

**UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA**  
SEDE CONCEPCION REY BALDUINO DE BELGICA  
CONCEPCION

**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA UNIDAD DE  
MANTENCIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA  
MARÍA, SEDE CONCEPCIÓN**

**SCARLETH PAULETTE BILBAO CASTRO**

**2025**

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA  
SEDE CONCEPCIÓN  
REY BALDUINO DE BÉLGICA

“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO  
PARA LA UNIDAD DE MANTENCIÓN DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO  
SANTA MARÍA, SEDE CONCEPCIÓN”

TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CONSTRUCTOR

SCARLETH PAULETTE BILBAO CASTRO  
PROFESOR GUÍA – CRISTOPHER ALEXIS PÉREZ MARÍN

2025



## CONSTANCIA DE VALIDACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD DE MONOGRAFÍA A REPOSITORIO ACADÉMICO

### 1.- IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO ACADÉMICO

Tipo de monografía (marcar una opción):  Memoria o trabajo de título  Tesis de Postgrado

Título del trabajo: Diseño de un Plan de Mantenimiento para la Unidad de Mantenición de la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción.

Nombre del candidato(a): Scarleth Paulette Bilbao Castro

Carrera / Grado: Ingeniería en Construcción

Campus: Sede Concepción Departamento: Construcción y Prevención de Riesgos

### 2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Cristopher Alexis Pérez Marín, en mi calidad de profesor(a) guía/director(a) del trabajo académico mencionado anteriormente **DEJO CONSTANCIA** que:

- He revisado esta versión del documento y corresponde a la versión final aprobada del trabajo.
- El trabajo cumple con los requisitos académicos y de formato establecidos por la institución.

### 3.- EVALUACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD POR PROPIEDAD INDUSTRIAL (marcar una opción)

El trabajo **NO contiene** información que amerite confidencialidad y puede ser publicado de inmediato en repositorio con acceso abierto.

El trabajo **CONTIENE** información con potenciales implicancias de propiedad industrial o intelectual y requiere un periodo de confidencialidad (**embargo**) por (**marcar una opción**):

6 meses  12 meses  2 años  3 años  5 años  10 años

Fundamentación de la necesidad de confidencialidad (obligatorio si se solicita embargo):

---

---

---

### 4.- FIRMAS

Profesor(a) guía o director(a) de memoria o tesis:

Fecha: 09-03-2026 Firma: 

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 09-03-2026 Firma: 

*Este formulario debe ser insertado como página 2 de la memoria o tesis, completado y firmado por estudiante y profesor(a) antes de la entrega en portal PRISMA de Biblioteca USm*

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermanos, por ser el origen de lo que soy y el refugio al que siempre vuelvo. Ustedes me formaron con amor, valores y ejemplo; me enseñaron a ser dedicada y esforzada y a luchar por mis metas incluso cuando el camino se vuelve cuesta arriba. Gracias por impulsarme a tomar las mejores decisiones, por sostenerme en cada paso y por recordarme con palabras y hechos que rendirse no era una opción.

A mi hermano Javier, mi pilar en aquellos días grises. Gracias por ser mi hombro y compañía cuando sentía que ya no podía más, por quedarte ahí cuando el cansancio pesaba y por ayudarme a no decaer. Agradezco cada día tenerte como hermano.

A mis angelitos en el cielo, mi abuelo Carlos y abuela Norma. Aunque no pudieron verme en la universidad, siento que de alguna manera siempre han estado presentes mirando cada uno de mis logros. Esta meta también les pertenece: espero que donde estén puedan sentirse orgullosos de mí.

A mi pareja, por estar en las temporadas en que me sentía vulnerable y frágil. Gracias por tu apoyo constante, paciencia y por aportar de corazón a una etapa tan exigente como el desarrollo de esta tesis.

También agradezco a quienes estuvieron ahí para mí desde la oración en los momentos más complejos. Gracias por sostenerme desde la fe y la esperanza.

Finalmente, a mis profesores, que influyeron en mi formación a lo largo de estos años universitarios, gracias por su guía y por dejar en mi aprendizaje que van más allá de lo académico.

A todos ustedes: gracias por creer en mi incluso cuando yo dudaba. Esta tesis es el resultado de mi esfuerzo, sí, pero también del amor, el apoyo y la presencia que me han acompañado hasta aquí.

## **RESUMEN**

La gestión eficiente de la infraestructura universitaria es un pilar fundamental para asegurar la continuidad de las actividades académicas y administrativas. En este contexto, la presente memoria aborda el caso de la Unidad de Mantenimiento de la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción, cuyo diagnóstico evidencia un funcionamiento predominantemente reactivo y correctivo, sin planificación formal ni mecanismos sistemáticos de control. Esta condición se asocia a ineficiencias operativas, destacando una sobrecarga administrativa equivalente al 23,3% de la demanda gestionada por el encargado.

El objetivo general del trabajo es diseñar un Plan de Mantenimiento Preventivo que optimice el uso de recursos, reduzca fallas imprevistas y estandarice la gestión de activos. El estudio se desarrolla mediante un enfoque descriptivo-analítico estructurado en cuatro etapas: diagnóstico de la gestión actual a partir de la plataforma “Mesa de Servicios 360”, levantamiento y catastro de activos en terreno, jerarquización de sistemas mediante una Matriz de Criticidad Cualitativa de Riesgo (MCCR) y diseño de una herramienta de gestión dinámica orientada a la programación y control de mantenimiento.

Como resultados del diagnóstico, se analiza un periodo operativo de 148 días, durante el cual se procesan 309 requerimientos, identificándose que la mayor carga corresponde a gestión administrativa, sistema eléctrico y obras civiles menores. Además, se evidencian brechas en tiempos de respuesta significativos, lo que confirma vulnerabilidades del sistema actual frente a la falta de especialización y planificación.

A partir de esta línea base, se diseña un plan preventivo que consolida 55 actividades estandarizadas con frecuencias entre mensual y anual, orientadas a sostener la continuidad operativa y gestionar el riesgo en activos críticos. Para viabilizar su implementación se propone una reestructuración organizacional que contempla la creación de una Oficina Técnica y la normalización de la cuadrilla de planta a cuatro maestros especialistas, junto con un sistema de control que permita trazabilidad y soporte a la toma de decisiones.

## **ÍNDICE**

MARCO TEÓRICO.....	13
MARCO NORMATIVO.....	15
INTRODUCCIÓN .....	18
OBJETIVO GENERAL .....	29
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	29
METODOLOGÍA.....	30
CAPÍTULO 1: .....	31
1.1.1 Descripción del Flujo de Requerimientos y la Plataforma "Mesa de servicios 360" .....	34
1.1.2 Flujo del Proceso de Mantenimiento Reactivo (Mesa 360) .....	36
1.1.3 Análisis Demanda de Servicios y Comportamiento Temporal .....	37
1.1.4 Análisis de los Tiempos de Respuesta Reales. ....	44
1.1.5 Análisis de Resultados y Diagnóstico Operativo .....	45
1.2    LEVANTAMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE ACTIVOS:.....	47
1.2.1 Organización del levantamiento por áreas .....	48
1.2.2 Ficha de levantamiento.....	50
1.2.2 Consolidación de Resultado del Levantamiento por Edificio. ....	52
1.3    1.3 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD: MODELO MCCR. ....	71
1.3.1 Definición de Criterios de Evaluación Adaptados a la Sede.....	72
1.3.2 Matriz de Criticidad Y Zonas de Prioridad .....	76
1.3.3 Aplicación y Resultados del Análisis de Criticidad.....	76
1.4    Conclusión del Diagnóstico y Lineamientos para el Plan de Mantenimiento.....	80
CAPITULO 2 .....	81

2.1 DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO .....	83
2.1.1 Asignación de Estrategias por Nivel de Riesgo. ....	84
2.2 ELABORACIÓN DE PROTOCOLOS Y PAUTAS TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO .....	85
2.2.1. Metodología de Diseño: Traducción Normativa-Operativa.....	86
2.2.2. Protocolo de Mantenimiento para Sistemas de Calefacción (Calderas) .....	86
2.2.3. Protocolo de Gestión de Suministro de Agua Potable .....	88
2.2.4. Protocolo para Tableros Eléctricos Generales.....	89
2.2.5. Síntesis del Diseño y Formato Final .....	90
2.3. PROGRAMA MAESTRO DE MANTENIMIENTO Y ESTRATEGIA DE CICLO DE VIDA .....	92
2.3.1 Determinación de vida útil. ....	93
2.3.2 Marco Normativo para determinación de vida útil en Chile. ....	94
2.3.3 Procedimiento utilizado para determinar la vida útil. ....	95
2.3.4 Factores de Degradación y Ajuste de Vida Útil. ....	100
2.3.5 Identificación de Actividades Preventivas y Determinación de Frecuencia .....	103
2.4 PROPUESTA DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN. ....	112
CAPITULO 3 .....	115
3.1 ANÁLISIS DE LA BRECHA OPERACIONAL Y JUSTIFICACIÓN.....	117
3.1.1 Versatilidad del Plan y Flexibilidad en la Ejecución .....	118
3.2 DISEÑO FUNCIONAL DE LA OFICINA TÉCNICA .....	119
3.2.1 Definición y Justificación del Perfil: Técnico Universitario en Construcción. ....	119
3.2.2 Roles y Responsabilidades.....	120
3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA FUERZA LABORAL.....	121
3.3.1 Propuesta de Normalización de la Cuadrilla. ....	121
3.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPLEMENTACIÓN .....	122
CONCLUSIONES.....	123

BIBLIOGRAFÍA.....	126
ANEXOS.....	128

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> Presupuesto Unidad de Mantenición Año 2020.....	25
<b>Tabla 2</b> Presupuesto Unidad de Mantenición Año 2021 .....	26
<b>Tabla 3</b> Presupuesto Unidad de Mantenición Año 2022.....	26
<b>Tabla 4</b> Presupuesto Unidad de Mantenición Año 2023.....	26
<b>Tabla 5</b> Presupuesto Unidad de Mantenición Año 2024.....	27
<b>Tabla 6</b> Presupuesto Unidad de Mantenición Año 2025.....	27
<b>Tabla 7</b> Criterios de Categorización de Requerimientos por Sistema.....	38
<b>Tabla 8</b> Resumen Global de Requerimientos por Sistema y Responsable (junio- noviembre) .....	39
<b>Tabla 9</b> Composición de Requerimientos - Mes de Octubre .....	41
<b>Tabla 10</b> Composición de Requerimientos - Mes de Septiembre .....	41
<b>Tabla 11</b> Composición de Requerimientos - Mes de Agosto.....	42
<b>Tabla 12</b> Composición de Requerimientos - Mes de Julio .....	42
<b>Tabla 13</b> Estadísticos Descriptivos de Tiempos de Respuesta por Sistema (en días)	44
<b>Tabla 14</b> Nomenclatura Edificios USM Sede Concepción .....	48
<b>Tabla 15</b> Nomenclatura y Codificación de Sistemas para el Catastro de Activos .....	50
<b>Tabla 16</b> Descriptiva de la Ficha de Levantamiento (Planilla) .....	51
<b>Tabla 17</b> Consolidado de Activos - Edificio A .....	54
<b>Tabla 18</b> Consolidado de Activos - Edificio B .....	57
<b>Tabla 19</b> Consolidado de Activos - Edificio C.....	62
<b>Tabla 20</b> Consolidado de Activos - Edificio D.....	65
<b>Tabla 21</b> Consolidado de Activos - Edificio E .....	67

<b>Tabla 22</b> Consolidado de Activos - Edificio F .....	69
<b>Tabla 23</b> Consolidado de Activos - Áreas Comunes USM .....	70
<b>Tabla 24</b> Criterios de Frecuencia de Fallos .....	72
<b>Tabla 25</b> Criterios de Impacto Operacional .....	73
<b>Tabla 26</b> Criterios de Costos Directos de Fallos.....	74
<b>Tabla 27</b> Criterios de Seguridad, Higiene y Ambiente .....	75
<b>Tabla 28</b> Definición de Rangos de Criticidad .....	76
<b>Tabla 29</b> Clasificación de Criticidad Según Sistemas.....	77
<b>Tabla 30</b> Clasificación de Criticidad Detallada por Modo de Falla .....	78
<b>Tabla 31</b> Asignación de Estrategias de Mantenimiento según Nivel de Criticidad .....	84
<b>Tabla 32</b> Clasificación de Activos por Sistema Funcional .....	95
<b>Tabla 33</b> Vida Útil de Activos Sistema Climatización .....	97
<b>Tabla 34</b> Vida Útil de Activos Sistema Eléctrico .....	98
<b>Tabla 35</b> Vida Útil de Activos Sistema Equipamiento.....	98
<b>Tabla 36</b> Vida Útil de Activos Sistema Mobiliario.....	99
<b>Tabla 37</b> Vida Útil de Activos Sistema Obras Civiles .....	99
<b>Tabla 38</b> Vida Útil de Activos Sistema Sanitario .....	100
<b>Tabla 39</b> Factores de Ajuste de Vida Útil .....	101
<b>Tabla 40</b> Catastro consolidado de activos y códigos de identificación técnica .....	103
<b>Tabla 41</b> Plan de actividades preventivas para sistemas y activos Unidad de Mantenición .....	105
<b>Tabla 42</b> Plan de actividades preventivas para sistemas y activos Unidad de Mantenición .....	106
<b>Tabla 43</b> Plan de actividades preventivas para sistemas y activos Unidad de Mantenición .....	107
<b>Tabla 44</b> Plan de actividades preventivas para sistemas y activos Unidad de Mantenición .....	108

<b>Tabla 45</b> Plan de actividades preventivas para sistemas y activos Unidad de Mantenición .....	109
<b>Tabla 46</b> Plan de actividades preventivas para sistemas y activos Unidad de Mantenición .....	110
<b>Tabla 47</b> Plan de actividades preventivas para sistemas y activos Unidad de Mantenición .....	111

### **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES**

<b>Ilustración 1</b> Organigrama Unidad de Mantenición USM Sede Concepción.....	21
<b>Ilustración 2</b> Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción .....	47
<b>Ilustración 3</b> Formato de Pauta de Mantenimiento Operativo para Calderas (PM-CAL- 01) .....	90
<b>Ilustración 4</b> Formato de Pauta de Mantenimiento para Válvulas y Control de Suministro (PM-SAN-01) .....	91
<b>Ilustración 5</b> Formato de Pauta de Mantenimiento para Tableros Eléctricos (PM-ELE- 01) .....	91
<b>Ilustración 6</b> Reestructuración Organigrama Unidad de Mantenición USM Sede Concepción.....	117

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> Flujo de Trabajo Unida de Mantenición Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción.....	37
<b>Figura 2</b> Distribución Porcentual de la Demanda por Sistema .....	40

<b>Figura 3</b> Monografía Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción ..	49
<b>Figura 4</b> Plano de Planta Edificio A (Primer Piso) .....	53
<b>Figura 5</b> Plano de Planta Edificio A (Segundo Piso).....	53
<b>Figura 6</b> Plano de Planta Edificio B (Primer Piso).....	55
<b>Figura 7</b> Plano de Planta Edificio B (Segundo Piso).....	56
<b>Figura 8</b> Plano de Planta Edificio C (Primer Piso).....	58
<b>Figura 9</b> Plano de Planta Edificio C (Segundo Piso) .....	59
<b>Figura 10</b> Plano de Planta Edificio C (Tercer Piso) .....	60
<b>Figura 11</b> Plano de Planta Edificio C (Cuarto Piso) .....	61
<b>Figura 12</b> Plano de Planta Edificio D (Primer Piso) .....	63
<b>Figura 13</b> Plano de Planta Edificio D (Segundo Piso).....	64
<b>Figura 14</b> Plano de Planta Edificio E (Primer Piso) .....	66
<b>Figura 15</b> Plano de Planta Edificio F (Primer Piso) .....	68
<b>Figura 16</b> Matriz de Criticidad Cualitativa de Riesgo (MCCR) .....	79
<b>Figura 17</b> Interfaz principal de la Planilla de Gestión Dinámica: Programa de Mantenimiento Anual .....	113
<b>Figura 18</b> Dashboard de Control: Visualización de Indicadores de Cumplimiento y Efectividad por Equipo.....	114

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

<b>Gráfico 1</b> Comparación Presupuesto anual Unidad Mantenimiento Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción .....	28
<b>Gráfico 2</b> Evolución Comparativa Mensual de la Demanda por Sistema .....	43
<b>Gráfico 3</b> Comparativa de Promedio vs. Mediana de Resolución por Sistema .....	45

## **MARCO TEÓRICO**

El presente marco teórico establece los fundamentos conceptuales y técnicos de la gestión de activos y el mantenimiento abordados en este estudio. El desarrollo de estos conceptos permite sustentar el diagnóstico operativo de la Unidad de Mantenimiento de la USM, Sede Concepción, la jerarquización mediante el análisis de criticidad y la posterior reestructuración organizacional, asegurando la eficiencia y continuidad operativa de los servicios del campus.

**Gestión de Activos:** Actividad coordinada de una organización para obtener valor de sus activos. (ISO 55000:2014)

**Activo:** Algo que posee valor potencial o real para una organización. (ISO 55000:2014)

**Vida del activo:** período desde la creación del activo hasta el fin de la vida del activo. (ISO 55000:2014)

**Sistema de Gestión de activos:** Conjunto de elementos de una organización interrelacionados y que interactúan entre sí para establecer la política de gestión de activos y los procesos para lograr dichos objetos. (ISO 55000:2014)

**Mantenimiento:** Combinación de todas las acciones técnicas, administrativas y de gestión durante el ciclo de vida de un elemento, destinadas a conservarlo o devolverlo a un estado en el que pueda desempeñar la función requerida. (EN 13306:2017)

**Mantenimiento Preventivo:** Mantenimiento llevado a cabo para evaluar y/o mitigar la degradación y reducir la probabilidad de fallo de un elemento. (EN 13306:2017)

**Mantenimiento Correctivo:** Mantenimiento que se realiza después del reconocimiento de una avería y que está destinado a poner a un elemento en un estado en que pueda realizar una función requerida. (EN 13306:2017)

**Fallo:** Cese de la aptitud de un elemento para realizar una función requerida. (EN 13306:2017)

**Modo de Fallo:** Manera en que se produce la inaptitud de un elemento para realizar una función requerida. (EN 13306:2017)

**Causa de fallo:** Circunstancia habidas durante la especificación, el diseño, la fabricación, la instalación, la utilización o el mantenimiento que provoca el fallo. (EN 13306:2017)

**Fallo por desgaste:** Fallo cuya probabilidad de aparición aumenta con el tiempo de funcionamiento o con el número de operaciones del elemento y con las tensiones asociadas a la que ha estado sometido. (EN 13306:2017)

**Fallo por envejecimiento:** fallo cuya probabilidad de aparición aumenta con el paso del tiempo de calendario. (EN 13306:2017)

**Criticidad (de un fallo o de una avería):** Índice numérico de la severidad de un fallo o de una avería combinado con la probabilidad o frecuencia de ocurrencia. (EN 13306:2017)

**Vida Útil:** Intervalo de tiempo que comienza a partir del primer uso hasta el instante en que se alcanza el estado límite. (EN 13306:2017)

**Trazabilidad:** Capacidad para seguir la historia, la aplicación o la localización de un objeto. (SO 9000:2015)

**Riesgo:** Efecto de incertidumbre sobre los objetivos. (ISO 31000:2018)

**Administración / gestión de riesgos:** Actividades coordinada para dirigir y controlar la organización con la relación a los riesgos. (ISO 31000:2018)

**Consecuencia:** Resultado de un evento que afecta a los objetivos. (ISO 31000:2018)

## **MARCO NORMATIVO**

El presente apartado establece el conjunto de normas, reglamentos, documentos técnicos y siglas vigentes que regulan la gestión de activos, la seguridad de las instalaciones y los estándares de mantenimiento en Chile, los cuales sirven de base para el diseño del plan de mantenimiento de la sede.

### **1. Normas y Reglamentos Nacionales**

**Decreto Supremo N°10/2013 del Ministerio de Salud:** Reglamento de calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua. Define las condiciones de seguridad y las inspecciones obligatorias para sistemas de calefacción central.

**Decreto Supremo N°594/1999 del Ministerio de Salud:** Reglamentos sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. Establece la obligatoriedad de garantizar el suministro de agua potable y servicios higiénicos operativos.

**Decreto Supremo N°735/1969 del Ministerio de Salud:** Reglamento de los servicios de agua destinados al consumo humano. Regula la calidad y continuidad del servicio sanitario.

**Decreto Supremo N°8/2023 del Ministerio de Energía:** Actualización de reglamentos de seguridad de las instalaciones eléctricas. Define los estándares actuales para la operación de tableros y sistemas de respaldo.

**Decreto Supremo N°548/1929 del Ministerio de Educación:** Fija los estándares de planta para los edificios de instrucción pública, regulando la infraestructura mínima para recintos universitarios.

**Resolución Exenta N°43/2002 del Servicio de Impuestos Internos (SII):** Establece la tabla de vida útil de los bienes físicos para efectos de depreciación y planificación de reposición de activos.

**Pliego Técnico Normativo RIC N°11 (SEC):** Establece las exigencias de seguridad para instalaciones eléctricas en lugares de reunión de personas, categoría bajo la cual opera la universidad.

**Pliego Técnico Normativo RIC N°17 (SEC):** Define los procedimientos de operación y mantenimiento preventivo que deben cumplir las instalaciones eléctricas de consumo.

**Norma Chilena NCh 407/2012:** Define los requisitos y métodos de ensayo para artefactos sanitario, establece los parámetros de vida útil y calidad.

**Norma Chilena NCh 691/2015:** Regula el diseño y mantenimiento de redes de agua potable, incluyendo válvulas de corte y sistemas contra incendios.

## **2. Estándares Internacionales**

**ISO 55000/2014:** Estándar internacional para la gestión de activos. Proporciona el marco conceptual para obtener valor de los activos físicos de la organización

**ISO 55001/2014:** Especifica los requisitos para el establecimiento, implementación y mantenimiento de un sistema de gestión de activos eficiente.

**EN 13306/2017:** Norma europea de terminología del mantenimiento. Defino conceptos críticos como mantenimiento preventivo, correctivos y modos de fallo.

**ISO 31000/2018:** Directrices para la gestión de riesgos, utilizados para el diseño de la matriz de criticidad de los sistemas de la sede.

**ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers):** Estándares internacionales de referencia para determinar la vida útil y mantenimiento de sistemas de climatización.

### 3. Simbología y Acrónimos Técnicos

Sigla	Significado	Contexto de Uso
MCCR	Matriz de Criticidad Cualitativa de Riesgo	Metodología de jerarquización de activos
FF	Frecuencia de Fallos	Factor que evalúa la recurrencia de averías
C	Consecuencia	Impacto operacional, económico o de seguridad de una falla
NC	No Crítico	Activo con nivel de riesgo bajo (Zona Verde)
MC	Media Criticidad	Activo con riesgo moderado (Zona Amarilla)
C	Crítico	Activo de alta prioridad y riesgo elevado (Zona Roja)
LOTO	Lockout / Tagout	Procedimiento de bloqueo de energía para mantenimiento seguro
OT	Oficina Técnica	Unidad propuesta para la planificación y control de trabajos
PR / E / R	Programado / Ejecutado / Reprogramado	Estados de cumplimiento en el Plan Maestro de Mantenimiento

## **INTRODUCCIÓN**

El correcto funcionamiento de las instalaciones universitarias es fundamental para garantizar la continuidad de las actividades académicas, administrativas y de servicios. En este contexto, la Unidad de Mantenimiento de la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción, cumple un rol estratégico al asegurar la operatividad de los sistemas eléctricos, sanitarios, de climatización y de infraestructura general del campus. Sin embargo, la ausencia de una planificación formal y de mecanismos sistemáticos de control ha llevado a que el funcionamiento de esta unidad se base mayoritariamente en un esquema de mantenimiento correctivo y reactivo, lo que ha derivado en ineficiencias operativas, sobrecarga de funciones y un uso poco óptimo de los recursos disponibles.

Actualmente, la Unidad de Mantenimiento está conformada por un encargado de mantenimiento y tres operarios con especialidades en electricidad, gasfitería y obras civiles menores. Además, la unidad recurre a empresas contratistas externas para la ejecución de trabajos mayores, tales como remodelaciones, ampliaciones o reparaciones estructurales que exceden la capacidad operativa interna. Este modelo mixto de trabajo permite atender las contingencias diarias, pero carece de una estructura formal de planificación, registro y seguimiento de las actividades realizadas, tanto por el personal interno como por los contratistas.

El encargado de mantenimiento, profesional Ingeniero en Construcción, cumple un rol multifuncional que combina tareas técnicas, operativas y administrativas, lo que genera una alta carga laboral y limita su capacidad de planificación. Entre sus principales funciones se encuentran la gestión de tiempos y programación de trabajos, la supervisión de licitaciones y contratistas, el control de avances en terreno, la entrega y recepción de áreas intervenidas, la tramitación de documentación administrativa

(pagos, boletas, actas y firmas), y la coordinación con las distintas unidades académicas y administrativas para priorizar solicitudes y validar presupuestos. Esta multiplicidad de responsabilidades, sumada a la ausencia de herramientas de apoyo digital o metodologías de mantenimiento preventivo, dificulta la implementación de un sistema de gestión planificado y medible.

Por su parte, los operarios ejecutan principalmente intervenciones correctivas menores, como reparación de luminarias, griferías, filtraciones, enchufes o cerraduras, respondiendo a requerimientos inmediatos provenientes de los distintos departamentos. Estas solicitudes se gestionan de manera reactiva, sin un calendario preestablecido, ni mecanismos de trazabilidad digital o documental que permitan medir tiempos de respuesta, consumo de materiales o reincidencia de fallas. Como resultado, la información sobre las intervenciones realizadas se pierde o queda dispersa, impidiendo la creación de una base de datos histórica que permita analizar tendencias o planificar acciones preventivas.

En el caso de las empresas contratistas externas, estas son convocadas a través de licitaciones o tratos directos para realizar trabajos de mayor envergadura, tales como instalación de equipos eléctricos, reparación de redes sanitarias o proyectos de infraestructura. Sin embargo, no existe un registro consolidado que documente las actividades ejecutadas, los materiales utilizados, los plazos o las garantías de los trabajos. Esta falta de trazabilidad dificulta la gestión de garantías, el control de calidad y la evaluación de desempeño de los contratistas, generando repeticiones de gastos ante fallas recurrentes y pérdida de respaldo técnico frente a auditorías o reclamos.

Un aspecto crítico del proceso es que, durante las visitas mensuales de coordinación con empresas contratistas, el encargado de mantención realiza en terreno la presentación verbal de los requerimientos, indicando de forma general la idea del trabajo a ejecutar. En esta etapa no se dispone de planos, fichas técnicas ni bosquejos formales, por lo que los contratistas basan sus presupuestos e interpretaciones

únicamente en la descripción oral de las necesidades. Esta práctica incrementa la variabilidad de las cotizaciones, genera ambigüedad en los alcances técnicos y dificulta la fiscalización posterior, pues no existen antecedentes gráficos o documentales que permitan verificar si la ejecución final se ajusta a lo solicitado. Asimismo, esta falta de estandarización impide construir registros históricos de intervenciones, afectando la capacidad de planificación y la toma de decisiones estratégicas sobre mantenimiento.

La Unidad de Mantenición, al operar bajo un esquema reactivo y sin herramientas de control formal, enfrenta interrupciones frecuentes en servicios básicos, sobrecostos asociados a reparaciones reiteradas, y una pérdida de eficiencia en el uso del presupuesto anual, el cual se ejecuta anticipadamente en respuesta a emergencias y no según un plan programado.

En síntesis, la falta de planificación preventiva, la ausencia de registros y documentación técnica, y la sobrecarga funcional del encargado de mantención generan un escenario de vulnerabilidad organizacional y técnica. La inexistencia de procedimientos estandarizados y de indicadores de gestión limita la posibilidad de optimizar los recursos humanos y económicos, y de garantizar la continuidad operativa de la sede.

Por lo tanto, se hace necesario diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo que permita redistribuir las funciones del equipo de planta, establecer rutinas de inspección y control, generar registros sistemáticos y consolidar una base de datos histórica de intervenciones. Este plan debe orientarse a fortalecer la trazabilidad de las actividades, mejorar la comunicación con las empresas contratistas, optimizar los tiempos de gestión y asegurar la eficiencia operativa de la Unidad de Mantenición de la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción.

## **LÍNEA BASE DEL FUNCIONAMIENTO ACTUAL**

Estructura y roles: La unidad de mantenimiento está compuesta por un encargado y tres operarios de planta con especialidades complementarias en electricidad, gasfitería y obras civiles menores. Adicionalmente a ellos, se cuenta con el trabajo de empresas contratistas externas para la ejecución de trabajos de mayor envergadura, ampliaciones o reparaciones que exceden la capacidad operativa interna, convocados por medio de licitaciones según criterio del valor asociado al requerimiento especificado.

### ***Ilustración 1***

*Organigrama Unidad de Mantenimiento USM Sede Concepción*



El encargado de mantención, profesional Ingeniero en Construcción, desempeña un rol multifuncional que combina tareas de gestión administrativa, técnica y de coordinación operativa. Entre sus principales responsabilidades se encuentran:

- Gestión de tiempos y programación de trabajos, tanto internos como externos.
- Supervisión y control de ejecución de licitaciones, desde la convocatoria hasta la adjudicación.
- Control de avances en terreno y verificación del cumplimiento técnico de las partidas.
- Visitas mensuales con empresas contratistas para inspección en terreno de áreas que requieren intervención.
- Entrega y recepción de áreas intervenidas, asegurando su operatividad antes del uso por parte de las unidades solicitantes.
- Tramitación de documentación asociada a pagos, boletas de garantía, actas y firmas requeridas para los procesos administrativos internos.
- Coordinación con las unidades solicitantes y dirección administrativa, para priorizar intervenciones y validar presupuestos según requerimiento por medio de la plataforma.

Contratistas: las mejoras, ampliaciones y reparaciones mayores se ejecutan con empresas externas, seleccionadas mediante licitación.

Prácticas/umbrales referenciales de licitación:

< \$1.000.000: licitación acotada a solo una empresa contratista.

> \$1.000.000: licitación a 3 empresas contratistas como mínimo.

> \$5.000.000: licitación por medio de plataforma institucional.

Se realiza visita mensual asociada a licitaciones para identificar y programar trabajos.

Problemas observados: enfoque reactivo, fallas recurrentes en artefactos sanitarios (lavamanos), filtraciones por techumbre/canaletas en lluvias, y necesidad de mantención de calderas, radiadores y aires acondicionados según temporada. Se reportan tiempos muertos por ausencia de rutinas preventivas.

### **PRESUPUESTO ANUAL Y DESTINACIÓN DE FONDOS**

La Unidad de Mantención de la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción, opera bajo una planificación presupuestaria anual que busca garantizar la continuidad operativa y el adecuado estado de conservación de las dependencias, infraestructura y equipamiento del campus. Este presupuesto constituye una herramienta esencial de gestión, ya que permite priorizar las necesidades de mantenimiento preventivo, correctivo y de mejora, asegurando una administración eficiente de los recursos financieros asignados.

Cada año, durante el último trimestre, la Unidad de Mantención realiza la formulación del presupuesto anual correspondiente al año siguiente. Este proceso se sustenta en la experiencia y registros históricos de trabajos ejecutados en el año anterior, lo cual permite identificar patrones de gasto, necesidades recurrentes y nuevas prioridades derivadas del uso de las instalaciones. Por ejemplo, el presupuesto del año 2025 se elaboró considerando los requerimientos y gastos efectuados durante el año 2024, ajustando los montos según la frecuencia de fallas, el estado de conservación de los activos y las condiciones operativas observadas.

Dentro de la planificación, existen fondos fijos que se mantienen cada año, debido a la naturaleza esencial y continua de ciertos sistemas e instalaciones. Estos fondos garantizan la mantención periódica de calderas, sistemas de climatización (aires acondicionados) y ascensores, los cuales requieren contratos de servicio y revisión técnica permanente por motivos de seguridad y cumplimiento normativo. A su vez, se destinan recursos generales para pintura de fachadas e interiores, reparación de

luminarias, y mantención de baños, trabajos que presentan recurrencia anual por el desgaste natural y la alta rotación de usuarios.

La distribución de los fondos se realiza considerando tanto la criticidad de los sistemas como la frecuencia de intervención necesaria. De esta manera, los equipos críticos, como los eléctricos y de climatización, reciben mayor prioridad dentro de la asignación presupuestaria. Paralelamente, se identifican fondos variables o específicos, destinados a atender proyectos puntuales de remodelación o ampliación que surgen según las necesidades detectadas por las jefaturas o las distintas unidades académicas y administrativas. Estos proyectos son planificados con antelación, estableciendo un monto referencial y un período de ejecución definido dentro del calendario anual.

El criterio temporal también juega un rol importante dentro de la ejecución presupuestaria. Las intervenciones exteriores, tales como pintura de fachadas, reparación de techumbres, o mejora de accesos vehiculares, se programan preferentemente para las temporadas de primavera y verano, aprovechando las condiciones climáticas favorables. Por el contrario, las intervenciones interiores, como remodelaciones de oficinas, mantención de baños, o cambio de luminarias, se concentran durante la temporada de invierno, cuando las condiciones externas limitan los trabajos al aire libre y existe menor actividad académica en ciertas áreas.

El proceso de ejecución presupuestaria contempla una coordinación constante entre el encargado de mantención y la jefatura administrativa, quienes validan las solicitudes de compra, controlan los avances y priorizan las tareas según disponibilidad de recursos y urgencia de los requerimientos. Además, en los casos de trabajos mayores o especializados, la Unidad contrata empresas externas mediante procedimientos internos de cotización, supervisando su cumplimiento técnico y administrativo.

El Presupuesto de Mantenimiento 2025, cuyo monto total proyectado asciende a \$197.000.000, refleja un enfoque integral de planificación basado en la experiencia acumulada por la Unidad de Mantenimiento entre los años 2020 y 2024, cuyos presupuestos corresponden a gastos efectivamente ejecutados. Durante este período, se observa un crecimiento sostenido del gasto, que pasó de \$84.300.000 en 2020 a \$185.158.000 en 2024, producto del aumento de costos en materiales, servicios especializados y ampliación de las áreas intervenidas.

En el presupuesto 2025 se contemplan tanto partidas recurrentes como proyectos específicos de infraestructura destinados para desarrollar en el año según las necesidades de la universidad.

Para complementar este análisis, se incorporará una tabla de los presupuestos anuales correspondientes a los años 2020 al 2025, donde se evidencie la evolución del gasto total y las variaciones año a año. Además, se incluirá un gráfico de barras comparativo del gasto por categoría, que permita visualizar la proporción destinada a los principales ítems de mantenimiento (insumos eléctricos, ferretería, equipos, infraestructura y herramientas), reforzando así la comprensión de las tendencias presupuestarias y los focos de inversión institucional.

**Tabla 1**

*Presupuesto Unidad de Mantenimiento Año 2020*

<b>Ítem</b>	<b>Trabajos</b>	<b>2020</b>
6AA004	INSUMOS FERRET CONSTRUCC Y MECANICOS	6.000.000
6AA006	INSUMOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS	6.000.000
6AB002	MANTENCION EQUIPOS MAQUI Y MUEBLES	60.000.000
6AZ003	MAQUINARIA EQUIPO INSTALACIONES	7.500.000
6AZ004	MUEBLES Y HERRAMIENTAS	4.800.000
<b>Total</b>		<b>84.300.000</b>

**Tabla 2***Presupuesto Unidad de Mantenimiento Año 2021*

<b>Ítem</b>	<b>Trabajos</b>	<b>2021</b>
6AA004	INSUMOS FERRETERÍA CONSTRUCCIÓN Y MECÁNICOS	6.500.000
6AA006	INSUMOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	7.200.000
6AB002	MANTENCIÓN EQUIPOS MAQUI Y MUEBLES	39.600.000
6AZ003	MAQUINARIA EQUIPO INSTALACIONES	6.000.000
6AZ004	MUEBLES Y HERRAMIENTAS	3.200.000
<b>Total</b>		<b>62.500.000</b>

**Tabla 3***Presupuesto Unidad de Mantenimiento Año 2022*

<b>Ítem</b>	<b>Trabajos</b>	<b>2022</b>
6AA004	INSUMOS FERRETERÍA CONSTRUCCIÓN Y MECÁNICOS	11.400.000
6AA006	INSUMOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	10.200.000
6AB002	MANTENCIÓN EQUIPOS MAQUI Y MUEBLES	54.000.000
6AZ003	MAQUINARIA EQUIPO INSTALACIONES	8.000.000
6AZ004	MUEBLES Y HERRAMIENTAS	3.200.000
<b>Total</b>		<b>86.800.000</b>

**Tabla 4***Presupuesto Unidad de Mantenimiento Año 2023*

<b>Ítem</b>	<b>Trabajos</b>	<b>2023</b>
6AA004	INSUMOS FERRETERÍA CONSTRUCCIÓN Y MECÁNICOS	12.000.000
6AA006	INSUMOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	30.000.000
6AB002	MANTENCIÓN EQUIPOS MAQUI Y MUEBLES	36.500.000
6AZ003	MAQUINARIA EQUIPO INSTALACIONES	41.000.000
6AZ004	MUEBLES Y HERRAMIENTAS	1.000.000
<b>Total</b>		<b>120.500.000</b>

**Tabla 5***Presupuesto Unidad de Mantenición Año 2024*

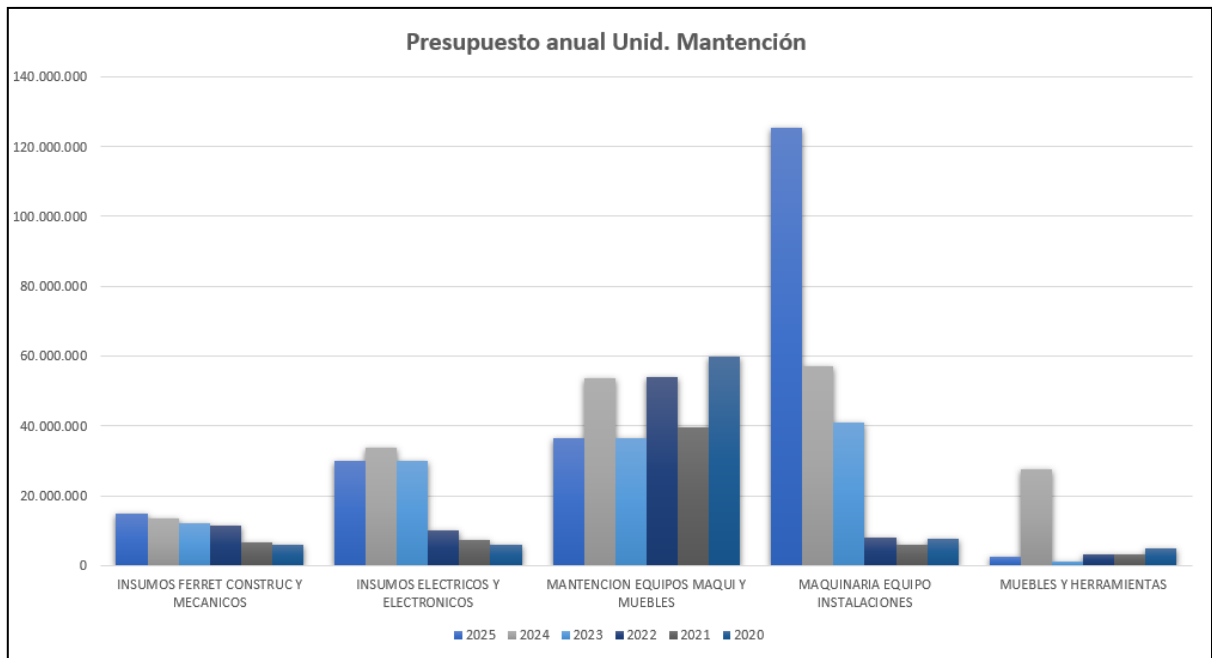
<b>Ítem</b>	<b>Trabajos</b>	<b>2024</b>
6AA004	INSUMOS FERRETERÍA CONSTRUCCIÓN Y MECÁNICOS	13.440.000
6AA006	INSUMOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	33.600.000
6AB002	MANTENCIÓN EQUIPOS MAQUI Y MUEBLES	53.500.000
6AZ003	MAQUINARIA EQUIPO INSTALACIONES	57.118.000
6AZ004	MUEBLES Y HERRAMIENTAS	27.500.000
<b>Total</b>		<b>185.158.000</b>

**Tabla 6***Presupuesto Unidad de Mantenición Año 2025*

<b>Ítem</b>	<b>Trabajos</b>	<b>2025</b>
6AA004	INSUMOS FERRETERÍA CONSTRUCCIÓN Y MECÁNICOS	15.000.000
6AA006	INSUMOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS	30.000.000
6AB002	MANTENCIÓN EQUIPOS MAQUI Y MUEBLES	36.500.000
6AZ003	MAQUINARIA EQUIPO INSTALACIONES	125.500.000
6AZ004	MUEBLES Y HERRAMIENTAS	2.500.000
<b>Total</b>		<b>209.500.000</b>

### Gráfico 1

Comparación Presupuesto anual Unidad Mantenición Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción



## **OBJETIVO GENERAL**

Diseñar un plan de mantenimiento para la Unidad de Mantenimiento de la USM, Sede Concepción, que optimice el uso de recursos, reduzca fallas imprevistas y ordene la contratación externa.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el sistema de mantenimiento actual de la sede, mediante el diagnóstico de sus procesos, roles y recursos, además del levantamiento y clasificación de criticidad de los activos en áreas comunes, para cuantificar las falencias, los costos no planificados y los tiempos ociosos resultantes de su gestión.
- Diseñar plan de mantenimiento para la unidad de mantenimiento en base a actividades y protocolos según estándares normalizados.
- Proponer la implementación de una Oficina Técnica y la ampliación de la dotación operativa para disminuir la carga administrativa y asegurar la viabilidad del plan de mantenimiento.

## **METODOLOGÍA**

El proyecto se llevará a cabo con un enfoque: descriptivo- analítico con evaluación técnico-económica del modelo reactivo y el modelo preventivo, para ello se llevarán a cabo las siguientes etapas y entregables:

- Diagnóstico y levantamiento de información en terreno: entrevistas con el personal de la unidad, recopilación de registros históricos de fallas y reparaciones, e inspecciones para generar un inventario de catastro de activos actualizado de equipos e instalaciones, además un mapa de procesos actuales (operarios y contratistas)
- Análisis de criticidad: clasificación de los sistemas en función de su riesgo de falla y el impacto en la operación universitaria, priorizando los más relevantes (casino, baños, salas de clases).
- Diseño del plan de mantenimiento preventivo tanto como para operarios y empresas contratistas: definición de tareas, periodicidad, responsables y cronograma de ejecución anual. Se propondrá además una herramienta de control (planilla digital o software básico) para gestionar las actividades y solicitar las garantías en caso de falla.
- Diseño de un sistema de registro y control, inventario digital (código, ubicación, vida útil, proveedor, garantía, historial), bitácoras de trabajos realizados (quien lo realizó, fecha, próxima revisión).
- Propuesta de reestructuración organizacional: Formulación técnica de la nueva estructura operativa, que incluye el diseño funcional de la Oficina Técnica (roles y alcances para la descarga administrativa) y el cálculo de la dotación de operarios requerida (dimensionamiento de la fuerza laboral) para cubrir la demanda de horas-hombre generada por el nuevo plan de mantenimiento.

## **CAPÍTULO 1:**

*“Diagnóstico del Sistema de Mantenimiento Actual”*

El presente capítulo tiene por objetivo evaluar el sistema de mantenimiento vigente en la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción, con el fin de establecer una línea base técnica y operativa que sirva como punto de partida para el diseño del plan de mantenimiento propuesto en esta memoria. Este diagnóstico busca comprender en detalle cómo se gestionan actualmente los procesos de mantenimiento, quiénes participan en su ejecución, qué recursos se disponen y cuáles son las principales falencias que afectan la eficiencia y continuidad operativa de la sede.

En la actualidad, la Unidad de Mantención desarrolla sus labores bajo un modelo mixto, compuesto por un equipo interno de planta y el apoyo de empresas contratistas externas. Sin embargo, la falta de planificación preventiva y de procedimientos estandarizados ha derivado en una dinámica de trabajo predominantemente reactiva, donde las intervenciones se ejecutan únicamente frente a fallas o solicitudes inmediatas. Esta modalidad genera sobrecarga de tareas, tiempos ociosos y uso poco eficiente del presupuesto anual asignado, afectando la disponibilidad de los espacios e instalaciones del campus.

El diagnóstico presentado en este capítulo se estructura en tres ejes analíticos que permiten abordar el sistema de manera integral:

1. **Diagnóstico de la gestión actual:** se describen los procesos internos de la unidad, la distribución de roles y funciones del personal, la coordinación con empresas contratistas y la administración de recursos. Este análisis permite identificar debilidades en la gestión, el control documental y la trazabilidad de las actividades.

2. **Levantamiento y clasificación de activos:** se elabora un catastro de las instalaciones y equipos ubicados en las áreas comunes del campus, clasificándolos según su nivel de criticidad, frecuencia de uso y relevancia en la continuidad de los servicios universitarios.
3. **Cuantificación de falencias:** con base en los dos apartados anteriores, se determinan las principales ineficiencias del modelo operativo actual, cuantificando los costos no planificados, los tiempos ociosos y la recurrencia de fallas que justifican la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo.

La información recopilada mediante entrevistas, observaciones en terreno y análisis de documentación permitirá caracterizar el funcionamiento real de la Unidad de Mantenimiento, evidenciando las brechas existentes entre el modelo actual y las buenas prácticas recomendadas por normas como la ISO 55000 y la EN 13306.

Los resultados de este diagnóstico serán el insumo fundamental para el desarrollo del Capítulo 2, donde se formulará el plan de mantenimiento preventivo orientado a mejorar la eficiencia operativa, optimizar el uso de recursos y fortalecer la trazabilidad institucional de los procesos de mantención.

## **1.1 DIAGNÓSTICO DE LA GESTIÓN ACTUAL:**

Dando cumplimiento al primer eje analítico de este capítulo, esta sección profundiza en la gestión operativa de la Unidad de Mantenimiento. Se aborda la estructura de sus procesos, la asignación de roles y la administración de los recursos, con el fin de identificar las debilidades que originan el modelo reactivo descrito en la introducción.

### **1.1.1 Descripción del Flujo de Requerimientos y la Plataforma "Mesa de servicios 360"**

El primer paso para analizar un sistema de gestión es comprender el flujo de información. Un sistema de gestión de activos eficaz, según la norma ISO 55001:2014, requiere procesos robustos de "Comunicación" (Cláusula 7.4) y "Requisitos de información" (Cláusula 7.5), para asegurar que las necesidades operativas sean capturadas, documentadas y gestionadas.

En la Universidad Técnica Federico Santa María, el canal formal establecido para estas comunicaciones es la plataforma "Mesa de Servicios 360".

Esta iniciativa nació a comienzos de 2023 como parte de la transformación digital de la institución, con el objetivo de "contar con un canal que unifique las gestiones" y crear "un portal único de requerimientos de la universidad". La plataforma, que opera sobre el software de gestión Aranda, fue diseñada para reemplazar métodos informales como correos electrónicos y llamadas telefónicas, los cuales generaban procesos no óptimos donde las solicitudes "se demoraba mucho en contestar" o "se perdían en el proceso".

El propósito explícito de la "Mesa 360" es, por tanto, asegurar la trazabilidad y la reportería. Según el diseño del sistema, los usuarios pueden "hacer un seguimiento de sus solicitudes, monitorear el tiempo de espera y conocer en qué etapa va su respuesta", permitiendo a las unidades "tomar decisiones estratégicas de cómo mejorar sus servicios". La plataforma fue concebida para gestionar la totalidad de las solicitudes, incluyendo problemas técnicos como "la reparación de una llave en el baño".

Si bien la "Mesa de Servicios 360" se implementó para ser el pilar de la trazabilidad institucional, el diagnóstico actual de la Unidad de Mantenimiento revela una brecha significativa entre el propósito del software y su aplicación práctica en el mantenimiento.

Se constata que la plataforma se utiliza eficazmente como un canal de entrada (buzón de tickets), cumpliendo con la etapa de Registro.

Sin embargo, la trazabilidad se interrumpe posterior a la asignación del ticket. El flujo de trabajo real de la unidad (que se detalla a continuación) no utiliza la plataforma para documentar la ejecución del trabajo, los materiales utilizados, la causa raíz de la falla o la validación técnica final. La información fluye por canales informales (verbales), y el "Visto Bueno" del Encargado se traduce en un cierre administrativo del ticket, pero la "data de seguimiento" técnica, esencial para la gestión de activos, se pierde.

Por lo tanto, la "reportería" que la herramienta es capaz de ofrecer se ve limitada al tiempo de apertura y cierre del ticket, pero carece de la información necesaria para identificar patrones de falla, gestionar la vida útil de los componentes o justificar el presupuesto de mantenimiento, perpetuando el modelo reactivo.

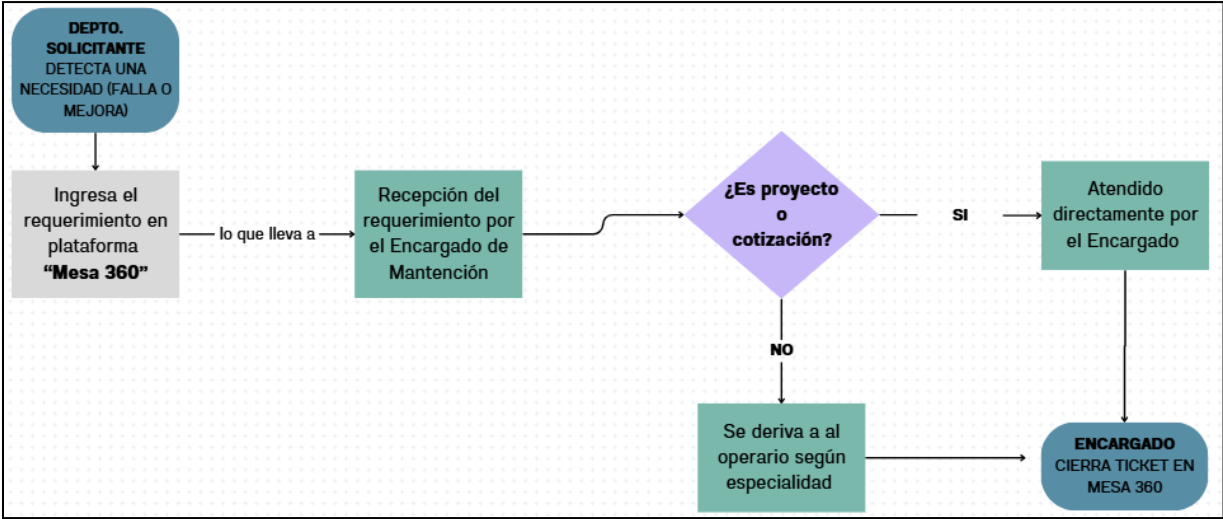
### 1.1.2 Flujo del Proceso de Mantenimiento Reactivo (Mesa 360)

El flujo de trabajo actual, iniciado formalmente a través de la "Mesa 360", opera bajo el modelo reactivo. La secuencia, ilustrada en la Figura 1, se describe de la siguiente manera:

1. **Inicio (Solicitud):** Un usuario (departamento solicitante) detecta una falla o necesidad.
2. **Registro (Entrada):** El solicitante accede al portal "Mesa 360", selecciona el catálogo de servicios e ingresa el requerimiento, generando un "ticket".
3. **Recepción y Clasificación:** El Encargado de Mantenimiento recibe el ticket y lo clasifica de manera racional en dos flujos para asignar quien debe atender el requerimiento ingresado:
  - A) Proyectos o Cotizaciones (Externo):** El Encargado atiende personalmente este requerimiento. Él asume la gestión completa del proyecto, lo cual incluye la gestión con empresas contratistas en caso de ser necesario (licitación, visitas).
  - B) Tareas de Especialidad (Interno):** El Encargado deriva la tarea al operario correspondiente (electricidad, gasfitería, etc.). Esta asignación también es verbal y no queda registrada en la plataforma.
4. **Cierre:** Una vez que el trabajo es completado, el Encargado da el "Visto Bueno" y cierra el ticket en "Mesa 360".

**Figura 1**

*Flujo de Trabajo Unida de Mantenimiento Universidad Técnica Federico Santa María, Sede*



**1.1.3 Análisis Demanda de Servicios y Comportamiento Temporal**

Para caracterizar con precisión la carga de trabajo que enfrenta la Unidad de Mantenimiento y validar el diagnóstico del modelo reactivo, se realizó un análisis cuantitativo exhaustivo de los requerimientos ingresados a través de la plataforma "Mesa de Servicios 360".

El estudio abarcó un período de 148 días consecutivos, comprendiendo desde finales de junio hasta la primera quincena de noviembre. Este intervalo temporal fue seleccionado estratégicamente para representar un ciclo operativo significativo, abarcando meses de plena actividad académica (agosto, septiembre, octubre) así como periodos de transición estacional (junio-julio).

Durante el periodo de análisis, la plataforma registró un total de 309 requerimientos. Para su procesamiento y consolidación, se estableció previamente un estándar de clasificación basado en la naturaleza técnica de la intervención. Mediante este método, cada solicitud fue analizada individualmente y asignada a una de las categorías de sistema cuyas definiciones y alcances se detallan en la **Tabla 7**.

**Tabla 7**

*Crterios de Categorización de Requerimientos por Sistema*

<b>Categoría / Sistema</b>	<b>Descripción y Alcance del Requerimiento</b>
<b>Gestión Administrativa</b>	Solicitudes que no implican una intervención manual inmediata, sino gestión documental, coordinación o supervisión. Incluye la gestión de cotizaciones, formulación de proyectos, coordinación de apoyo a eventos y validaciones técnicas en terreno.
<b>Sistema Eléctrico</b>	Requerimientos técnicos relacionados con el suministro, distribución y consumo de energía eléctrica. Contempla reparaciones, cambios de componentes y mantención de artefactos tales como luminarias, enchufes, interruptores y tableros.
<b>Sistema Sanitario</b>	Requerimientos técnicos asociados a redes húmedas y gasfitería. Contempla el destape de redes de alcantarillado, reparación de filtraciones de agua potable y la mantención de artefactos sanitarios en baños.
<b>Obras Civiles Menores</b>	Reparaciones de la infraestructura física, envolvente y terminaciones del edificio. Incluye la mantención de puertas, ventanas, pisos, reparación de muros y cielos, trabajos de pintura y limpieza o reparación de techumbres.
<b>Mobiliario</b>	Mantención y reparación de equipamiento no estructural y mobiliario educativo o de oficinas. Incluye el arreglo de mesas, sillas, escritorios, estanterías y el cambio de chapas o cerrajería de muebles.
<b>Climatización</b>	Intervenciones en equipos y sistemas de confort ambiental. Corresponde principalmente a la regulación de la calefacción central y la mantención básica de equipos de aire acondicionado.
<b>Otros (Logística)</b>	Tareas operativas de servicios generales y apoyo logístico que no requieren una especialidad técnica de mantenimiento. Incluye traslado de muebles, instalación de carpas, montaje de eventos, traslado de materiales y retiro de artículos de baja.

A partir de la clasificación metodológica detallada en la Tabla 7, se procesaron los 309 tickets para generar una matriz de resultados que permite visualizar la carga de trabajo real de la unidad. Este análisis se presenta en dos niveles: una consolidación global del periodo completo y un desglose mensual para identificar el comportamiento temporal de la demanda, considerando para este último exclusivamente los meses con registro de datos completo (inicio a fin) para garantizar la exactitud y representatividad del análisis.

### A. Distribución Global de Requerimientos

La **Tabla 8** y la **Figura 2** presentan la consolidación total de las solicitudes ingresadas durante los 148 días de estudio, agrupadas por sistema y asignando el responsable principal de su ejecución.

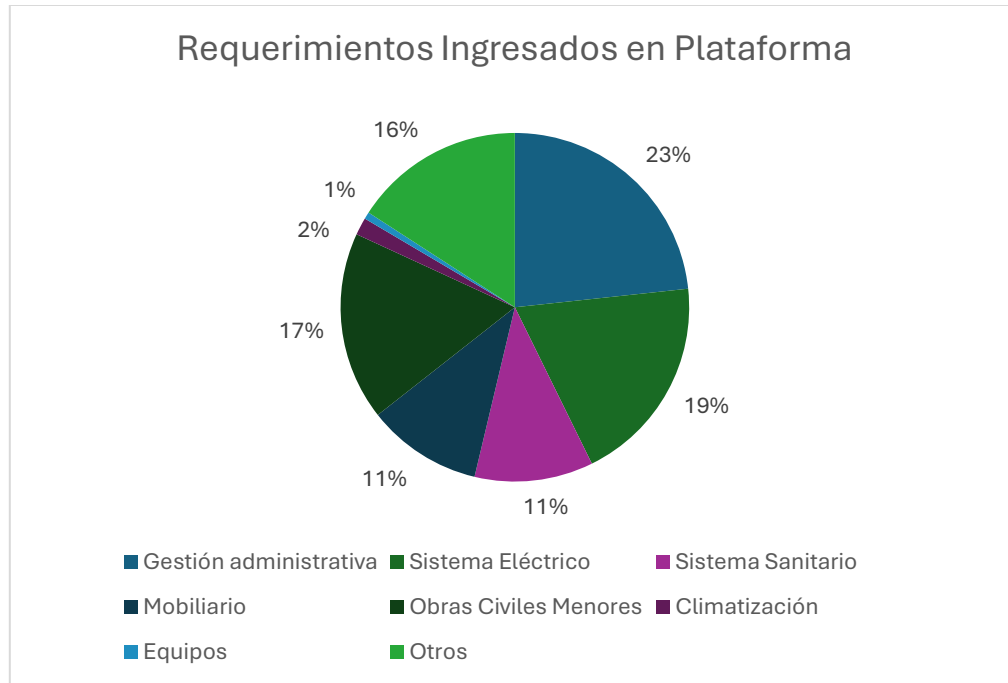
**Tabla 8**

*Resumen Global de Requerimientos por Sistema y Responsable (junio-noviembre)*

<b>Requerimientos Ingresados en Plataforma Mesa de Servicios Mesa 360</b>			
<b>Sistema/ Categoría</b>	<b>Cantidad</b>	<b>% del total</b>	<b>Responsable Principal</b>
<b>Gestión administrativa</b>	72	23,3%	Encargado de Mantención
<b>Sistema Eléctrico</b>	60	19,4%	Operario Electricidad
<b>Sistema Sanitario</b>	34	11,0%	Operario Gasfitería
<b>Mobiliario</b>	33	10,7%	Equipo de planta
<b>Obras Civiles Menores</b>	54	17,5%	Equipo de planta
<b>Climatización</b>	5	1,6%	Encargado de Mantención
<b>Equipos</b>	2	0,6%	Equipo de planta
<b>Otros</b>	49	15,9%	Equipo de planta

**Figura 2**

*Distribución Porcentual de la Demanda por Sistema*



## **B. Composición Mensual de la Carga Laboral**

Con el propósito de caracterizar el comportamiento dinámico de la demanda y establecer métricas base para la planificación, se procedió a desagregar la información de los meses que cuentan con registro completo (julio, agosto, septiembre y octubre).

Este análisis específico persigue una doble finalidad: en primer lugar, visualizar la variabilidad de la carga laboral que enfrentan los distintos sistemas a lo largo del semestre académico; y en segundo lugar, determinar el promedio de requerimientos mensuales que debe gestionar la unidad en régimen normal.

Los resultados de este desglose temporal se detallan en las Tablas 9 a 12, las cuales presentan la cantidad de solicitudes y el peso relativo de cada sistema para los meses de octubre, septiembre, agosto y Julio, respectivamente. Posteriormente, la Figura 3 consolida gráficamente la evolución de la demanda a lo largo del cuatrimestre analizado.

**Tabla 9**

*Composición de Requerimientos - Mes de Octubre*

<b>Requerimientos Ingresados en Plataforma Mesa de Servicios Mesa 360 (octubre)</b>			
<b>Sistema/ Categoría</b>	<b>Cantidad</b>	<b>% del total</b>	<b>Responsable Principal</b>
<b>Gestión administrativa</b>	13	20,0%	Encargado de Mantenición
<b>Sistema Eléctrico</b>	8	12,3%	Operario Electricidad
<b>Sistema Sanitario</b>	8	12,3%	Operario Gasfitería
<b>Mobiliario</b>	6	9,2%	Equipo de planta
<b>Obras Civiles Menores</b>	10	15,4%	Equipo de planta
<b>Climatización</b>	0	0,0%	Encargado de Mantenición
<b>Equipos</b>	1	1,5%	Equipo de planta
<b>Otros</b>	19	29,2%	Equipo de planta

**Tabla 10**

*Composición de Requerimientos - Mes de Septiembre*

<b>Requerimientos Ingresados en Plataforma Mesa de Servicios Mesa 360 (septiembre)</b>			
<b>Sistema/ Categoría</b>	<b>Cantidad</b>	<b>% del total</b>	<b>Responsable Principal</b>
<b>Gestión administrativa</b>	15	18,8%	Encargado de Mantenición
<b>Sistema Eléctrico</b>	23	28,8%	Operario Electricidad
<b>Sistema Sanitario</b>	5	6,3%	Operario Gasfitería
<b>Mobiliario</b>	9	11,3%	Equipo de planta
<b>Obras Civiles Menores</b>	18	22,5%	Equipo de planta
<b>Climatización</b>	1	1,3%	Encargado de Mantenición
<b>Otros</b>	9	11,3%	Equipo de planta

**Tabla 11***Composición de Requerimientos - Mes de Agosto*

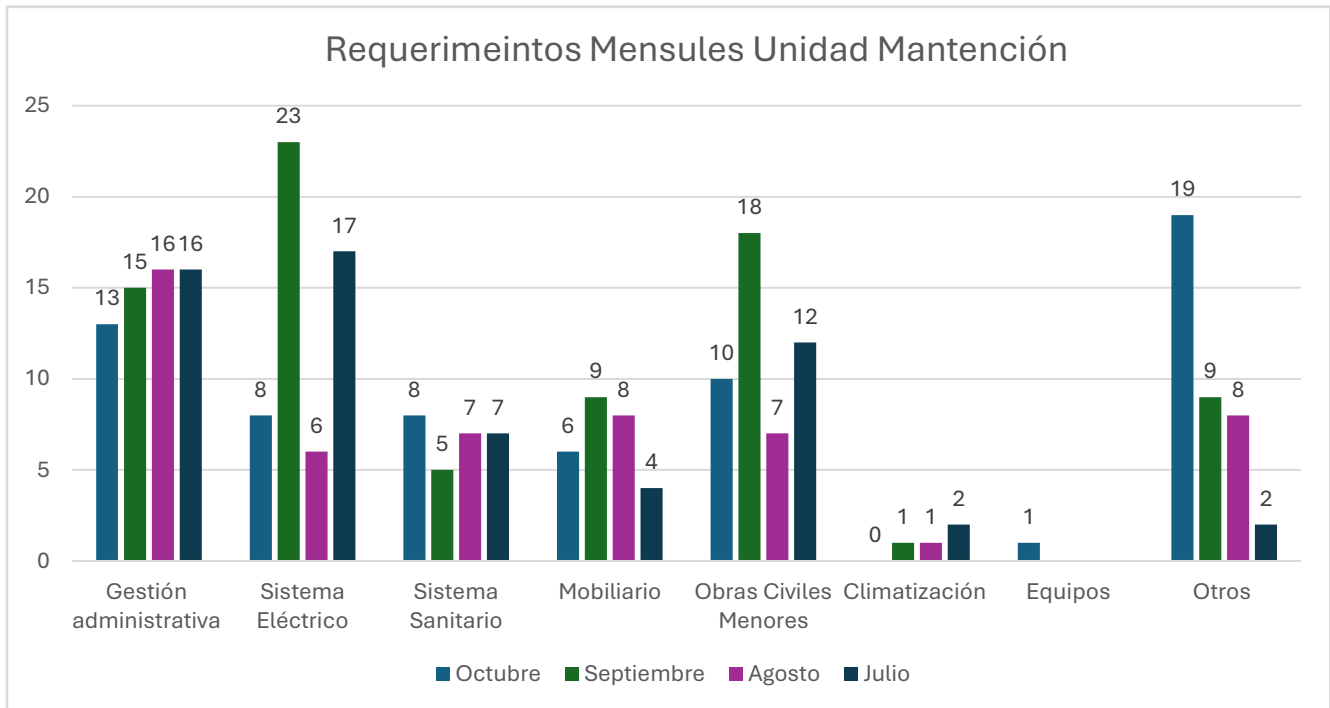
<b>Requerimientos Ingresados en Plataforma Mesa de Servicios Mesa 360 (agosto)</b>			
<b>Sistema/ Categoría</b>	<b>Cantidad</b>	<b>% del total</b>	<b>Responsable Principal</b>
<b>Gestión administrativa</b>	16	30,2%	Encargado de Mantenición
<b>Sistema Eléctrico</b>	6	11,3%	Operario Electricidad
<b>Sistema Sanitario</b>	7	13,2%	Operario Gasfitería
<b>Mobiliario</b>	8	15,1%	Equipo de planta
<b>Obras Civiles Menores</b>	7	13,2%	Equipo de planta
<b>Climatización</b>	1	1,9%	Encargado de Mantenición
<b>Otros</b>	8	15,1%	Equipo de planta

**Tabla 12***Composición de Requerimientos - Mes de Julio*

<b>Requerimientos Ingresados en Plataforma Mesa de Servicios Mesa 360 (Julio)</b>			
<b>Sistema/ Categoría</b>	<b>Cantidad</b>	<b>% del total</b>	<b>Responsable Principal</b>
<b>Gestión administrativa</b>	16	26,7%	Encargado de Mantenición
<b>Sistema Eléctrico</b>	17	28,3%	Operario Electricidad
<b>Sistema Sanitario</b>	7	11,7%	Operario Gasfitería
<b>Mobiliario</b>	4	6,7%	Equipo de planta
<b>Obras Civiles Menores</b>	12	20,0%	Equipo de planta
<b>Climatización</b>	2	3,3%	Encargado de Mantenición
<b>Otros</b>	2	3,3%	Equipo de planta

## Gráfico 2

### Evolución Comparativa Mensual de la Demanda por Sistema



#### 1.1.4 Análisis de los Tiempos de Respuesta Reales.

Para evaluar la eficiencia operativa de la Unidad de Mantenimiento, se realizó un análisis estadístico de los tiempos de resolución. Para este estudio, se depuró la base de datos considerando exclusivamente los 290 requerimientos que se encuentran en estado "Cerrado", es decir, aquellos cuyo ciclo de vida ha concluido con una solución entregada.

Metodológicamente, se descartó el cálculo de un "promedio global único", ya que dicho indicador ocultaría la disparidad de complejidad inherente a las distintas naturalezas técnicas (ej. la reparación de una fuga sanitaria requiere una inmediatez distinta a la de un trabajo de carpintería). Por tanto, se aplicó la misma clasificación por sistemas definida previamente, calculando estadísticos descriptivos (Promedio, Mediana, Mínimo y Máximo) para cada categoría.

Los resultados de este análisis se presentan en la Tabla 13 y se comparan gráficamente en la Figura 4.

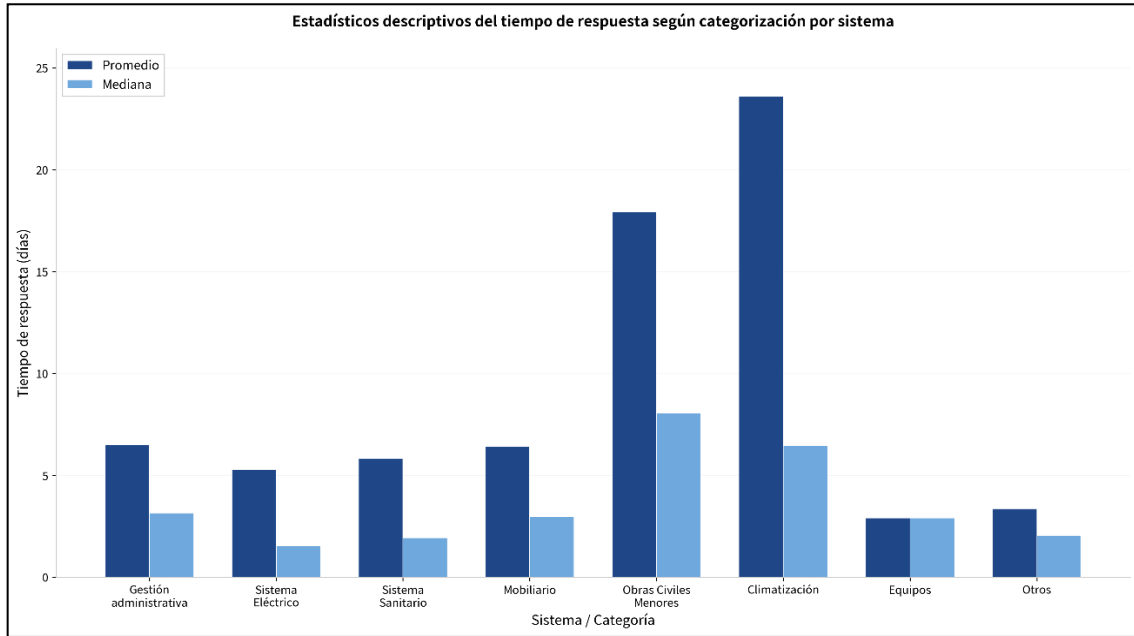
**Tabla 13**

*Estadísticos Descriptivos de Tiempos de Respuesta por Sistema (en días)*

Estadísticos descriptivos del tiempo de respuesta según categorización por sistema (en días)						
Sistema/ Categoría	Cantidad	Promedio	Mediana	Moda	Mínimo	Máximo
Gestión administrativa	65	6,51	3,15	0-1	0,10	32,69
Sistema Eléctrico	58	5,29	1,54	1	0,01	49,94
Sistema Sanitario	33	5,81	1,94	0	0,04	55,04
Mobiliario	32	6,42	2,98	0;4	0,05	29,67
Obras Civiles Menores	49	17,93	8,06	0,5;6	0,06	82,86
Climatización	5	23,6	3,06	N/A	0,00	83,08
Equipos	2	2,91	2,91	3	2,83	2,99
Otros	46	3,36	2,04	0	0,04	16,77

### Gráfico 3

#### Comparativa de Promedio vs. Mediana de Resolución por Sistema



#### 1.1.5 Análisis de Resultados y Diagnóstico Operativo

La integración de los datos de demanda y tiempos de respuesta permite establecer una caracterización cuantitativa del desempeño actual de la Unidad de Mantenimiento. A partir de la información procesada, se identifican tres hallazgos estructurales que definen la operación:

**1. Línea Base de Capacidad y Carga Administrativa:** El análisis del periodo completo establece que la unidad enfrenta una demanda promedio de 65 requerimientos mensuales en régimen normal. Sin embargo, la composición de esta carga revela una distorsión crítica: la categoría "Gestión Administrativa" representa la mayor demanda global (23,3%), manteniendo una presencia constante mes a mes. Esto evidencia que aproximadamente un cuarto de la capacidad productiva del Encargado se consume en labores burocráticas, restando tiempo efectivo para la supervisión técnica en terreno.

**2. Vulnerabilidad ante la Estacionalidad y Picos de Demanda:** El desglose mensual demuestra que el modelo reactivo es incapaz de absorber eficientemente la variabilidad de la demanda.

- **Saturación Técnica:** El Sistema Eléctrico presenta fluctuaciones extremas, absorbiendo cerca del 30% de la carga total en meses como julio y septiembre, para luego caer al 11% en octubre.
- **Saturación Logística:** En octubre, la categoría "Otros" (Logística) se disparó al 29,2%, desviando casi un tercio de la fuerza laboral técnica hacia tareas de carga y montaje de eventos, afectando la disponibilidad para el mantenimiento preventivo.

**3. Ineficiencia en la Resolutividad (Brecha de Tiempos):** El análisis de los tiempos de cierre (Gráfico 3) expone una disparidad crítica entre la capacidad de reacción inmediata y la resolución de casos complejos.

Mientras los sistemas críticos (Eléctrico y Sanitario) muestran agilidad en tareas simples (Medianas < 2 días), los promedios elevados (> 5 días) indican la existencia de casos que quedan estancados o requieren tiempos de ejecución mayores. Estos corresponden generalmente a mantenciones de nivel global, que exceden el alcance de una reparación puntual en una sola zona o recinto.

En el caso de Obras Civiles, el sistema evidencia una mayor criticidad operativa. La Mediana de 8,06 días confirma que la inexistencia de especialistas (como pintores o carpinteros) dilata considerablemente los tiempos de atención, superando a cualquier otra especialidad técnica. Esta situación se explica porque la carga laboral debe ser absorbida por los dos únicos operarios disponibles, evidenciando el impacto directo que ha tenido la reducción de la plantilla original, la cual contaba históricamente con cuatro técnicos.

## **1.2 LEVANTAMIENTO Y CLASIFICACIÓN DE ACTIVOS:**

Con el fin de establecer una base técnica sólida para el diseño del plan de mantenimiento preventivo, se realizó un levantamiento físico de activos e instalaciones pertenecientes a los espacios comunes de la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción.

Este levantamiento tuvo como propósito principal estructurar una base de datos catastral que sirva como línea base para la trazabilidad de los activos existentes en la sede. A través de este registro sistematizado, se buscó identificar y clasificar los sistemas y componentes constructivos, generando la información necesaria para definir posteriormente la criticidad operativa de cada elemento en función de su relevancia en la continuidad de los servicios

### **Ilustración 2**

*Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción*



### 1.2.1 Organización del levantamiento por áreas

El levantamiento se estructuró en base a la división física y funcional del campus, tomando como referencia los planos oficiales incluidos en la Monografía de la Sede Concepción.

Dicha monografía establece una nomenclatura alfabética de los edificios, donde cada letra representa una unidad o zona específica del recinto. Esta división permitió organizar la inspección y el registro de activos de forma ordenada, sistemática y trazable correspondiente a las áreas comunes del recinto.

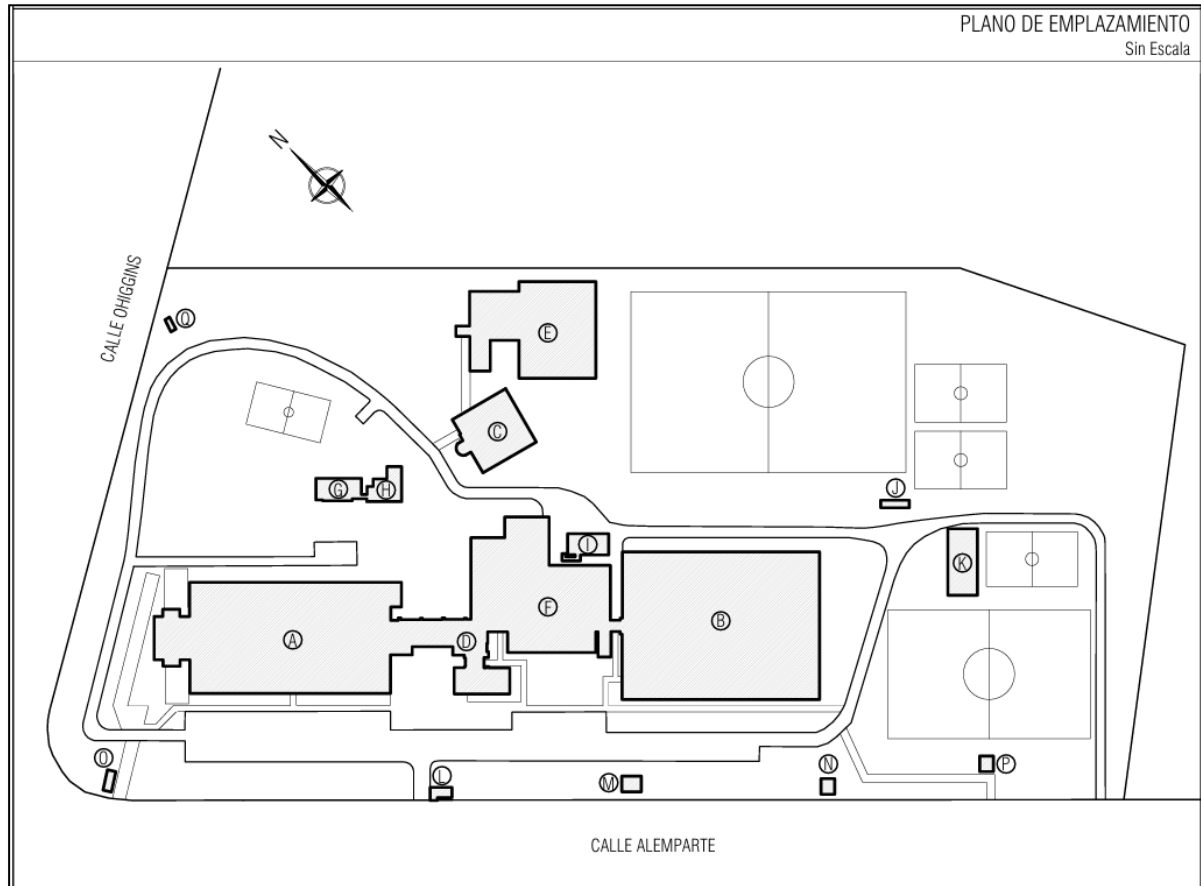
**Tabla 14**

*Nomenclatura Edificios USM Sede Concepción*

<b>EDIFICIOS</b>			
<b>NUMERO PLANOS</b>	<b>LETRA EDIFICIO</b>	<b>NOMBRE EDIFICIO</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>01</b>	A	AULA MAGNA	PRIMER PISO EDIFICIO
<b>02</b>	A	AULA MAGNA	SEGUNDO PISO EDIFICIO
<b>03</b>	B	TALLERES	PRIMER PISO EDIFICIO
<b>04</b>	B	TALLERES	SEGUNDO PISO EDIFICIO
<b>05</b>	C	BIBLIOTECA	PRIMER, SEGUNDO, TERCER Y CUARTO PISO
<b>06</b>	D	DIRECCION	PRIMER PISO EDIFICIO
<b>07</b>	D	DIRECCION	SEGUNDO PISO EDIFICIO
<b>08</b>	E	GIMNACIO	PRIMER PISO EDIFICIO
<b>09</b>	F	CASINO	PRIMER PISO EDIFICIO

**Figura 3**

*Monografía Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción*



### 1.2.2 Ficha de levantamiento

Para cada área inspeccionada se aplicó una ficha tipo, elaborada en formato Excel, donde se registró la información técnica de cada activo. El diseño de esta ficha se fundamenta en un conjunto de criterios metodológicos concurrentes, diseñados para asegurar una captura de información relevante y alineada con los objetivos del diagnóstico. Estos criterios incluyen: un criterio de localización (Edificio, Nivel, Área, Cod.), fundamental para la trazabilidad física de cada ítem en el campus; un criterio de especialidad funcional (Sistema), que agrupa los activos según el tipo de mantenimiento requerido asociado a un Código; un criterio de estandarización (Nombre del Activo, Categoría / tipo), que permite una clasificación homogénea y la cuantificación precisa del catastro; y un criterio de diagnóstico (Cantidad, Estado), que registra la "condición física" observada, sirviendo como base para el posterior análisis de criticidad.

**Tabla 15**

*Nomenclatura y Codificación de Sistemas para el Catastro de Activos*

<b>Sistema</b>	<b>Código</b>	<b>Nombres del Activos Incluidos</b>
Climatización	CLIM	Aire acondicionado; Radiador
Eléctrico	ELE	Luminaria; Interruptor; Enchufe; Tablero Eléctrico
Equipamiento	EQUI	Proyector; Telón de Proyector
Mobiliario	MOB	Escritorio; Mesa; Silla; Pizarra
Obras Civiles	OCIV	Puertas de acceso; Ventana
Sanitario	SAN	Duchas; Lavamanos; Llave monomando; Sifón; WC; Urinario; Llave de paso

**Tabla 16***Descriptiva de la Ficha de Levantamiento (Planilla)*

<b>Campo</b>	<b>Descripción del Criterio Aplicado</b>
<b>Edificio</b>	Identifica la estructura o edificio según la nomenclatura alfabética de la Monografía de la Sede.
<b>Nivel</b>	Indica el piso o planta donde se ubica el activo
<b>Área / Recinto</b>	Especifica el espacio físico, sala, pasillo, oficina...
<b>Cod.</b>	Código de identificación único del recinto según el plano oficial. Se utiliza "S/C" (Sin Código) para áreas comunes no codificadas.
<b>Sistema</b>	Criterio de especialidad funcional. Clasifica el activo según el tipo de mantenimiento.
<b>Nombre del activo</b>	Nombre genérico y estandarizado del ítem, utilizado para agrupar activos similares
<b>Categoría / Tipo</b>	Detalle específico, modelo o tipo del activo
<b>Cantidad</b>	Conteo total de activos idénticos dentro del mismo recinto.
<b>Estado (B/R/M)</b>	Criterio de diagnóstico visual de la condición física: B=Bueno (operativo), R=Regular (desgaste visible), M=Malo (con falla evidente o fuera de servicio).
<b>Observaciones</b>	Campo cualitativo para registrar información técnica relevante para el mantenimiento

La información recopilada en terreno fue sistematizada en una planilla maestra digital que replica la estructura de la ficha de campo. Esta herramienta fue configurada con funciones de filtrado para permitir el ordenamiento y segmentación de los datos, facilitando la búsqueda y agrupación de activos según parámetros específicos. De esta forma, se dispone de un catastro flexible que permite consultar el inventario por zonas, sistemas técnicos o estado de conservación de manera ágil y personalizada.

### **1.2.2 Consolidación de Resultado del Levantamiento por Edificio.**

Posterior al registro y procesamiento de los datos obtenidos en el levantamiento de campo, se procedió a la sistematización de la información. Debido a la extensión y granularidad de la base de datos contenida en la planilla maestra (disponible en su totalidad en los Anexos), se optó por presentar los resultados mediante cuadros de consolidación segmentados por unidad.

Esta estructuración tiene por objetivo facilitar la lectura y el análisis técnico, presentando la información resumida para cada uno de los seis edificios principales de la sede (A, B, C, D, E y F)

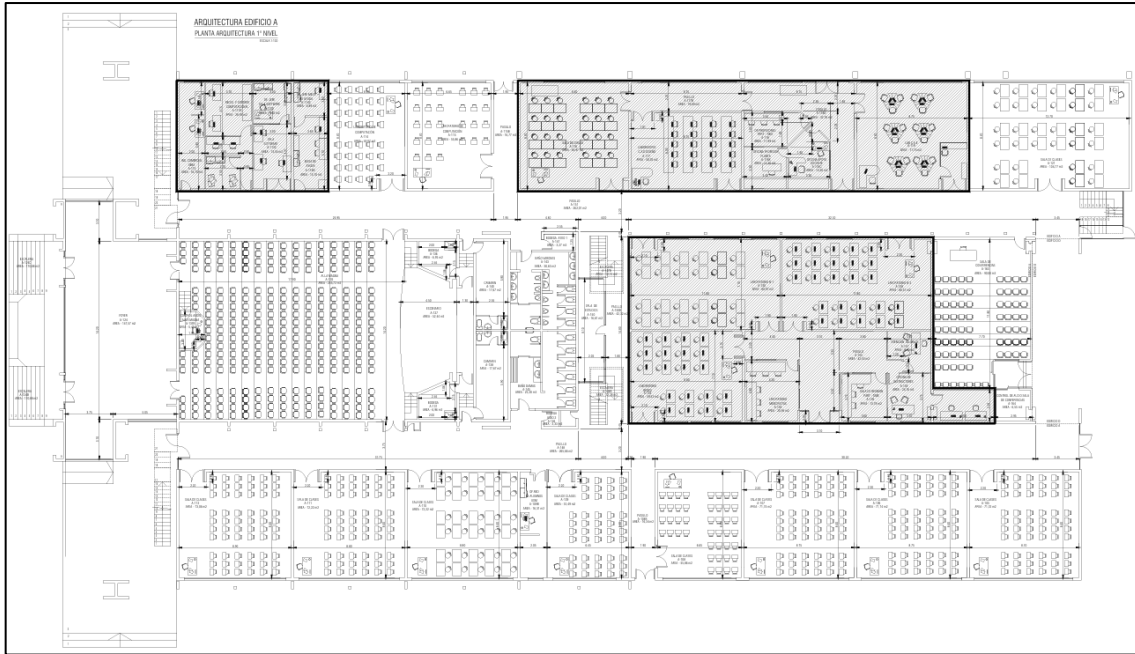
Es importante destacar que el alcance de este levantamiento se circunscribe exclusivamente a las áreas comunes y recintos técnicos de libre acceso o tránsito general. Para garantizar la claridad visual de este alcance, se presenta junto a cada tabla el plano de planta correspondiente a cada edificio, en el cual se han achurado (sombreado) los recintos privados o específicos que no fueron considerados en esta etapa del estudio.

A continuación, se expone el desglose detallado por edificio, finalizando con una matriz de Consolidado de Áreas Comunes que agrupa la totalidad de los activos transversales detectados en el campus.

- **Resultados Edificio A (Aula Magna) primer y segundo piso.**

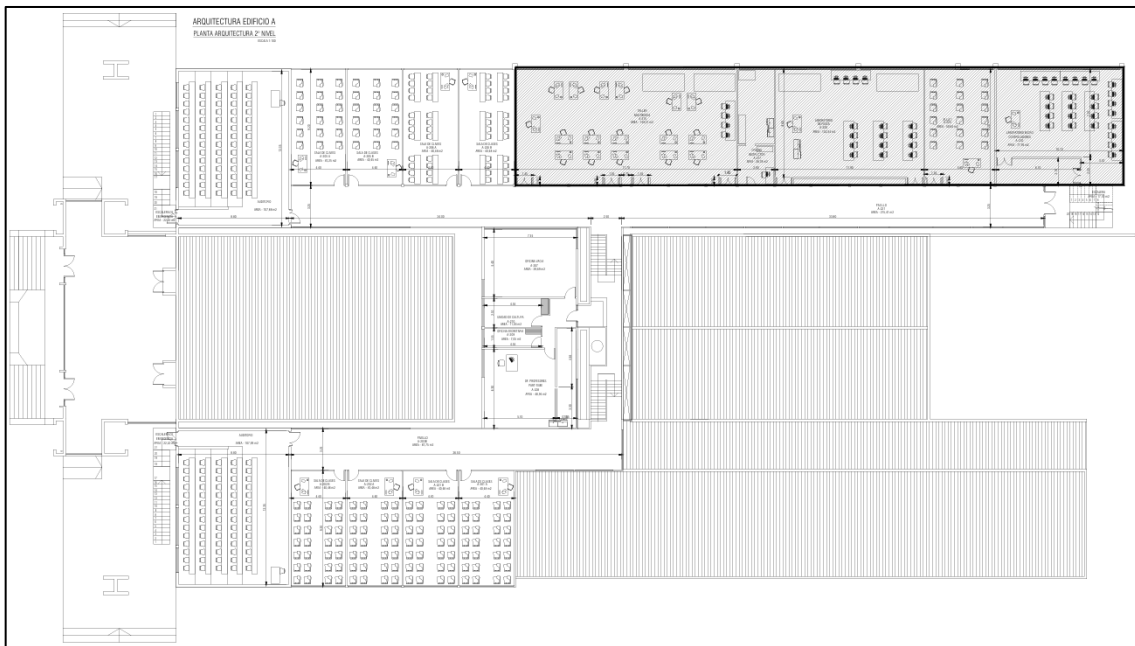
**Figura 4**

*Plano de Planta Edificio A (Primer Piso)*



**Figura 5**

*Plano de Planta Edificio A (Segundo Piso)*



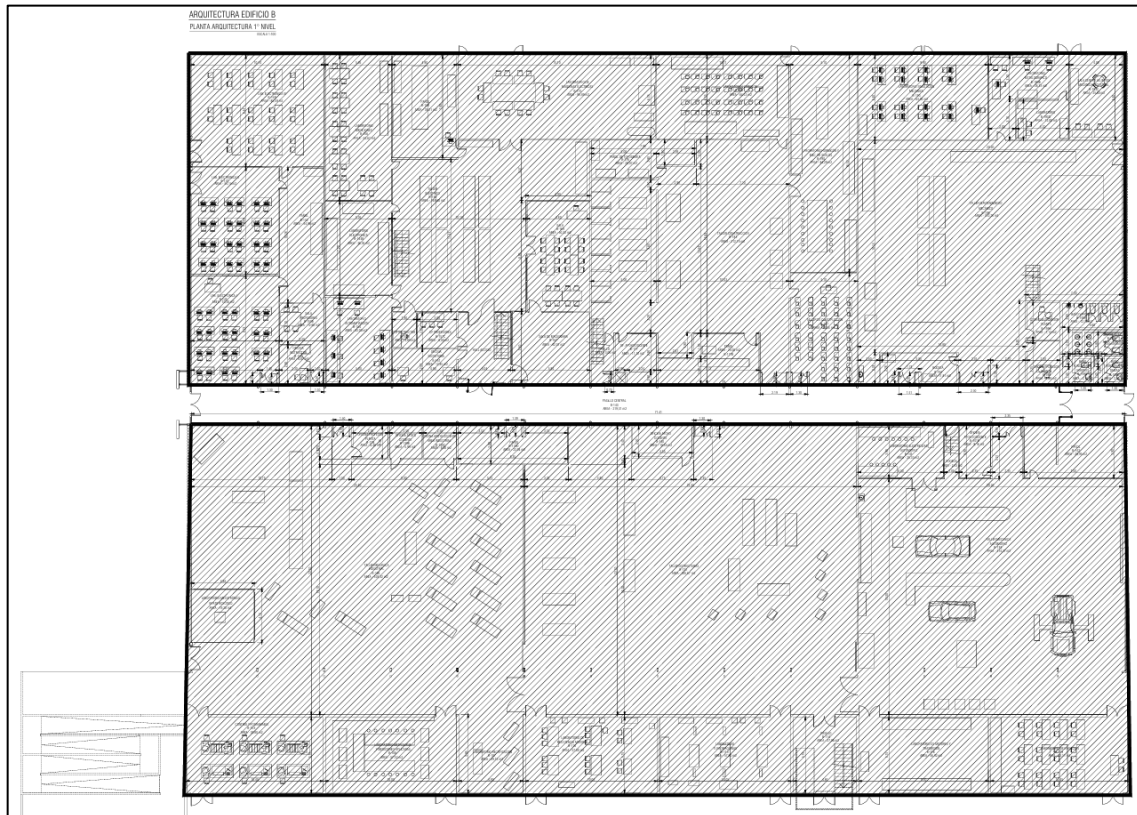
**Tabla 17***Consolidado de Activos - Edificio A*

<b>CONSOLIDADO EDIFICIO A</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Activo</b>	<b>Cantidad</b>
Climatización	Aire acondicionado	3
	Radiador	26
<b>Total</b>		<b>29</b>
Eléctrico	Enchufe	262
	Interruptor	55
	Luminaria	504
	Tablero eléctrico	9
<b>Total</b>		<b>830</b>
Equipos	Equipo de audio	22
	Proyector	25
	Telón de proyección	25
<b>Total</b>		<b>72</b>
Mobiliario	Banca	4
	Butaca	417
	Escritorio	18
	Mesas	317
	Pizarra	32
	Silla	812
<b>Total</b>		<b>1600</b>
Obra Civil	Partición sanitaria	15
	Puerta de acceso	52
	Ventana	406
<b>Total</b>		<b>473</b>
Sanitario	Lavamanos	13
	Llave de paso	36
	Llave monomando lavamanos	13
	Sifón lavamanos	13
	Urinario	4
	WC	19
<b>Total</b>		<b>98</b>

- Resultados Edificio B (Talleres) primer y segundo piso.

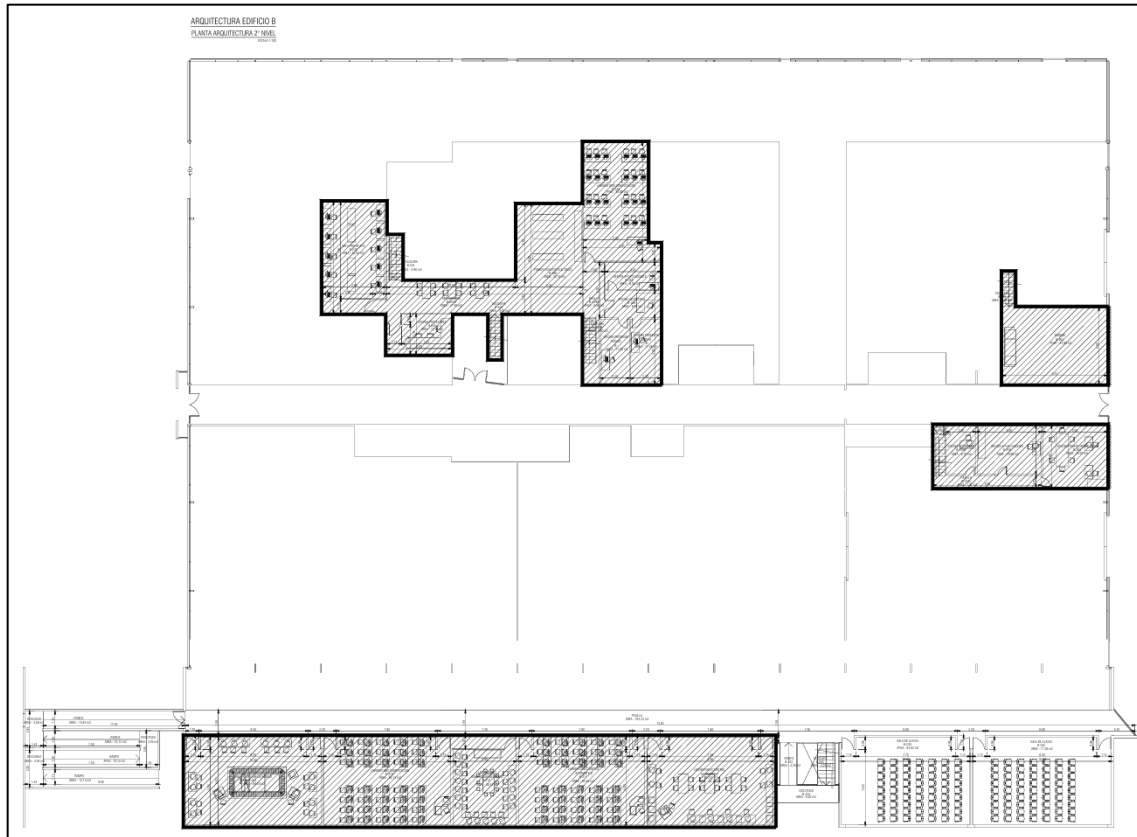
**Figura 6**

*Plano de Planta Edificio B (Primer Piso)*



**Figura 7**

*Plano de Planta Edificio B (Segundo Piso)*



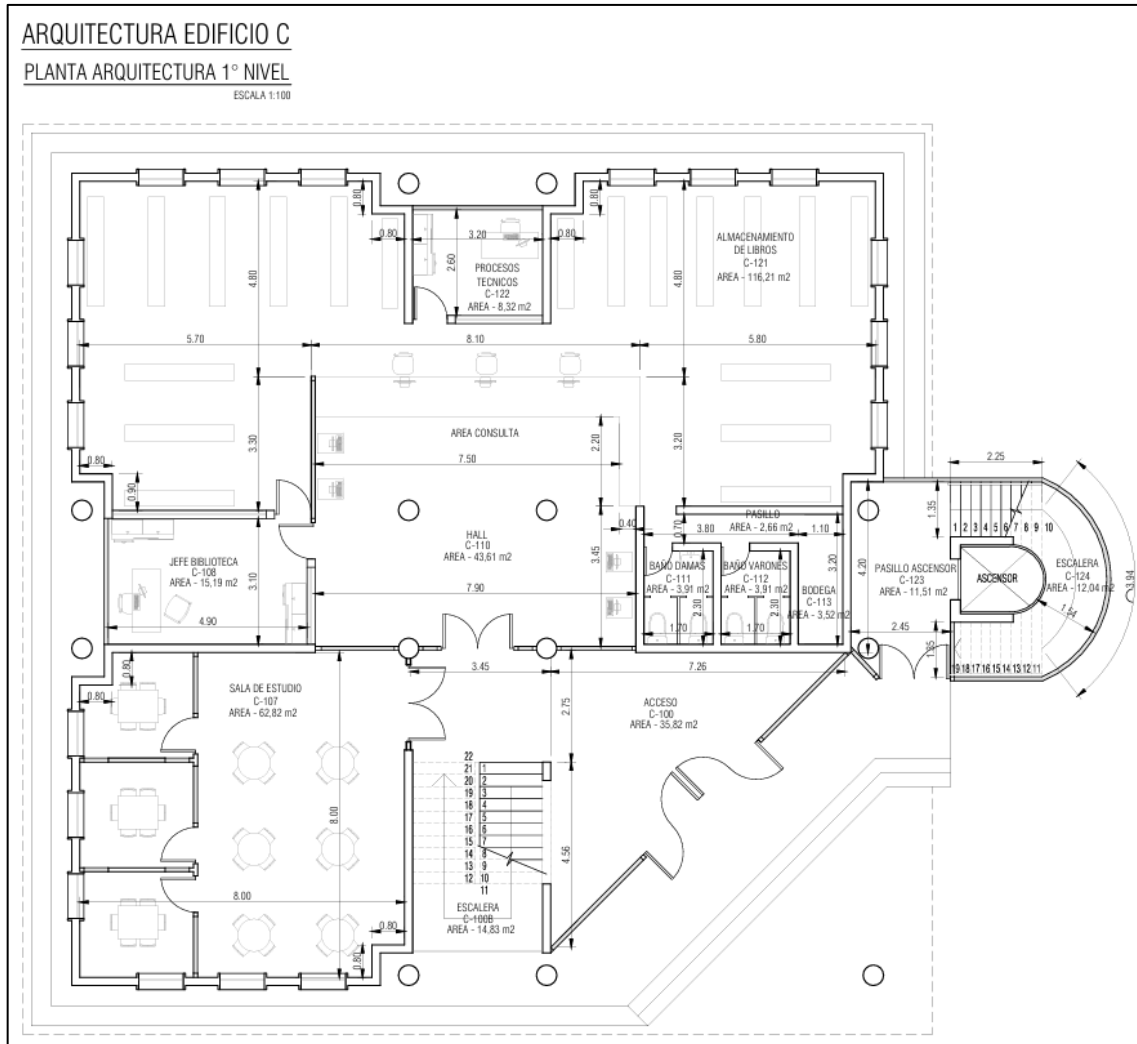
**Tabla 18***Consolidado de Activos - Edificio B*

<b>CONSOLIDADO EDIFICIO B</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Activo</b>	<b>Cantidad</b>
Climatización	Aire acondicionado	2
<b>Total</b>		<b>2</b>
Eléctrico	Enchufe	18
	Interruptor	7
	Luminaria	105
	Tablero eléctrico	2
<b>Total</b>		<b>132</b>
Equipos	Proyector	2
	telón de proyección	2
<b>Total</b>		<b>4</b>
Mobiliario	Mesas	56
	Pizarra	2
	Silla	55
<b>Total</b>		<b>113</b>
Obra Civil	Partición sanitaria	5
	Puerta de acceso	8
	Ventana	19
<b>Total</b>		<b>32</b>
Sanitario	Lavamanos	6
	Llave de paso	13
	Llave monomando lavamanos	6
	Sifón lavamanos	6
	Urinario	2
	WC	5
<b>Total</b>		<b>38</b>

- Resultados Edificio C (Biblioteca) primer, segundo, tercer y cuarto piso.

**Figura 8**

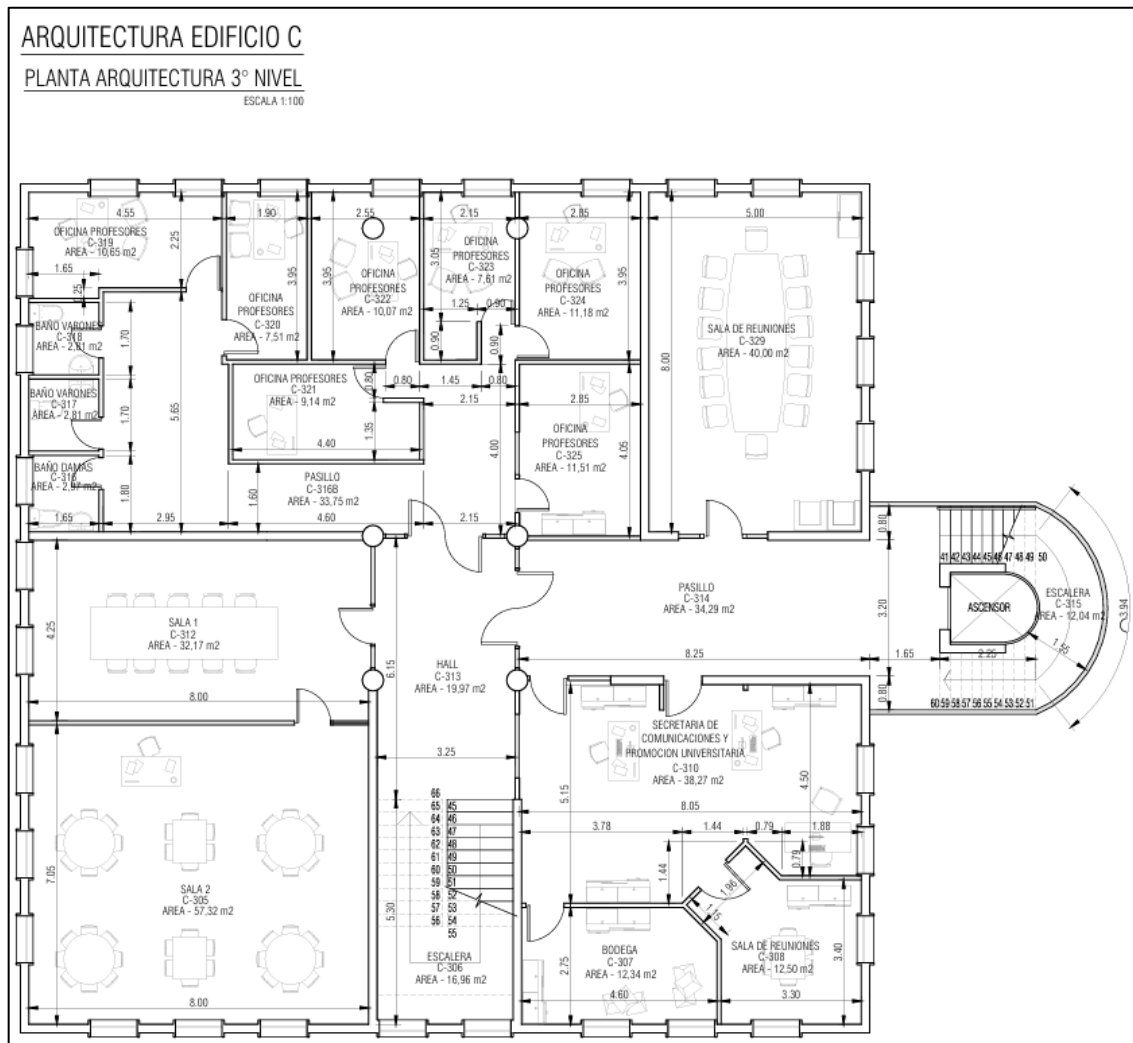
*Plano de Planta Edificio C (Primer Piso)*





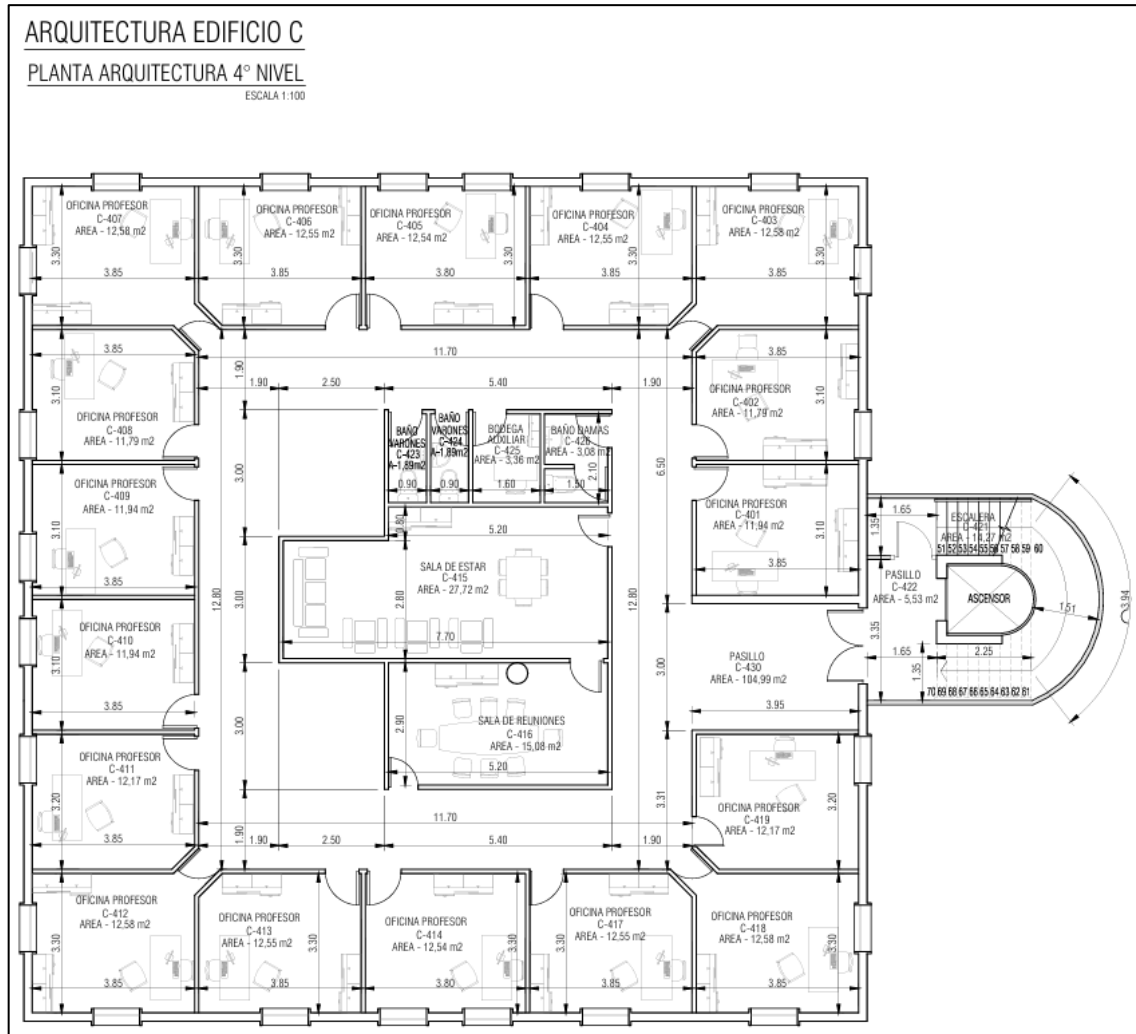
**Figura 10**

*Plano de Planta Edificio C (Tercer Piso)*



**Figura 11**

*Plano de Planta Edificio C (Cuarto Piso)*



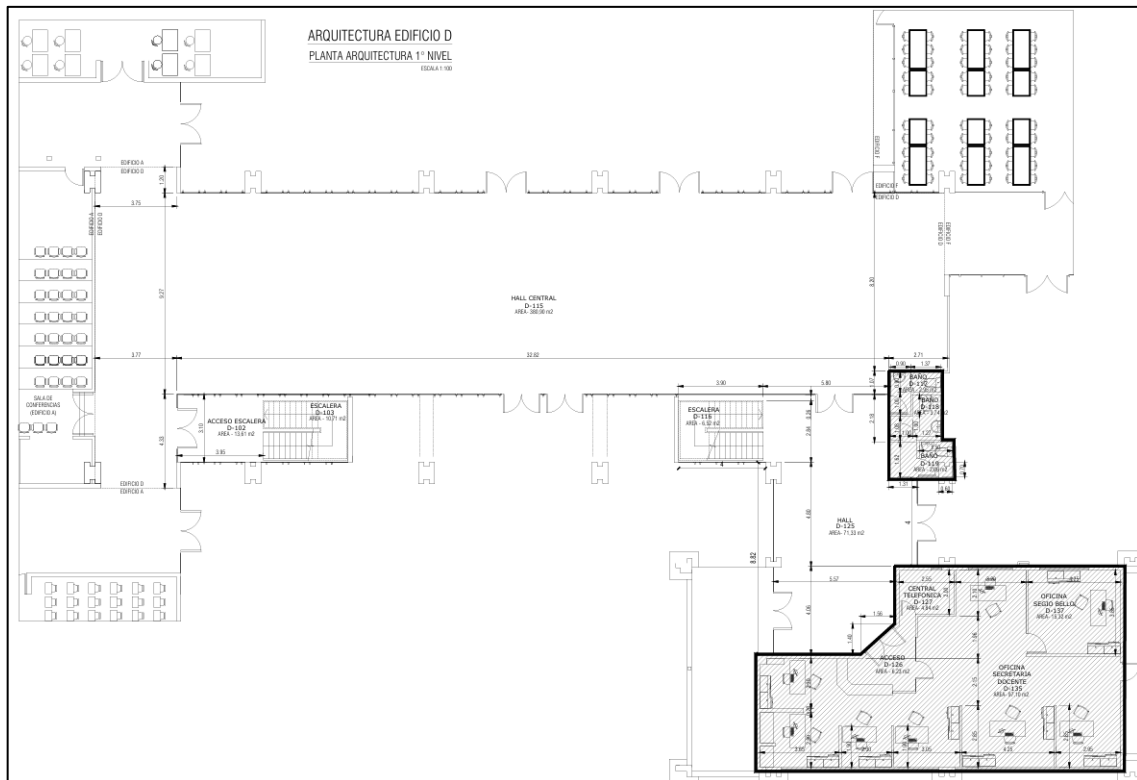
**Tabla 19***Consolidado de Activos - Edificio C*

<b>CONSOLIDADO EDIFICIO C</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Activo</b>	<b>Cantidad</b>
Climatización	Aire acondicionado	2
<b>Total</b>		<b>2</b>
Eléctrico	Enchufe	204
	Interruptor	62
	Luminaria	250
	Tablero eléctrico	9
<b>Total</b>		<b>525</b>
Equipos	Proyector	2
	telón de proyección	2
<b>Total</b>		<b>4</b>
Mobiliario	Escritorio	29
	Mesas	67
	Pizarra	14
	Silla	305
<b>Total</b>		<b>415</b>
Obra Civil	Puerta de acceso	63
	Muro cortina (ml)	10
	Ventana	160
<b>Total</b>		<b>223</b>
Sanitario	Lavamanos	8
	Llave de paso	16
	Llave monomando lavamanos	8
	Sifón lavamanos	8
	WC	8
<b>Total</b>		<b>48</b>

- Resultados Edificio D (Dirección) primer y segundo piso.

**Figura 12**

*Plano de Planta Edificio D (Primer Piso)*





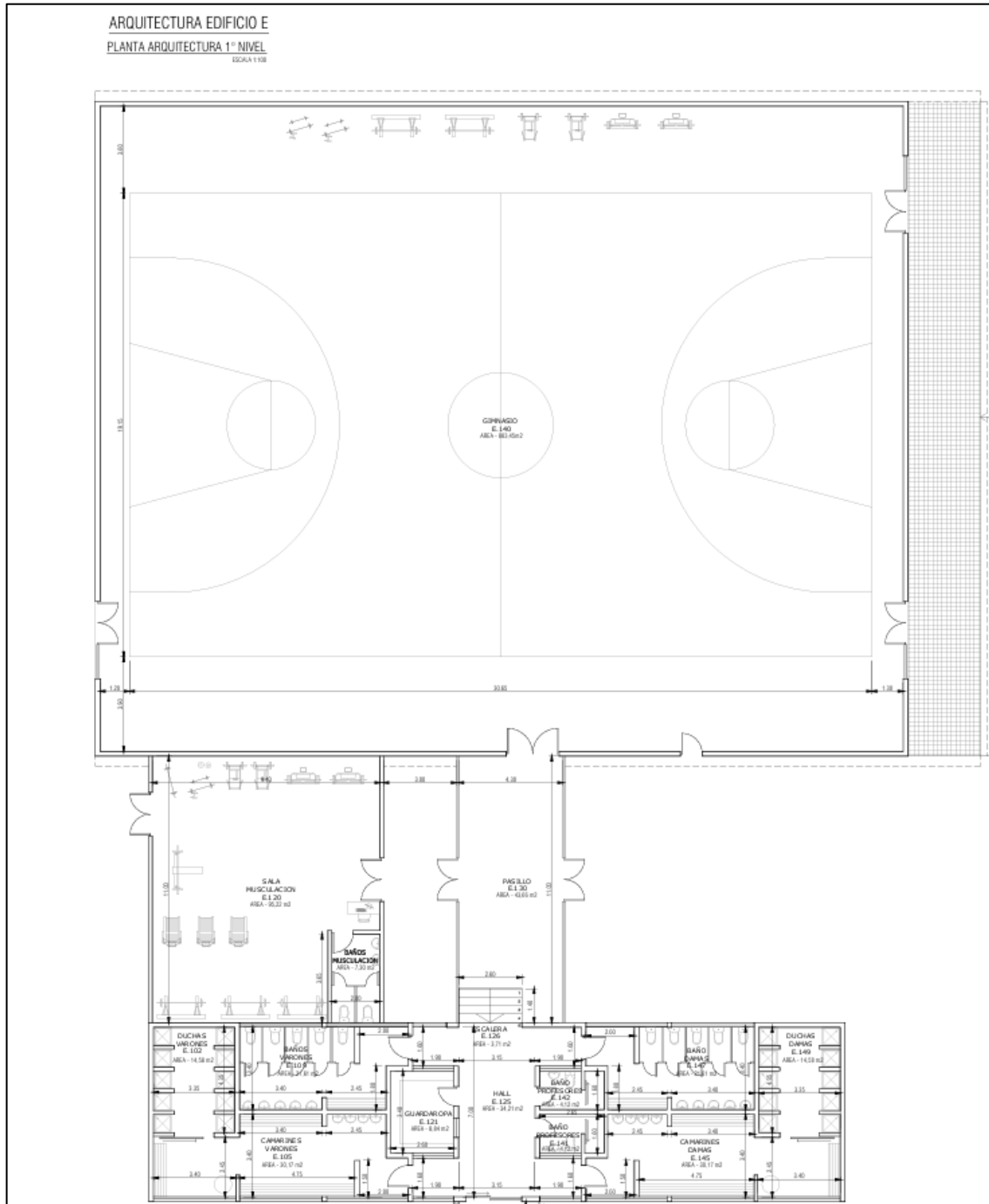
**Tabla 20***Consolidado de Activos - Edificio D*

<b>CONSOLIDADO EDIFICIO D</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Activo</b>	<b>Cantidad</b>
Climatización	Aire acondicionado	26
<b>Total</b>		<b>26</b>
Eléctrico	Enchufe	177
	Interruptor	75
	Luminaria	177
	Tablero eléctrico	2
<b>Total</b>		<b>431</b>
Mobiliario	Escritorio	51
	Mesas	8
	Silla	118
	Sillón	11
<b>Total</b>		<b>188</b>
Obra Civil	Puerta de acceso	54
<b>Total</b>		<b>54</b>
Sanitario	Lavamanos	7
	Llave de paso	14
	Llave monomando lavamanos	7
	Sifón lavamanos	7
	WC	7
<b>Total</b>		<b>42</b>

- Resultados Edificio E (Gimnasio) primer piso

Figura 14

Plano de Planta Edificio E (Primer Piso)



**Tabla 21***Consolidado de Activos - Edificio E*

<b>CONSOLIDADO EDIFICIO E</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Activo</b>	<b>Cantidad</b>
Eléctrico	Enchufe	23
	Interruptor	9
	Luminaria	116
	Tablero eléctrico	3
<b>Total</b>		<b>151</b>
Mobiliario	Banca	14
	Gradas	2
<b>Total</b>		<b>16</b>
Obra Civil	Partición sanitaria	10
	Puerta de acceso	16
<b>Total</b>		<b>26</b>
Sanitario	Ducha	22
	Lavamanos	20
	Llave de paso	59
	Llave monomando lavamanos	20
	Sifón lavamanos	20
	Urinario	5
WC	12	
<b>Total</b>		<b>158</b>



**Tabla 22***Consolidado de Activos - Edificio F*

<b>CONSOLIDADO EDIFICIO F</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Activo</b>	<b>Cantidad</b>
Climatización	Aire acondicionado	6
<b>Total</b>		<b>6</b>
Eléctrico	Enchufe	69
	Interruptor	11
	Luminaria	173
	Tablero eléctrico	1
<b>Total</b>		<b>254</b>
Equipos	Proyector	2
	Telón de proyección	2
<b>Total</b>		<b>4</b>
Mobiliario	Mesas	149
	Pizarra	4
	Silla	485
<b>Total</b>		<b>638</b>
Obra Civil	Partición sanitaria	6
	Puerta de acceso	20
	Muro cortina (ml)	91
	Ventana	81
<b>Total</b>		<b>101</b>
Sanitario	Lavamanos	9
	Llave de paso	22
	Llave monomando lavamanos	9
	Sifón lavamanos	9
	Urinario	4
	WC	9
	<b>Total</b>	

- **Consolidado de Activos Áreas Comunes Universidad Técnica Federico Santa María Sede Concepción.**

**Tabla 23**

*Consolidado de Activos - Áreas Comunes USM*

<b>CONSOLIDADO ÁREAS COMUNES</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Activo</b>	<b>Cantidad</b>
Climatización	Aire acondicionado	39
	Radiador	26
<b>Total</b>		<b>65</b>
Eléctrico	Enchufe	751
	Interruptor	219
	Luminaria	1325
	Tablero eléctrico	26
<b>Total</b>		<b>2321</b>
Equipos	Equipo de audio	22
	Proyector	31
	Telón de proyección	31
<b>Total</b>		<b>84</b>
Mobiliario	Butaca	417
	Escritorio	98
	Mesas	597
	Pizarra	52
	Silla	1781
<b>Total</b>		<b>2945</b>
Obra Civil	Partición sanitaria	36
	Puerta de acceso	213
	Ventana	406
<b>Total</b>		<b>655</b>
Sanitario	Ducha	22
	Lavamanos	63
	Llave de paso	160
	Llave monomando lavamanos	63
	Sifon lavamanos	63
	Urinario	15
	WC	60
<b>Total</b>		<b>446</b>

### **1.3 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE CRITICIDAD: MODELO MCCR.**

Para determinar la jerarquía de los activos y definir las estrategias de mantenimiento diferenciadas, se adoptó el modelo de Matriz de Criticidad Cualitativa de Riesgo (MCCR). Esta metodología, desarrollada y validada en el contexto de la gestión de activos, permite identificar y priorizar los sistemas sobre los cuales es necesario asignar recursos, basándose en la evaluación del riesgo asociado a su falla funcional.

El diseño de este análisis se alinea con los lineamientos de la norma ISO 31000:2018 (Gestión del riesgo – Directrices), específicamente en lo referente a la definición de criterios de riesgo (clausula 6.3.4) para evaluar la importancia del riesgo y apoyar la toma de decisiones.

El modelo matemático base se define por la siguiente expresión:

$$***Crticidad (Riesgo) = Frecuencia (FF) x Concecuencia (C)***$$

Donde la consecuencia (C) se determina adoptando el escenario más desfavorable entre teres factores de impacto: Operacional, Económico y Seguridad.

### 1.3.1 Definición de Criterios de Evaluación Adaptados a la Sede.

Para la aplicación de este modelo en la Sede Concepción, se adaptaron las escalas de valoración a la realidad operativa del recinto educacional, utilizando los datos históricos de la plataforma “Mesa de Servicios 360” y el juicio para definir los niveles de impacto. A continuación, se presentan las tablas de criterios establecidos para determinar la criticidad de los activos, estructuradas en función de dos dimensiones principales: frecuencia de falla y consecuencia.

#### A. Factor Frecuencia de Fallos (FF)

Este factor evalúa la probabilidad de recurrencia del evento de falla. Se estableció una escala de 3 niveles (Tabla 24) que permite clasificar los activos según su historial de comportamiento.

**Tabla 24**

*Criterios de Frecuencia de Fallos*

<b>FRECUENCIA DE FALLOS</b>		
<b>Nivel</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Frecuencia</b>
		<b>Criterio</b>
<b>1</b>	Aislada	El activo opera con estabilidad y alta confiabilidad. Las fallas son eventos raros o imprevistos que ocurren menos de una vez al año
<b>2</b>	Ocasional	El activo falla de manera esporádica, asociada generalmente a desgaste por uso o estacionalidad. Ocurre algunas veces al año
<b>3</b>	Frecuente	El activo presenta fallas recurrentes que demandan atención constante. Ocurre de manera mensual o múltiples veces al semestre.

## B. Factor Consecuencias (C)

Para determinar la severidad de la falla, se evaluaron tres dimensiones críticas, seleccionando para el cálculo final el valor máximo obtenido.

En primer lugar, se definió el Impacto Operacional (Tabla 25), evaluando la afectación a la continuidad del servicio educativo.

**Tabla 25**

*Criterios de Impacto Operacional*

IMPACTO OPERACIONAL (IP)		
Nivel	Clasificación	Consecuencia
1	Sin Impacto	Falla transparente al usuario. No afecta el desarrollo de actividades académicas ni administrativas.
2	Impacto Menor	Interrupción menor o molestia que no impide el uso del recinto. Recuperable en el corto plazo (<6 horas)
3	Impacto Parcial	interrupción significativa que inhabilita un recinto o servicio específico. Requiere reubicación de actividades.
4	Impacto Crítico	Interrupción total de actividades en un edificio o en la sede completa. Afecta la continuidad del servicio educativo (>12 horas)

En segundo lugar, se consideraron los Costos Directos de Fallos (Tabla 26), utilizando una estimación cualitativa basada en la complejidad de la intervención y la gestión de compra requerida.

**Tabla 26**

*Criterios de Costos Directos de Fallos*

<b>COSTOS DIRECTOS DE FALLOS (CDF)</b>		
<b>Nivel</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Consecuencia</b>
		<b>Criterio</b>
<b>1</b>	Bajo	Gasto menor / Insumos Básicos: La reparación se realiza con materiales de bajo costo disponibles en pañol, no requiere gestión de compra.
<b>2</b>	Medio	Compra de Repuestos Estándar: Requiere la adquisición específica de materiales o repuestos, pero la ejecución es realizada por mano de obra interna.
<b>3</b>	Alto	Servicio externo / Repuesto Mayor: La falta supera la capacidad interna y requiere la contratación de una empresa contratista o la compra de un repuesto de alto valor.
<b>4</b>	Crítico	Inversión mayor / Reemplazo de Activo: La falla implica el reemplazo total del equipo o una obra civil de emergencia. El costo es significativo e impacta directamente la disponibilidad presupuestaria anual.

Finalmente, se integró el criterio de Seguridad, Higiene y Ambiente (Tabla 27), evaluando el riesgo para la integridad de las personas y el entorno, factor prioritario en un recinto educacional.

**Tabla 27**

*Criterios de Seguridad, Higiene y Ambiente*

<b>SEGURIDAD, HIGIENE Y AMBIENTE (SHA)</b>		
<b>Nivel</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Consecuencia</b>
		<b>Criterio</b>
<b>1</b>	Sin Riesgo	El fallo no presenta ningún riesgo de lesión para las personas, no afecta la salud ocupacional ni genera impacto ambiental.
<b>2</b>	Riesgo Menor	Incidente menor controlable. Riesgo de lesiones superficiales que no requieren atención médica (rasguños, golpes leves). Impacto ambiental mínimo y confinado.
<b>3</b>	Riesgo Medio	Posibilidad de lesiones leves que requieran primeros auxilios o condiciones de insalubridad temporal.
<b>4</b>	Riesgo alto	Peligro inminente de accidente grave o incapacitante. Riesgo sanitario mayor o incidente ambiental con afección externa.

### 1.3.2 Matriz de Criticidad Y Zonas de Prioridad

La interacción de los valores de Frecuencia y Consecuencia se proyecta en una matriz de riesgo, definiendo tres zonas de prioridad operativa (Tabla 28) que determinarán la estrategia de mantenimiento a implementar.

**Tabla 28**

*Definición de Rangos de Criticidad*

<b>RANGOS DE CRITICIDAD</b>		
<b>Zona</b>	<b>Rango</b>	<b>Criterio</b>
<b>Alta (Roja)</b>	8;12	Atención Prioritaria. Activos críticos que requieren respuesta inmediata o planes preventivos estrictos
<b>Media (Amarilla)</b>	4;6	Gestión Rutinaria. Activos con fallas frecuentes o impacto moderado. Se gestionan mediante ronda de inspección
<b>Baja (Baja)</b>	1;3	Baja Prioridad. Activos donde la falla tiene bajo impacto. Se atienden solo bajo solicitud (correctivo)

### 1.3.3 Aplicación y Resultados del Análisis de Criticidad

Con La metodología y criterios definidos, se procedió a la evaluación de activos. Para que el diagnostico refleje tanto la importancia estratégica de los equipos como la realidad operativa del día a día, el análisis se ejecutó en dos niveles de profundidad: Nivel sistemático (General) y el Nivel Detallado (por Requerimiento).

### A. Análisis de Criticidad Nivel 1: Por Sistema General.

esta primera etapa, se evaluaron las categorías de sistemas definidas previamente en el diagnóstico. La ponderación de cada sistema se determinó aplicando los criterios de frecuencia y consecuencia establecidos, obteniendo el nivel de riesgo que se detalla en la (Tabla 29).

**Tabla 29**

*Clasificación de Criticidad Según Sistemas*

Sistema / Categoría	Frecuencia (FF)	Impacto Operacional (IP)	Costos Directos de Fallos (CDF)	Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA)	Consecuencia (C)	Riesgo	Jerarquización
Sistema Eléctrico	3	3	2	4	4	12	Critica
Sistema Sanitario	3	2	2	3	3	9	Critica
Obras Civiles	3	2	3	3	3	9	Critica
Climatización	1	4	4	2	4	4	Media
Equipos (Audio)	1	3	2	1	3	3	Baja
Mobiliario	2	1	1	1	1	2	Baja

El análisis a nivel general identifica tres grandes focos de Criticidad Alta: Los sistemas Eléctrico, Sanitario Y de Obras Civiles, alcanzan el máximo nivel de riesgo, esto debido a que se evaluó como un conjunto global, donde la alta frecuencia de requerimientos constantes se combina con el escenario de falla más severo posible (criterio conservador).

Si bien este resultado es útil para priorizar recursos a nivel macro, presenta una limitación metodológica al generalizar la criticidad a todo el sistema, se tiende a sobreestimar el riesgo real de las fallas cotidianas. Por ejemplo, equipara el riesgo de una luminaria quemada con de un corte de energía, sin diferenciar el impacto operativo real de cada evento. Esta distorsión justifica la necesidad de realizar un segundo análisis a nivel detallado por modo de falla para obtener una jerarquización operativa más precisa

## B. Análisis de Criticidad Nivel 2: Detalle por Modo de Falla.

En esta etapa se evaluaron los requerimientos recurrentes identificados en el diagnóstico de demanda. Para ello, se aplicaron los criterios de evaluación definidos previamente, pero ajustando el análisis a la realidad operativa del recinto educativo, considerando la redundancia de equipos y el impacto específico en los espacios comunes de la Sede. La Tabla 30 presenta los resultados de esta evaluación detallada bajo la misma metodología.

**Tabla 30**

*Clasificación de Criticidad Detallada por Modo de Falla*

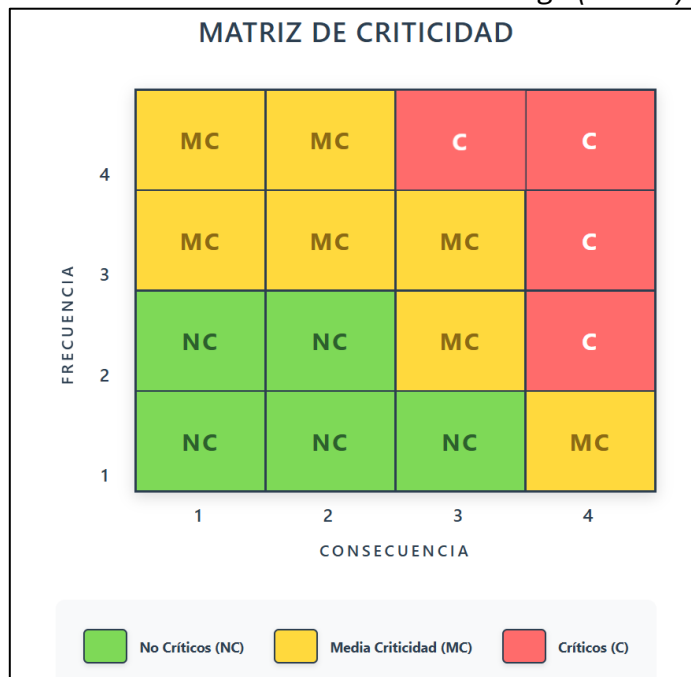
Requerimiento / Modo de falla	Frecuencia (FF)	Impacto Operacional (IP)	Costos Directos de Fallos (CDF)	Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA)	Consecuencia (C)	Riesgo	Jerarquización
Corte de energía / Baja automáticos	2	4	1	2	4	8	Critica
Enchufe inseguro / Dañado	3	1	1	2	2	6	Media
Luminaria Apagada / Parpadeo	3	1	2	2	2	6	Media
Corte de agua	2	4	2	3	4	8	Critica
Obstrucción WC / Alcantarillado	3	2	2	2	2	6	Media
Falla grifería / Filtración menor	3	1	1	1	1	3	Baja
Filtración Techumbre	3	1	2	1	2	6	Media
Vidrio trizado / Roto	1	1	3	4	4	4	Media
Falla cerrajería (puertas / accesos)	3	2	1	1	2	6	Media
Falla calefacción central (caldera)	3	1	4	1	4	12	Critica
Falla Proyector /Audio	2	2	3	1	3	6	Media
Deterioro de mobiliario	2	1	2	2	2	4	Media

El análisis detallado revela una segmentación operativa fundamental, donde la Alta Criticidad se concentra exclusivamente en eventos de colapso sistémico que afectan la continuidad operativa general o impactan masivamente a los usuarios, tales como cortes de agua, energía y fallas en la climatización por calderas, cuyo funcionamiento óptimo es imprescindible en temporada invernal y vespertina. Por el contrario, la gran mayoría de los requerimientos recurrentes (como fallas de luminarias o enchufes) se clasifican en Criticidad Media debido a que, pese a su alta frecuencia, no interrumpen la operación de las instalaciones; no obstante, sin restarles importancia, se sugiere que su gestión óptima radica en la programación de rutas de inspección, estrategia que permitirá atacar estos problemas eficientemente y liberar recursos indirectos para proteger los sistemas de alta criticidad.

Para facilitar la comprensión estratégica de estos resultados, la dispersión del riesgo obtenida en el análisis detallado se proyecta en la Matriz de criticidad (Figura 5). Esta representación gráfica permite identificar visualmente los grupos de activos que demandan enfoques de gestión diferenciados.

**Figura 16**

*Matriz de Criticidad Cualitativa de Riesgo (MCCR)*



## **1.4 CONCLUSIÓN DEL DIAGNÓSTICO Y LINEAMIENTOS PARA EL PLAN DE MANTENIMIENTO**

El diagnóstico integral desarrollado en este capítulo permite concluir que la Unidad de Mantenimiento posee una capacidad técnica instalada que se ve mermada por un modelo de gestión reactivo y una falta de priorización objetiva. El análisis de criticidad ha proporcionado la evidencia necesaria para reestructurar la operación, estableciendo que la eficiencia no se logrará reparando más rápido, sino gestionando el riesgo de manera diferenciada.

Esta jerarquización de activos (Zona Crítica, Media y Baja) constituye la línea base estratégica para el Capítulo 2, donde se diseñará el Plan de Mantenimiento Preventivo. Dicho plan se focalizará en asegurar la disponibilidad de los equipos críticos mediante pautas estrictas, y en optimizar la atención de la demanda rutinaria (zona media) a través de rutas de inspección eficientes, liberando así los recursos necesarios para garantizar la continuidad operacional de la sede.

## **CAPITULO 2**

*“Diseño del Plan de Mantenimiento Preventivo”*

El presente capítulo tiene por objetivo desarrollar la propuesta técnica y operativa para la gestión del mantenimiento en la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción. A partir de la línea base establecida en el diagnóstico (Capítulo 1) y la jerarquización de activos obtenida mediante el análisis de criticidad, se formula un plan de mantenimiento diferenciado que busca transitar desde el actual modelo reactivo hacia una gestión preventiva y planificada.

El diseño de este plan se fundamenta en la necesidad de optimizar los recursos disponibles (humanos y materiales) asegurar la disponibilidad de los sistemas críticos y ordenar el flujo de trabajo de la unidad. Para ello, se establece una estrategia mixta que asigna intervenciones sistemáticas a los equipos de alto riesgo y rutinas de inspección eficientes a los activos de demanda rutinaria.

La estructura de este capítulo se organiza en cuatro ejes estratégicos que permiten operacionalizar la propuesta:

- **Definición de Estrategias de Mantenimiento:** Formalización de las políticas de intervención basadas en la Matriz de Criticidad (MCCR). Se establecen los criterios para aplicar mantenimiento preventivo, de inspección o correctivo según el nivel de riesgo de cada sistema.
- **Elaboración de Protocolos y Pautas Técnicas:** Diseño de fichas estandarizadas de trabajo para los operarios de la unidad. Estas pautas definen el “qué hacer” y “cómo hacerlo”, detallando las tareas específicas herramientas necesarias y criterios de aceptación para cada especialidad técnica.
- **Programa Maestro de Mantenimiento:** Desarrollo de la planificación temporal de las actividades. Se define la frecuencia de las intervenciones (semanal, mensual, semestral, anual) y se estructura el calendario de trabajo considerando la estacionalidad académica y climática de la sede.

- **Propuesta de Gestión de la Información:** Diseño de una herramienta de registro y control que permita documentar sistemáticamente las intervenciones realizadas, asegurando el seguimiento histórico y la disponibilidad de datos técnicos para la gestión.

El desarrollo de este plan se alinea con los lineamientos de la norma ISO 55001: (Gestión de Activos – requisitos), específicamente en lo referido a la “Planificación y control Operacional” (Clausula 8.1).

## **2.1 DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO**

Basado en la jerarquización de riesgos del Capítulo 1, se establece un Modelo de Gestión Híbrido que abandona el enfoque único para asignar tácticas diferenciadas según la criticidad del activo. El objetivo es concentrar los recursos preventivos donde existe riesgo real y gestionar eficientemente la rutina.




Se establece que la asignación de recursos y respuesta se rige por la criticidad del activo y no por el orden de llegada de los requerimientos. La seguridad y continuidad de servicios básicos tendrán prioridad absoluta sobre reparaciones estéticas o menores.

### 2.1.1 Asignación de Estrategias por Nivel de Riesgo.

La siguiente tabla resume las estrategias adoptadas para cada nivel de criticidad identificado en la matriz MCCR.

**Tabla 31**

*Asignación de Estrategias de Mantenimiento según Nivel de Criticidad*

<b>Nivel de Criticidad</b>	<b>Estrategia de Mantenimiento</b>	<b>Descripción de la Táctica</b>	<b>Alcance (Sistemas)</b>	<b>Objetivo Estratégico</b>
 ALTA	Preventivo Sistemático	Intervenciones cíclicas programadas (calendario fijo) independientes del estado aparente del equipo.	Tableros Eléctricos, Calderas, Llaves de Paso	Continuidad Operacional: Restaurar la confiabilidad y prevenir fallas catastróficas. Estas actividades son intrínsecas en la programación.
 MEDIA	Inspectivo por Rutas	Implementación de rondas periódicas de detección y corrección agrupada. Se pasa de la "atención por ticket" a la "atención por zona".	Iluminación, Artefactos Sanitarios, Cerrajería, Enchufes.	Control de Demanda: Controlar el volumen de fallas mediante detección temprana, eliminando la ineficiencia de desplazamientos por requerimientos individuales.
 BAJA	Correctivo Planificado	Operar hasta la falla La reparación se programa solo tras el reporte y en ventanas de baja carga laboral.	Mobiliario, Terminaciones menores, Grifería auxiliar.	Ahorro de Recursos: Liberar horas-hombre para las estrategias A y B, evitando el consumo de recursos de planificación en activos no esenciales.

## **2.2 ELABORACIÓN DE PROTOCOLOS Y PAUTAS TÉCNICAS DE MANTENIMIENTO**

La definición de las estrategias de mantenimiento en el punto anterior estableció el "qué hacer", pero la ejecución efectiva en terreno requiere instrumentalizar dichas estrategias en documentos operativos. Considerando que la Sede Concepción es un Recinto Educacional, donde convergen una alta densidad de ocupación y la exigencia legal de continuidad de servicios, el diseño de estos instrumentos no podía basarse únicamente en criterios empíricos.

Por consiguiente, se desarrolló un proceso de Ingeniería de Cumplimiento Normativo. Previo a la confección de las cartillas de campo, se realizó un estudio exhaustivo de las exigencias legales explícitas en los Decretos Supremos y Normas Técnicas chilenas. Este análisis fue fundamental para determinar no solo las tareas de limpieza o ajuste, sino también para identificar las Certificaciones Obligatorias que, aunque no son ejecutadas diariamente por el operario, condicionan la validez legal de la operación del activo.

El objetivo de este punto es presentar el desarrollo de Protocolos Técnicos Estandarizados para los activos de Alta Criticidad ("Zona Roja"). Estos documentos han sido diseñados bajo la modalidad de Listas de Chequeo (Checklists) para su ejecución por el personal de planta, transformando la complejidad de la norma en instrucciones técnicas binarias y verificables, cerrando el ciclo con la validación formal del Encargado de Mantención.

### 2.2.1. Metodología de Diseño: Traducción Normativa-Operativa

Para asegurar la robustez técnica y legal de los protocolos, se aplicó una metodología de tres etapas:

- **Identificación del Requisito Legal:** Revisión de reglamentos (MINSAL, MOP, SEC) para extraer obligaciones fiscalizables.
- **Identificación de Certificaciones:** Determinación de los hitos de inspección oficial externa requeridos por ley.
- **Definición de la Tarea Operativa:** Formulación de actividades de mantenimiento que aseguren que el equipo cumpla con los estándares exigidos tanto para la operación diaria como para la renovación de sus certificaciones.

A continuación, se detalla el desarrollo técnico-normativo para cada sistema crítico.

### 2.2.2. Protocolo de Mantenimiento para Sistemas de Calefacción (Calderas)

El sistema de calefacción es vital para la habitabilidad de las aulas. El diseño del protocolo PM-CAL-01 se fundamenta estrictamente en el Decreto Supremo N° 10 de 2013 del Ministerio de Salud (Reglamento de Calderas, Autoclaves y Equipos que Utilizan Vapor de Agua).

**Fundamentación Normativa y Certificaciones:** El reglamento impone una estructura de control rigurosa. El Artículo 31 exige una Revisión Oficial Completa cada tres años, la cual debe ser certificada por un profesional facultado. Sin embargo, el Artículo 13 establece que "es obligación del usuario mantener el equipo en las condiciones de seguridad estipuladas" de forma permanente. La estrategia diseñada consiste en una pauta operativa anual que cubre la brecha entre certificaciones oficiales. El mantenimiento no reemplaza la certificación, pero asegura que el equipo aprobará dicha revisión fiscalizable.

### **Exigencias Legales Traducidas a la Pauta:**

- **Seguridad Operacional (Válvulas):** La pauta instruye la verificación de las válvulas de seguridad, respondiendo al Artículo 30, que exige que estas aseguren el alivio de presión, estén calibradas y precintadas. El operario debe validar visualmente la integridad de estos precintos.
- **Competencia del Personal:** Se incorpora en el protocolo la exigencia de que las pruebas de funcionamiento sean ejecutadas por personal con Certificado de Competencia vigente otorgado por la Autoridad Sanitaria, en cumplimiento del Artículo 82.
- **Trazabilidad Legal:** Se incluye el campo obligatorio para el registro en el "Libro de Vida" (Art. 19), documento único fiscalizable donde se debe consignar cualquier mantención o anomalía.

### 2.2.3. Protocolo de Gestión de Suministro de Agua Potable

Para el sistema sanitario, el enfoque de diseño no se centró en la maquinaria, sino en la Continuidad del Suministro, debido a que el corte de agua es un evento crítico que puede obligar al cierre de la sede universitaria.

- **Fundamentación Normativa:** El protocolo se sustenta en el Decreto Supremo N° 594 de 1999 (Reglamento sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo).
- **Obligación de Suministro:** El Artículo 12 mandata que "todo lugar de trabajo deberá contar con agua potable destinada al consumo humano y necesidades básicas de higiene", exigiendo una dotación mínima de 100 litros por persona/día.
- **Riesgo de Suspensión:** El Artículo 15 faculta a la autoridad sanitaria para suspender las faenas si no se garantiza el abastecimiento, lo que justifica la inversión en mantenimiento preventivo.

**Traducción Técnica al Protocolo:** Basado en estas exigencias, la estrategia prioriza la operatividad de las 160 válvulas de corte catastradas.

**Justificación de Diseño:** Si ocurre una emergencia (rotura) y la válvula sectorial está trabada, se deberá cortar el suministro general del edificio. Esto vulneraría el Art. 12 del D.S. 594 al dejar sin agua a sectores no afectados.

**Acción Preventiva en Pauta:** La pauta semestral PM-SAN-01 se diseñó específicamente para garantizar la capacidad de sectorización. El operario ejecuta maniobras mecánicas para evitar el agripamiento, asegurando que la universidad pueda aislar fallas sin suspender clases.

#### 2.2.4. Protocolo para Tableros Eléctricos Generales

El diseño de la pauta eléctrica PM-ELE-01 responde a la necesidad crítica de prevenir incendios y asegurar la continuidad energética, alineándose con las normativas de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

**Fundamentación Normativa:** Se utilizó como referencia base el Pliego Técnico Normativo RIC N° 17 (Operación y Mantenimiento) y la norma NCh Elec. 4/2003. Estas normas exigen a los propietarios mantener las instalaciones peligrosas bajo control estricto.

##### **Exigencias Técnicas Incorporadas en la Pauta:**

- **Seguridad (Bloqueo LOTO):** La pauta incorpora estrictos procedimientos de desenergización, bloqueo y uso de EPP, cumpliendo con los estándares de seguridad para trabajos en baja tensión exigidos por la norma NCh 4.
- **Mantenimiento Predictivo (Termografía):** Se incluye el escaneo térmico como medida de control obligatoria en la pauta. Esto busca detectar "puntos calientes" en barras y conductores (falla común por torque deficiente), previniendo incendios que pondrían en riesgo a la comunidad estudiantil.
- **Verificación de Parámetros:** El registro de voltajes y corrientes permite verificar que el sistema opera dentro de los rangos nominales de diseño, evitando sobrecargas que no sean detectadas por las protecciones automáticas.



### 2.2.5. Síntesis del Diseño y Formato Final

El resultado de este análisis normativo se materializa en Pautas de Mantenimiento Operativas (adjuntas en el Anexo A). Estas han sido diseñadas con un enfoque de usabilidad para el operario de planta, caracterizándose por:

- **Lenguaje Técnico Directo:** Instrucciones claras de acción (Ajustar, Medir, Verificar).
- **Criterios de Aceptación:** Definición de rangos tolerables para eliminar la subjetividad.
- **Validación Jerárquica:** Espacios formales para la firma del técnico ejecutor y la validación del Encargado de Mantención, cerrando el ciclo de responsabilidad legal.



### Ilustración 8

*Formato de Pauta de Mantenimiento Operativo para Calderas (PM-CAL-01)*

	<b>Unidad de Mantenimiento</b> Sede Concepción		UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
TITULO: PAUTA DE MANTENIMIENTO OPERATIVO DE CALDERAS		<b>BASADO EN DECRETO SUPREMO Nº 10 -2013 MINSAL</b>	
<hr/>			
<b>DATOS GENERALES</b>			
<b>Equipo:</b>	Caldera Central	<b>Frecuencia:</b>	Anual
<b>Técnico Responsable:</b>		<b>Fecha:</b>	
<b>Hora de Inicio:</b>		<b>Hora de termino:</b>	

## Ilustración 17

Formato de Pauta de Mantenimiento para Válvulas y Control de Suministro (PM-

 <b>Unidad de Mantención</b> Sede Concepción	 <b>UNIVERSIDAD TECNICA</b> FEDERICO SANTA MARIA		
<b>TITULO: PAUTA DE MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS Y CONTROL DE SUMINISTRO</b>		<b>BASADO EN D.S N°594 Y RIDAA (D.S N°50)</b>	
<hr/>			
<b>DATOS GENERALES</b>			
<b>Sistema:</b>	Red de Agua Potable	<b>Frecuencia:</b>	Semestral
<b>Técnico Responsable:</b>		<b>Fecha:</b>	
<b>Activo Principal:</b>	Válvulas de Corte		

## Ilustración 25

Formato de Pauta de Mantenimiento para Tableros Eléctricos (PM-ELE-01)

 <b>Unidad de Mantención</b> Sede Concepción	 <b>UNIVERSIDAD TECNICA</b> FEDERICO SANTA MARIA		
<b>TITULO: PAUTA DE MANTENIMIENTO TABLEROS ELÉCTRICOS</b>		<b>BASADO EN DECRETO SUPREMO N° 10 -2013 MINSAL</b>	
<hr/>			
<b>DATOS GENERALES</b>			
<b>Tablero / Ubicación:</b>		<b>Frecuencia:</b>	Anual
<b>Técnico Responsable:</b>		<b>Fecha:</b>	
<b>Hora de Inicio:</b>		<b>Hora de termino:</b>	

### **2.3. PROGRAMA MAESTRO DE MANTENIMIENTO Y ESTRATEGIA DE CICLO DE VIDA**

El levantamiento de activos y análisis de criticidad desarrollados en el capítulo 1, proporcionan la base técnica para estructurar el programa de mantenimiento preventivo. Sin embargo, un programa efectivo debe considerar no solo las intervenciones periódicas durante la operación de los activos, sino también la planificación estratégica de su reemplazo al término de su vida útil.

La norma ISO 55000:2014 define el “Ciclo de vida del activo” como el periodo desde su creación hasta su disposición final, incluyendo las etapas de adquisición, operación, mantenimiento y retiro. En instituciones educacionales, donde la continuidad operativa es crítica, la gestión integral del ciclo de vida permite anticipar necesidades de inversión, evitar fallas catastróficas y optimizar el presupuesto institucional.

No obstante, para que la implementación de esta estrategia sea real, es necesario considerar la base histórica de información sobre los activos de la sede, como lo son las fechas de adquisición, especificaciones técnicas originales, historial de intervenciones o condiciones de garantías, información que la Unidad de Mantención no cuenta es sus registros, esta carencia, confirmada por el encargado de mantención, imposibilita determinar la vida útil real de los equipos.

Anta esta carencia de información es que se define establecer un marco referencial de información, basado en información técnica y normativa que nos permita estimar la vida útil esperada de los activos. Este marco no sustituye el seguimiento individual futuro, sino que proporciona parámetros fundamentados en normativa nacional vigente, estándares internacionales y experiencia documentada de instituciones similares, sirviendo como punto de partida para la toma de decisiones mientras se construye progresivamente una base de datos institucional.

### 2.3.1 Determinación de vida útil.

La “vida útil” se define como el intervalo de tiempo desde el primer uso hasta alcanzar el estado límite según la EN 13306:2017, es decir, cuando el activo deja de cumplir parámetros mínimos de funcionalidad debido a desgaste físico, obsolescencia tecnológica o incremento en costos de operación.

Idealmente, la vida útil debería determinarse mediante análisis del historial operativo específicos de cada activo: horas de operación, frecuencia de mantenimiento, condiciones ambientales y calidad de repuestos (ISO 55000:2014). Este enfoque empírico permite ajustar con precisión los intervalos de reemplazo.

Sin embargo, ante la ausencia de estos registros históricos en la Universidad, se adopta un enfoque normativo-técnico que cumple tres propósitos estratégicos:

- 1. Establecer horizontes temporales de reemplazo:** esto con el fin de orientar la planificación presupuestaria plurianual, anticipando inversiones necesarias para garantizar continuidad operativa.
- 2. Definir criterios uniformes:** Para así poder evaluar la pertinencia de reparaciones mayores versus el reemplazo anticipado, en función de la relación costo beneficio y tiempo restante de vida útil.
- 3. Sentar base para construcción progresiva:** definirá el inicio para generar una base de datos institucional que, desde la implementación del plan, registre sistemáticamente información técnica de activos nuevos y reemplazados.

Cabe destacar que esta metodología es una práctica reconocida en la gestión de activos: ante la falta de historial propio, se recurre a estándares normativos. Esto valida técnicamente el plan de mantenimiento, asegurando que la programación se base en criterios objetivos de la industria y no en suposiciones.

### **2.3.2 Marco Normativo para determinación de vida útil en Chile.**

La determinación de vida útil en Chile se sustenta en normativa oficial del Servicio de Impuestos Internos (SII). Si bien tiene origen fiscal, constituye el referente técnico de aplicación general en gestión de activos del país.

La normativa vigente es la Resolución Exenta N°43 de 2002 del SII, actualizada mediante el Circular N°73 de 2009, que define vida útil parabiens físicos clasificados por sector económico. Esta resolución abarca desde equipamiento tecnológico hasta instalaciones eléctricas, sistemas de climatización y mobiliario.

Si bien en la normativa existen dos conceptos distintivos de Vida útil, para este plan de mantenimiento se adoptará la Vida útil Tributaria del SII como referencia principal, ajustándola mediante factores técnicos que reflejen condiciones del ambiente universitario.

#### **Normativas complementarias específicas.**

- **Instituto Nacional de Normalización (INN).**
  - NCH 407 of 2012: Artefactos Sanitarios
  - NCH Elec. 4 of 2003: Instalaciones eléctricas de baja tensión
  - NCH 691 of 2015: Agua potable – redes y válvulas
- **Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).**
  - RIC N°11: Instalaciones especiales en lugares de reunión público
  - D.S N°8/ 2023: Actualización normativa eléctrica
- **Ministerio de Salud (MINSAL).**
  - D.S. N°10/2013: Reglamento de calderas
  - D.S. N°735/1969: Servicios de agua potable

### 2.3.3 Procedimiento utilizado para determinar la vida útil.

Para poder determinar la vida útil de los activos inventariados en el capítulo 1, se desarrolló un proceso metodológico, con el objetivo de integrar las fuentes normativas nacionales e internacionales aplicándolas y adaptándolas a las condiciones específicas del recinto universitario.

Manteniendo la coherencia con el desarrollo de este proyecto, los activos se organizaron en seis sistemas funcionales para respetar las especialidades técnicas y la dinámica operativa del personal de planta. Esta clasificación se presenta a continuación en la Tabla 32.

**Tabla 32**

*Clasificación de Activos por Sistema Funcional*

<b>Sistema</b>	<b>Nombres del Activos Incluidos</b>
Climatización	Equipos de aire acondicionado; Calderas y sistemas de calefacción central; Radiadores; Ventiladores industriales y extractores de aire; Termostatos y sistemas de control de temperatura.
Eléctrico	Tableros Eléctricos; Transformadores de distribución; Grupos electrógenos de emergencia; Luminarias; Enchufes, Interruptores y elementos de conexión; Sistemas de puesta a tierra y protección eléctrica.
Equipamiento	Proyector; Telón de Proyector; Equipos audio visual; Cámaras de seguridad.
Mobiliario	Escritorios de oficina; Mesas, Sillas de escritorio; Sillas de aula; Pizarras acrílicas.
Obras Civiles	Techumbre y cubiertas; Cielos falsos; Pintura interior y exterior; Ventanas de aluminio y PVC; puertas de madera, metálicas y vidriadas; Rejas de seguridad y Protecciones metálicas.
Sanitario	Artefactos sanitarios; Grifería y llaves de agua; Válvulas de corte; Red húmeda contra incendios y gabinetes.

Para cada sistema, se revisó y validó la normativa vigente en Chile, priorizando leyes y decretos sobre normas técnicas o internacionales, verificando cada fuente en los sitios oficiales y se enfocó el análisis en requisitos para lugares de reunión de público y recintos educacionales, categorías que rigen a la universidad según D.S N°548/1929 MINEDUC; RIC N°11 SEC.

Para cada activo se asignó un valor de vida útil siguiendo un orden de prioridad definido.

Si el activo aparece en la Resolución Exenta N°43/2002 del SII, se adoptó el valor de la vida útil tributaria como referencia principal.

Si no aparece en la tabla del SII, pero existe una norma técnica chilena específica que incluya esa información, se adoptó el valor establecido en dicha norma.

Si no existe normativa chilena aplicable, se recorrió a estándares internacionales reconocidos.

Bajo este contexto de jerarquización normativa, y para asegurar la correcta interpretación de los horizontes de reemplazo establecidos en el catastro de activos, es fundamental definir técnicamente los conceptos de vida útil aplicado, de acuerdo con la Ley sobre impuestos a la renta (LIR) y las resoluciones del Servicio de Impuestos Internos (SII):

- **Vida Útil Normal:** Corresponde al periodo de duración del activo fijado por la autoridad tributaria basándose en el desgaste físico y técnico esperado bajo condiciones de operación estándar. Según lo establecido en el Artículo 31N°5 de la LIR, se define como la vida útil:  
“... fijada por la Dirección o Dirección Regional, en su caso, mediante tablas que se establezcan en forma general o a petición del contribuyente o de grupos de contribuyentes...”

- **Vida Útil Acelerada:** Es un parámetro técnico- tributario que permite reducir el plazo de depreciación para incentivar la inversión, fijando un tiempo de vida equivalente a un tercio del valor normal. De acuerdo con el mismo cuerpo legal (Art. 31 N°5 LIR), esta se entiende como:

“...aquella que resulte de fijar a los bienes físicos del activo inmovilizado adquiridos nuevos o internados, una vida útil equivalente a un tercio de la fijada por la Dirección o Dirección regional...”

Dichos criterios permiten establecer una base objetiva para la toma de decisiones presupuestarias en la sede, permitiendo evaluar la pertinencia de reparaciones mayores versus el reemplazo del activo cuando este cumple su ciclo de vida previsto. A continuación, se detallan los valores asignados para cada sistema funcional en base a estas definiciones.

**Tabla 33**

*Vida Útil de Activos Sistema Climatización*

<b>CLIMATIZACIÓN</b>				
<b>Activo</b>	<b>Vida Útil Normal</b>	<b>Vida Útil Acelerada</b>	<b>Fuente</b>	<b>Observaciones</b>
Aire Acondicionado Split	10	5	SII Res.43/02	Revisión anual, Limpieza filtros mensual
Aire Acondicionado Central	15	10	ASHRAE	Mantenimiento especializada trimestral
Calderas	20	15	D.S.10/2013	Inspección SEREMI cada 3 años
Radiador Calefacción	15	10	Técnica	Revisión pre-invierno anual
Ventilador industrial	10	5	SII Res.43/02	Lubricación trimestral
Extractor de aire	8	4	Técnica	Limpieza filtros mensual
Termostatos y controles	10	5	SII	Calibración anual

**Tabla 34***Vida Útil de Activos Sistema Eléctrico*

<b>ELÉCTRICO</b>				
<b>Activo</b>	<b>Vida Útil Normal</b>	<b>Vida Útil Acelerada</b>	<b>Fuente</b>	<b>Observaciones</b>
Tablero eléctrico general	25	20	SEC/IEC	Termografía anual recomendada
Tablero eléctrico secundario	20	15	SEC	Inspección semestral
Transformador	30	25	SEC/IEC	Análisis de aceite anual
Grupo electrógeno	20	15	SII Res.43/02	Prueba mensual obligatoria
Luminaria LED	15	10	Técnica	
Luminaria fluorescente	10	5	SII	Obsoleto, cambiar a LED
Enchufes e interruptores	15	10	Técnica	Revisión cada 5 años
Sistema puesto a tierra	30	25	SEC D.S 8/23	Medición resistencia anual

**Tabla 35***Vida Útil de Activos Sistema Equipamiento*

<b>EQUIPAMIENTO</b>				
<b>Activo</b>	<b>Vida Útil Normal</b>	<b>Vida Útil Acelerada</b>	<b>Fuente</b>	<b>Observaciones</b>
Proyector multimedia	6	4	SII Res.43/02	Reemplazo lampara 2.000-5.000 hrs
Telón de proyector eléctrico	10	7	SII Res.43/03	
Equipo audiovisual	8	5	Técnica	Revisión semestral
Cámara de seguridad	8	5	Técnica	Limpieza lente semestral

**Tabla 36***Vida Útil de Activos Sistema Mobiliario*

<b>MOBILIARIO</b>				
<b>Activo</b>	<b>Vida Útil Normal</b>	<b>Vida Útil Acelerada</b>	<b>Fuente</b>	<b>Observaciones</b>
Escritorio de oficina	7	5	SII Res.43/02	Inspección anual de estructura
Mesa reuniones	10	7	SII	Mas resistente que escritorio
Mesas de melamina escolar	7	4	SII Res.43/03	Revisión tapacantos y humedad
Pupitre móvil	8	5	Técnica	mecanismo de paleta y ruedas
Silla estilo butaca	7	3	SII Res.43/05	Limpieza de tapiz y ajuste de tornillos
Pizarra acrílica	10	7	Técnica	Limpieza profunda semestral
Pizarra interactiva	8	5	Técnica	Calibración anual

**Tabla 37***Vida Útil de Activos Sistema Obras Civiles*

<b>OBRAS CIVILES</b>				
<b>Activo</b>	<b>Vida Útil Normal</b>	<b>Vida Útil Acelerada</b>	<b>Fuente</b>	<b>Observaciones</b>
Techumbre (estructura)	40	30	Técnica	Inspección post temporal
Cubierta (planchas)	20	15	Técnica	Revisión anual impermeabilización
Cielo falso	20	15	Técnica	Revisión anual humedad
Pintura interior	5	3	Técnica	Repintado según uso
Pintura exterior	8	5	Técnica	Clima y contaminación
Ventanas aluminio	25	20	Técnica	Lubricación anual
Puerta Madera	20	15	Técnica	Barnizado cada 3-5 años
Puerta metálica	25	20	Técnica	Pintura mantenimiento cada 5 años
Rejas de seguridad	20	15	SII Res.43/03	Inspección soldaduras anual

**Tabla 38***Vida Útil de Activos Sistema Sanitario*

<b>SANITARIO</b>				
<b>Activo</b>	<b>Vida Útil Normal</b>	<b>Vida Útil Acelerada</b>	<b>Fuente</b>	<b>Observaciones</b>
Inodoro (WC)	25	20	NCH 407/2012	Inspección mecanismo anual
Lavamanos	25	20	NCH 407/2013	Revisión grifería semestral
Urinario	25	20	NCH 407/2014	Limpieza profunda trimestral
Llave / Grifería	10	7	Técnica	Reemplazo sellos cada 3 años
Válvula de corte	15	10	D.S.735/1969	Operación semestral preventiva
Red de incendios	30	25	NCh 691/2015	Prueba hidráulica anual

#### **2.3.4 Factores de Degradación y Ajuste de Vida Útil.**

Es preciso aclarar que los valores normativos expuestos anteriormente actúan como referencias nominales. En la práctica, la vida útil efectiva de cada activo dependerá de su carga operativa, las condiciones ambientales y la rigurosidad del mantenimiento aplicado. A continuación, en la siguiente tabla se detalla aquellos factores que intervienen en la vida útil adaptados a las condiciones del ambiente universitario.

**Tabla 39**

Factores de Ajuste de Vida Útil

<b>AJUSTE DE VIDA ÚTIL</b>	
<b>Factor</b>	<b>Impacto en vida útil</b>
Calidad de mantenimiento preventivo	Alto ( $\pm 25-35\%$ )
Intensidad de uso	Alto ( $\pm 20-25\%$ )
Condiciones ambientales	Medio ( $\pm 15-20\%$ )
Rotación de usuarios	Medio ( $\pm 15-20\%$ )
Disponibilidad de repuestos	Alto (variable)
Exigencias normativas	Alto (variable)

### **Análisis de Factores Específicos**

**Calidad del mantenimiento preventivo:** La implementación de un plan preventivo riguroso actúa como el principal agente de preservación, mitigando el desgaste natural mediante limpiezas y ajustes sistemáticos. Esto permite postergar la falla funcional y asegurar una operatividad superior a la obtenida bajo modelos puramente correctivos.

**Intensidad de uso operativa:** El régimen extendido de la sede (08:00 a 23:00 hrs) impone una carga semanal que duplica el estándar administrativo, generando una sobre exigencia mecánica constante. Este uso intensivo, sumado a la alta densidad de ocupación, acelera la fatiga de materiales en mobiliario y sistemas de climatización.

**Condiciones ambientales agresivas:** La ubicación en Hualpén expone la infraestructura a un entorno costero-industrial de alta agresividad, donde la humedad y salinidad son constantes. Estos agentes catalizan la corrosión en cubiertas metálicas y degradan los aislamientos eléctricos de equipos situados a la intemperie.

**Rotación de usuarios:** La transitoriedad estudiantil impide la asignación personalizada de los bienes, generando un fenómeno de "responsabilidad diluida" y menor cuidado preventivo. Esto impacta directamente en la conservación del mobiliario académico y servicios sanitarios debido al uso rudo y compartido.

**Disponibilidad de repuestos:** La obsolescencia tecnológica puede forzar el retiro de equipos operativos ante la discontinuación de componentes críticos en el mercado. Esto obliga a definir criterios de baja basados en la inviabilidad logística de reparación más que en la falla física irreversible del activo.

**Exigencias normativas:** La evolución constante de las normas de seguridad (SEC) y accesibilidad universal puede dejar obsoletas instalaciones que aún funcionan. Esto requiere auditorías periódicas para detectar brechas legales que, por responsabilidad civil, obliguen a la renovación anticipada.

Como resultado de este análisis, se establece que, para la planificación estratégica y presupuestaria de la sede, es la vida útil acelerada el parámetro fundamental que debe considerarse para la programación de cambios y reposiciones.

Adoptar este umbral permite a la Unidad de Mantenimiento anticipar inversiones antes de que el incremento en los costos de reparación o el riesgo de falla catastrófica comprometan la continuidad educativa. Así, los valores presentados en las tablas de este capítulo representan el horizonte de diseño real bajo el cual se garantiza la operatividad institucional frente a las exigencias del entorno.

### **2.3.5 Identificación de Actividades Preventivas y Determinación de Frecuencia**

Una vez determinado el horizonte de la vida útil acelerada como el umbral estratégico para la gestión de la sede, el diseño del plan de mantenimiento y las actividades que se describen a continuación se constituyen como el soporte técnico indispensable para garantizar el cumplimiento de dicho ciclo de vida. Estas intervenciones han sido diseñadas específicamente para mitigar los efectos de los factores de degradación analizados anteriormente, asegurando que los activos mantengan su operatividad y confiabilidad durante el periodo proyectado.

En este sentido, se llevo a cabo la definición de las actividades operativas del plan de mantenimiento preventivo, priorizando aquellos activos cuya preservación es crítica para evitar fallas intempestivas y aseguradas la continuidad del servicio educativo. Esta determinación se sustento rigurosamente en los antecedentes técnicos y normativos ya establecidos, manteniendo una coherencia directa con los criterios de la vida útil acelerada definidos para cada sistema.

Para cada equipo catastrado, se prescribieron protocolos de intervención basados en estándares de la industria, estableciendo una periodicidad taxonómica que abarca frecuencias mensuales, trimestrales, semanales y anuales. Dicha planificación tiene como objetivo adicional homogeneizar la carga laboral de la Unidad de Mantención a lo largo del periodo académico, asegurando que la ejecución del plan sea viable.

Como resultado de esta sistematización técnica, se presentan a continuación los instrumentos operativos del plan: en primera instancia, el detalle de activos incorporados a la estrategia, seguido por el desglose de actividades, donde se detallan las intervenciones específicas y su frecuencia de ejecución asignada.

#### **Tabla 40**

*Catastro consolidado de activos y códigos de identificación técnica*

<b>Activos</b>	
<b>Código</b>	<b>Equipo</b>
001	Aire acondicionado Split
002	Aire acondicionado central tipo cassette
003	Caldera
004	Radiador
005	Ventilador industrial
006	Extractor de aire
007	Termostato
008	Tablero eléctrico general
009	Tablero eléctrico secundario
010	Transformador
011	Grupo electrógeno
012	Luminaria LED
013	Luminaria fluorescente
014	Enchufe
015	Interruptor
016	Sistema puesto a tierra
017	Proyector
018	Telón de proyector eléctrico
019	Equipo audiovisual
020	Cámara de seguridad
021	Escritorio de oficina
022	Mesas aula
023	Sillas aula
024	Butacas aula magna/auditorio
025	Pizarras acrílicas
026	Cubierta
027	Pintura interior
028	Pintura exterior
029	Ventana
030	Puerta
032	Particiones sanitarias
033	Inodoro
034	Lavamanos
035	Sifón
036	Urinario
037	Llave grifería
038	Válvula de corte
039	Ducha
040	Red de incendios

**Tabla 41***Plan de actividades preventivas para sistemas y activos Unidad de Mantenición*

<b>Nro</b>	<b>COD</b>	<b>Equipo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia (días)</b>	<b>Frecuencia</b>
1	003	Caldera	Mantenimiento según protocolo PM-CAL-01 revisión y purga pre-invierno (Purga de aire de cada radiador; verificación válvulas reguladoras;	360	Anual
2	004	Radiador	inspección fugas en conexiones; limpieza exterior radiadores; verificación fijaciones murales)	360	Anual
3	004	Radiador	Inspección operativa (Inspección visual funcionamiento; verificación temperatura; detección de fugas menores; reporte de anomalías)	60	Bimestral
4	001	Aire acondicionado Split	Mantenición integral (Limpieza profunda unidad interior y exterior correspondiente al evaporador y condensador)	360	Anual
5	001	Aire acondicionado Split	Mantenición integral (Limpieza filtros de aire; limpieza bandeja condensados; lubricación ventiladores)	360	Anual
6	001	Aire acondicionado Split	Mantenición Integral (revisión carga refrigerante; verificación sistema eléctrico y conexiones; verificación drenaje condensados; medición consumo eléctrico y prueba de funcionamiento en modo frío y calor)	360	Anual
7	001	Aire acondicionado Split	Limpieza de filtros (extracción filtros; limpieza con agua y jabón neutro; secado completo; reinstalación filtros y verificación de integridad física del medio filtrante para reemplazo por condición (cambio de color o rotura))	30	Mensual
8	001	Aire acondicionado Split	Inspección visual (Verificación funcionamiento; detección ruidos anormales; verificación drenaje sin obstrucciones; revisión de voltaje/amperaje; reporte anomalías)	30	Mensual
9	002	Aire acondicionado central tipo cassette	Mantenición especializada (Verificación carga refrigerante; limpieza intercambiadores calor; verificación sistema control automatizado; medición parámetros operación; análisis de agua sistema; lubricación componentes mecánicos; revisión eléctrica y protecciones; ajuste parámetros rendimiento)	180	Semestral

**Tabla 42**

*Plan de actividades preventivas para sistemas y activos Unidad de Mantenición*

<b>Nro</b>	<b>COD</b>	<b>Equipo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia (días)</b>	<b>Frecuencia</b>
10	002	<b>Aire acondicionado central tipo cassette</b>	Cambio filtros (cambio/limpieza filtros manejadoras de aire; inspección visual estado ductos; verificación flujo aire; limpieza rejillas difusión)	60	Bimestral
11	006	<b>Extractor de aire</b>	Limpieza aspas y motor	180	Semestral
12	006	<b>Extractor de aire</b>	Lubricación de rodamientos	360	Anual
13	008	<b>Tablero eléctrico general</b>	Mantenimiento según protocolo PM-ELE-01	360	Anual
14	008	<b>Tablero eléctrico general</b>	Medición parámetros eléctricos (medición voltajes por fase; verificación equilibrio cargas; mediciones corrientes de consumo; registro parámetros históricos)	180	Semestral
15	008	<b>Tablero eléctrico general</b>	Prueba protecciones diferenciales (prueba botón TEST interruptores diferenciales; verificación disparo correcto; registro funcionamiento)	30	Mensual
16	009	<b>Tablero eléctrico secundario</b>	Mantenimiento según protocolo PM-ELE-01	360	Anual
17	009	<b>Tablero eléctrico secundario</b>	Medición parámetros eléctricos (medición voltajes por fase; verificación equilibrio cargas; mediciones corrientes de consumo; registro parámetros históricos)	180	Semestral
18	009	<b>Tablero eléctrico secundario</b>	Prueba protecciones diferenciales (prueba botón TEST interruptores diferenciales; verificación disparo correcto; registro funcionamiento)	30	Mensual
19	011	<b>Grupo electrógeno</b>	Cambio de aceite y Filtros (Cambio aceite motor; cambio filtro aceite; cambio filtro combustible; cambio filtro; aire; verificación sistema de refrigeración; ajuste tensión correas; limpieza radiador; inspección baterías arranque; revisión sistema eléctrico generador)	360	Anual

**Tabla 43***Plan de actividades preventivas para sistemas y activos Unidad de Mantenición*

<b>Nro</b>	<b>COD</b>	<b>Equipo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia (días)</b>	<b>Frecuencia</b>
20	011	<b>Grupo electrógeno</b>	Mantenición mayor (Revisión integral motor; análisis aceite; inspección válvulas y compresión; limpieza inyectores; revisión sistema escape; inspección alternador y regulador de voltaje; simulación corte suministro; actualización de software si aplica) Prueba funcionamiento mensual (Arranque manual; operación mínimo 15 minutos con carga; verificación parámetros de voltaje, frecuencia y temperatura; inspección visual fugas aceite y combustible; verificación niveles de combustible, aceite y refrigerante; registro parámetros operación)	360	Anual
21	011	<b>Grupo electrógeno</b>	Inspección visual (Identificación luminarias no funcionales; detección de parpadeos; verificación iluminación adecuada en aulas y oficinas; reporte para reemplazo programado)	90	Trimestral
22	012	<b>Luminaria LED</b>	Limpieza masiva (Limpieza exterior luminarias con paño húmedo; limpieza de pantallas; inspección visual estado LED; verificación de fijaciones; reporte luminarias fundidas o parpadeantes)	180	Semestral
23	012	<b>Luminaria LED</b>	Inspección visual (Inspección visual estado del enchufe; verificación fijación a muro; verificar funcionalidad con tester; identificación para reemplazo) Ajuste y limpieza según necesidad detectada	180	Semestral
24	014	<b>Enchufe</b>	Inspección visual (Inspección visual estado del interruptor; verificación fijación a muro; verificar funcionalidad mecánica; identificación para reemplazo) Ajuste y limpieza según necesidad detectada	180	Semestral
25	015	<b>Interruptor</b>			

**Tabla 44***Plan de actividades preventivas para sistemas y activos Unidad de Mantenimiento*

<b>Nro</b>	<b>COD</b>	<b>Equipo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia (días)</b>	<b>Frecuencia</b>
26	017	Proyector	Limpieza filtros (Extracción filtros de aire; limpieza filtros con aire comprimido o aspiradora; lavado y secado de filtros si es necesario; reinstalación filtros; verificación funcionamiento básico)	90	Trimestral
27	017	Proyector	Limpieza óptica y ventiladores (apertura del equipo; limpieza lentes interno, ventiladores refrigeración y disipadores de calor; limpieza exterior carcasa; verificación conexiones; reporte para reemplazo de ser necesario)	180	Semestral
28	017	Proyector	Inspección funcional (Verificación encendido proyector y calidad de imagen; verificación conexiones; prueba controles; reporte de anomalías)	180	Semestral
29	018	Telón de proyector eléctrico	Inspección visual y limpieza (Verificación funcionamiento mecánico; limpieza superficie con paño seco /levemente húmedo; lubricación mecanismos; verificación fijaciones murales; reporte de anomalías para mantención)	90	Trimestral
30	019	Equipo audiovisual	Revisión y limpieza (limpieza exterior de parlantes con paño seco; verificación de conexiones; prueba funcional completo; detección ruidos o interferencias)	360	Anual
31	020	Cámara de seguridad	Inspección visual y limpieza (Revisión de conexiones, enfoque y configuración del grabador; limpieza de lentes con paño seco)		
32	021	Escritorio de oficina	Inspección y mantención (Inspección visual estado superficies; ajuste de tornillería patas y estructura; verificación estabilidad; Verificación gavetas; lubricación de rieles y cerradura; ajuste bisagras si aplica)	360	Anual
33	022	Mesas aula	Inspección y mantención (Inspección visual estado superficies; ajuste de tornillería patas y estructura; verificación estabilidad)	180	Semestral

**Tabla 45***Plan de actividades preventivas para sistemas y activos Unidad de Mantenimiento*

<b>Nro</b>	<b>COD</b>	<b>Equipo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia (días)</b>	<b>Frecuencia</b>
<b>34</b>	<b>023</b>	<b>Sillas aula</b>	Inspección y mantención (Inspección visual estado general; verificación estabilidad; ajuste tornillería asiento y respaldo; detección de roturas; fisuras, desgaste excesivo; identificación en caso de reparación o baja)	180	Semestral
<b>35</b>	<b>024</b>	<b>Butacas aula magna/auditorio</b>	Inspección y mantención (Inspección visual estado general; Limpieza de tapiz; verificación mecanismo plegado asiento y apoyabrazos; ajuste tornillería fijado a piso; detección de roturas; fisuras, desgaste excesivo; identificación en caso de reparación o baja)	180	Semestral
<b>36</b>	<b>025</b>	<b>Pizarras acrílicas</b>	Limpieza y revisión (Limpieza profunda; verificación marco fijación y ajustes)	180	Semestral
<b>37</b>	<b>026</b>	<b>Cubierta</b>	Inspección y limpieza pre-invierno (Inspección visual estado techumbre; detección filtraciones anteriores; retiro de hojas, ramas, escombros; limpieza bajadas agua lluvias; revisión sellos y traslape; detección oxidación / corrosión; reparaciones menores in situ; identificación reparaciones mayores)	360	Anual
<b>38</b>	<b>026</b>	<b>Cubierta</b>	Inspección visual post-invierno (Inspección estado techumbre; verificación filtraciones ocurridas; evaluación efectiva mantención preventiva; programación reparaciones para verano)	360	Anual
<b>39</b>	<b>026</b>	<b>Cubierta</b>	Limpieza canaletas temporada lluvias (Limpieza rápida canaletas edificios críticos; retiro obstrucciones; verificación flujo agua)	30	Mensual

**Tabla 46***Plan de actividades preventivas para sistemas y activos Unidad de Mantenición*

<b>Nro</b>	<b>COD</b>	<b>Equipo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia (días)</b>	<b>Frecuencia</b>
40	029	Ventana	Inspección y mantención (Inspección visual estado ventanas; verificación hermeticidad sellos; revisión estado vidrios; lubricación bisagras; ajuste de cerraduras; limpieza rieles ventana corredera; limpieza marcos; reparaciones menores; identificación reemplazo vidrios)	360	Anual
41	030	Puerta	Inspección y mantención (inspección visual estado puertas; lubricación bisagras; verificación cierres y picaportes; ajuste cerraduras; cambio de chapas y cerraduras defectuosas)	360	Anual
42	027	Pintura interior	Evaluación estado de pintura y repintado áreas programadas (Evaluación estado de pintura; priorizar áreas para repintado)	360	Anual
43	028	Pintura exterior	Evaluación estado de pintura y repintado áreas programadas (Evaluación estado de pintura; priorizar áreas para repintado)	360	Anual
44	032	Particiones sanitarias	Inspección y mantención (Inspección visual estado particiones; ajuste tornillería fijaciones; verificación bisagras puertas cubículos; revisión y ajuste pestillos; verificación percheros)	90	Trimestral
45	037	Llave grifería	Mantenimiento según protocolo PM-SAN-01	180	Semestral
46	033	Inodoro	Inspección y mantención (Inspección visual estado taza; verificación funcionamiento estanque descarga; ajuste / reemplazo mecanismo descarga en caso de goteo; verificación fijación taza al piso; ajuste tapa W.C.; desobstrucción preventiva)	180	Semestral

**Tabla 47***Plan de actividades preventivas para sistemas y activos Unidad de Mantenición*

<b>Nro</b>	<b>COD</b>	<b>Equipo</b>	<b>Actividad</b>	<b>Frecuencia (días)</b>	<b>Frecuencia</b>
47	033	Inodoro	Inspección visual (Detección W.C. con fuga, obstrucciones; tornillos sueltos; reporte de anomalías)	30	Mensual
48	034	Lavamanos	Inspección y mantención (Inspección visual estado lavamanos; verificación fijación mural)	360	Anual
49	034	Lavamanos	Inspección y mantención (Verificación funcionamiento monomando; detección goteos; limpieza aireadores; ajuste fijaciones)	180	Semestral
50	037	Llave grifería	Reemplazos aireadores (reemplazo preventivo aireadores; verificación presión post-reemplazo)	360	Anual
51	035	Sifón	Limpieza (Desmontaje sifón; limpieza interior; verificación estado empaques; reinstalación y verificación hermeticidad)	90	Trimestral
52	036	Urinario	Inspección y mantención (Inspección visual estado urinario; limpieza y ajuste fluxómetro; verificación desagüe libre de obstrucciones; verificación fijación mural; limpieza sifón)	90	Trimestral
53	039	Ducha	Inspección y mantención (Verificación funcionamiento grifería ducha; limpieza cabezal ducha; verificación presión agua; verificación desagüe piso)	90	Trimestral
54	040	Red de incendios	Inspección SEC (Inspección red húmeda completa; verificación presión estática / dinámica; prueba hidráulica sistema; inspección manguera / pitones; verificación gabinetes; inspección válvulas sistema; certificación SEC obligatoria)	360	Anual
55	040	Red de incendios	Inspección visual (verificación accesibilidad gabinetes; inspección visual mangueras "sin abrir"; reporte anomalías)	90	Trimestral

## **2.4 PROPUESTA DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN.**

Un plan de mantenimiento preventivo resulta efectivo únicamente cuando se ejecuta de manera sistemática y se documenta adecuadamente su cumplimiento, generando trazabilidad de las intervenciones y evidencia del valor agregado. Para asegurar la sostenibilidad del plan, se diseñó una Planilla de Gestión Dinámica de Mantenimiento Preventivo desarrollada en Microsoft Excel, que integra tres funciones clave: la programación temporal de actividades según el calendario académico, el registro de ejecución en tiempo real con cálculo automático del estado de cumplimiento, y la generación automática de indicadores de gestión que demuestran cuantitativamente el impacto del plan preventivo en la reducción de fallas correctivas.

La planilla consta de tres hojas interrelacionadas mediante fórmulas y tablas dinámicas que automatizan el flujo de información entre los diferentes módulos del sistema. La primera hoja, denominada "Equipos", contiene la base de datos maestra de activos con un inventario completo de 40 equipos, incluyendo para cada uno su código de identificación, denominación técnica, marca, características operacionales, frecuencia de mantenimiento requerida y técnico responsable asignado. Esta base de datos maestra alimenta automáticamente las demás hojas mediante funciones de búsqueda y referencia, asegurando consistencia en la información y eliminando la duplicación manual de datos.

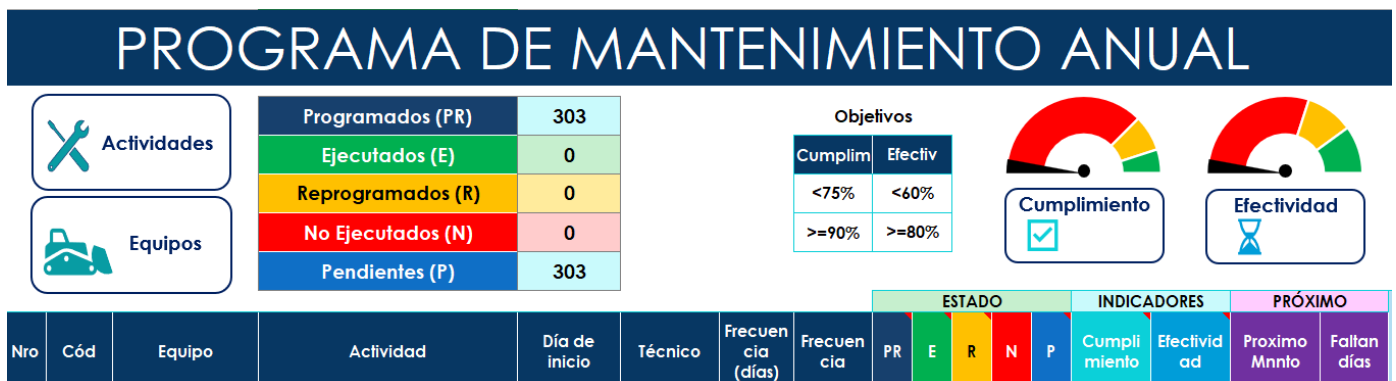
La hoja "Programa" constituye el núcleo operacional del sistema, integrando toda la información mediante una estructura dinámica que permite la gestión completa del ciclo de mantenimiento. Al ingresar el código del activo, el sistema identifica automáticamente el equipo correspondiente y despliega sus características. A cada equipo se le incorpora la actividad de mantenimiento definida previamente con su respectiva frecuencia, y el sistema se vuelve completamente funcional al establecer la fecha de inicio de la actividad. La planilla integra un desglose de 53 semanas

correspondientes al año 2026, de manera que, al ingresar la frecuencia y la fecha de inicio, el sistema calcula automáticamente las fechas en que se realizarán las siguientes mantenciones a lo largo del período anual. Esta matriz operacional posee dimensiones de 232 filas por 390 columnas, estructurando la programación temporal mediante una relación directa entre cada actividad y las semanas correspondientes del año.

El sistema incorpora un panel de control superior que calcula en tiempo real cinco indicadores agregados fundamentales: actividades programadas, actividades ejecutadas, actividades reprogramadas, actividades no ejecutadas y actividades pendientes. Estos indicadores se contrastan automáticamente con los objetivos institucionales establecidos, que definen un cumplimiento mínimo del 75% y una efectividad operacional del 60%. Para facilitar el seguimiento y registro, las actividades se codifican mediante estados estandarizados según la nomenclatura PR para programado, E para ejecutado, R para reprogramado, N para no ejecutado y P para pendiente. El formato condicional del sistema genera alertas visuales automáticas mediante código de colores rojo, amarillo y verde cuando se detectan desviaciones respecto a los parámetros establecidos, permitiendo una identificación inmediata de situaciones que requieren atención o corrección.

**Figura 20**

*Interfaz principal de la Planilla de Gestión Dinámica: Programa de Mantenimiento Anual*

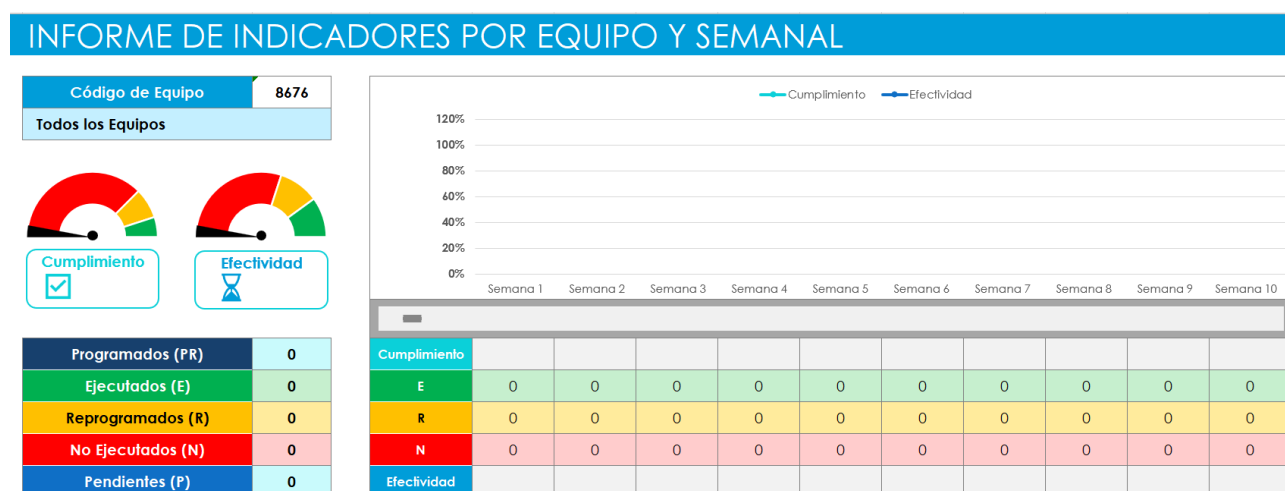


Las hojas complementarias consolidan la información generada para distintas audiencias y propósitos institucionales. La hoja "Informe" genera indicadores consolidados por equipo y período semanal, permitiendo identificar los equipos con mayor frecuencia de mantenimiento, los técnicos con mejores tasas de cumplimiento y las tendencias temporales de ejecución.

Esta planilla posee la flexibilidad necesaria para actualizarse progresivamente con el transcurso de los años, adaptándose a las nuevas necesidades operacionales que vayan surgiendo en la Unidad de Mantenimiento Sede Concepción. Es importante señalar que, si bien el sistema de registro no constituye una creación original, fue especialmente adaptado y personalizado para responder a los requerimientos específicos de la Unidad, ajustando su estructura, funcionalidades e indicadores al contexto institucional particular.

**Figura 24**

*Dash-board de Control: Visualización de Indicadores de Cumplimiento y Efectividad por*



### **CAPITULO 3**

*“Propuesta de reestructuración organizacional”*

Una vez diseñado el Plan de Mantenimiento Preventivo y definidas las herramientas de gestión técnica en el capítulo precedente, es imperativo abordar la brecha operacional detectada en el diagnóstico inicial. La evidencia levantada demostró que la estructura organizacional actual, caracterizada por una dotación reducida y una sobrecarga administrativa en el encargado de la Unidad del 23,3%, resulta insuficiente para sostener la carga de trabajo adicional que impone la transición desde un modelo reactivo a uno preventivo.

Un plan de mantenimiento, por robusto que sea técnicamente, es inevitable si no cuenta con el capital humano necesario para su ejecución y control. En consecuencia, el presente capítulo tiene como objetivo formular una propuesta de reestructuración organizacional que dote a la Unidad de Mantenimiento de la capacidad operativa y de gestión requerida para asegurar la continuidad del servicio.

La propuesta se articula sobre dos ejes estratégicos fundamentales:

- **La implementación de una Oficina Técnica:** orientada a segregarse las funciones de planificación y gestión administrativa de las responsabilidades directivas, mediante la incorporación de un perfil técnico de soporte.
- **El redimensionamiento de la fuerza laboral:** Orientado a recuperar la capacidad de respuesta en terreno mediante la normalización de la cuadrilla de operarios a cuatro especialidades funcionales (electricidad, gasfitería, obras civiles y terminaciones)

### **3.1 ANÁLISIS DE LA BRECHA OPERACIONAL Y JUSTIFICACIÓN**

Para fundamental la necesidad de esta reestructuración, es necesario retomar los hallazgos críticos del diagnóstico y contrastarlos con los requerimientos del nuevo Plan Maestro. Actualmente, la sede opera con una estructura mínima que obliga al Encargado de la Unidad a absorber tareas operativas y administrativas rutinarias, restando tiempo a la dirección estratégica.

La implementación del nuevo plan preventivo genera un flujo constante de Órdenes de Trabajo programadas, que necesitan de cubicaciones de materiales para stock, gestión de garantías y supervisión de protocolos técnicos. Bajo la estructura actual, agregar estas responsabilidades sin ajustar la organización colapsaría la capacidad de respuesta ante emergencias.

Por lo tanto, la reestructuración no se plantea como una expansión arbitraria, sino como una corrección funcional para alinear los recursos humanos de la sede con los estándares de servicio exigidos por la comunidad universitaria y la normativa vigente.

#### **Ilustración 33**

*Reestructuración Organigrama Unidad de Mantenimiento USM Sede Concepción*



### **3.1.1 Versatilidad del Plan y Flexibilidad en la Ejecución**

Es fundamental destacar que, si bien el Plan de Mantenimiento Preventivo ha sido estructurado y dimensionado tomando como base la capacidad operativa del personal de planta propuesto, su diseño técnico no limita ni condiciona la ejecución de las actividades exclusivamente de forma interna.

Los protocolos, pautas de chequeo y frecuencias de intervención estandarizadas en este proyecto actúan como una hoja de ruta técnica universal. Esto implica que la planificación no se centra en el ejecutor, sino en el estándar de calidad y seguridad exigido por la institución para alcanzar la vida útil acelerada de los activos.

Esta flexibilidad permite que la Unidad de Mantenimiento, pueda optar por un modelo de gestión mixto según las necesidades coyunturales de la sede:

- Autogestión: Ejecución de rutinas e inspecciones por los cuatro operarios especialistas de planta para el control diario.
- Externalización Estratégica: Subcontratación de actividades específicas, ya sea por saturación de la carga laboral, requerimientos de certificaciones legales externas o trabajos de mayor envergadura que excedan la capacidad operativa instalada.

En consecuencia, el plan garantiza que, independientemente de si la actividad es realizada por personal propio o por una empresa subcontratista, la intervención se rija bajo los mismos criterios de aceptación, plazos y registros históricos. Esto asegura que la trazabilidad y la gestión de activos permanezcan siempre bajo el control de la Universidad, permitiendo una fiscalización objetiva y estandarizada de cualquier servicio externo.

### **3.2 DISEÑO FUNCIONAL DE LA OFICINA TÉCNICA**

La creación de la Oficina Técnica (O.T.) se plantea como el componente táctico de la reestructuración. Su misión principal es actuar como el ente articulador entre la estrategia definida por el Encargado de Unidad y la ejecución realizada por los operarios y contratistas.

La implementación de esta unidad permite la segregación de funciones, asegurando que las labores de planificación (emitir O.T., cubicar materiales, cotizar) no sean absorbidas por la urgencia de la contingencia diaria, un problema recurrente diagnosticado en el modelo actual.

#### **3.2.1 Definición y Justificación del Perfil: Técnico Universitario en Construcción.**

Para liderar las operaciones de esta nueva Oficina Técnica bajo la supervisión del Encargado (Ingeniero Constructor), se ha determinado que el perfil profesional idóneo es un Técnico Universitario en Construcción.

La elección de este perfil técnico, por sobre un perfil puramente administrativo, se sustenta en cuatro argumentos técnico-económicos claves para la sede:

- **Competencia en Cubicaciones y Costos:** A diferencia de un administrativo, el Técnico en Construcción posee las competencias para realizar cubicaciones precisas de materiales ( $m^2$  de pintura, ml de tuberías,  $m^3$  de hormigón). Esto permite realizar solicitudes de compra exactas, eliminando el desperdicio de materiales por sobreestimación o los retrasos de obra por falta de insumos, optimizando el presupuesto operativo.
- **Capacidad de Interlocución Técnica:** El diagnóstico evidenció falencias en la comunicación con los contratistas (instrucciones verbales vagas). Este profesional maneja el lenguaje técnico y normativo necesario para redactar **Especificaciones Técnicas (E.E.T.T.)** simplificadas y Bases Administrativas. Esto asegura que los proveedores externos reciban instrucciones estandarizadas y coticen sobre

requerimientos claros, reduciendo la variabilidad de precios y los adicionales de obra.

- **Interpretación y Digitalización de Planos:** La sede carece de planimetría actualizada para entregar a los contratistas. El Técnico en Construcción cuenta con formación en interpretación de planos y software CAD/BIM, lo que le permite generar croquis de detalle y mantener actualizado el archivo técnico de las instalaciones, resolviendo la brecha documental detectada en el Capítulo 1.
- **Rol Híbrido (Oficina/Terreno):** Este perfil ofrece la versatilidad de gestionar la plataforma administrativa (Mesa de Servicios 360) y, simultáneamente, actuar como **Inspector Técnico de Obra (ITO)** en terreno. Puede supervisar la calidad de ejecución de trabajos menores (albañilería, terminaciones, techumbres) con criterio técnico, asegurando que lo que se paga corresponda a lo ejecutado, una función que un administrativo no puede cumplir.

### **3.2.2 Roles y Responsabilidades.**

El Asistente Técnico asumirá las siguientes funciones claves que actualmente recaen en el Encargado de la Unidad.

#### **1. Administración del Plan Maestro:**

Sera el responsable de operar la planilla dinámica de mantenimiento diseñada, emitiendo las órdenes de trabajo semanales y verificando su cierre en el sistema.

#### **2. Gestión de Plataforma Mesa de Servicios 360:**

Asumirá el rol de despachador en la plataforma, recibiendo, filtrando y asignando los requerimientos correctivos a los operarios o contratistas, asegurando que ningún ticket quede abierto por falta de gestión administrativa.

#### **3. Gestión de Proveedores y Cotizaciones:**

Realizará el levantamiento técnico de necesidades, cubicaciones para compras de materiales y redactará las Especificaciones Técnicas simplificadas para cotizar servicios externos, eliminando la ambigüedad de las instrucciones verbales.

#### 4. Soporte en Terreno:

Actuará como un Inspector Técnico de Obra para trabajos menores de contratistas, liberando tiempo de supervisión del Encargado.

### **3.3 DIMENSIONAMIENTO DE LA FUERZA LABORAL**

El análisis de carga de trabajo histórico y la proyectada por el nuevo plan preventivo indica que la dotación actual de dos operarios de planta es insuficiente, generando un déficit de cobertura y tiempos de respuesta elevados.

#### **3.3.1 Propuesta de Normalización de la Cuadrilla.**

Se propone reestablecer la dotación histórica de planta de la Unidad de Mantenimiento de la Sede, conformando un equipo de 4 operarios especialistas. Esta configuración permite cubrir las cuatro áreas críticas de mantenimiento sin depender excesivamente de la subcontratación para tareas menores

<b>Cargo / Especialidad</b>	<b>Perfil Técnico Requerido</b>	<b>Funciones y Justificación Técnica</b>
<b>Maestro Eléctrico</b>	Técnico Eléctrico certificado SEC (Clase D o C).	Ejecución de rutinas de inspección de sistemas de iluminación interior y exterior; Inspección técnica y mantenimiento de tableros eléctricos según normativa RIC N°11; Revisión operativa de equipos de climatización y reparación de fallas en equipamiento tecnológico de aulas.
<b>Maestro Gasfiter</b>	Técnico en Instalaciones Sanitarias o Gasfiter certificado SEC.	Operación y revisión de parámetros de calderas bajo estándares D.S. 10; Mantenimiento y reparación de redes de agua potable, alcantarillado y gas; Reparación de fugas y reemplazo de componentes en grifería y artefactos sanitarios.
<b>Maestro Carpintero (Obras Civiles)</b>	Maestro de Primera en Carpintería y Estructuras.	Reparación estructural y ajuste de mobiliario académico (sillas y mesas); Mantenimiento de puertas, cerraduras, quincallería y cielos falsos; Ejecución de limpieza y despeje de techumbres, canaletas y bajadas de agua lluvia.
<b>Maestro Pintor (Terminaciones)</b>	Maestro Pintor / Yesero / Terminaciones.	Restauración y pintura de fachadas, muros interiores y zonas de alto tráfico; Reparación de tabiquería (Yeso-Cartón), empastes y reposición de revestimientos cerámicos; Ejecución de trabajos de albañilería menor y terminaciones finas.

### **3.4 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE IMPLEMENTACIÓN**

La viabilidad operativa del Plan de Mantenimiento y la implementación de la nueva Oficina técnica (O.T), se sustentan en una inversión estratégica en capital humano, dimensionada para cubrir tanto la gestión administrativa como la ejecución técnica especializada en terreno. Esta valoración económica detalla el compromiso financiero anual derivado de la incorporación de la nueva dotación propuesta, la cual contempla un suelo liquido competitivo acorde al mercado regional y el cumplimiento integro de las obligaciones previsionales y gratificaciones legales por parte de la institución. Como se detalla en la Tabla 40, la estructura de costos se divide en un nivel de gestión técnica y un nivel operativo de ejecución:

<b>Cargo / Rol</b>	<b>Sueldo Base</b>	<b>Imponible (c/grat)</b>	<b>Líquido Trabajador</b>	<b>Costo Mensual Universidad</b>	<b>Costo Anual Universidad</b>
Técnico en Construcción (O.T.)	\$737.101	\$921.376	\$750.000	\$975.276	\$11.703.317
Especialista Electricidad	\$589.681	\$737.101	\$600.000	\$780.221	\$9.362.654
Especialista Gasfitería	\$589.681	\$737.101	\$600.000	\$780.221	\$9.362.654
Especialista Obras Civiles	\$589.681	\$737.101	\$600.000	\$780.221	\$9.362.654
Especialista Terminaciones	\$589.681	\$737.101	\$600.000	\$780.221	\$9.362.654
<b>TOTAL CONSOLIDADO</b>				<b>\$4.096.160</b>	<b>\$49.153.931</b>

En términos globales, la implementación de esta nueva dotación de personal representa un gasto operativo anual de \$49.153.931. Esta inversión se constituye como el pilar fundamental para asegurar que la Unidad de Mantención de la Sede Concepcion alcance la capacidad técnica necesaria para ejecutar sistemáticamente las actividades preventivas programadas y garantizar el ciclo de vida acelerado de los activos institucionales.

## **CONCLUSIONES**

El desarrollo de la presente memoria de titulación ha permitido diseñar una solución técnica y organizacional integral para la Unidad de Mantenimiento de la Universidad Técnica Federico Santa María, Sede Concepción. A continuación, se exponen las conclusiones derivadas de este estudio.

### **1. Evaluación de las soluciones propuestas**

La implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo y la Reestructuración Organizacional resuelven las brechas críticas detectadas en el diagnóstico inicial.

- **Eficacia de la Gestión:** El tránsito de un modelo reactivo a uno preventivo asegura que la infraestructura alcance su vida útil acelerada, mitigando el riesgo de fallas catastróficas en aquellos sistemas y activos críticos.
- **Optimización del recurso Humano:** La creación de la Oficina técnica permite segregar las funciones de planificación y supervisión, reduciendo la sobrecarga administrativa del encargado y permitiéndole retomar el rol de dirección estratégica.
- **Recuperación Operativa:** La normalización de la cuadrilla a cuatro operarios especialistas garantiza la capacidad de respuesta interna en áreas críticas (obras civiles y terminaciones) que actualmente presentan mayores tiempos de demora.
- **Trazabilidad y Control:** La herramienta de Gestión Dinámica en Excel proporciona, por primera vez, indicadores de cumplimiento y efectividad que permiten una toma de decisiones basadas en datos y no en supuestos.

## **2. Soluciones alternativas**

Durante el proceso de diseño, se evaluaron enfoques de gestión distintos al modelo propuesto, los cuales fueron desestimados por su menor viabilidad técnica.

- **Externalización total de servicios:** se analizó delegar la totalidad del mantenimiento en empresas externas. No obstante, se determinó que el mantenimiento de un núcleo técnico de planta es indispensable para la respuesta inmediata y el resguardo de la seguridad institucional. El modelo final opta por la externalización estratégica, reservando a los contratistas para obras de gran envergadura y especialidad, pero dotando a la universidad de la capacidad técnica (Oficina Técnica) para supervisarlos bajo estándares y protocolos claros, eliminando la ambigüedad de las instrucciones verbales.
- **Aumento de dotación sin planificación:** Se descartó incrementar el personal manteniendo el esquema reactivo. La evidencia del estudio demostró que el problema raíz no es únicamente la falta de mano de obra, sino la ausencia de pautas técnicas y cronogramas que ordenen el flujo de trabajo de la unidad.

### **3. Aprendizaje logrado**

El desarrollo de esta memoria de titulación ha permitido consolidar competencias de ingeniería fundamentales en el área de la Gestión de Activos, logrando profundizar en la interpretación operativa de marcos normativos complejos como el D.S N°10 (MINSAL), el D.S N°594 y los pliegos técnicos RIC de la SEC, traduciendo requerimientos legales en pautas de chequeo verificables para el personal de terreno. Asimismo, el proceso de diagnóstico y evaluación permitió fortalecer la capacidad de análisis crítico para dimensionar técnica y económicamente una estructura organizacional, formulando soluciones de ingeniería que equilibran la sostenibilidad presupuestaria con la seguridad y continuidad operativa de la infraestructura institucional. En definitiva, el aprendizaje obtenido subraya que la labor del Ingeniero/a en Construcción trasciende la resolución reactiva de fallas, situándose en el diseño estratégico de sistemas preventivos que resguardan el valor de los activos y aseguran el bienestar de la comunidad universitaria.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. ALLENDE ARANDA, Fernando; BÁEZ NUÑEZ, Andrés. Asesoría a la gestión de contratistas de aire acondicionado y grupos electrógenos de BCI Chile. Viña del Mar, Universidad Técnica Federico Santa María, 2006. 132 p.
2. ASHRAE. Standard 62.1-2022: Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality. Atlanta, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2022.
3. EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. EN 13306: Mantenimiento - Terminología del mantenimiento. Bruselas, 2017.
4. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 31000: Gestión del Riesgo — Directrices. Ginebra, 2018.
5. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 55000: Gestión de activos — Aspectos generales, principios y terminología. Ginebra, 2014.
6. MINISTERIO DE SALUD. Reglamento de calderas, autoclaves y equipos que utilizan vapor de agua (D.S. N°10). Santiago, Chile, 2012.
7. MINISTERIO DE SALUD. Reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo (D.S. N°594). Santiago, Chile, 1999.

8. MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO. Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC). Santiago, Chile.
9. RAFFO BOYE, Juan Pablo. Propuesta de estrategia de mantenimiento para sistemas de aire acondicionado de alta criticidad, mediante aplicación de metodología RCM en el marco de una política de confiabilidad operacional. Santiago, Universidad Técnica Federico Santa María, 2016.
10. SUPERINTENDENCIA DE ELECTRICIDAD Y COMBUSTIBLES. Pliego Técnico Normativo RIC N° 11: Instalaciones Eléctricas. Santiago, Chile, 2021.
11. TRALCAL BARRERA, Jaime. Propuesta de mantenimiento preventivo basado en eficiencia energética de equipos de aire acondicionado del ISP de Chile. Valparaíso, Universidad Técnica Federico Santa María, 2025. 54 p.

## **ANEXOS**

### **A: PAUTAS DE MANTENIMIENTO OPERATIVO**

Este anexo contiene los protocolos técnicos diseñados para los activos de alta criticidad de la Sede Concepción. Cada documento ha sido estructurado como una lista de chequeo (*checklist*) que permite al operario verificar de manera binaria (Cumple/No Cumple) el estado del equipo, asegurando la trazabilidad legal y técnica requerida por la institución.



TITULO: PAUTA DE MANTENIMIENTO  
OPERATIVO DE CALDERAS

**BASADO EN DECRETO  
SUPREMO  
N° 10 -2013 MINSAL**

DATOS GENERALES			
Equipo:	Caldera Central	Frecuencia:	Anual
Técnico Responsable:		Fecha:	
Hora de Inicio:		Hora de termino:	

### 1. KIT DE PREPARACIÓN (Verificar antes de iniciar)

- **EPP Obligatorio:** Lentes de Seguridad  Guantes de Cabritilla  Zapatos de Seguridad
- **Herramientas Críticas:** Analizador de gases, Multímetro, Llave de torque, Linterna, Cepillos de acero.
- **Repuestos en Mano:** Boquilla de quemador, Empaquetaduras de puerta, Filtros de combustible.

### 2. BLOQUEO Y SEGURIDAD

No inicie ninguna intervención mecánica sin marcar estas casillas.

Puntos de Bloqueo	Estado	Verificación
1. Caldera Apagada y Fría	<input type="checkbox"/>	Temperatura debe ser menor a 40°C.
2. Bloqueo Eléctrico (LOTO)	<input type="checkbox"/>	Candado instalado en tablero general.
3. Bloqueo de Combustible	<input type="checkbox"/>	Válvula de alimentación cerrada y bloqueada.
4. Bloqueo Hidráulico	<input type="checkbox"/>	Válvulas de retorno y salida cerradas.

### 3. INSPECCIÓN ZONA FRONTAL (Quemador y tablero)

Componente	Criterio de Aceptación (¿Qué buscar?)	Estado	Acción Realizada / Observación
Filtros de Aire	Limpios, sin pelusas ni obstrucción.	OK / NO	
Boquilla Quemador	Orificio limpio, sin carbonilla ni deformación.	OK / NO	
Electrodos	Puntas limpias, sin desgaste, distancia calibrada.	OK / NO	
Fotocélula	Lente limpio, sin grietas ni suciedad.	OK / NO	
Cables y Conexiones	Sin quemaduras, terminales apretados.	OK / NO	

### 4. INSPECCIÓN ZONA POSTERIOR (Chimenea y Bombas)

Componente	Criterio de Aceptación (¿Qué buscar?)	Estado	Acción Realizada / Observación
Ducto de Humos	Sin corrosión perforante, libre de nidos/hollín.	OK / NO	
Bombas de Agua	Sellos mecánicos sin goteo. Sin ruido anormal.	OK / NO	
Aislación Térmica	"Chaqueta" en buen estado, sin roturas visibles.	OK / NO	

### 5. INSPECCIÓN INTERIOR (Lado fuego / Lado agua)

Componente	Criterio de Aceptación (¿Qué buscar?)	Estado	Acción Realizada / Observación
Hogar / Cañón	Refractario sin grietas. Metal sin deformación.	OK / NO	
Tubos de Humo	Libres de hollín (paso de baqueta). Sin fugas.	OK / NO	<input type="checkbox"/> Limpieza Mecánica
Empaquetaduras	Puertas cierran hermético. Gomas flexibles.	OK / NO	¿Se cambió? SÍ / NO



## 6. ANÁLISIS DE COMBUSTIÓN

Parámetro	Rango Aceptable (Referencia)	VALOR LEÍDO	¿Aprueba?
CO (Monóxido)	Menor a 100 ppm	_____ ppm	<input type="checkbox"/> Sí
Opacidad (Humo)	Menor al 20% (Índice Bacharach)	_____ %	<input type="checkbox"/> Sí
Temperatura Gases	Entre 180°C y 240°C (aprox.)	_____ °C	<input type="checkbox"/> Sí
Eficiencia	Mayor a 85%	_____ %	<input type="checkbox"/> Sí

## 7. PARÁMETROS MECÁNICOS Y ELÉCTRICOS

Parámetro	Rango Aceptable (ver placa)	VALOR LEÍDO	¿Aprueba?
Amperaje Motor	Rango: _____ - _____ A	_____ A	<input type="checkbox"/> Sí
Presión de Agua	1.5 - 2.0 Bar (En frío)	_____ BAR	<input type="checkbox"/> Sí
Válvula Seguridad	¿Dispara a la presión seteada?	SI / NO	<input type="checkbox"/> Sí

## 8. CIERRE Y ENTREGA.

Lista de Chequeo Final	Estado
¿Se retiraron todos los bloqueos LOTO?	<input type="checkbox"/> Sí
¿Zona limpia y libre de herramientas?	<input type="checkbox"/> Sí
¿Caldera operando en automático sin alarmas activas?	<input type="checkbox"/> Sí

## 9. MATERIALES O REPUESTOS UTILIZADOS

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	





TITULO: PAUTA DE MANTENIMIENTO  
TABLEROS ELÉCTRICOS

**BASADO EN DECRETO  
SUPREMO  
N° 10 -2013 MINSAL**

DATOS GENERALES			
Tablero / Ubicación:		Frecuencia:	Anual
Técnico Responsable:		Fecha:	
Hora de Inicio:		Hora de termino:	

**1. KIT DE PREPARACIÓN (Verificar antes de iniciar)**

- **EPP Obligatorio:** Guantes Dieléctricos  Careta/Lentes  Ropa Ignífuga/Algodón  Zapatos Dieléctricos .
- **Herramientas:** Multímetro Cat III/IV  Llave de Torque  Aspiradora  Limpia Contactos .

**2. INSPECCIÓN CON ENERGÍA (Antes del corte)**

Realizar estas tareas con el Tablero operando. Precaución: Riesgo Eléctrico.

**INSPECCIÓN VISUAL Y TERMOGRAFÍA**

Punto de Inspección	Criterio (Lo normal)	Estado	Observación
Gabinete Exterior	Sin golpes, óxido, puerta cierra bien.	OK / NO	
Luces Piloto / Display	Todas encendidas/operativas.	OK / NO	
Ruido / Olor	Sin zumbidos fuertes ni olor a ozono/quemado.	OK / NO	
Termografía General	Escanear todo el tablero. ¿Hay puntos calientes (>20°C sobre ambiente)?	SÍ / NO	Si hay, anotar componente abajo



### MEDICIÓN DE CARGA (Consumo)

Fase	Corriente Medida (A)	Carga Nominal (A)	¿Sobrecarga?
R (L1)	_____ A	_____ A	<input type="checkbox"/> Sí
S (L2)	_____ A	_____ A	<input type="checkbox"/> Sí
T (L3)	_____ A	_____ A	<input type="checkbox"/> Sí

### 3. CORTE DE ENERGÍA Y LIMPIEZA

Proceder al corte de energía.

#### PROTOCOLO DE BLOQUEO

- Cortar Suministro Principal.
- Instalar Candado y Tarjeta de Bloqueo.
- Verificar Ausencia de Tensión (Usar multímetro en las 3 fases). Lectura: 0V.

#### LIMPIEZA Y APRIETE

Actividad	Instrucción Técnica	Ejecutado
Aspirado General	Retirar polvo de piso, techo y canaletas del tablero.	<input type="checkbox"/>
Limpieza Componentes	Limpiar carcasa de automáticos y barras con paño seco.	<input type="checkbox"/>
Limpieza Contactos	Aplicar limpia contactos en partes móviles (si aplica).	<input type="checkbox"/>
Reapriete (Torque)	Repasar apriete de bornes principales y de control (Usar torque adecuado).	<input type="checkbox"/>
Ordenamiento	Verificar peinado de cables, amarras plásticas y etiquetas.	<input type="checkbox"/>



## INSPECCIÓN DE COMPONENTES

Componente	Estado Visual	Acción
Interruptores	Sin daño térmico, manillas operan bien.	OK / Cambio
Cables	Aislación en buen estado, sin cortes ni quemaduras.	OK / Cambio
Barras Cu	Sin sulfatación (color verde) ni óxido.	OK / Limpieza
Tierra	Conexión a tierra firme y limpia.	OK / Ajuste

## 4. CIERRE Y ENERGIZACIÓN

1.  Retirar todas las herramientas y personal del área.
2.  Retirar Candado y Tarjeta de Bloqueo.
3.  Energizar y verificar voltaje de salida.

## 5. OBSERVACIONES O REPUESTOS UTILIZADOS

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

<hr/>	<hr/>
<b>Firma del Técnico</b>	<b>Firma Encargado Mantención</b>



TITULO: PAUTA DE MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS Y  
CONTROL DE SUMINISTRO

**BASADO EN  
D.S N°594 Y RIDAA (D.S  
N°50)**

<b>DATOS GENERALES</b>			
<b>Sistema:</b>	Red de Agua Potable	<b>Frecuencia:</b>	Semestral
<b>Técnico Responsable:</b>		<b>Fecha:</b>	
<b>Activo Principal:</b>	Válvulas de Corte		

### 1. KIT DE PREPARACIÓN (Verificar antes de iniciar)

- **EPP Obligatorio:** Zapatos de seguridad, guantes de cabritilla/nitrilo, gafas de seguridad (riesgo de proyección de fluidos).
- **Herramientas:** Llave Stillson, caimán, lubricante penetrante (WD-40 o similar), paños de limpieza, etiquetas de identificación.

### 2. PROCEDIMIENTO DE MANTENIMIENTO (Paso a paso)

El operario debe aplicar estos 4 pasos a las Válvulas principales del sector o área.

#### INSPECCIÓN VISUAL Y LIMPIEZA

1. **Limpieza del Vástago:** Retirar pintura vieja, óxido o incrustaciones de cal del eje (vástago) usando cepillo de acero pequeño.
2. **Estado del Volante/Manilla:** Verificar que no esté rodado, suelto o quebrado. Si falta la tuerca de fijación, reponerla.
3. **Cuerpo de la Válvula:** Verificar ausencia de corrosión severa o "sudoración" en el cuerpo metálico.

#### PRUEBA DE ESTANQUEIDAD EXTERNA

1. **Inspección del Prensaestopa:** Mirar la tuerca que une el vástago con el cuerpo. ¿Hay gotas de agua?
2. **Acción Correctiva (Si gotea):**  
Apretar levemente la tuerca del prensaestopa (1/8 de vuelta) con llave francesa hasta que cese la gota.

Nota: No apretar en exceso, ya que bloqueará el giro de la válvula.



### CICLADO DE LA VÁLVULA

1. **Cierre Parcial:** Girar la válvula hacia "Cerrar" unas 2 o 3 vueltas (o 45° si es de bola).
2. **Retorno:** Volver a abrir totalmente.
3. **Lubricación:** Aplicar lubricante penetrante (WD-40) en la rosca del vástago expuesto.
4. **Repetición:** Si se siente "agripada" (dura), repetir el movimiento de vaivén (adelante/atrás) aplicando lubricante hasta que suelte. Nunca usar palancas o tubos para hacer fuerza (riesgo de rotura).

### VERIFICACIÓN FINAL

1. Dejar la válvula en posición 100% Abierta.
2. Retroceder media vuelta (en válvulas de compuerta) para evitar que se pegue al final del recorrido.
3. Limpiar exceso de lubricante.

### 3. REGISTRO DE EJECUCIÓN POR EDIFICIO

Edificio / Sector	Cant. Aprox	Limpieza Vástago	Ajuste Prensaestopa (Quitar goteos)	Lubricación y Ciclado	Estado Final
Edificio A (Aulas)	36	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Operativo
Edificio B (Talleres)	13	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Operativo
Edificio C (Biblioteca)	16	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Operativo
Edificio D (Dirección)	14	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Operativo
Edificio E (Gimnasio)	59	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Operativo
Edificio F (Casino)	22	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Realizado	<input type="checkbox"/> Operativo



### 5.OBSERVACIONES O REPUESTOS UTILIZADOS

Si la válvula no se pudo recuperar con los pasos anteriores, detallar aquí para cambio, (ubicación exacta, falla encontrada y prioridad).


_____	_____
<b>Firma del Técnico</b>	<b>Firma Encargado Mantenimiento</b>