funciones permite al programador centrarse mejor en aquella específica requerida por los usuarios, sin tener que preocuparse de los detalles de implementación de bajo nivel. Muchos sistemas gestores de base de datos también proporcionan un entorno consistente en un conjunto de herramientas que simplifican, en gran medida, el desarrollo de las aplicaciones que acceden a la base de datos. Gracias a ellas, el programador puede ofrecer una mayor productividad en un tiempo menor (Sumathi & Esakkirajan, 2007).

Otra ventaja de los sistemas gestores de bases de datos es la facilidad de mantenimiento. En los sistemas de ficheros, las descripciones de los datos se encuentran inmersas en los programas de aplicación que los manejan. Esto hace que los programas sean dependientes de los datos, de modo que un cambio en su estructura o en el modo en que se almacena en disco requiere modificaciones importantes en los programas cuyos datos se ven afectados. Sin

embargo, los sistemas gestores de bases de datos separan las descripciones de los datos de las aplicaciones. Esto es lo que se conoce como independencia de datos, gracias a la cual se simplifica el mantenimiento de las aplicaciones que acceden a la base de datos (Sumathi & Esakkirajan, 2007).

Otra ventaja de los sistemas gestores de base de datos es que permiten incrementar la concurrencia; es decir, ayuda a coincidir múltiples usuarios sobre la misma información. Por otro lado, en algunos sistemas de ficheros, existen varios usuarios que acceden de manera simultánea a un mismo fichero, lo que podría originar conflictos entre ellos, de tal manera que se podría perder información e incluso la integridad. Usualmente, los sistemas gestores de base de datos manejan el acceso a la base de datos y garantizan que no se generen conflictos de este tipo.

Para finalizar, es importante entender la facilidad que brindan los sistemas gestores de bases de datos en los servicios de copias de seguridad y de recuperación de archivos ante fallos. Diversos sistemas de ficheros permiten que sea el usuario quien tome las medidas necesarias para conservar y proteger los datos ante fallos en el sistema o en las aplicaciones al hacer copias de seguridad día a día y, si se produce algún evento fallido, usarlas para restaurarlos. Para este caso, el trabajo que se realizó sobre los datos desde que se hizo la última copia de seguridad se pierde y se tiene que rehacer. En cambio, los sistemas gestores de base de datos actuales funcionan de tal manera que se minimiza la cantidad de trabajo perdido cuando se produce un fallo.

### **2.5.7 Inconvenientes de los sistemas de bases de datos**

Los sistemas gestores de base de datos son conjuntos de programas muy complejos; por ello, es necesario entender bien su funcionalidad para poder aprovecharlas al máximo. También, se requiere de una gran cantidad de espacio en disco y de memoria para funcionar de manera correcta.

El coste de un sistema gestor de base de datos es variable. Existen algunos que son gratuitos y otros que, para dar servicio a múltiples usuarios, pueden representar un coste elevado para quienes buscan adquirirlo. Por ende, tienen una cuota de mantenimiento anual.

Tanto el sistema gestor de base de datos como la misma base de datos pueden hacer que se requiera de mayor espacio de almacenamiento. Asimismo, para alcanzar los resultados deseados, resultará necesario adquirir un computador más grande que se dedique solo al sistema gestor de base de datos. Por ello, la implantación de un sistema de bases de datos tendrá un coste más elevado.

Algunas veces, el coste del sistema gestor de base de datos y del computador requerido para su buen funcionamiento es poco significativo si es comparado con el de transformar la aplicación actual en un sistema de base de datos. Este coste abarca el de capacitar a la plantilla a utilizar estos sistemas y, el coste del personal especializado para ayudar a realizar la conversión y dar la puesta en marcha del sistema. Esto es una de los motivos principales por las que algunas organizaciones se resisten al cambio con respecto a su actual sistema de ficheros por una base de datos (Sumathi & Esakkirajan, 2007).

Una ventaja atractiva de los sistemas de ficheros en comparación a las bases de datos es que el primero está hecho para una aplicación específica, por lo que sus servicios suelen ser muy buenos. No obstante, los sistemas gestores de bases de datos tienen el propósito de ser más generales, prácticos y útiles en muchas aplicaciones, lo que puede ocasionar que algunas de ellas no sean tan eficientes y rápidas como lo eran antes. Finalmente, se debe tener en cuenta el hecho de que, al estar todo centralizado dentro del sistema gestor de base de datos, este resulta más vulnerable ante los fallos que puedan generarse (Sumathi & Esakkirajan, 2007).

### **2.5.8 Usuarios de la base de datos**

Existen diversos tipos de usuarios en función de sus permisos y el nivel de acceso que tienen a la base de datos (Elmasri & Navathe, 2000):

- **Administrador:** encargado del diseño físico de la base de datos y de su implementación. También, es quien realiza el control de la seguridad y de la concurrencia, además de preservar el sistema para que se encuentre siempre operativo.
- **Diseñador:** encargado de realizar el diseño lógico de la base de datos; también, su deber es identificar los datos y las relaciones existentes entre ellos. Debe tener un conocimiento amplio de lo que busca la empresa e implicar desde el principio a los usuarios finales para obtener un mejor resultado que satisfaga las necesidades de la empresa.
- **Programador:** encargado de implementar las transacciones e interfaces que emplearán los usuarios finales. Su trabajo tiene el fin de permitir interactuar a los usuarios con los datos.
- **Usuario:** es quien consulta y edita los datos mediante un lenguaje de alto nivel, para lo cual usa la interfaz hecha por el programador. Por ello, ya que no necesita tener conocimientos específicos, debe evitarse que tenga posibilidad de realizar cambios críticos.

## **2.6 Construction-Operations-Building Information Exchange**

Es importante acotar que, contar con un programa capaz de almacenar gran cantidad de información es un notable primer paso, sin embargo, la forma en que es entregada la información también es un paso aún más importante, ya que sus receptores deben poder contar con la información requerida de manera rápida y eficiente. Por ello, se tomará como base a Construction-Operations-Building Information Exchange (COBie), con el fin de poder esquematizar y transmitir la información.

### **2.6.1 Antecedentes**

Como señala Nicholas Nisbet (2012), *Construction-Operations-Building Information Exchange* (COBie) es un esquema de datos que se usa para almacenar, transmitir e intercambiar información entre el equipo de diseño y los usuarios finales. Se puede representar en hojas de cálculo (como un Excel) o por medio de bases de datos, en la que se muestre la información debidamente categorizada por tipo de problema, especialidad, impacto en tiempo, impacto en costo, etc.

COBie inicialmente se desarrolló en conjunto por el ejército de los Estados Unidos de América, ERDC junto con la NASA y la Asociación de Veteranos, como una buena alternativa que favorece a la percepción sobre las especificaciones de operación, mantenimiento y otros documentos que no permitían a estas organizaciones de propietarios el poder asumir una gestión efectiva de sus equipos e instalaciones inmediatamente después de su entrega. El modelo del esquema de datos COBie, con el transcurso de los años, se esparció por el mundo, por lo que se generalizó y adoptó para uso internacional, lo que garantiza que los sistemas de clasificación de información (categorías) puedan ser especificados y mejor aprovechados.

Tanto durante como al finalizar los proyectos tradicionales, la mayoría de información que se busca ingresar a la base de datos COBie se entrega en forma desordenada. COBie facilita el ingreso de datos críticos solo una vez, lo que permite seguir reutilizando dicha herramienta en muchas salidas, que pueden probarse de múltiples maneras y se entregan a beneficio de muchas aplicaciones, dentro de las cuales tenemos la gestión de instalaciones y los sistemas de gestión



de activos. A continuación, se muestra la figura 14, en la cual se refleja por qué los datos se prefieren a los documentos debido a tres razones estratégicas.

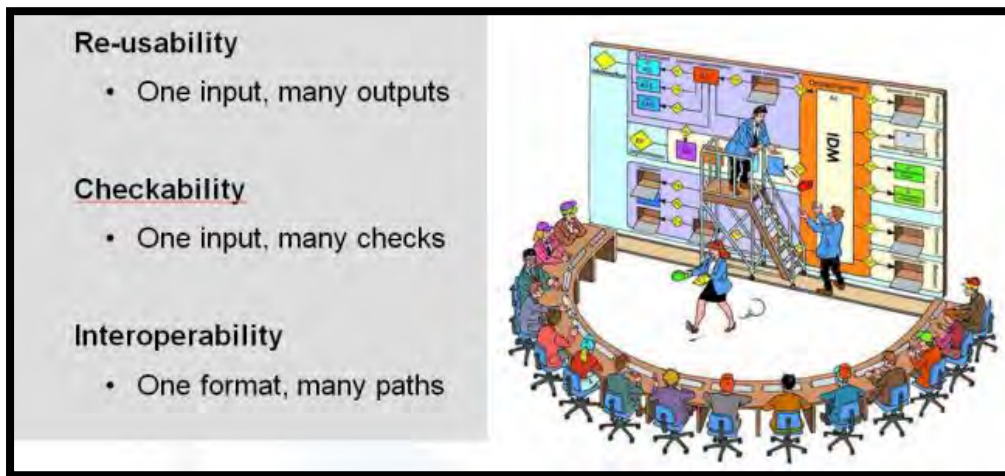


Figura 14: Los datos se prefieren a los documentos por tres razones estratégicas (cortesía de STABU, NL)

Por un lado, los objetivos de integrar el diseño de servicios de construcción, simulación del rendimiento y coordinación de estos con otros sectores de la industria aún no se realiza; sin embargo, el intercambio de información entre interesados es cada vez más sencillo y posible gracias a las constantes mejoras implementadas en la interoperabilidad del *software* (base de datos COBie) y otras bases de datos existentes, las cuales permiten una mejor visualización de la información, de modo que resulte bastante fácil de ver y usar. Por otro lado, la integración de *Building Information Modeling* (BIM) junto con el mantenimiento automatizado basado en la condición utiliza la información que se genera desde un entorno BIM (al utilizar el estándar de COBie) para proporcionar una base que funcione como guía y sobre la cual los sistemas pueden monitorearse (Gerrish, Cook & Ruikar, 2016).

### 2.6.2 Proceso COBie

El proceso COBie contribuye al crecimiento de nuevos y mejorados entregables de datos más completos en su totalidad, de modo que cada vez se brinde data más específica y rica en información. También se busca que los entregables, exigidos contractualmente durante todas las etapas de diseño y adquisición, culminen en el punto de transferencia de información. Se espera que cualquier modificación al entregable después de la entrega conste solo de correcciones y data adicional que sume a su contenido, lo que se evaluará durante la postocupación. A continuación, se mostrará cómo es que COBie puede aportarse en diversas etapas, desde la concepción del diseño hasta la entrega de la edificación:

- COBie para la infraestructura y la construcción: COBie está destinado a múltiples tipos de proyectos, tales como construcción e infraestructura, independientemente de



si exista información estructurada o no que se haya documentado desde la etapa de diseño hasta la entrega final del proyecto; es decir, puede aplicarse desde cero y no es necesario contar con data anterior, sino que COBie será el nexa principal para empezar a recopilar información valiosa dentro de esta.

- COBie para las instalaciones existentes y remodelación: el formato COBie puede utilizarse para capturar información en uso por medio de encuestas sobre la operación de alguna instalación o equipo. Si se utiliza la entrada de datos directa en las hojas COBie, luego se debe realizar un monitoreo con el fin de asegurar que las clasificaciones recomendadas se cumplan.
- Uso de la información COBie: los proyectos pueden recopilar información en un modelo tipo COBie como una manera para la actualización de los sistemas *facility management* en vigencia, o también para usarse en su propio derecho, o para la interoperabilidad con otras normas, como la IFC (*Industry Foundation Classes*).
- COBie Contactos: cada participante que contribuye al desarrollo del archivo COBie y cualquier otro tercero debe tener sus datos de contacto registrados en su base de datos. Esto asegura que COBie puede actuar como una fuente primaria de información que servirá como guía de la documentación de apoyo y como una introducción a las partes en el proyecto.
- Objetos COBie: inicialmente, solo se necesita definir la instalación; pero, a medida que el diseño se estabiliza, los sectores y las zonas pueden registrarse dentro de la base de datos. Entonces, estos pueden poblarse de componentes que deberán situarse en el mismo lugar. A continuación, se especifican los tipos y sistemas de componentes de activos manejables asignados. Durante la construcción, se pueden identificar productos específicos, trabajos, repuestos y otros recursos para su mantenimiento y operaciones catalogadas.

## **2.7 Soft landings**

Evidentemente, aparte de contar con una adecuada forma de almacenar y entregar información, se considera importante que, para lograr una mejora continua respecto a la retroalimentación de futuros proyectos mediante evaluaciones postocupación, se debe contar con un equipo especializado de realizar un acompañamiento y capacitación a los usuarios finales durante los primeros meses de mudanza al edificio. Por ello, se sugiere que este equipo lo conformen parte de los especialistas encargados del diseño, ya que son ellos quienes mejor conocen la forma en que operan las instalaciones y equipos del edificio. Por ende, se toma como modelo a *soft*

*landings*, debido a que es un proceso de entrega de edificios, el cual resulta necesario para la adaptación de los usuarios finales, de modo que, se pueda aprovechar el edificio al máximo.

### 2.7.1 Antecedentes

*Soft landings* fue desarrollado por el arquitecto Mark Way después de ser residente durante la migración de un cliente y el período de ocupación temprana de una sede corporativa de la que fue el arquitecto principal. Él informó de la experiencia en un artículo dado a la Universidad de Cambridge, donde el director de bienes patrocinó la investigación para formalizar la idea en una guía práctica y conjunto de documentación. El trabajo lo financió un grupo interesado de arquitectos, ingenieros y otros consultores (Way & Bordass, 2005).

Un equipo de *soft landings* (diseñador y constructor) es residente en el sitio durante el período de mudanza, lo que le permite conocer y lidiar con problemas emergentes de manera más efectiva. A continuación, monitorea y controla el uso del edificio, así como el rendimiento energético durante los tres primeros años de ocupación, que son muy provechosos para la identificación de oportunidades tanto para afinar el edificio como para el futuro (Way & Bordass, 2005).

Mark Way comentó que: “Este corto período en la residencia fue una experiencia transformadora, que brinda ideas importantes que había sospechado, pero no experimentado en casi treinta años de desarrollo profesional. Pude observar a personas que no entendían cómo iban a funcionar las cosas, como las persianas solares vinculadas al sistema de gestión del edificio, y pude explicarles la intención del diseño. A menudo podía detectar cosas que no funcionaban correctamente antes de que los usuarios lo hicieran. Buscaba evitar problemas potenciales y brindarles seguimiento. Me encontré con características de diseño bien intencionadas que cayeron en la primera valla cuando fueron utilizadas por los ocupantes del edificio, en otras palabras, un edificio muy poco aprovechado”<sup>4</sup>.

Por otro lado, sostiene que el costo adicional por realizar la evaluación postocupación no es alto, ya que únicamente se gastaría el monto necesario para visitar el proyecto después de su entrega y así llevar a cabo cualquier entrevista o encuesta. Para el arquitecto Mark Way, esto representa menos de 0,25% de los costos de construcción con un nombramiento de alcance completo. Sin embargo, este costo debe considerarse exiguo en comparación con las ganancias económicas y sociales que se obtendrían debido a la mitigación de problemas frecuentes, gracias a la acumulación de experiencia e información obtenida de estudios postocupación

---

<sup>4</sup> Ver <https://www.bsria.com/uk/consultancy/project-improvement/soft-landings/>

aplicados a proyectos similares anteriores. Además, esto brinda cierta ventaja comercial sobre otras empresas que aún no pongan en práctica el estudio postocupación. Todo esto mejorará la calidad de futuros proyectos y la empresa como tal obtendrá mejores referencias de sus próximos clientes (Way & Bordass, 2005).

Con el transcurso de los años, la sociedad en general desarrolló una consciencia ambiental de forma creciente. Debido a esto, tanto los gobiernos como los clientes y la sociedad misma buscan que la industria de la construcción mejore radicalmente el rendimiento general de los edificios nuevos y existentes, brindando sostenibilidad, eficiencia energética, etc.

Lamentablemente, la actual industria de la construcción y sus clientes no poseen una estructura y mucho menos una metodología establecida para poder mejorar el rendimiento de los edificios de forma confiable. Durante los primeros años de ocupación del edificio, por medio de entrevistas a administradores y encuestas a trabajadores, revelan grandes brechas entre cliente, expectativas de diseño y rendimiento que ofrece la edificación (sobre todo el energético)<sup>5</sup>.

### **2.7.2 Introducción a *soft landings***

Los clientes y usuarios están unidos para esperar un mejor rendimiento de los edificios que adquieren y ocupan. Una regulación ambiental más estricta añade presión para una mayor previsibilidad del producto final. En la práctica, sin embargo, la mayoría de los clientes y usuarios se convierten en los principales afectados, ya que son abandonados por el equipo del proyecto después del traspaso justo cuando es probable que necesiten más ayuda (Way & Bordass, 2005).

*Soft landings* ayuda a clientes y ocupantes a sacar el máximo provecho de sus edificios nuevos o alterados. Está diseñado para reducir las tensiones y frustraciones que tan a menudo ocurren durante la ocupación inicial y que pueden dejar fácilmente problemas residuales que persisten de manera indefinida. En esencia, se encuentra una mayor implicación de los diseñadores y constructores con los usuarios y operadores de edificios antes, durante y después del traspaso de los trabajos de construcción, con énfasis en mejorar la preparación operativa y el rendimiento en uso.

Los principios rectores de aterrizajes suaves se muestran a continuación<sup>6</sup>:

---

<sup>5</sup> Ver <https://www.bsria.com/uk/consultancy/project-improvement/soft-landings/>

<sup>6</sup> Ver <https://www.cdbb.cam.ac.uk/>

1. *Soft landings* será un elemento clave del proceso de diseño y construcción, al mantener la continuidad del propósito del edificio a través de la entrega y operación.
2. La participación temprana del usuario final e inclusión de una guía experimentada de *soft landings* para dirigir su participación con el equipo de proyecto durante el proceso de diseño/construcción.
3. El compromiso con el cuidado posterior (postconstrucción) del equipo de diseño y construcción.
4. La retroalimentación debido a la POE para el diseño, el equipo de construcción y la captura de las lecciones aprendidas para informar proyectos futuros se convertirá en parte de la práctica estándar. Los datos POE se almacenarán en el modelo de información de activos.
5. La *building information modeling* proporcionará un conjunto de datos de activos completamente rellena para alimentar el sistema de administración de instalaciones asistida por ordenador. Estos datos deberán mantenerse durante todo el ciclo de vida del edificio.

### 2.7.3 Desarrollo del marco *soft landings*

A continuación, la figura 15 muestra el desarrollo del marco *soft landings* a través de cinco etapas.

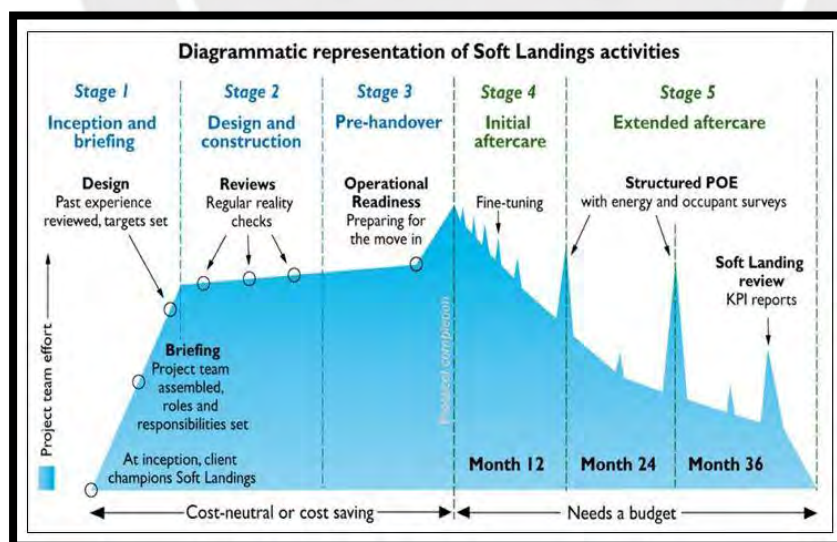


Figura 15: Representación esquemática de las actividades de aterrizajes suaves<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Ver <https://bimportal.scottishfuturetrust.org.uk/level2/stage/1/task/5/determine-the-soft-landings-approach>

### **2.7.3.1 Etapa 1: Inicio y sesión de intercambio de información**

Cuanto más es el tiempo que hay para el diálogo constructivo entre involucrados, el proyecto tendrá más posibilidades de éxito, ya que se podría obtener un máximo provecho de “aterrizajes suaves” (*soft landings*). Por ello, es vital que las expectativas y objetivos que emergen durante esta etapa sean lógicos y posibles tanto técnica como económicamente. Asimismo, deberán anotarse y grabarse acompañados de una buena estructuración. Sin embargo, por diversas razones, no siempre es posible establecer una sesión de intercambio de información todo el tiempo que se merece desde el inicio. En consecuencia, la etapa 1 de “aterrizajes suaves” también establece tareas, responsabilidades y procedimientos de revisión para un adecuado manejo de la información, de modo que brinde una respuesta positiva a los nuevos hallazgos al ser reexaminada lo más pronto posible por el equipo de aterrizajes suaves.

Desde la concepción del diseño, es vital dialogar sobre la experiencia o inexperiencia que podrían tener los futuros ocupantes del edificio, ya que es probable que no sepan cómo operar, mantener y controlar los sistemas mecánicos, eléctricos y otras partes móviles, por lo que también se busca diseñar para la manejabilidad (Bordass & Leaman, 1997).

Finalmente, el equipo de diseño puede tomar como ejemplos tipos de edificios anteriores iguales o similares, que contribuirán en dar decisiones de diseño efectivas basadas en la experiencia. Al usar herramientas como estas, ya se aplica la POE tempranamente en la etapa de diseño, en lugar de esperar hasta que el edificio esté construido y ocupado. Así, el equipo de diseño será capaz de considerar y pronosticar los efectos de las decisiones tomadas desde múltiples perspectivas, mientras que todavía no es demasiado costoso realizar cambios o modificaciones (Vischer, 1995).

### **2.7.3.2 Etapa 2: El desarrollo del diseño y revisión**

Una vez que el equipo de diseño a cargo del proyecto establece un satisfactorio aterrizaje suave en la Etapa 1 se procederá, como de costumbre, a diseñar el desarrollo, el diseño técnico, la información de producción y la licitación del proyecto. Sin embargo, las personas tendrán que traer un enfoque algo diferente al proceso. En particular<sup>8</sup>:

- Todo el equipo a cargo del proyecto deberá unirse al cliente. Se necesitarán equipos de diseño y construcción para ser conscientes de que la metodología establecida por

---

<sup>8</sup> Ver <https://www.bsria.com/uk/consultancy/project-improvement/soft-landings/>



aterrizajes suaves está en funcionamiento y que se comprometen a adoptar sus principios.

- Se promoverá a todos los integrantes del equipo de diseño para que aporten nuevos puntos de vista y establezcan más óptimos y mejores criterios que se puedan aplicar al nuevo edificio.
- Los requisitos indispensables para la POE tendrán que verificarlos el equipo de diseño a cargo para ayudar a la comparabilidad y transparencia, cuando sea apropiado y práctico. Los mismos criterios deberán emplearse para los objetivos de diseño y lo que la POE medirá.
- El proceso de diseño debe incluir talleres de realidad-comprobación para poder notar si el edificio satisface las demandas, necesidades y objetivos que estableció el equipo de diseño, para lo cual se empleará el juicio de expertos como herramienta con el fin de mejorar la futura construcción del edificio.
- Se debe prestar mucha atención a la facilidad del uso y la gestión de las soluciones de diseño propuestos en cuanto a las instalaciones de la edificación, en particular sus partes móviles, componentes eléctricos y control de interfaces de equipos.
- Las preparaciones necesarias deberán hacerse durante el diseño y la construcción para planificar, programar y establecer los recursos suficientes para los periodos críticos en las semanas inmediatamente antes y después de la mudanza al nuevo edificio.

La revisión del diseño también puede ocurrir fuera del contexto inmediato, entre el cliente, los usuarios y diseñadores, así como la forma de una evaluación formal por un organismo externo, pues este podría tener autoridad sobre las decisiones finales que se adopten durante el diseño, pero sin representar un papel clave o importante en el proceso de planificación y programación del edificio. Por ejemplo, un gran porcentaje de ciudades norteamericanas establece sesiones de revisión de diseño; por ende, se reúnen para evaluar importantes proyectos de arquitectura, únicamente de acuerdo con los criterios relacionados respecto a la forma y apariencia, adecuación contextual, elección sobre tipo de materiales, accesibilidad y funcionalidad de la edificación (Scheer & Preiser, 1994).

### **2.7.3.3 Etapa 3: Preentrega<sup>9</sup>**

El objetivo principal de la etapa anterior al traspaso es ayudar a garantizar que, en el momento en que el edificio se entrega, no sea solo físicamente completo, sino también listo para funcionar. Por tanto, un subprograma de construcción de la disposición necesita desarrollarse con la debida antelación y muy por delante del inicio de la puesta en obra. Actividades del equipo de diseño y construcción también deben incluir la puesta en marcha estática (como inspecciones de detalles de hermeticidad, cheques de dispositivos de abertura de ventanas y los vínculos y pruebas de presión). La puesta en marcha de los servicios del edificio necesita extenderse para incluir, por ejemplo, la ventilación natural, los sistemas de energías renovables, las instalaciones de contadores y las interfaces de usuario eficaces. Asimismo, se debe prestar gran atención a la demostración, la formación y la documentación. Las actividades propuestas por el cliente y ocupante también necesitan ser revisadas; por ejemplo, personal, operación, contratos de mantenimiento y planes de mudanza.

Resulta esencial que el equipo de gestión del cliente se haga cargo de la operación del edificio en el momento oportuno. Los problemas que se producen después de la entrega a menudo se remontan a la escasa comprensión de los sistemas técnicos por parte del personal del ocupante (en particular la creación de servicios) y sus interfaces de usuario, o donde las soluciones se desarrollaron sin suficiente comprensión del usuario y los requerimientos del operador. Muy a menudo, los edificios comienzan su vida operativa con poco personal operativo, que no está suficientemente instruido y sabe poco acerca de la intención del diseño. Asimismo, no tuvieron la oportunidad de asistir a una capacitación, por lo que no están familiarizados con los sistemas proporcionados y mucho menos saben cómo usarlos.

### **2.7.3.4 Etapa 4: Cuidados postocupación iniciales<sup>10</sup>**

El servicio durante el período de asistencia postocupación inicial se destina a ayudar a los usuarios finales para que comprendan cómo hacer un uso correcto del edificio donde laboran. Además, ayudan a los encargados de las instalaciones y les explican cómo es que operan los sistemas del edificio. El equipo encargado de la asistencia postoperatoria está allí para proporcionar la información y apoyo, responder a cualquier pregunta que se presente e investigar cualquier problema que surja. Los aterrizajes suaves no funcionarán correctamente si los ocupantes piensan que pueden sentarse y dejar las cosas al equipo de postoperatorio.

---

<sup>9</sup> Ver <https://www.bsria.com/uk/consultancy/project-improvement/soft-landings/>

<sup>10</sup> Ver <https://www.bsria.com/uk/consultancy/project-improvement/soft-landings/>

Durante el período inicial de postoperación, uno o más miembros del equipo de diseño y construcción estarán presentes en el sitio entre cuatro a seis semanas inmediatamente después de la mudanza. Después de este período inicial, la presencia residencial de los miembros del equipo de diseño y construcción empezara a decaer, pero las revisiones periódicas continuarán.

Un miembro del equipo debe actuar como el principal punto de contacto para el enlace global. Este suele ser el arquitecto, pero eso depende de la complejidad del proyecto. Los servicios de construcción y los ingenieros de puesta en marcha siempre tienen que estar implicados de manera estrecha y contar con disponibilidad, debido a que muchas consultas iniciales suelen relacionarse con el uso y el rendimiento de los sistemas, tales como mecánicos, eléctricos y de control, además de estrategias para el control ambiental.

Los cuidados postoperatorios no son un ejercicio administrativo o un intento superficial para la comercialización, sino que son un servicio que generará una gran cantidad de buena voluntad si resulta eficaz. Estar del lado de los usuarios ayuda mucho y asegura una invitación significativa a la apertura oficial.

#### ***2.7.3.5 Etapa 5: Cuidados postocupación extendidos<sup>11</sup>***

Una vez que el período postocupación inicial finaliza, el equipo de aterrizajes suaves realiza visitas de forma periódica. Además, está ahí para proporcionar información sobre el rendimiento, dar a conocer su opinión y ayudar a los usuarios y operadores a sacar el máximo provecho de su edificio, no para ejecutarlo por su parte. La responsabilidad de la operación, el suministro y la revisión de información debe aterrizar y homologarse con el equipo encargado de la operación y mantenimiento del edificio.

En el año uno (el tradicional período de notificación de defectos en el Reino Unido), el enfoque principal es la solución de todo abajo, asegurándose de que la intención del diseño se entiende bien, la identificación de problemas y el registro de uso y cambio. Asimismo, es una gran oportunidad para afinar los sistemas, en particular los controles de iluminación y los de aire acondicionado, con el fin de optimizar el funcionamiento eficaz y eficiente de la energía y tener en cuenta la retroalimentación de los ocupantes y cambios en el clima y la ocupación.

En los años dos y tres, las revisiones se hacen menos frecuentes y se concentran en la grabación de la operación del edificio y la revisión el desempeño. Para entonces, el equipo de gestión de las instalaciones debe estar totalmente al mando de los sistemas del edificio, así como en la capacidad de hacerle frente a todos los problemas y solucionarlos (por lo general sin hacer

---

<sup>11</sup> Ver <https://www.bsria.com/uk/consultancy/project-improvement/soft-landings/>

referencia al equipo de diseño y construcción). De igual manera, se debe recoger y revisar sus propios datos y el perfeccionamiento de sus estrategias operativas para lograr un mejor desempeño del edificio. El proceso de suaves aterrizajes habrá ayudado a superar las dificultades iniciales.

Todos los involucrados en el servicio de cuidado posterior extendido obtendrán información valiosa. Esta retroalimentación ayudará al edificio a trabajar mejor y al cliente y ocupantes a sacar el máximo provecho del diseño. También proporciona una valiosa inteligencia que todos los involucrados llevarán de vuelta a su trabajo, sus organizaciones y la industria. Esto, a su vez, ayudará a mejorar los bienes y servicios que ellos y la industria proporcionan, además de asegurarse de que sus esfuerzos futuros se orienten con mayor precisión hacia las cosas que realmente marcarán la diferencia.



### **3. METODOLOGÍA**

La presente metodología desarrolla la evaluación postocupación a edificios de oficinas y la creación de una base de datos que almacene y precise las lecciones aprendidas identificadas durante la operación y mantenimiento de las instalaciones de manera aprovechable para el diseño de nuevos proyectos. El enfoque de investigación es del tipo indicativo debido a la cantidad de edificios a evaluar en el tiempo de estudio, llevar a cabo una revisión más específica requiere de un mayor plazo y un mejor involucramiento de los implicados; al ser un estudio más profundo, requiere de acceso a información más clasificada. Es importante destacar que las entrevistas son llevadas a cabo a personas seleccionadas; en el presente estudio, a los administradores de los edificios, considerados no solo por el nivel de conocimiento de la operación y mantenimiento del edificio, sino también por la interacción con los usuarios finales y su percepción del funcionamiento de las instalaciones.

En la figura 16, se visualiza las fases por las que la metodología atraviesa y da inicio con la planificación de la evaluación, llevando a cabo una revisión literaria de la POE a fin de determinar el enfoque e identificar los objetivos de la evaluación. Luego se pasa al diseño del instrumento de evaluación seleccionando la información que se busca recopilar con las preguntas de la entrevista y se planifica la mejor estrategia de recopilación de datos. Después se da pase a la segunda y más determinante fase: la realización de la POE a los edificios de oficinas y las entrevistas a los administradores de los edificios, donde es importante considerar, después de cada entrevista, la revisión de la información obtenida, el análisis descriptivo y la parametrización de toda la data. Con toda esta información recopilada, se desarrolla la base de datos dinámica en Microsoft Access, lo que permite el ingreso de nuevos problemas y entregarlos de modo que las lecciones aprendidas sean fácilmente aprovechables en el diseño de nuevos edificios de oficinas. En esta fase, se pretende que la base de datos sea considerada como una herramienta de apoyo para el equipo de diseño.



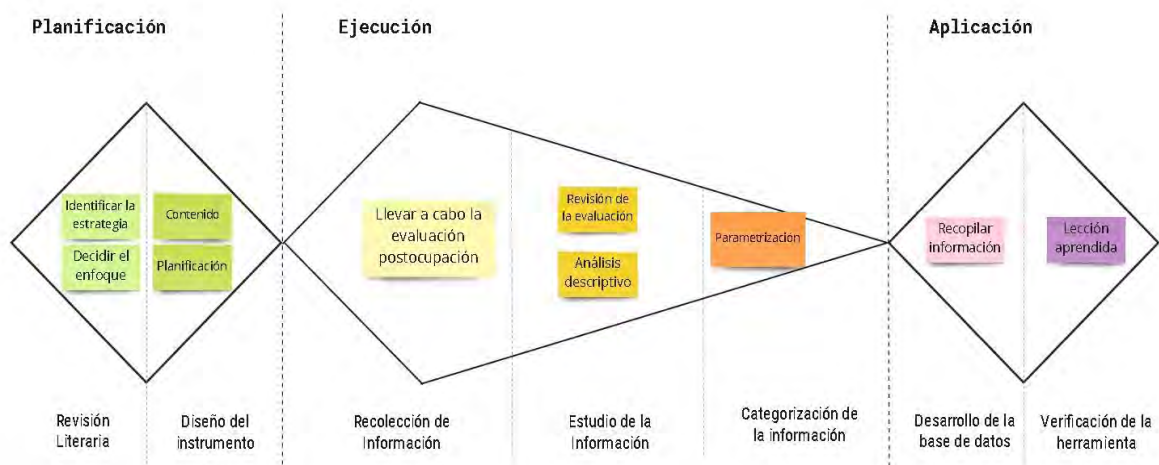


Figura 16: Diagrama de flujo de la metodología

### 3.1. Desarrollo de la evaluación

#### 3.1.1 Planificación

En esta primera fase, se intenta preparar la POE. Para ello, debemos establecer ciertos pasos:

- **Paso 1: Identificar la estrategia POE**

Este paso busca identificar la mejor estrategia de investigación que nos permita recopilar información valiosa de manera eficiente. Para lograrlo, será imprescindible reconocer el instrumento de investigación más eficiente, el cual nos permitirá identificar y registrar las necesidades, problemas, soluciones adoptadas y oportunidades de mejora en los edificios de oficinas.

Para el desarrollo de la presente investigación, se toma como punto de partida la alta demanda e interés que tienen las empresas pequeñas, medianas y grandes en adquirir nuevos y mejores espacios en donde desempeñar a gusto sus labores. Por ello, el sector inmobiliario en Lima ofrece una diversa cartera de proyectos de oficinas, los cuales esperan cumplir con las necesidades y expectativas de los clientes; sin embargo, es lamentable el poco interés que tiene el sector por identificar los principales problemas que padecen sus proyectos de oficinas existentes en la postventa. La falta de evaluaciones posteriores a la ocupación en estos edificios tiene como consecuencia edificios de bajo y mediano rendimiento que recaen en los mismos problemas una y otra vez debido a una mala administración, mal diseño o una construcción deficiente. La escasez o falta de información de los edificios en funcionamiento es lo que impide un ciclo de mejora continua en estos, ya que no se tienen identificados los problemas ocasionados luego de la ocupación en un nivel en el que se pueda determinar el verdadero origen del problema para poder tomar la mejor decisión frente a este, simplemente se está acostumbrado a “apagar incendios” como se pueda. Dicho esto, se requiere llevar la gestión

de proyectos más allá de solo centrarse en el diseño y ejecución, para ocuparse también de la etapa posterior, ya que en esta se podrá medir y evaluar el proyecto entregado. Para lograr realizar estas evaluaciones postocupación, se considera imprescindible la participación del administrador de edificio, así como del equipo que se encarga directamente de la operación y mantenimiento del edificio, ya que ellos son quienes mejor lo conocen y comprenden su funcionamiento. Por ende, dado que este equipo se encuentra comúnmente ocupado y lidiando siempre con los problemas que surgen en el día a día, se buscará establecer un horario para llevar a cabo una evaluación postocupación, la cual deberá ser breve, concisa, eficiente y que permita recopilar información valiosa para la conformación de una base de datos práctica, útil y dinámica para beneficio de futuros proyectos.

- **Paso 2: Decidir el enfoque**

La evaluación postocupación deberá llevarse a cabo bajo carácter estricto y confidencial con el administrador del edificio, previa aprobación de la gerencia general y administrativa.

Los objetivos de dicha evaluación son los siguientes:

- Realizar una evaluación postocupación que permita la recopilación de información de manera eficiente.
- Demostrar que existen diversos problemas ocasionados por un mal diseño, deficiente construcción o una mala administración del edificio.
- Recopilar información valiosa que podrá categorizarse y presentarse de manera visual y dinámica en una base de datos.

Antes de iniciar la evaluación, se entregará un acuerdo confidencial escrito en el que se detallará lo siguiente: el propósito del estudio, los responsables de la investigación, los participantes, el tipo de información que se solicitará, los beneficios de participar y un párrafo que aborde cómo se protegerán los datos brindados. Este acuerdo deberá firmarlo el equipo de la presente investigación y el administrador del edificio para dar inicio a la evaluación postocupación. Esta se llevará a cabo de la manera más sencilla y espontánea posible, de modo que el administrador pueda sentirse cómodo mientras conteste las preguntas que se tendrán preparadas para él, las que no serán de carácter técnico ni buscarán comprobar si el edificio cumple con normativas estrictas que apliquen al mismo. Por el contrario, estas serán sencillas, para que el administrador pueda expresarse abiertamente sobre los problemas con los que viene lidiando. La información que se recopile se utilizará solo con el fin de conformar una base de datos.

- **Paso 3: Información del POE**

El propósito de la evaluación es recopilar la información que proporcionen los administradores de los edificios de oficinas en funcionamiento. Para ello, se llevará a cabo una evaluación que se enfoque en reunir información sobre los problemas que presentan las diferentes especialidades, el impacto que estos tienen sobre el edificio y sus ocupantes, así como la solución que se adoptará frente a ellos, el costo y tiempo en el que se incurrió, así como las oportunidades de mejora que se proponen para no recaer en los mismos problemas en los siguientes proyectos. Las preguntas de esta evaluación deben ser capaces de permitir al administrador expresarse en su respuesta, lo que dará lugar a una discusión informal sobre el estado actual del edificio y el funcionamiento del mismo. De igual manera, sería muy provechoso que parte del equipo que se encarga de la correcta operación del edificio, como el especialista eléctrico, el sanitario y otros, también participen, ya que sus aportes serían de carácter más técnico, lo cual complementaría lo comentado por el administrador.

No se considera enfocar la recopilación de información directamente al estudio de los usuarios finales, dado que el tiempo de recopilación se haría muy extenso y ambiguo para esta investigación, porque cada uno de los ocupantes del edificio perciben de manera distinta los espacios que ocupan de acuerdo a su edad, género y otros factores personales. Sin embargo, se busca llegar de manera indirecta a su percepción por medio del administrador del edificio, ya que es él quien tiene constante comunicación con ellos y recibe las quejas y reclamos sobre el edificio. Por esto, concluimos que el administrador es quien mejor conoce el funcionamiento del edificio y sus defectos.

La técnica de evaluación a emplear dependerá del nivel de detalle requerido, el nivel de información disponible, la disponibilidad de esta en términos de tiempo y dinero, la rapidez del estudio y el grado en el que el problema vaya a identificarse. Por ello, la entrevista tiene una combinación de técnicas que permite la examinación con más detalle sobre cualquier problema identificado. Además, se considera realizar recorridos a través de las instalaciones, lo que proporcionará datos cuantitativos acerca del diseño y permitirá una visión imparcial de lo que acontece.

- **Paso 4: Planificar el POE**

Resulta importante precisar que, con respecto a la creación del instrumento de investigación, se revisó el marco teórico y se recopiló diversos formatos de entrevistas y encuestas provenientes de evaluaciones postocupación realizadas en Europa. Lamentablemente, no se encontraron buenas referencias de estas que se realizaran en América Latina, por lo que se

optó por tomar como referencia las de Europa. Sin embargo, se dejó de lado las encuestas, porque no favorecían el cumplimiento de los objetivos de la presente investigación. Asimismo, de las entrevistas recopiladas, se filtraron un total de 120 preguntas que se consideraron apropiadas de acuerdo al tipo de evaluación postocupación adoptada que, en este caso, resultó ser indicativa. Luego, se procedió a reformularlas, de modo que permitan una entrevista amena y fluida, al seguir un guion y variar el ritmo de la misma para no caer en el tedio. Por último, las preguntas satisfarán, a su vez, la recolección de lecciones aprendidas por parte de los administradores.

En primer lugar, para lograr establecer una entrevista con el administrador, es imprescindible tener algún contacto directo con alguna de las jefaturas del edificio o con el administrador del mismo, quienes a su vez deberán tener cercanía con la gerencia general o los dueños, de modo que, bajo el consentimiento de ellos, pueda llevarse a cabo la entrevista; de lo contrario, no será posible. Asimismo, cabe resaltar que, antes de concretar las entrevistas con los administradores, se hizo un primer acercamiento al ir de puerta en puerta a los edificios, presentándonos formalmente en la recepción, dejando a su vez una carta de presentación y acuerdo de confidencialidad, con el fin de que el administrador se ponga en contacto con nosotros. Sin embargo, no se tuvo éxito en ninguno de esos casos, ya que la gerencia general o dueños del edificio, al saber que la información que podría solicitarse es bastante delicada y confidencial, además de no ser administrada correctamente por los entrevistadores, podría repercutir sobre su imagen corporativa, por lo que optan por no correr el riesgo. Por ende, se reafirma que es necesario tener algún contacto directo.

En segundo lugar, una vez se tenga el consentimiento de la alta gerencia, se procederá a enviar un correo al administrador del edificio en donde se propone una fecha y hora, previamente acordada vía telefónica. Se llevarán a cabo máximo una o dos entrevistas por día, lo que dependerá de la hora acordada con los administradores y la distancia entre edificios. Asimismo, se notificará de manera oportuna a los administradores sobre la agenda prevista para la reunión. Las entrevistas no excederán más de una hora y media. En el caso de que una no resulte suficiente para poder recopilar la información necesaria, se consultará con el administrador la opción de establecer una segunda entrevista presencial de menor duración o que se realice vía telefónica.

Por otro lado, se propondrá a los administradores que las entrevistas se lleven a cabo en una sala de reuniones disponible o en la oficina del administrador, con el fin de estar alejados del ruido y poder grabarlas sin problema alguno.

La entrevista consta de 40 preguntas divididas por sistema en el siguiente orden. arquitectura, instalaciones sanitarias, instalaciones eléctricas, iluminación, HVAC, agua contra incendios, accesibilidad, ascensores, ruidos y vibraciones ambientales. Algunos ejemplos son los siguientes:

- En la especialidad de arquitectura:
  - Con respecto a los acabados de las áreas comunes, tales como enchapes en muros, pisos, falso cielo, vidrios, etc. ¿Estos se han ido deteriorando con el tiempo? ¿A qué se debió dicho problema? ¿Se realizaron las reparaciones respectivas? ¿Los materiales usados en las reparaciones o suplantaciones (de ser el caso) estuvieron a disponibilidad inmediata?
  - ¿Se realizaron obras o remodelaciones que modificaran la distribución inicial del edificio? ¿Cuáles fueron y en qué ambientes se realizaron? ¿Qué impacto generaron sobre el edificio? ¿Cuál fue su impacto con respecto al tiempo y costo?
- En la especialidad de instalaciones sanitarias:
  - ¿Cuál es el tipo de sistema de abastecimiento de agua con el que cuenta la edificación? (¿natural o bombeo?) ¿El sistema de abastecimiento presenta algún problema? ¿Se realiza mantenimiento a las instalaciones de bombeo? ¿Qué problemas encontraron comúnmente en estas? ¿Cuánto es su impacto en tiempo y costo?
  - ¿Existen medidores internos de consumo para cada unidad de uso independiente, además del medidor general de consumo? ¿Cómo se mide el consumo de agua por oficina?
- En la especialidad de instalaciones eléctricas:
  - ¿La potencia eléctrica suministrada es la adecuada para el correcto funcionamiento de todas las instalaciones? ¿Qué problemas se presentaron? ¿Recibieron alguna queja por parte de los usuarios?
  - ¿Se tuvieron quejas por parte de los usuarios respecto a las instalaciones eléctricas? ¿Se identificaron los problemas respecto a estas? ¿Cuáles fueron? ¿Estos se deben a algún error en el diseño, construcción o mantenimiento?
- Con respecto a iluminación:



- Con respecto a las áreas comunes, ¿el nivel de iluminación artificial es el suficiente? ¿Cuáles son las zonas que presentan deficiencia en iluminación y por qué? ¿Existen diferencias de iluminación entre áreas comunes que generen incomodidad a los usuarios? ¿Está situada la luz de forma que impida deslumbramientos y reflejos molestos?
- ¿Las luminarias quemadas son sustituidas rápidamente? ¿Con qué frecuencia se dañan?
- En la especialidad de HVAC:
  - ¿Con qué tipo de sistema de ventilación o climatización cuenta el edificio? ¿Se le hace un mantenimiento al sistema o equipo? ¿Tuvieron quejas sobre el nivel de temperatura? ¿Qué inconvenientes presenta durante su funcionamiento?
  - ¿Las instalaciones de aire acondicionado presenta algún defecto o falla? ¿Se tiene algún problema de incompatibilidad o superposición con alguna otra instalación? ¿Cuál es el costo de mantenimiento?
- En la especialidad de agua contra incendios:
  - De suceder un incendio proveniente de los sótanos, ¿de qué manera se evita la propagación de este a los pisos superiores? ¿Cómo es que el primer nivel evita la propagación del incendio hacia el exterior de la edificación?
  - ¿Un incendio producido en cualquier zona del edificio se detectaría a cualquier hora y se transmitiría a los equipos de intervención? ¿De qué manera? ¿Se disponen detectores térmicos o de humo en los locales de riesgo alto? ¿Cuánto es el costo de mantenimiento de estos y cada cuánto tiempo se hace? ¿Existen pulsadores de alarma manuales en los locales de riesgo alto y medio? ¿Hay la cantidad suficiente de estos? ¿Se encuentran debidamente señalizados?
- Con respecto a accesibilidad:
  - Si en el edificio hay personas con discapacidad, ¿estos disponen de dispositivos de acceso adecuados para los distintos niveles de la edificación (salva escaleras, rampas, ascensores para personas con discapacidad, etc.)? ¿Presentaron algún problema o inconveniente al respecto? ¿Cuáles fueron? ¿Cómo se solucionaron?

- ¿Se cuenta con algún sistema de control de seguridad al momento que los empleados ingresan? ¿Se cuenta con reconocimiento dactilar? ¿Con cuantas oficinas se comunica la recepción? ¿Qué tipo de sistema de intercomunicación se utiliza?
- Con respecto a los ascensores:
  - ¿Cuáles son los problemas que se presentaron en el *hall* de ascensores o dentro de estos? ¿La capacidad de los ascensores es suficiente para satisfacer el flujo de trabajadores que van por el edificio? ¿Alguna vez se presentaron fallos en los ascensores? ¿A qué se debió? ¿Cómo se solucionaron y cuánto tiempo implicó?
- Con respecto a ruidos y vibraciones:
  - ¿Las oficinas cuentan con algún tipo de sistema de aislamiento acústico? ¿Se cuenta con una sala de reuniones para uso interno de los propietarios? ¿Hubo quejas por parte de algunos trabajadores? ¿Qué implicó darles una solución a estos problemas?
  - ¿Hay alguna instalación que pueda transmitir vibraciones a través de las estructuras del edificio (equipos de aire acondicionado, motores de ascensores, puertas automáticas de garajes)? ¿Se presentaron quejas por los trabajadores? ¿Qué solución se dio y cuánto tiempo tomó?

### **3.1.2. Realización**

- **Paso 5: Llevar a cabo la evaluación postocupación**

Antes de iniciar la entrevista, se les entregó a los administradores una copia del acuerdo de confidencialidad firmado por nosotros para los fines que crea conveniente. Después se les comentó de nuevo que la entrevista sería grabada, por lo que requeríamos de su visto bueno para proceder a encender la grabadora de voz que traíamos con nosotros. Luego se dio inicio a la entrevista y se les solicitó información sobre los parámetros urbanísticos y edificatorios del edificio de oficinas, de modo que se pueda tener una idea más clara sobre sus características, lo que contribuiría posteriormente a realizar un mejor análisis de las muestras.

Primero se inició con las preguntas de la especialidad de arquitectura, que fueron diez. En su mayoría, los administradores procedían a responderlas de manera bastante fluida, por lo que se pasaban más de la mitad del tiempo total programado de la entrevista respondiendo a dichas preguntas. Asimismo, resaltaban que esta especialidad era la que más problemas les traía, ya

que la gestión de las garantías de los diversos materiales instalados en el edificio muchas veces se perdía por malas gestiones durante la etapa de construcción, lo que generaba un sobrecosto al dueño de la misma. Por otro lado, era bastante común recibir quejas de los usuarios sobre materiales defectuosos instalados en sus oficinas, tales como pisos mal colocados, baldosas en mal estado, leves grietas en los muros, etc. Durante esta parte de la entrevista, era notorio que gran parte del día a día que viven los administradores se la pasaban lidiando con este tipo de problemas, desde los más pequeños hasta los más grandes.

Luego se procedió con las preguntas de la especialidad de instalaciones sanitarias, que fueron cinco. Se creía que fue bastante tiempo el que se tomaron en responder las preguntas de la especialidad de arquitectura, pues la especialidad de instalaciones sanitarias tardó casi el mismo tiempo. Los administradores nos comentaron que también había muchos problemas con esta especialidad y, sobre todo, que estos se presentaban en su mayoría durante los dos primeros años de la edificación. Los principales problemas eran: rompimiento de tuberías, falta de contómetros de agua y fallas en los aparatos sanitarios, por lo que se lidiaba con este tipo de problemas muy a menudo. Asimismo, indicaron que, luego de estos dos primeros años, la cantidad de problemas que surgían a causa de defectos en las instalaciones sanitarias disminuía considerablemente.

Después se continuó con las especialidades de instalaciones eléctricas e iluminación que se encuentran directamente relacionadas. Algunos de los problemas que comentaron fueron: la insuficiente carga eléctrica que tiene el edificio para el correcto funcionamiento del mismo y las constantes luminarias quemadas en las áreas comunes. El administrador no tardó mucho en describir estos problemas y la solución que adoptaba; sin embargo, fue en esta especialidad que contaba con muchas lecciones aprendidas y oportunidades de mejora en cuanto a los problemas.

Por último, con respecto a las demás especialidades, el administrador no tardó mucho en responderlas, ya que no tenía muchos problemas con respecto a ellas. La solución que les daban era bastante puntual y no incurría en mucho tiempo y costo, a excepción de algunos que podrán ser vistos en la base de datos futura.

Cabe resaltar que, durante la entrevista, al término de las preguntas correspondientes a cada especialidad, se le pidió al administrador su opinión, sobre la base de su amplia experiencia y criterio, ya que los administradores tenían al menos más de 10 años de experiencia en el rubro y pertenecen a una empresa transnacional especializada en la administración de edificios de todo tipo. Esto se hizo con el fin de obtener una respuesta más abierta, que involucrara oportunidades de mejora que se podrían aplicar desde la concepción de diseño del edificio, a

partir de su perspectiva como administrador de instalaciones, para así no perder información valiosa.

A medida que se realizaban las entrevistas, se efectuaban reajustes a las preguntas y mejoras en la forma de preguntar para dar las facilidades al responder. Se observó la conducta del entrevistado y se midió el tiempo y la cantidad de información que se podía obtener por cada entrevista. Debido a la gran cantidad de información, se grabó cada entrevista para ser transcrita posteriormente; además, se hicieron anotaciones de puntos importantes para ayudar con el análisis de datos. En el caso que algún punto no quedara claro o faltase información, se contactaría de nuevo a los administradores entrevistados a través de llamadas telefónicas para comprender y complementar ciertas dudas. Por ello, la entrevista finaliza con un agradecimiento y dando a entender que no es una despedida definitiva, sino con la posibilidad abierta de volvernos a reencontrar. Asimismo, se dio un par de casos en que el administrador quiso leer la entrevista transcrita para poder completar o matizar ciertas cuestiones para una mejor definición de su respuesta. Por último, cabe comentar que al menos cinco de los diez administradores entrevistados indicaron que sería de mucha ayuda y bastante favorable que hubiese un equipo capacitado y debidamente formado, que a su vez conozca el funcionamiento del edificio, para que pueda guiar y capacitar al personal que se encarga de la etapa de postocupación durante los primeros meses de operación del edificio. Esto con el fin de poder apoyarlos en su gestión del mantenimiento, la cual a veces no resultaba eficiente por desconocimiento con respecto al funcionamiento de las especialidades instaladas en el edificio.

- **Paso 6: Análisis de datos**

En este paso, se da a conocer el análisis e interpretación de los problemas que se identifican por especialidad, producto de las entrevistas hechas a los administradores de edificios de oficinas.

En la primera práctica de análisis, se da una primera toma de contacto con el material recopilado. Cabe resaltar que, como se indica en el paso anterior, luego de realizada la primera entrevista al administrador, se modificaron algunas preguntas de cada especialidad con el fin de acercarse más al enfoque principal del presente estudio; es decir, se mejoraron con la intención de captar información más específica e importante como el tipo de material, el impacto en costo, el impacto en los usuarios, etc. Gracias a esta reestructuración, se logró obtener información más relevante y nuevas ideas para su respectiva categorización, las cuales resultarán más útiles para la conformación de la base de datos.

La segunda práctica de análisis se basa principalmente en el contenido de la entrevista, su transcripción y el procesamiento de la data de cada edificio por separado. Este resulta ser un

análisis clave para identificar la información que conformará la base de datos y el desarrollo de la tesis; ya que, de no contarse con la información necesaria, no se podría cumplir con los objetivos de la investigación. Esta actividad requiere la realización previa de un análisis descriptivo con el fin de ayudar a desarrollar nuevas y más categorías, sobre la base de la información recopilada de forma organizada, comprensible y transparente.

<p><b>Especialidad:</b> Sistemas de Emergencia. <b>Ubicación:</b> Áreas comunes y Oficinas <b>Evento:</b> Inexistencia de sistema contra incendio <b>Problemas:</b> INDECI solicitó urgentemente que se implemente el sistema contra incendio. Debido a la modernización del cuarto de máquinas e implementación de nuevos equipos eléctricos, los usuarios se encontraban expuestos a peligros tales como incendios. <b>Solución realizada:</b> Implementación del sistema contra incendio <b>Costo de implementación:</b> 500 000 soles por los 10 niveles y sótano <b>Costo de mantenimiento:</b> 1500 soles por las puertas cortafuego, detectores de incendio, de humo y la revisión de la escalera presurizada. <b>Frecuencia de mantenimiento:</b> Anual <b>Frecuencia:</b> Baja <b>Mejora sugerida:</b> Diseñar y construir el edificio con un sistema contra incendio que abastezca a las áreas comunes y oficinas para que no genere un sobrecosto en el futuro.</p> <p><b>Especialidad:</b> Accesibilidad <b>Ubicación:</b> Retiro frontal <b>Evento:</b> Insuficiente espacio para estacionamiento de bicicletas. <b>Problemas:</b> El retiro frontal sólo permite estacionar 15 bicicletas, lo cual resulta insuficiente. Los usuarios constantemente solicitan que se habilite un área dentro del edificio (no en el retiro) que permita el estacionamiento de al menos 30 bicicletas. <b>Solución realizada:</b> Ninguna <b>Frecuencia:</b> Alta <b>Mejora sugerida:</b> Desde el diseño, prever un espacio suficiente dentro del edificio, para poder estacionar las bicicletas.</p>
--

Figura 17: Categorización de información de acuerdo al tipo de evento

Una vez concluidas ambas prácticas para el análisis de la información, se optó por mostrar cuadros estadísticos sobre la base de las múltiples categorías atribuidas a los problemas recopilados.



## 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En el presente capítulo, se presentará el análisis de los resultados de la evaluación postocupación, lo que incluye la gravedad, el impacto en los usuarios y la solución que implica cada problema. De la misma manera, se propone una clasificación de lecciones aprendidas desde la perspectiva de los administradores de operación y mantenimiento, con la intención mejorar el diseño y gestión de nuevos edificios.

Las figuras y tablas que se exponen son obtenidos de procesar la información conseguida de las evaluaciones y presentar los resultados que consideramos más significativos en el análisis.

### 4.1 Datos de la muestra

La recolección sistemática de información se estableció en cinco fases, como se muestra en la figura 18. Estas incluyen: adquisición, parametrización, almacenamiento, recuperación y uso. La presente tesis abarca desde la “adquisición de información” hasta el “almacenamiento de información” (Murguía, Félix & Guerra, 2020). Cada una de las fases corresponde al desarrollo de la evaluación y el análisis de los resultados obtenidos de las entrevistas. Por ello, es preciso establecer estas fases y el flujo de información de las evaluaciones para determinar el alcance de la base de datos y su funcionamiento.

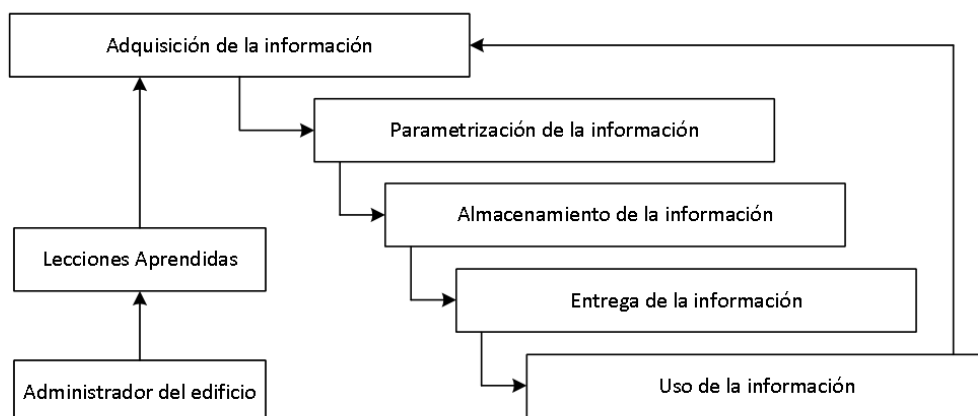


Figura 18: Método de flujo de información (Adaptado de Lin and Tserng, 2003)

La entrevista se realizó a diez edificios de oficinas, entre ocupados en su totalidad por un solo arrendatario (20%) y por muchos arrendatarios (80%). De la muestra, el 90% se encuentra

ubicado en distritos de la ciudad de Lima, como San Isidro (centro financiero) y Surquillo; el otro 10% se encuentra en la ciudad de Cusco.

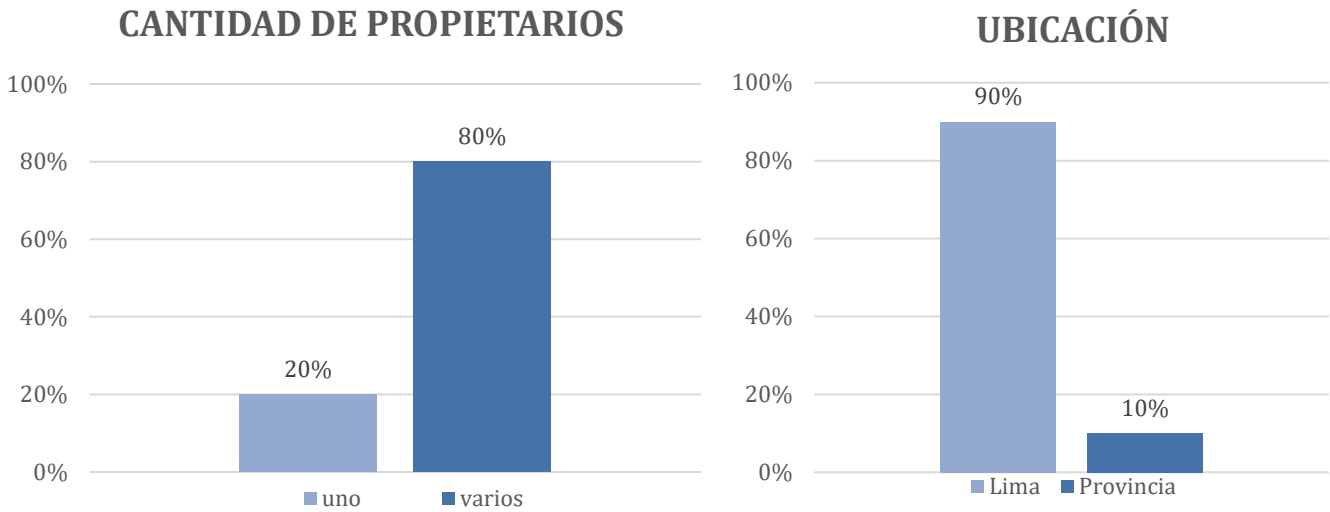


Figura 19: Resultado de incidencia según propietarios y ubicación

En cuanto al tamaño de los edificios entrevistados, el 20% son pequeños (10 pisos o menos), el 20% son medianos (entre 11 y 15 pisos) y el otro 60% son altos (más de 15 pisos). Los entrevistados tenían entre 10 y 20 años de experiencia como administradores de edificios.

El tiempo promedio de evaluación por edificio fue de 1 hora 30 minutos. Esta evaluación se conforma de una entrevista de 39 preguntas agrupadas en 9 especialidades y, en algunos casos, un pequeño recorrido por las instalaciones. Cada pregunta esta compuestas a su vez por un conjunto de preguntas orientadas a monitorear el funcionamiento del edificio. De toda la información extraída, se identificaron 94 problemas, 15 parámetros y 5 categorías de lecciones aprendidas.

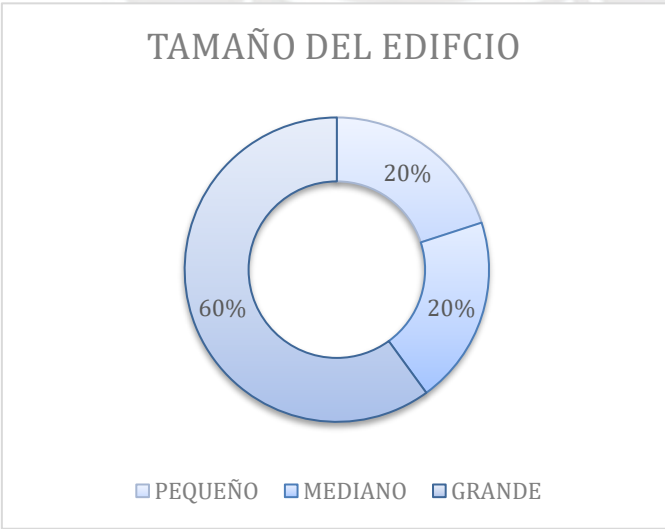


Figura 20: Asociación según el tamaño del edificio

## 4.2 Análisis de la información

En esta práctica, se da a conocer el análisis e interpretación de los problemas que se identificaron por especialidad, los que se recopilaron por medio de entrevistas hechas a administradores de edificios de oficinas.

En la primera práctica de análisis, se da una primera toma de contacto con el material que se recopiló: se revisan grabaciones, se examinan las transcripciones y se repasan apuntes de la entrevista. La segunda práctica requiere la realización de un análisis descriptivo, relacionar la información de los diferentes edificios de oficina y parametrizar la data de forma organizada, comprensible y transparente.

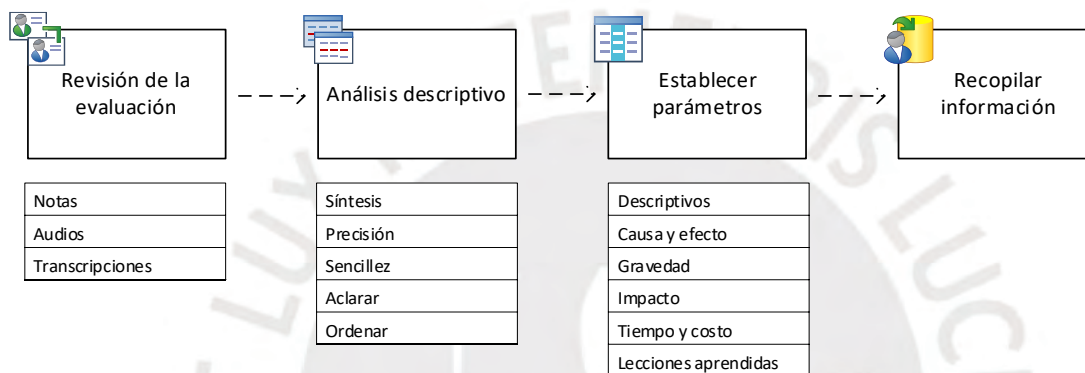


Figura 21: Categorización de información de acuerdo al tipo de evento

Seguidamente, en la tabla 4, presentamos un modelo de llenado de los cinco primeros campos del registro de un problema. Se identificaron 94 problemas de un total de 10 edificios evaluados. Todos los problemas identificados se encuentran correctamente numerados en el campo “Ítem”. Los campos ID, especialidad y ubicación son informativos y son útiles para poder establecer varios indicadores; por ejemplo, la incidencia de problemas en la etapa del proyecto, la ubicación de estos y la determinación del sistema que presenta más disgustos.

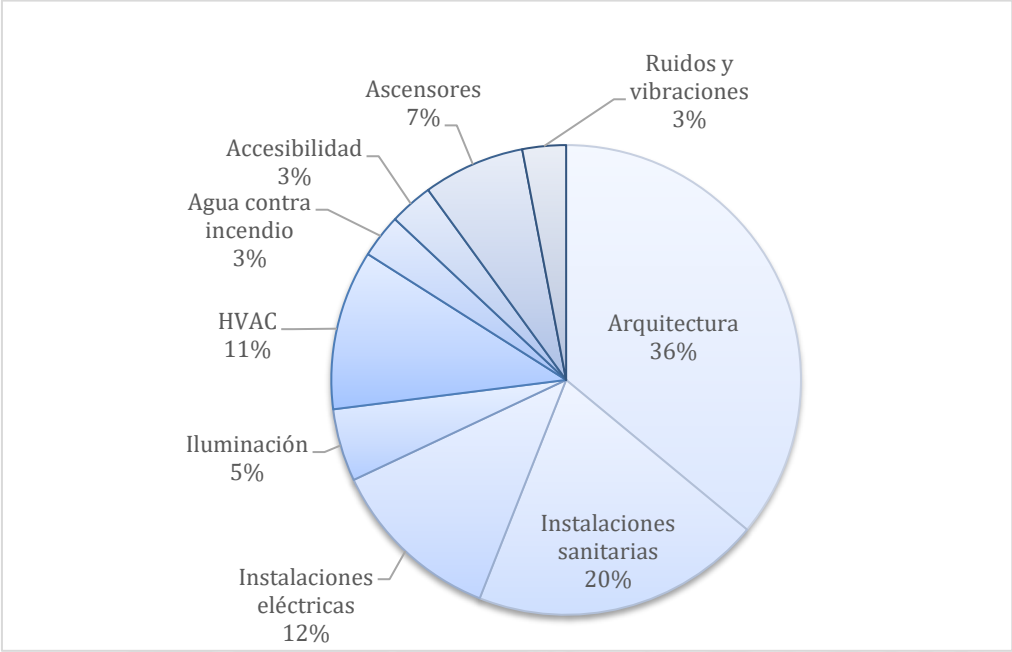
Tabla 4: Ejemplo de registro de problema

ÍTEM	ID	ESPECIALIDAD	UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA
19	DIS10	Instalaciones sanitarias	Áreas comunes y oficinas	Corrosión y obstrucciones en tuberías montantes de fierro galvanizado	Falta de mantenimiento a las tuberías montantes de fierro galvanizado.	Muros agrietados en 3 niveles a causa de filtración de agua.

El campo que compete a “descripción” es la proporcionada por el administrador del edificio y el campo “causa” lo manifiesta el administrador. El campo “consecuencia” está determinado

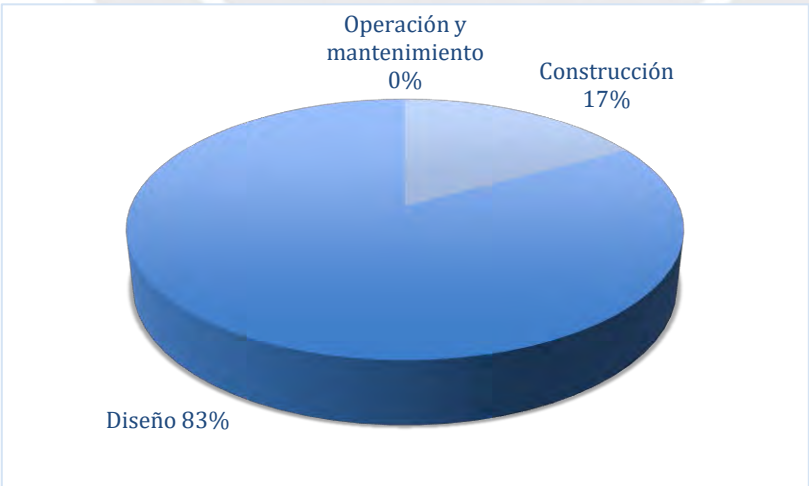
por el motivo por el cual se ha presentado el problema y dónde podría recidir la solución definitiva para que no vuelva a ocurrir dicho problema en un próximo proyecto.

Cuando se concluyeron las prácticas de análisis de la información, se optó por mostrar los resultados en gráficos estadísticos, sobre la base de los múltiples parámetros que se atribuyeron a los problemas recopilados.

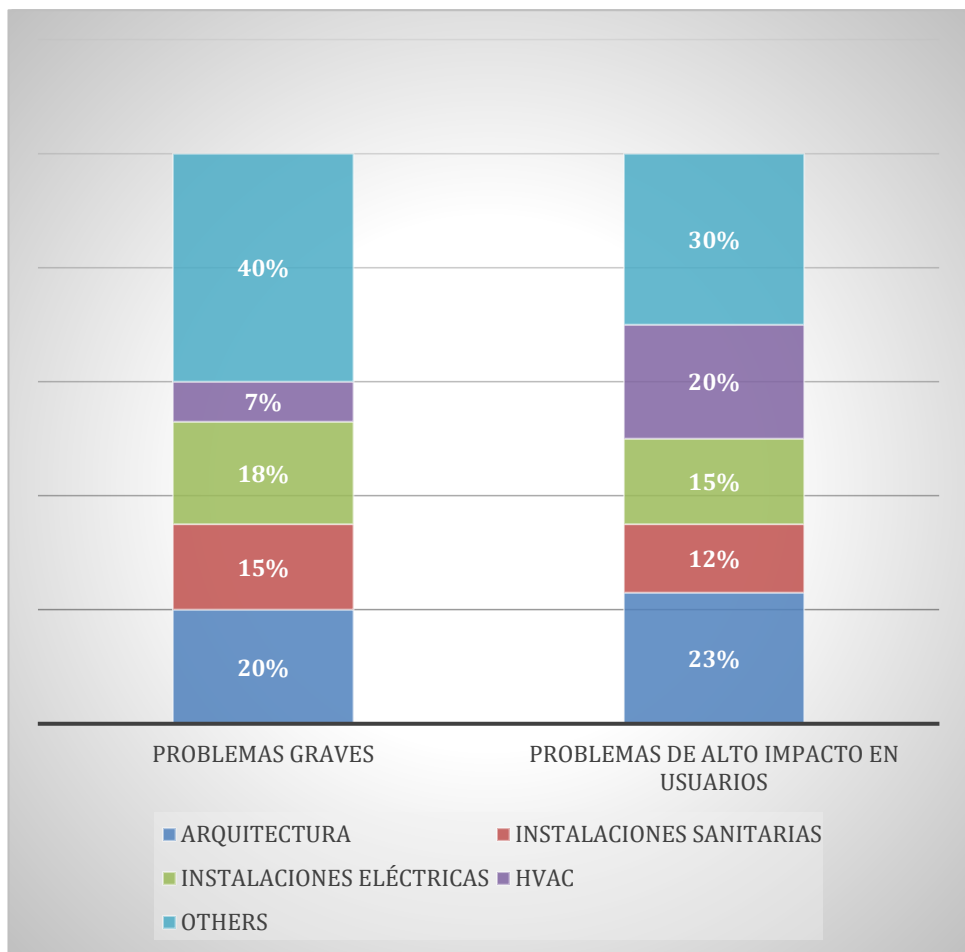


**Figura 22: Distribución de problemas por sistema**

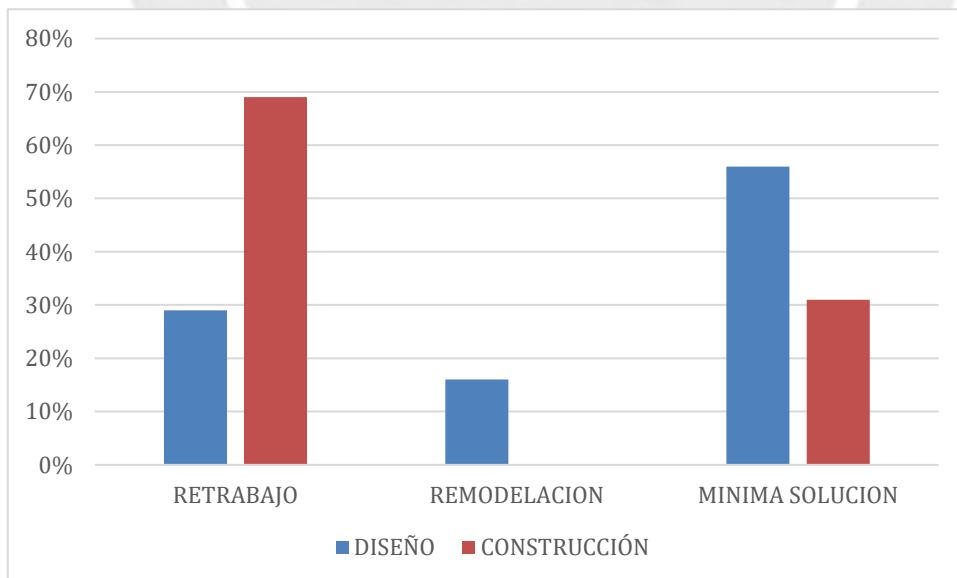
Se observó un mayor porcentaje del origen de los problemas en la fase de diseño que en construcción y operación y mantenimiento. Se evidenció también la reincidencia de algunos problemas en los diversos edificios, así como sus consecuencias y la severidad.



**Figura 23: Incidencia de los problemas registrado según etapa del proyecto**



**Figura 24: Problemas graves según especialidad e impacto en usuarios**



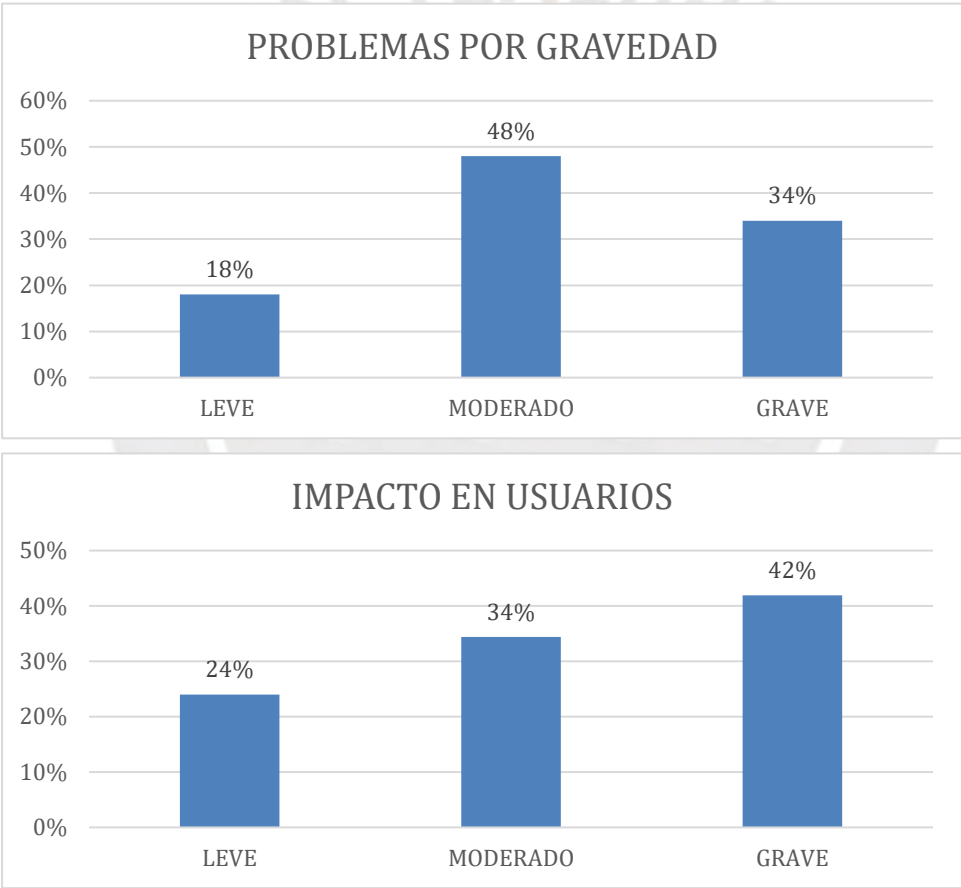
**Figura 25: Solución que implica el problema de acuerdo a su origen**

Los datos también se analizaron de acuerdo con la gravedad del problema (costo, retrabajo y desperdicio) y el impacto en los usuarios finales. En términos de gravedad, los problemas graves requieren demolición o reconstrucción, los problemas moderados requieren el



reemplazo de componentes/sistemas individuales y los problemas menores requieren el reemplazo de componentes/sistemas individuales con una interrupción mínima para los usuarios. En términos de impacto, los problemas graves son persistentes y se requiere la reubicación temporal de los inquilinos, los problemas moderados provocan un cierre temporal de las instalaciones o los servicios públicos del edificio deberán apagarse por el día y los problemas menores son aquellos que generan poca interrupción o pequeñas molestias en las labores diarias de los usuarios, los que podrán solucionarse rápidamente por los administradores del edificio.

Los resultados evidencian que el 34% y el 42% de los problemas fueron graves en términos de gravedad e impacto en los usuarios, respectivamente. La siguiente figura presenta también 10 problemas de acuerdo al sistema, gravedad y el impacto en los usuarios.



**Figura 26: Distribución de problemas por gravedad e impacto en usuarios (Murguía, Felix & Guerra, 2020)**

PROBLEMAS	SISTEMA								PARAMETROS		
	Arquitectura	Instalaciones sanitarias	Instalaciones eléctricas	Iluminación	HVAC	Agua contra incendio	Accesibilidad	Ascensores	Ruidos y vibraciones	Gravedad	Impacto en usuarios
Suministro de energía insuficiente			X							G	G
Problemas con el tránsito vertical								X		G	G
Única cisterna de agua		X								M	G
Falta de contómetros de agua por oficina		X								L	M
Corrosión de tuberías		X								M	L
Vibraciones causadas por chiller								X		M	M
Tuberías obstruidas y rotas		X								M	M
Fugas de agua en la cisterna						X				G	G
Dificultad para limpieza de muro cortina con pendiente	X									M	M

G: GRAVE

M: MODERADO

L: LEVE

Figura 27: Muestra de problemas por sistema y parámetros (Murguía, Felix & Guerra, 2020)

Por último, los problemas se analizaron deductivamente y surgieron cinco categorías de lecciones aprendidas, según el grado de incidencia en cada etapa. Tres categorías pertenecen a la etapa de diseño, una a la etapa de construcción y otra a la etapa de operación y mantenimiento, como se muestra a continuación. En la figura 28 vemos ejemplos de cada una (Murguía, Felix & Guerra, 2020):

- Supuestos de diseño incorrectos: la asunción de parámetros de diseño de proyectos anteriores “similares”.
- Defectos de diseño: diseños mal elaborados o no conformes a las normas vigentes.
- Especificaciones técnicas deficientes: especificaciones de diseño incompletas o inexactas de elementos y sistemas de construcción.
- Defectos de construcción: materiales o equipos de baja calidad y malas prácticas constructivas. Problemas de mantenimiento: mantenimiento difícil o que pone en riesgo a los operadores de las instalaciones.

- Problemas de mantenimiento: problemas que surgen por una gestión deficiente del mantenimiento de los distintos componentes del edificio.

TIPO	DESCRIPCION	CONSECUENCIA	LECCION APRENDIDA
<b>Supuestos de diseño incorrectos</b>	Suministro de energía insuficiente	retrabajo, insatisfacción del usuario	Determinar la energía eléctrica necesaria para el correcto funcionamiento de las oficinas. Asimismo, no limitarse a los requerimientos mínimos de diseño
	Problemas con el tránsito vertical	insatisfacción del usuario	Las oficinas co-working permiten mayor aforo de personal en sus oficinas, lo que genera congestión en el tránsito vertical a las horas de entrada y salida del edificio
<b>Defectos de diseño</b>	Única cisterna de agua	retrabajo, insatisfacción del usuario	Diseñar cisternas de agua independientes (agua de consumo y contra incendio) para permitir un mantenimiento independiente una de la otra sin afectar su función
	Falta de contómetros de agua por oficina	retrabajo, insatisfacción del usuario	Las empresas que laboran en el edificio, deben saber su verdadero consumo de agua, por lo que, es necesario un contómetro de agua por oficina
<b>Especificaciones técnicas deficientes</b>	Corrosión de tuberías	retrabajo	Especificar el tipo de material a utilizar en las tuberías, ya que muchas veces los expedientes están hechos en base a normas antiguas que deberían ser actualizadas
	Vibraciones causadas por chiller	retrabajo, insatisfacción del usuario	Diseñar una base o podio de concreto con resortes que permitan absorber las vibraciones generadas por el chiller
<b>Defectos de construcción</b>	Tuberías obstruidas y rotas	retrabajo	Implementar un protocolo de calidad con respecto a la instalación de tuberías durante la construcción del edificio
	Fugas de agua en la cisterna	retrabajo	Impermeabilizar correctamente las cisternas, de modo que, no generen fugas de agua por los muros, ya que esto implicará un retrabajo que detendrá el suministro de agua
<b>Problemas de mantenimiento</b>	Dificultad para limpieza de muro cortina con pendiente	insatisfacción del dueño del edificio y del usuario	Evitar diseñar muros cortina con pendiente, ya que generan acumulación de suciedad y polvo en el vértice, lo que requiere de mantenimiento y limpieza constante

Figura 28: Taxonomía de lecciones aprendidas y ejemplos (Murguía, Felix & Guerra, 2020)

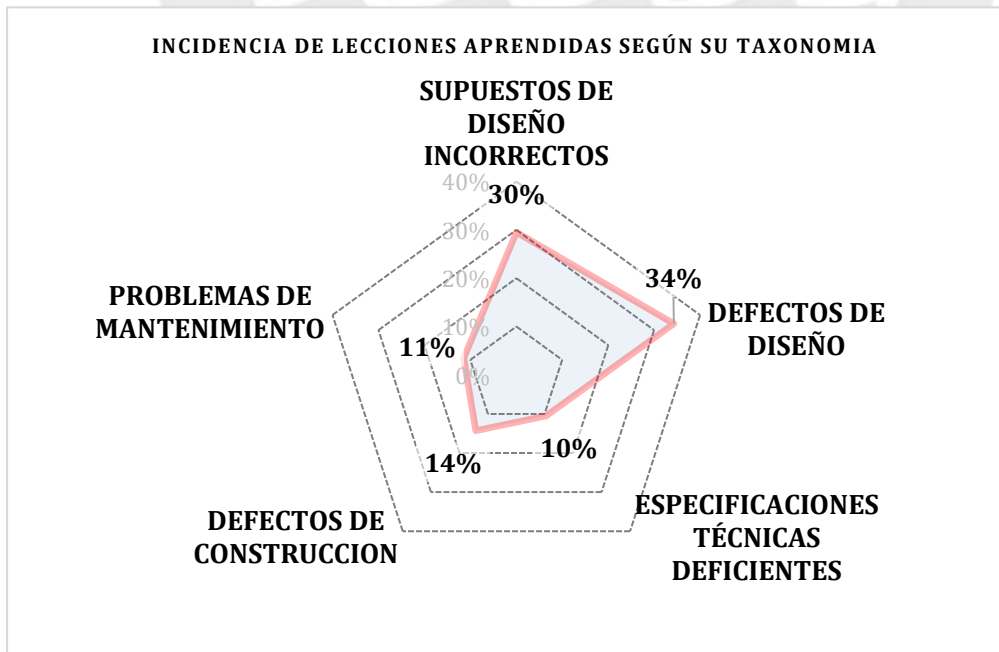
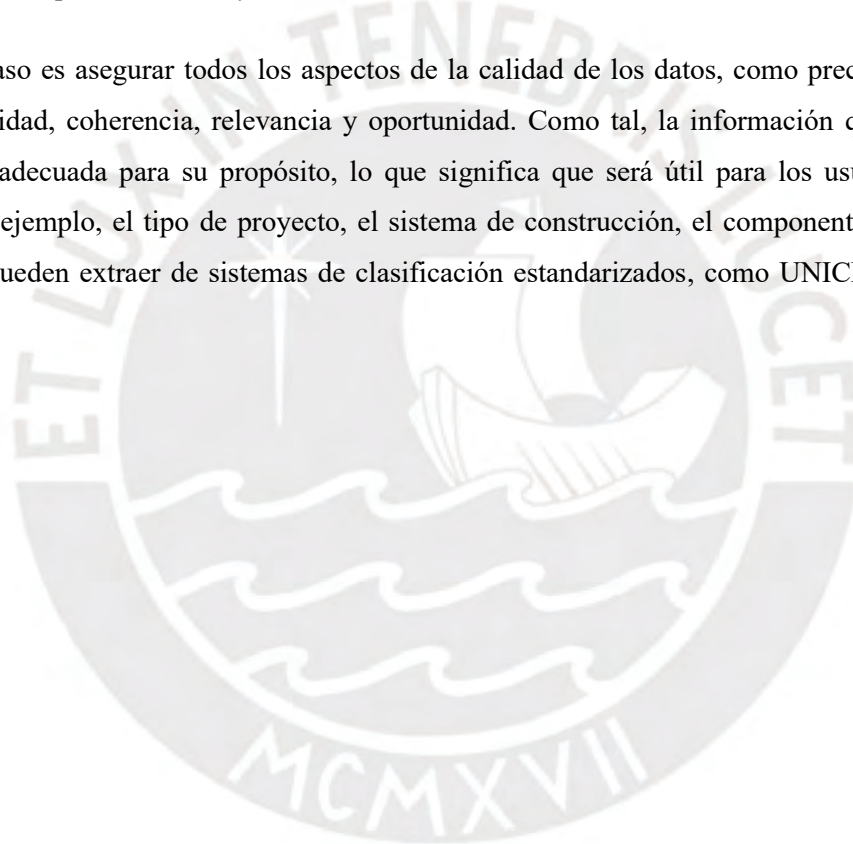


Figura 29: Incidencia de lecciones aprendidas según su taxonomía

La taxonomía propuesta podría verse como la clasificación de nivel más alto para las lecciones aprendidas que influyen en los proyectos de construcción. Cada problema se puede describir con los siguientes campos: tipo de proyecto, tipo de lección aprendida, sistema de construcción, componente, ubicación, descripción, origen del problema, consecuencia (costo y tiempo), gravedad, impacto en los usuarios, solución detallada, hipervínculos e información gráfica, como se muestra en la figura 29. Cada tema y cada campo se puede completar en la base de datos; además, los datos se pueden recopilar dentro de una sola organización o entre organizaciones. Por su parte, los actores del proyecto pueden filtrar informes personalizados según sus necesidades; por ejemplo, un gerente de proyecto extraería problemas importantes de todos los sistemas, mientras que el ingeniero de plomería los extraería del sistema de plomería con un impacto alto o muy alto en los usuarios.

El siguiente paso es asegurar todos los aspectos de la calidad de los datos, como precisión, validez, integridad, coherencia, relevancia y oportunidad. Como tal, la información que se recupere será adecuada para su propósito, lo que significa que será útil para los usuarios previstos. Por ejemplo, el tipo de proyecto, el sistema de construcción, el componente y la ubicación se pueden extraer de sistemas de clasificación estandarizados, como UNICLASS



2015. Además, la gravedad y el impacto en los usuarios se pueden evaluar con métricas objetivas en lugar de evaluaciones subjetivas (Murguía, Felix & Guerra, 2020).

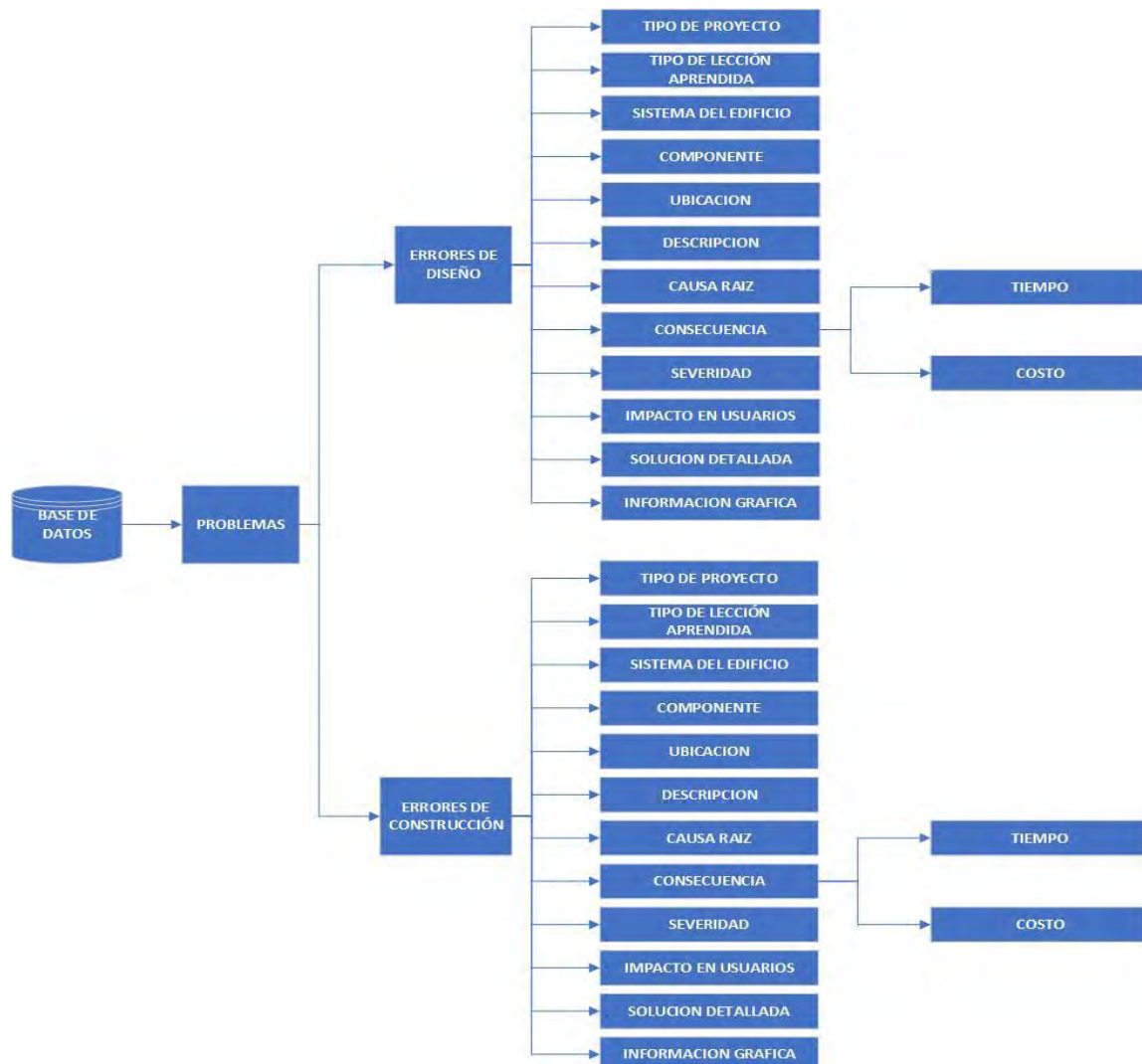


Figura 30: Estructura de la base de datos (Murguía, Felix & Guerra, 2020)

### 4.3 Discusión de resultados

A continuación, se discutirán los principales resultados obtenidos por medio de la evaluación postocupación.

Con respecto a la especialidad de Arquitectura:

Se observa que el 36% de problemas que se recopilieron pertenecen a la especialidad de arquitectura. Asimismo, el 20% de los problemas graves registrados en el edificio se encuentran vinculados a la especialidad de arquitectura, así como el 23% de los problemas de alto impacto en usuarios. Esto se debe a que los acabados recubren el casco del edificio, por ende, cualquier defecto que presenten las instalaciones embebidas dentro del casco repercutirán directamente sobre los acabados. Finalmente, los principales problemas que



surgen en la etapa de postocupación están relacionados a la especialidad de arquitectura, ya que comúnmente se encuentran asociados al asentamiento propio del edificio tanto del casco como de las instalaciones que lo componen.

#### Con respecto a la especialidad de Instalaciones Sanitarias:

Se observa que el 20% de problemas que se recopilieron pertenecen a la especialidad de instalaciones. Asimismo, el 15% de los problemas graves registrados en el edificio se encuentran vinculados a la especialidad de arquitectura, así como también el 12% de los problemas de alto impacto en usuarios. Esto se debe a que el conjunto de tuberías sanitarias embebidas dentro del casco usualmente contiene restos de construcción o se encuentran mal instaladas debido a prácticas constructivas que carecen de calidad en sus procedimientos, lo que genera problemas como corrosión, obstrucción y rotura de tuberías. Finalmente, cabe resaltar que, al ser el agua un elemento vital para los ocupantes del edificio, cualquier problema que suceda relacionado a esta afectará directamente a los usuarios, impidiendo que desarrollen sus labores con comodidad. Se debe realizar un seguimiento adecuado a la gestión del mantenimiento con respecto a esta especialidad, ya que resulta de las más incidentes en la etapa postocupación.

#### Con respecto a la especialidad de Instalaciones Eléctricas:

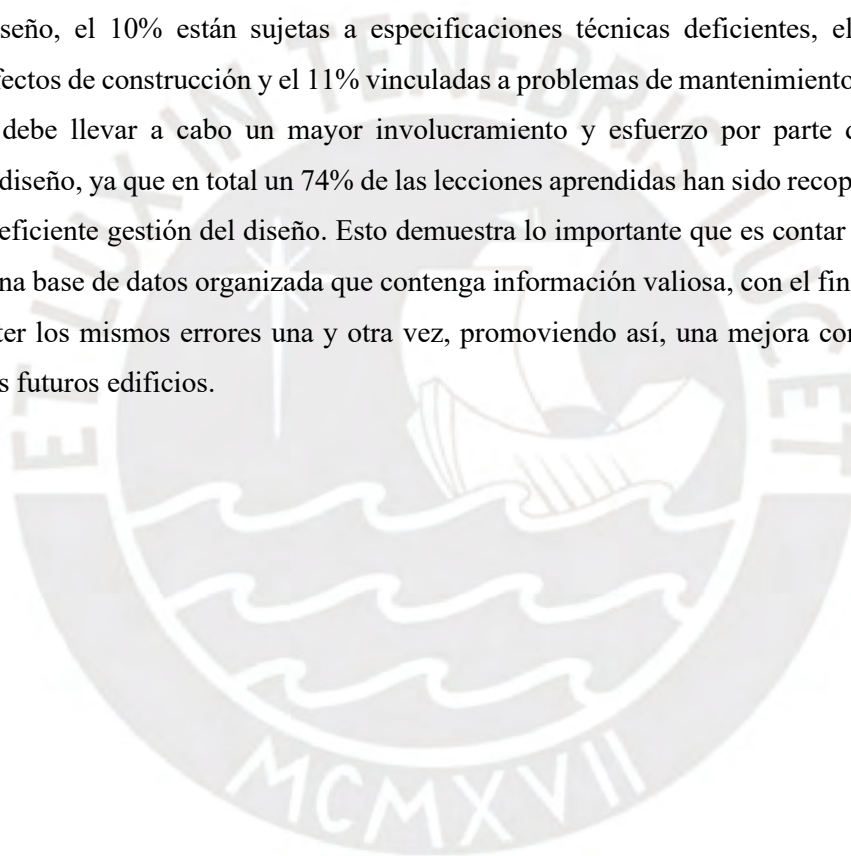
Se observa que el 12% de problemas que se recopilieron pertenecen a la especialidad de arquitectura. Asimismo, el 18% de los problemas graves registrados en el edificio se encuentran vinculados a la especialidad de arquitectura, así como el 15% de los problemas de alto impacto en usuarios. Esto se debe a que los conjuntos de circuitos eléctricos se emplean para trasladar la energía eléctrica, la cual permite el correcto funcionamiento de los equipos y dispositivos eléctricos en todas las oficinas y áreas comunes del edificio; por ende, cualquier incidente o falla relacionada a esta afectará directamente a los usuarios impidiendo que continúen con sus labores de oficina. Algunos de los principales problemas detectados fueron el insuficiente suministro de energía eléctrica y cortos circuitos por excesiva congestión de redes de instalaciones. Se sugiere que se realice un diseño debidamente analizado y verificado, ya que los principales problemas de la especialidad fueron causados por supuestos de diseño incorrectos.

#### Con respecto a la especialidad de HVAC:

Se observa que el 11% de problemas que se recopilieron pertenecen a la especialidad de arquitectura. Asimismo, el 7% de los problemas graves registrados en el edificio se encuentran vinculados a la especialidad de arquitectura, así como el 20% de los problemas de alto impacto

en usuarios. Esto se debe a que un edificio de oficinas comúnmente presenta congestión de instalaciones en todos los espacios y niveles, siendo el sistema de HVAC uno de los más relevantes. El administrador del edificio indica que, en varias ocasiones, se ha realizado un replanteo de instalaciones sobre el falso cielo raso en las oficinas con el fin de que los ambientes resulten saludables y confortables por medio de una correcta distribución de aire. Se sugiere que se realice un diseño debidamente analizado y verificado, ya que los principales problemas de la especialidad fueron causados por defectos de diseño y especificaciones técnicas deficientes.

Finalmente, respecto a la taxonomía de lecciones aprendidas, se puede observar que el 30% de ellas se encuentran relacionadas a supuestos de diseño incorrectos, el 34% corresponden a defectos de diseño, el 10% están sujetas a especificaciones técnicas deficientes, el 14% enlazadas a defectos de construcción y el 11% vinculadas a problemas de mantenimiento. Esto indica que se debe llevar a cabo un mayor involucramiento y esfuerzo por parte de los consultores de diseño, ya que en total un 74% de las lecciones aprendidas han sido recopiladas debido a una deficiente gestión del diseño. Esto demuestra lo importante que es contar desde un inicio con una base de datos organizada que contenga información valiosa, con el fin de no volver a cometer los mismos errores una y otra vez, promoviendo así, una mejora continua para bien de los futuros edificios.



## **5. ELABORACIÓN DE LA BASE DE DATOS**

### **5.1. Componentes de una base de datos electrónica**

Una base de datos está compuesta por numerosa información. Se considera que, mientras más información se pueda obtener y registrar, mejor será la importancia de la base de datos y su valor. Sin embargo, no siempre tener una gran cantidad de información es algo beneficioso si no se puede disponer de ella debidamente ordenada y categorizada.

Conforme se registre la información, esta puede usarse en nuevos proyectos mediante una correcta utilización y la implementación de un sistema de gestión que consiga ordenar y garantice el éxito del proyecto por medio de la identificación de mejoras evolutivas. Para ello, se debe de conocer previamente la clase de información que se va a reunir en la base de datos y agruparla de tal modo que facilite su almacenamiento y posterior uso.

Por ello, no todas las bases de datos son iguales y a partir de su alcance puede tener diversos componentes:

- **Tablas:** son los objetos de la base de datos que engloba toda la información. Estas se organizan en una presentación de filas y columnas semejante a una hoja de cálculo. Cada fila supone una inscripción única y, cada columna, un campo dentro de la inscripción.
- **Formularios:** consisten principalmente en la actualización de información en la base de datos. Se pueden emplear para ingresar, modificar o presentar la información de una tabla o consulta.
- **Consultas:** se emplean para ver, cambiar y examinar los datos.
- **Informes:** presentan los datos en un formato impreso. Componen un modo de ver y resumir la información contenida.

### **5.2 Modelos de bases de datos adoptados**

El proceso de recopilación de datos aporta al crecimiento de nuevos y mejorados entregables con datos más completos que brindan información más específica y beneficiosa. Una correcta clasificación de los campos de la información brinda utilidad en su uso.

De acuerdo al sistema UNICLASS 2015 y COBie, se investigó en la división de la información de diversas tablas ya establecidas para la industria de la construcción.

SL Spaces/ locations - 24 April 2019 - v1.12							
Code	Group	Sub group	Section	Object	Title	NBS Code	NRM
SL_20_15	20	15			Administrative spaces		
SL_20_15_27	20	15	27		Enclosed offices		
SL_20_15_50	20	15	50		Meeting rooms		
SL_20_15_59	20	15	59		Offices		
SL_20_15_61	20	15	61		Open-plan offices		
SL_20_15_71	20	15	71		Reception areas		

Figura 31: Base de datos UNICLASS 2015

Estas tablas brindan un mejor entendimiento de la división de la información en un proyecto de construcción; además, facilitan el agrupamiento y brindan un ingreso de información en la base de datos más tratable.

objType	objWarranty	objZone	ResourceType	SheetType	SpareType	StageType	ZoneType	LinearUnit
IfcActuatorType	Pset_Warranty	IfcZone	Labor	Attribute	Part	As Built	Circulation Zone	inches
IfcAirTerminalBoxType			Material	Component	PartSet	Submitted	Lighting Zone	feet
IfcAirTerminalType			Tools	Connection	Lubricant	Approved	Fire Alarm Zone	miles
IfcAirToAirHeatRecoveryType			Training	Coordinate	Other	Exact Requirement	Historical Preservation Zone	millimeters
IfcAlarmType				Document	Spare	Maximum Requirement	Occupancy Zone	meters
IfcBeamType				Facility	SpareSet	Minimum Requirement	Ventilation Zone	kilometers
IfcBoilerType				Floor		Requirement		
IfcBuildingElementProxyType				Issue				
IfcCableCarrierFittingType				Job				
IfcCableCarrierSegmentType				Resource				
IfcCableSegmentType				Space				
IfcChillerType				Spare				
IfcCoilType				System				
IfcColumnType				Type				
IfcCompressorType				Zone				
IfcCondenserType								
IfcControllerType								
IfcCooledBeamType								
IfcCoolingTowerType								

Figura 32: Base de datos COBie

Ese formato poseía categorías que iban más de acuerdo al tipo de información recopilada, ya que no eran tan específicos, sino más generales, por lo que se podía incluir en la base de datos.

Estos formatos poseen categorías más acordes a la información que se recopila de las encuestas que se realiza a los edificios de oficinas. La data no era muy específica, sino más general; por ello, para efectuar una división de categorías, se necesitaba un enfoque que se relacione más con estos proyectos. La organización y estructuración de datos e información por estas bases se relacionaba más con los objetivos de la encuesta y el alcance de retroalimentación de proyectos.

### 5.3 Creación de la base de datos en Microsoft Access

Se optó por emplear Microsoft Access para la creación de la base de datos, ya que permite el ingreso de información de manera sencilla, rápida y eficiente al mismo tiempo. En

comparación con otros *softwares*, Microsoft Access no requiere de lenguajes de programación complejos, sino que permite hacer uso de macros y Visual Basic para aplicaciones (VBA), lo cual resulta bastante cómodo para el equipo de diseño y los usuarios que harán uso de esta herramienta y así seguir retroalimentando la base de datos con nueva y específica información que se recopile de futuros estudios postocupación por medio de encuestas y entrevistas.

Al término del capítulo correspondiente al análisis de datos, toda la información que se recopiló ya estaba debidamente categorizada, lo que permitiría hacer más rápido y dinámico el ingreso de información a la base de datos.

Entonces, se procedió a crear las tablas en Microsoft Access con la información ya ordenada. En la figura 33, se puede apreciar los nombres de las tablas que se crearon para este proyecto y se detalla a continuación las categorías atribuidas a cada una de estas:

- Problema: IDProblema, Descripción, Causa, Consecuencia, Severidad, Impacto Usuario, Solución, Foto, Efecto del problema, IDComponente, IDEtapa, IDEspecialidad, IDOperación, IDLección, IDEscala, IDProveedor.
- Componente: IDComponente, Tipo Componente, Marca Componente.
- EscalaTiempo: IDEscala, Unidad, Numero.
- Especialidad: IDEspecialidad, Nombre Especialidad, Ubicación.
- EtapaProblema: IDEtapa, Nombre etapa, Código.
- LecciónAprendida: IDLección, Tipo, DescripciónLección.
- Operación: IDOperación, Costo, Tipo Moneda, Personal Encargado.
- Proveedor: IDProveedor, Nombre proveedor, Dirección, Teléfono.



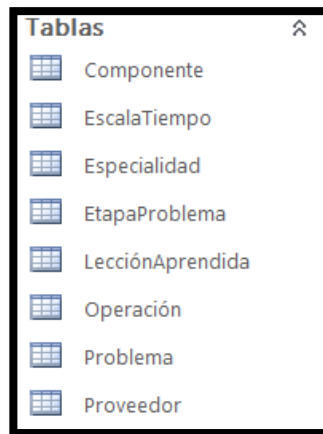


Figura 33: Creación de tablas - Microsoft Access 2016

Cabe resaltar que cada categoría que se ingresó a las tablas fue debidamente analizada tomando como modelo base UNICLASS 2015, de modo que exista una armonía entre tablas cuando estas sean relacionadas, como se muestra en la figura 34. La tabla “Problema” fue la principal contenedora de todas las claves que acceden a la información de sus tablas aledañas.

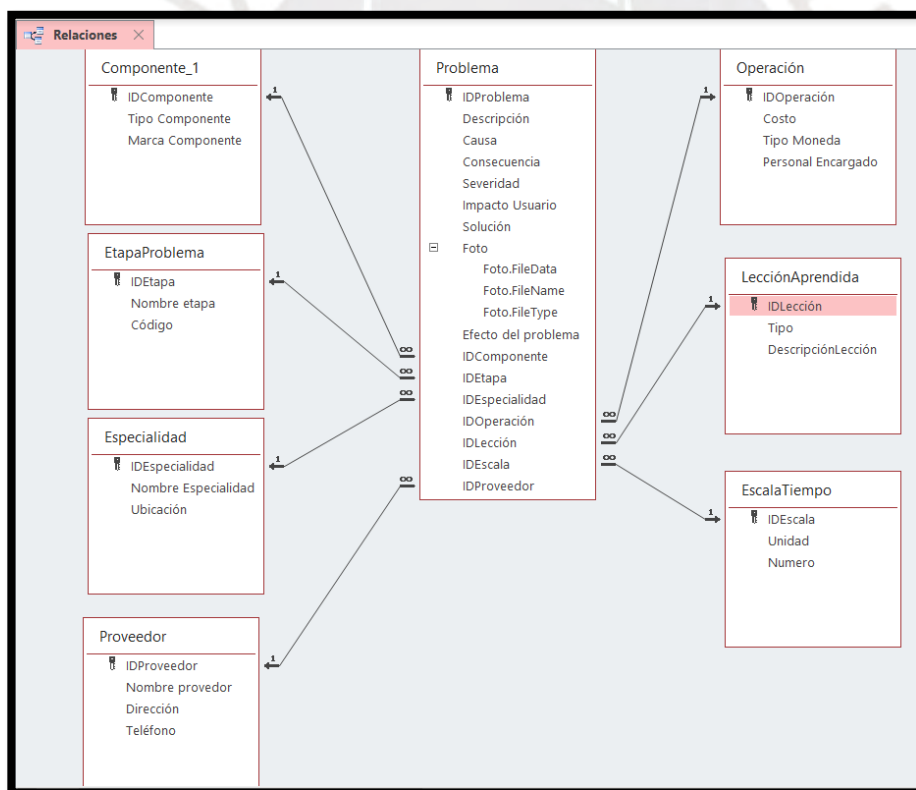


Figura 34: Relación de tablas - Microsoft Access 2016

Asimismo, se establecieron las consultas, formularios e informes fundamentales para una rápida manera de encontrar la información dentro de la base de datos. Las consultas realizan la búsqueda y lectura dentro de esta sobre la base de ciertos parámetros de búsqueda establecidos (como especialidad, impacto, severidad, costo mayor a, costo menor que y

código). Los formularios trabajan en conjunto con las consultas y muestran en la interfaz la información obtenida de estas. Finalmente, los informes son los reportes que se generan para su almacenamiento (archivos .pdf o impresión física).

Para el registro de problemas, se cuenta con el formulario que se muestra en la figura 35, el cual asigna un código único de problema (DIS-Diseño, O&M-Post Venta y CON-Construcción) de acuerdo con la “etapa del problema” elegida y que luego será clave para la búsqueda de problemas.

**Figura 35: Formulario de registro de problemas - Microsoft Access 2016**

Para una localización rápida de problemas, se creó un menú de búsqueda (apoyado de consulta y formulario) con el fin de hacer una base de datos más dinámica, lo que permite una navegación sencilla en la revisión y edición de la información por parte del personal encargado a gestionar esta herramienta. A continuación, la figura 36 muestra el formulario que se encarga de encontrar los problemas solo al ingresar “Especialidad”, “Impacto en usuarios”,

“Severidad”, “Costo mayor a” y “Costo menor que”, o simplemente el “Código único de problema”; además, cuenta con botones de ayuda para llenar cada campo.

Regresar

Especialidad ? Impacto en usuarios ? Severidad ?

Arquitectura Bajo Bajo

Código

Costo mayor a pero menor que

0 1000000

Subformulario Consulta Problema

IDProblema	Nombre Especialidad	Descripción	Causa	Consecuencia
1	Arquitectura	Problemas durante la remodelación	Dificultad para conseguir el mismo	Demora en la remodelación
58	Arquitectura	Alto costo de limpieza en muros c	Al ser una fachada con pendiente	Sobrecostos innecesarios en lí
59	Arquitectura	Cambio frecuente de la iluminaria	La luminaria en estos ambientes s	Se tiene un mayor consumo de
67	Arquitectura	Falta de anclajes para instalación	No se cuenta con anclajes en la a	Costo adicional en el presupuesto
69	Arquitectura	Grietas en rampas y losas corresp	En el área de estacionamientos, l	Agrietamiento de rampas y los

Registro: 1 de 5

Imprimir Informe(s) Editar problema(s)

Figura 36: Formulario de búsqueda de problema - Microsoft Access 2016

El botón de “Editar problema” nos facilita reemplazar campos en la base de datos mediante la interfaz que se muestra en la figura 37; asimismo, nos permite guardar las ediciones o eliminar todos los datos de dicho problema.

Editor de problema

IDProblema 16

Nombre Especialidad Instalaciones Sanitarias

Descripción Inundación en Lobby de Ingreso.

Causa Mal proceso constructivo durante la instalación de tuberías sanitarias al interior de una columna ubicada en el Lobby de Ingreso.

Consecuencia Se rompieron las tuberías dentro de una columna, provocando una inundación en el Lobby de Ingreso.

Efecto del problema Reconstrucción

Impacto Usuario Bajo

Severidad

Guardar

Registro: 1 de 0

Figura 37: Formulario editor de problema - Microsoft Access 2016

Por último, el botón “Imprimir informe” nos permite guardar este documento de manera digital (como se muestra en la figura 38) o imprimirlo físicamente para archivarlo en alguna carpeta de proyecto.

Código <input type="text" value="CON-1"/>		<b>REPORTE DE PROBLEMA</b>	
DESCRIPCIÓN: <input type="text" value="Problemas durante la remodelación de áreas comunes en piso con mármol italiano antiguo."/>			
GENERALIDADES		DETALLE	
1. ORIGEN DEL PROBLEMA:	<input type="text" value="Construcción"/>	CAUSA:	<input type="text" value="Dificultad para conseguir el mismo material, ya que no se encuentra actualmente en el mercado de importación."/>
2. SISTEMA:	<input type="text" value="Arquitectura"/>	CONSECUENCIA:	<input type="text" value="Demora en la remodelación de las áreas comunes, específicamente en el Lobby de ingreso, lo cual generaba molestia en los usuarios."/>
3. UBICACIÓN:	<input type="text" value="Lobby de ingreso"/>	EFFECTO:	<input type="text" value="Remodelación"/>
4. COMPONENTE:	<input type="text" value="Piso mármol italiano"/>	SEVERIDAD:	<input type="text" value="Bajo"/>
5. MARCA DEL COMPONENTE:	<input type="text" value="Desconocido"/>	IMPACTO EN USUARIOS:	<input type="text" value="Bajo"/>
6. PROVEEDOR DEL COMPONENTE:	<input type="text" value="Desconocido"/>	SOLUCIÓN:	<input type="text" value="Subcontratar a una empresa especialista en mármol para una suplantación del antiguo material por uno similar nuevo en todas las áreas comunes."/>
LECCIÓN APRENDIDA		RESPONSABLE:	<input type="text" value="Cliente"/>
TIPO DE LECCIÓN APRENDIDA:	<input type="text" value="Malas prácticas constructivas"/>	COSTO:	<input type="text" value="2000"/> <input type="text" value="Soles"/>
DESCRIPCIÓN:	<input type="text" value="Evitar la compra de enchape para piso, o cualquier otro acabado que está por discontinuar en el mercado de importación."/>	TIEMPO:	<input type="text" value="1"/> <input type="text" value="Semana(s)"/>
IMAGEN			
Foto <input type="text"/>			

**Figura 38: Informe de problema en la especialidad de arquitectura - Microsoft Access 2016**


Código <input type="text" value="DIS-23"/>		<b>REPORTE DE PROBLEMA</b>	
DESCRIPCIÓN:		<input type="text" value="Insuficiente carga eléctrica suministrada al edificio."/>	
GENERALIDADES		DETALLE	
1. ORIGEN DEL PROBLEMA:	<input type="text" value="Diseño"/>	CAUSA:	<input type="text" value="Como el edificio se diseñó muchos años antes que el inicio de su construcción, no se consideró que se iban a emplear tantos equipos y aparatos, que requerían de mayor energía eléctrica a la prevista."/>
2. SISTEMA:	<input type="text" value="Instalaciones Eléctricas"/>	CONSECUENCIA:	<input type="text" value="Constantes quejas de usuarios por falta de energía eléctrica para el correcto funcionamiento de sus servidores, computadoras y sistemas de aire acondicionado. Fallas en medidores antiguos con los que contaban cada oficina."/>
3. UBICACIÓN:	<input type="text" value="Áreas comunes y Oficinas"/>	EFECTO:	<input type="text" value="Remodelación"/>
4. COMPONENTE:	<input type="text" value="-"/>	SEVERIDAD:	<input type="text" value="Medio"/>
5. MARCA DEL COMPONENTE:	<input type="text" value="-"/>	IMPACTO EN USUARIOS:	<input type="text" value="Alto"/>
6. PROVEEDOR DEL COMPONENTE:	<input type="text" value="-"/>	SOLUCIÓN:	<input type="text" value="Solicitar ampliación de carga eléctrica a Luz del Sur. Implementación de llaves termomagnéticas en tablero general y tableros especiales para 2 ascensores. Implementación de nuevos medidores eléctricos en cada"/>
LECCIÓN APRENDIDA		RESPONSABLE:	<input type="text" value="Administrador del edificio"/>
TIPO DE LECCIÓN APRENDIDA:		COSTO:	<input type="text" value="100000"/> <input type="text" value="Soles"/>
<input type="text" value="Suposiciones de diseño incorrectas"/>		TIEMPO:	<input type="text" value="2"/> <input type="text" value="Semana(s)"/>
DESCRIPCIÓN:			
<input type="text" value="Realizar un análisis y cálculo exacto sobre la carga eléctrica, que realmente permitirá que los equipos y aparatos eléctricos, correspondientes a los edificios de oficinas, trabajen sin problemas."/>			
IMAGEN			
<input type="text" value="Foto"/>			

**Figura 39: Informe de problema en la especialidad de instalaciones eléctricas - Microsoft Access 2016**



Código		DIS-27	REPORTE DE PROBLEMA	
DESCRIPCIÓN:		Luminarias LED quemadas.		
GENERALIDADES		DETALLE		
1. ORIGEN DEL PROBLEMA:	Diseño	CAUSA:	Las luminarias LED se encuentran encendidas todo el tiempo en todos las áreas comunes.	
2. SISTEMA:	Iluminación	CONSECUENCIA:	Se queman rápidamente, no duran más de 6 meses, cuando deberían tener una vida útil de 2-3 años. Siempre se requería de un técnico para su reparación inmediata.	
3. UBICACIÓN:	Áreas comunes	EFFECTO:	Remodelación	
4. COMPONENTE:	Luminarias LED	SEVERIDAD:	Medio	
5. MARCA DEL COMPONENTE:	-	IMPACTO EN USUARIOS:	Medio	
6. PROVEEDOR DEL COMPONENTE:	-	SOLUCIÓN:	Se decidió quitar todas las pertenecientes a áreas comunes (incluyendo sótanos) y cambiarlas por luces LED con sensor de movimiento, para que estas se activen únicamente cuando haya tránsito peatonal y vehicular.	
LECCIÓN APRENDIDA		RESPONSABLE:	Administrador del edificio	
TIPO DE LECCIÓN APRENDIDA:	Especificaciones técnicas deficientes	COSTO:	30000	Soles
DESCRIPCIÓN:	Se sugiere utilizar luces LED con sensor de movimiento marca PHILIPS, ya que funcionan muy bien y hasta el momento ninguna se ha quemado.	TIEMPO:	1	Semana(s)
IMAGEN				
Foto				

**Figura 40: Informe de problema en la especialidad de iluminación - Microsoft Access 2016**

Código: <input type="text" value="CON-3"/>		<b>REPORTE DE PROBLEMA</b>	
DESCRIPCIÓN:		<input type="text" value="Fallo de aparatos sanitarios, por implementación de nuevas oficinas."/>	
GENERALIDADES		DETALLE	
1. ORIGEN DEL PROBLEMA:	<input type="text" value="Construcción"/>	CAUSA:	<input type="text" value="Cuando los arrendatarios instalan nuevos aparatos sanitarios y no son consultados antes con un especialista y mucho menos con la inmobiliaria que les ofrece también este servicio por medio de un especialista encargado de todas las II.SS. del edificio."/>
2. SISTEMA:	<input type="text" value="Instalaciones Sanitarias"/>	CONSECUENCIA:	<input construcción."="" de="" durante="" en="" instalación="" la="" malos="" sanitarias="" trabajos"="" tuberías="" type="text" value="Constantes quejas de los arrendatarios al administrador del edificio por "/>
3. UBICACIÓN:	<input type="text" value="Oficinas"/>	EFFECTO:	<input type="text" value="Reparación"/>
4. COMPONENTE:	<input type="text" value="Inodoro"/>	SEVERIDAD:	<input type="text" value="Bajo"/>
5. MARCA DEL COMPONENTE:	<input type="text" value="Vainsa"/>	IMPACTO EN USUARIOS:	<input type="text" value="Medio"/>
6. PROVEEDOR DEL COMPONENTE:	<input type="text" value="Promart"/>	SOLUCIÓN:	<input type="text" value="El administrador, junto con el especialista sanitario del edificio, realizan las reparaciones respectivas aunque la culpa sea del arrendatario."/>
LECCIÓN APRENDIDA		RESPONSABLE:	<input type="text" value="Administrador del edificio"/>
TIPO DE LECCIÓN APRENDIDA:	<input type="text" value="Malas prácticas constructivas"/>	COSTO:	<input type="text" value="1000"/> Soles
DESCRIPCIÓN:	<input type="text" value="De realizar algún cambio en la grifería o aparatos sanitarios, eso se puede resolver y dar una solución bajo criterio de un especialista sanitario."/>	TIEMPO:	<input type="text" value="3"/> Día(s)
IMAGEN			
<input type="text" value="Foto"/> 			

**Figura 4142: Informe de problema en la especialidad de instalaciones sanitarias - Microsoft Access 2016**

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

- Fue posible desarrollar una base de datos en Microsoft Acces que permita registrar de manera organizada los problemas y lecciones aprendidas obtenidas mediante la evaluación post ocupación, brindando al equipo de diseño retroalimentación oportuna con información de operación y mantenimiento recopilada de proyectos anteriores, con el fin de lograr establecer una mejora continua en el diseño de futuros edificios.
- Como es sabido, las evaluaciones postocupación convencionales se enfocan principalmente en la percepción de los usuarios finales con respecto a las áreas que ocupan dentro del edificio. Sin embargo, en la presente tesis se logró diseñar una evaluación postocupación que permita recopilar los problemas que afectan al edificio en la etapa de operación y mantenimiento. Para ello, se analizó la data obtenida de la revisión bibliográfica sobre evaluaciones post ocupación, determinando así que la manera más adecuada de evaluar el desempeño del edificio era por medio de entrevistas a los *facility managers*.
- Al contar con los resultados obtenidos de las entrevistas, se verificó que se tenía una gran cantidad de lecciones aprendidas, las cuales tenían que ser ordenadas y clasificadas de la mejor manera dentro de la base de datos. Por ello, en base a la información obtenida de las lecciones aprendidas, se logró establecer parámetros que nos permitieron categorizarlas en supuestos de diseño incorrectos, defectos de diseño, especificaciones técnicas deficientes, defectos de construcción y problemas de mantenimiento, de modo que, la información entregada al equipo de diseño se encuentre organizada para un mejor aprovechamiento.
- Dentro de los 94 problemas registrados, se puede apreciar que el 35% son respecto a la especialidad de arquitectura y el 20% debido a fallos en instalaciones sanitarias, los que ocupan el primer y segundo lugar, respectivamente. Cabe resaltar que los problemas por arquitectura ocurren por lo general después de un periodo de ocupación mayor a 2 años, mientras que los problemas que se relacionan a instalaciones sanitarias surgen desde los primeros meses de ocupación del edificio. Por ello, estas son las especialidades con las que se debe tener más cuidado en cuanto a su diseño y ejecución (Murguía, Felix & Guerra, 2020).
- Del análisis de problemas postocupación se tuvieron 32 problemas que requirieron demolición o reconstrucción, destacando los siguientes: (1) Fugas de agua en la

cisterna; (2) reconstrucción de columna por; (3) Suministro insuficiente de energía; (4) inexistencia de escalera presurizada. Además, se tuvieron 40 problemas de alto impacto en usuarios, destacando los siguientes: (1) Problemas con el tránsito vertical de los ascensores; (2) consideración de una sola cisterna para el edificio; (3) Choques ente vehículos por espacios insuficiente en patio de maniobra; (4) Falta de instalación de contómetros en las oficinas. Las lecciones aprendidas de los problemas antes mencionados fueron ingresados a la base de datos de modo que al ser entregado al equipo de diseño contribuirá a la mejora de futuros proyectos.

- La noción de los criterios de rendimiento desde el punto de vista de calidad del entorno construido según la percepción de los *facility managers* es crítica. Y esto es por su comprensión del rendimiento del edificio que va más allá del juicio a los aspectos de conservación de la energía, costo y funcionalidad de los edificios, sino que incluye también la percepción del edificio por los usuarios y las dificultades que presentan las instalaciones, asignando un peso excesivo a los aspectos no funcionales o disfuncionales de un edificio con poca mención de lo que funciona. Esta apreciación hace difícil que la información sea compartida de manera constructiva y útil en su totalidad.
- La industria de la construcción es un organismo cambiante que constantemente está en evolución y las necesidades de los clientes contribuyen con este cambio. Siempre surgen nuevas necesidades que deben ser resueltas con el menor costo y en el menor tiempo para dar el mejor de los resultados. Por ello, se debe registrar los progresos y desastres de los proyectos que se llevan a cabo. Entender y asimilar estos errores para una mejora es parte del cambio evolutivo que debería transmitir esta industria. Esta herramienta, si se ejecuta de manera adecuada, contribuye con una mejora de un cambio verdadero.
- El estudio postocupación resulta muy importante para la retroalimentación de futuros proyectos de oficinas; ya que, gracias a este, se puede obtener información de los edificios durante su funcionamiento. Asimismo, resultaría muy provechoso poder contrastar y verificar si las asunciones hechas durante la etapa de diseño resultaron eficientes en cuanto al rendimiento del edificio. En la evaluación postocupación efectuada, se logró obtener información valiosa desde la perspectiva de los usuarios finales y el administrador del edificio, sin embargo, no se pudo obtener la información propuesta por los consultores de diseño, por lo que no se pudo contrastar ni verificar, lo que hubiera llevado a realizar análisis más completo del estudio.

## 6.2 Recomendaciones

- Muchas de las empresas especializadas en diseño, construcción y desarrollo inmobiliario de proyectos sostienen que realizar un estudio postocupación por medio de encuestas o entrevistas llevadas a cabo por un grupo seleccionado de personas especializadas en distintas áreas resulta innecesario, exhaustivo y costoso. Sin embargo, con la investigación realizada queda claro que una primera evaluación del tipo indicativa es posible sin repercutir significativamente en cuanto a costo y tiempo. Asimismo, muchas empresas y clientes ni si quiera tienen el mínimo interés por mejorar el desempeño de su propio edificio a través de los estudios postocupación. Por ello, se debe promover y hacer más común el uso de herramientas como las bases de datos, que permitan el ingreso de nueva información de manera sencilla, práctica y rápida para que sea empleada de manera dinámica y el conocimiento sea divulgado de forma que se perfeccione y se desarrollen diseños cada vez más sostenibles.
- La difusión de la información de las evaluaciones postocupación es bastante significativa en la industria de la construcción debido a que proporciona nuevos datos sobre las edificaciones. De poder verificarse el diseño con la operación y mantenimiento, tendría un mayor peso y relevancia para que estas consideraciones sean utilizadas en otros diseños. De no poder ser aprovechada, esta información se perdería y quedaría solo entre los administradores y técnicos que traten con los problemas y sus soluciones. El estudio revela diversos problemas frecuentes en diferentes edificios que enfrentan los *facility managers*, de las cuales estamos familiarizados, pero no informados del todo, por lo cual es importante la POE para el uso, propagación y retroalimentación de la información.
- Contar con el interés y apoyo de la alta dirección facilita y ayuda en gran medida la recolección de información. Sin lugar a dudas, es el primer paso para iniciar la ejecución de las evaluaciones postocupación. Debido a su participación, se cuenta con la colaboración, atención y tiempo de los *facility managers* y cualquier otro involucrado que pueda responder correctamente las encuestas. Autoriza el acceso a información confidencial acerca del consumo y rendimiento del edificio. Además, con la presentación clara de los problemas, las causas, efectos y el impacto que representan en cuanto tiempo, costo y percepción de los usuarios, se hace más difícil poder dejarlo de lado y no aplicar y corregir los diseños relacionados con las lecciones aprendidas.
- Determinar en qué fase del ciclo de vida se encuentra el edificio después de haber sido entregado, establece la cantidad y la magnitud de los problemas obtenidos. Los edificios que recién estarán en funcionamiento tienen una menor incidencia de problemas debido a su poco uso o que aún no se identifican los defectos de las diversas



especialidades. Por ello, dependiendo del enfoque de la evaluación y el periodo del ciclo de vida del edificio en el que se encuentre, se puede identificar diversos problemas en las instalaciones.

- El estudio postocupación que se realizó en edificios de oficina reveló que todo edificio manifiesta problemas en su funcionamiento, fallas que proceden del diseño, la construcción o la operación, las cuales pueden identificarse y evitarse en su fase respectiva anterior. Se debería establecer un registro de estas complicaciones que presentan los edificios y poder ser capaz de transmitirse a los interesados de otros proyectos para que en sus inicios supriman estos problemas con soluciones efectivas a tiempo. Contar con una herramienta que registre la información existente y brinde de manera comprensible estos datos para que luego sean utilizados en la mejora de la entrega de proyectos, representaría un mejor entendimiento de la ejecución de los proyectos de construcción como industria.
- Un método estándar que permite recoger pequeñas cantidades de datos comparables de una variedad de edificios para analizar de forma comparativa es probable que sea más útil que un caso de estudio detallado.
- No es suficiente con realizar una evaluación, obtener los resultados y analizarlos, la fase de entrega de información es igual, o más importante que las demás. Se debe lograr una correcta entrega de información que promueva su uso e incentive alimentar con más lecciones aprendidas reforzando el ciclo de retroalimentación de los proyectos. Establecer parámetros estandarizados, como el COBie, y volver el uso de base de datos algo común, entendible y práctico para el desarrollo de nuevos diseños. Garantizar el completo desarrollo del LPDS y de todas sus fases, POE.

## 7. REFERENCIAS

- Abdou, A. & Dghaimat, M. (2016). Post Occupancy Evaluation of Educational Buildings: A Case Study of a Private School in the UAE. En 4th Annual International Conference on Architecture and Civil Engineering (114-120). UAE. [https://www.researchgate.net/publication/301914235\\_Post\\_Occupancy\\_Evaluation\\_of\\_Educational\\_Buildings\\_A\\_Case\\_Study\\_of\\_a\\_Private\\_School\\_in\\_the\\_UAE](https://www.researchgate.net/publication/301914235_Post_Occupancy_Evaluation_of_Educational_Buildings_A_Case_Study_of_a_Private_School_in_the_UAE)
- Abiteboul, Serge; Hull, Richard & Vianu, Victor (1995). Foundations of Databases. [https://www.researchgate.net/publication/225035500\\_Foundations\\_of\\_Databases/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/225035500_Foundations_of_Databases/citation/download)
- Ballard, G. (2000). White Paper 8 Lean Project Delivery System. Lean Construction Institute. [https://www.leanconstruction.org/media/docs/ktil-add-read/Lean\\_Project\\_Delivery\\_System.pdf](https://www.leanconstruction.org/media/docs/ktil-add-read/Lean_Project_Delivery_System.pdf)
- Ballard, G. (2008). The Lean Project Delivery System: An Update. *Lean Construction Journal*, 2008, 1-19.
- Ballard, G. & Howell, G. (2004). Competing Construction Management Paradigms. *Lean Construction Journal*, 1, 19-21.
- Ballard, G. & Zabelle, T. (2000a). Project Definition. White Paper 9, 9. Lean Construction Institute. [https://www.academia.edu/download/4862319/wp\\_9\\_projectdefinition.pdf](https://www.academia.edu/download/4862319/wp_9_projectdefinition.pdf)
- Ballard, G. & Zabelle, T. (2000b). White Paper 10. Lean Design: Process, Tools & Techniques. Lean Construction Institute. [http://p2sl.berkeley.edu/wp-content/uploads/2016/03/W010-Ballard\\_Zabelle-2000-Lean-Design-Process-Tools-and-Techniques-LCI-White-Paper-10.pdf](http://p2sl.berkeley.edu/wp-content/uploads/2016/03/W010-Ballard_Zabelle-2000-Lean-Design-Process-Tools-and-Techniques-LCI-White-Paper-10.pdf)
- Bento Pereira, N.; Calejo Rodrigues, R. & Fernandes Rocha, P. (2016). Post Occupancy Evaluation Data Support for Planning and Management of Building Maintenance Plans. *Buildings*, 6(4), 45.
- Blyth, A. & Gilby, A. (2006). *Guide to Post Occupancy Evaluation*. Inglaterra: HEFCE.
- Bordass, W. & Leaman, A. (1997). Design for manageability. *Building Research & Information*, 25 3, 148-157.
- Brill, M.; Margulis, S. & Konar, E. (1985). *Using office design to increase productivity* (volumen 2). Michigan: Workplace Design and Productivity.

Brioso, X. & Patricio, W. (2017). Identificación y evaluación del grado de satisfacción en la etapa de post-ocupación de los proyectos de viviendas económicas desde la perspectiva de los usuarios: estudio de caso peruano. *Anales de Edificación*, 3(2), 17-26.

Buleje, K. (2012). *Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean construcción*. Tesis. PUCP.

Castillo, I. (2014). *Inventario de herramientas del sistema de entrega de proyectos Lean*. Tesis de titulación. PUCP. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5387>

Dahl, P. K.; Horman, M. J. & Riley, D. R. (2005). Lean Principles to Inject Operations Knowledge into Design. *13th Annual Conference of the International Group for Lean Construction* (pp. 431-436). Sydney, Australia. <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-40bb5f43-a459-42ec-b26b-2ea0efb7a8ff.pdf>

Dillon, R. & Vischer, J. (1988). *The Building in-Use Assessment Methodology*. Ottawa: Public Works Canada.

Elmasri, R. & Navathe, S. (2000). *Fundamentals of Database Systems* (tercera edición). [https://www.researchgate.net/publication/220695312\\_Fundamentals\\_of\\_Database\\_Systems\\_3rd\\_Edition/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/220695312_Fundamentals_of_Database_Systems_3rd_Edition/citation/download)

Harrington, J. (2016). *Relational database design and implementation: Clearly explained* (cuarta edición). Ámsterdam: Morgan Kaufmann/Elsevier.

Howell, G. & Ballard, G. (1999). White Paper 4. Design of Construction Operations. Lean Construction Institute. [https://www.leanconstruction.org/media/library/id10/Design\\_of\\_Construction\\_Operations.pdf](https://www.leanconstruction.org/media/library/id10/Design_of_Construction_Operations.pdf)

International Group for Lean Construction (2011). *19th annual conference of the International Group for Lean Construction 2011 (IGLC)*. Lima: TIB.

Joiner, D. & Ellis, P. (1981). Making POE Work in an Organization. En W. Preiser, *Building Evaluation* (pp. 299-306). Nueva York: Plenum Press.

Koskela, L.; Howell, G.; Ballard, G.; Tommelein, I. (2002). The foundations of lean construction. En Rick Best & Gerard de Valence (eds.), *Design and Construction: Building in Value* (pp. 211-226). Londres: Routledge.

Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. CIFE Technical Report 72. Stanford: Stanford University.

Lin, Y. & Tserng, H. P. (2003). Knowledge Management and its Application to Lean Construction. *11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction* (pp. 1-12). Virginia,

EEUU. <https://iglcstorage.blob.core.windows.net/papers/attachment-2796c112-bf26-4984-8d39-a3e2193cfc96.pdf>

Mace, H. & Place, J. (1991). Accessible Environments: Toward. En W. Preiser, J. Vischer & E. White, *Design Intervention: Toward a More Humane* (p. 32). Nueva York: Van Nostrand Reinhold.

Murguia, D.; Felix, K. & Guerra, M. (2020). "An Approach to Capture Design and Construction Lessons Learned from Facility Managers." En Tommelein, I.D. and Daniel, E. (eds.), *Proc. 28<sup>th</sup> Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC28)* (pp. 997-1008). Berkeley, California. <https://iglc.net/Papers/Details/1798>

Nisbet, N. (2012). *COBie-UK-2012*. Reino Unido: AEC 3.

Orihuela, P.; Orihuela, J. & Ulloa, K. (2011). Herramientas para la gestión del diseño en proyectos de edificación. *Proceedings of 19th Annual Conference of the International Group for Lean Construction* IGLC 2011.  
[http://www.motiva.com.pe/Articulos/HerramientasLean\\_gestion\\_dise%C3%B1o.pdf](http://www.motiva.com.pe/Articulos/HerramientasLean_gestion_dise%C3%B1o.pdf)

Orihuela, P. & Orihuela, J. (2014). Needs, Values and Post-Occupancy Evaluation of Housing Project Customers: A Pragmatic View. *Procedia Engineering*, 85, 412-419.

Preiser, W. (1994). Built Environment Evaluation: Conceptual Basis. *Journal of Architectural and Planning Research*, 11(2), 91-107.

Preiser, W. (1995). Post-Occupancy Evaluation: How to Make Buildings Work Better. *Facilities*, 13(11), 19-28.

Preiser, W. (2001). The Evolution of Post-Occupancy Evaluation: Towards Building Performance and Universal Design Evaluation. *Learning from our Buildings*, 9, 19-28.

Preiser, W. (2002). Continuous Quality Improvement Through Post-Occupancy Evaluation Feedback. *Journal of Corporate Real Estate*, 5(1), 42-56.

Preiser, W. (2005). Building Performance Assessment-From POE to BPE. A Personal Perspective. *Architectural Science Review*, 48(3), 201-204.

Preiser, W.; Hardy, A. & Schramm, U. (1997). *Building Performance Evaluation from Delivery Process to Life Cycle Phases*. Phoenix: Springer.

Preiser W.; Rabinowits, H., White, E. (1998). *Post-Occupancy Evaluation*. New York: Routledge Revivals.

Silberschatz, A.; Korth, F. & Sudarsham, S. (2002). *Fundamentos de bases de datos*. España: McGraw-Hill.

Roberts, C. J.; Pärn, E. A., Edwards, D. J. & Aigbavboa, C. (2018). Digitalising asset management: concomitant benefits and persistent challenges. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 36(2), 152-173.

Scheer, B. & Preiser, W. (1994). *Design Review: Challenging Urban Aesthetic Control*. USA: Springer.

Strategy, T. G. (2013). Government UK.  
<https://www.gov.uk/government/publications/government-construction-strategy>

Sumathi, S. & Esakkirajan, S. (2007). *Fundamentals of Relational Database Management Systems*. Berlín: Springer.

Gerrish, T.; Cook, M. & Ruikar, K. (2016). BIM for the Management of Building Services Information During Building Design and Use. *Science and Technology for the Built Environment*, 22(3), 249-251.

Turpin-Brooks, S. & Viccars, G. (2006). The Development of Robust Methods of Post Occupancy Evaluation. *Facilities*, 24(5/6), 177-196.

Vásquez, J. (2006). El “lean design” y su aplicación a los proyectos de edificación. Tesis de titulación. PUCP. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/971>

Ventre, F. (1988). Sampling Building Performance. Symposium Facilities 2000. Michigan: Grand Rapids.

Vischer, J. (1989). *Environmental Quality in Offices*. Nueva York: Van Nostrand Reinhold.

Vischer, J. (1995). Strategic Work-Space Planning. *Sloan Management Review*, 37(1), 33.

Vischer J. (1996). *Workspace Strategies: Environment as a Tool for Work*. Nueva York: Chapman and Hall.

Vischer, J. (2001). Post-Occupancy Evaluation: A Multifaceted Tool for Building Improvement. Learning from our buildings. En *Learning from our Buildings: a state of the practice summary of post-occupancy evaluation* (pp. 23-33). Washington DC: Federal Facilities Council.

Vitruvius (1960). *The ten Books on Architecture* (traducción de M. H. Morgan). Nueva York: Dover Publications.



Way, M. & Bordass, B. (2005). Making Feedback and Post-Occupancy Evaluation Routine 2: Soft Landings – Involving Design and Building Teams in Improving Performance. *Building Research & Information*, 33(4), 353-360.

Zeisel, J. (1984). *Inquiry by design: Tools for environment-behaviour research* (5). CUP archive.

