

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR – JOSÉ MIGUEL CARRERA

Propuesta de gestión de mantenimiento
para toma de decisiones y
optimización de recursos

Trabajo de titulación para optar al
Título de INGENIERO EN
MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Alumno:

Sr. Waldo Carrasco Valdes

Profesor Guía:

Ing. Cristian Enrique Cuadra Urbina

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: PROPUESTA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA TOMA DE DECISIONES Y OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS

Nombre del candidato(a): Waldo Ignacio Carrasco Valdes

Carrera / Grado: Ingeniería en mantenimiento industrial con licenciatura en ingeniería vespertino

Campus: Viña del Mar

Departamento: Mecánica

2.- VALIDACIÓN DEL PROFESOR GUÍA/DIRECTOR DE TESIS

Yo, Cristian Enrique Cuadra Urbina, 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: 08-07-2026

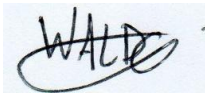
Firma:


CRISTIAN CUADRA URBINA
DOCENTE DEPARTAMENTO
DE MECÁNICA

Estudiante o Candidato(a):

Fecha: 7/7/26

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.

DEDICATORIAS

Dedico este trabajo de título, en primer lugar, a mis padres, por su amor incondicional, esfuerzo y constante apoyo a lo largo de toda mi formación académica y personal. Gracias por ser mi ejemplo de perseverancia, sacrificio y compromiso, y por brindarme las herramientas y valores que hicieron posible alcanzar esta meta. Cada logro obtenido también les pertenece a ustedes.

A mi familia, por su compañía, comprensión y palabras de aliento en los momentos más exigentes de este proceso. Su confianza y apoyo fueron una motivación permanente para seguir adelante y superar cada desafío.

Asimismo, deseo expresar mi gratitud a los profesores del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad, quienes compartieron sus conocimientos, experiencias y orientación durante mi formación profesional. Su dedicación y compromiso con la enseñanza contribuyeron significativamente al desarrollo de las competencias que hoy me permiten culminar esta etapa.

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento al Sr. Carlos Puebla Cárdenas, Jefe del Departamento de Mantención, por la confianza depositada en este trabajo, su permanente apoyo y la disposición que siempre mostró para orientar y compartir su experiencia. Sus consejos y observaciones fueron un valioso aporte para el desarrollo de esta investigación.

Del mismo modo, agradezco sinceramente al Sr. Milton Escobar, Técnico residente de ascensores de la empresa Fabrimetal, por su colaboración, dedicación y generosidad al compartir sus conocimientos técnicos y experiencia práctica. Su apoyo en terreno y su disposición para resolver dudas y aportar información relevante fueron fundamentales para enriquecer este estudio y alcanzar los objetivos propuestos.

Finalmente, dedico este logro a todas las personas que, de una u otra manera, formaron parte de este camino y aportaron a mi crecimiento académico y humano

Waldo Ignacio Carrasco Valdes

RESUMEN

Keywords: INDICADORES, AUDITORÍA, MANTENIMIENTO, MTTR, DISPONIBILIDAD.

El presente trabajo de investigación aborda una propuesta de una gestión de mantenimiento basada en el cálculo de indicadores, que está orientada a respaldar la toma de decisiones y la optimización de recursos, en el sistema de ascensores de la cámara de diputadas y diputados del congreso nacional de Chile. A través, del análisis comparativo, entre un sistema de ascensores antiguo y uno actualmente instalado, se evalúa el impacto técnico y operacional de esta modernización tecnológica, utilizando indicadores de mantenimiento, tales como el MTTR y disponibilidad operacional. Los resultados obtenidos muestran evidentemente, mejoras significativas en la continuidad del servicio, confiabilidad y gestión del mantenimiento por parte del departamento, respaldando la reestructuración como una decisión técnica justificada y alineada, con buenas prácticas de preservación de los equipos.

Se comienza por presentar el contexto operacional, en el cual se desarrollará el trabajo, describiendo la estructura del congreso nacional de Chile y, en particular, el funcionamiento del Departamento de Mantención de la cámara de diputados. Se detallan las funciones, responsabilidades y la estructura del área de mantenimiento, así como la problemática asociada a la falta de una gestión sistemática, de la información técnica. Finalmente, se fundamenta la necesidad de implementar herramientas de análisis basadas en indicadores de mantenimiento, como apoyo a la toma de decisiones y a la actualización de activos críticos, como lo es el sistema de ascensores del edificio.

En el siguiente capítulo, se desarrolla el análisis técnico de los sistemas de ascensores antiguo y el actualmente instalado, describiendo sus características, componentes y condiciones de operación. A partir de esta información histórica, almacenada por el Departamento de Mantención, se procede a realizar el cálculo de indicadores relevante, en donde encontramos el tiempo medio de reparación y la disponibilidad operacional. El cálculo y análisis de estos indicadores, permite cuantificar de manera objetiva el desempeño de ambos sistemas, estableciendo una base sólida para su futura evaluación y comparación.

Como capítulo final, se realiza una comparativa de los indicadores obtenidos, a través de una tabla de presentación, para el posterior análisis técnico y evidenciar el impacto positivo de la actualización, en términos de disponibilidad, confiabilidad y continuidad operativa. Por otra parte, se dejan expresadas sugerencias para implementaciones a largo plazo, que beneficien a una operación eficiente, segura y sostenible del Departamento de Mantención.

ÍNDICE

RESUMEN	2
ÍNDICE.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE TABLA.....	9
SIGLAS Y SÍMBOLOS.....	10
INTRODUCCIÓN	11
OBJETIVO GENERAL	12
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES PARA EL ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	13
1 ANTECEDENTES GENERALES Y APLICACIÓN DE ANÁLISIS.....	14
1.1 MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	14
1.1.1 MARCO TEÓRICO	14
1.1.2 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL Y TIPOS DE MANTENIMIENTOS	14
1.1.3 INDICADORES DE MANTENIMIENTO (KPI)	15
1.1.3.1 IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES PARA LA TOMA DE DECISIONES.....	16
1.1.4 CONFIABILIDAD	16
1.1.5 GESTIÓN DE ACTIVOS – ISO 55000.....	16
1.1.5.1 CICLO DE VIDA DE LOS ACTIVOS Y PRINCIPIOS DE GESTIÓN	16
1.1.6 SISTEMAS DE TRANSPORTE VERTICAL	19
1.1.7 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	19
1.2 COMPOSICIÓN.....	20
1.3 ¿QUÉ FUNCIÓN REALIZA EL CONGRESO?	22
1.4 CÁMARA DE DIPUTADAS Y DIPUTADOS.....	23
1.4.1 ESTRUCTURA DE LA CÁMARA DE DIPUTADOS	24
1.5 DEPARTAMENTO DE MANTENCIÓN DE LA CÁMARA DE DIPUTADOS	25
1.5.1 PRINCIPALES OBJETIVOS.....	25

1.5.2 ESTRUCTURA DEL DEPARTAMENTO DE MANTENCIÓN	26
1.6 PROBLEMÁTICA	28
1.6.1. FUNDAMENTOS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMÁTICA	28
CAPÍTULO 2: CÁLCULO DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO	30
2.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	31
2.1.1 TIPO DE ESTUDIO	31
2.1.2 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN	31
2.1.3 VARIABLES ANALIZADAS	31
2.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN MEDIANTE CÁLCULO DE INDICADORES	31
2.2.1 DESCRIPCIÓN SISTEMA ANTIGUO	32
2.2.1.1 DATOS TÉCNICOS SISTEMA ANTIGUO	33
2.2.2 DESCRIPCIÓN SISTEMA NUEVO	35
2.2.2.1 DATOS TÉCNICOS SISTEMA NUEVO	36
2.3 INFLUENCIA DE CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS EN EL DESEMPEÑO OPERACIONAL	38
2.3 INDICADORES	38
2.3.1 DESCRIPCIÓN DE INDICADORES	39
2.4 TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)	39
2.4.1 DATOS OBTENIDOS	40
2.4.2 DATOS DE FALLAS	41
2.4.3 APLICACIÓN DEL CÁLCULO	42
2.5 TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)	42
2.5.1 APLICACIÓN DEL CÁLCULO	43
2.6 DISPONIBILIDAD	43
2.6.1. TIPOS DE DISPONIBILIDAD	44
2.6.2 COMO SE CALCULA	45
2.6.3 APLICACIÓN DEL CÁLCULO	45
2.6.3.1 DISPONIBILIDAD SISTEMA ANTIGUO	46
2.6.3.2 DISPONIBILIDAD SISTEMA NUEVO	47

2.7 INDICADOR COMBINADO (IDO).....	48
CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE INDICADORES	50
3.1 INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO.....	51
3.2 METODOLOGÍA DE COMPARACIÓN APLICADA	52
3.3 TABLA COMPARATIVA	53
3.4 ANÁLISIS EN RELACIÓN CON LOS RESULTADOS	55
3.5 RELACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LA NORMA ISO 55000.....	56
3.6 IMPACTOS GENERADOS.....	57
3.7 PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO.....	58
3.8 RESPALDOS Y CONCLUSIÓN DEL TRABAJO	59
BIBLIOGRAFÍA	61

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: EDIFICIO DEL CONGRESO NACIONAL	20
FIGURA 1.1: ESTRUCTURA DEL CONGRESO	21
FIGURA 1.2: SESIÓN DE PARLAMENTARIOS	22
FIGURA 1.3: ESQUEMA DE JERARQUIZACIÓN	27
FIGURA 2: LOGOTIPO DE LA EMPRESA	32
FIGURA 2.2: PUERTA DE ASCENSORES	34
FIGURA 2.1: CONTROL DE ASCENSORES	34
FIGURA 2.4: GABINETE DE CONTROL	34
FIGURA 2.3: MOTOR DE TRACCIÓN.....	34
FIGURA 2.5: LOGOTIPO DE LA EMPRESA	35
FIGURA 2.6: CONTROL DE ASCENSORES	37
FIGURA 2.7: PUERTA DE ASCENSORES	37
FIGURA 2.9: GABINETE DE CONTROL	37
FIGURA 2.8: MOTOR DE TRACCIÓN.....	37
FIGURA 3: GRÁFICO DE DISPONIBILIDAD	54

ÍNDICE DE TABLA

TABLA 1 :MESA DIRECTIVA CÁMARA DE DIPUTADOS	24
TABLA 2: VARIABLES ANALIZADAS.....	31
TABLA 2.1: DATOS TÉCNICOS ASCENSORES SCHINDLER	33
TABLA 2.2: DATOS TÉCNICOS DE ASCENSOR KONE	36
TABLA 2.3: HISTORIAL DE FALLAS ASCENSORES SCHINDLER.....	41
TABLA 2.4: HISTORIAL DE FALLAS DEL MES ABRIL 2021	46
TABLA 2.5: HORAS DE FUNCIONAMIENTO.....	47
TABLA 3: COMPARATIVA DE SISTEMAS	53

SIGLAS Y SÍMBOLOS

- **MTTR:** Mean time to Repair – Tiempo medio de reparación
- **MTBF:** Mean time between Failures – Tiempo medio entre fallas
- **TPFS:** Tiempo promedio fuera de servicio
- **CMMS:** Computarized Maintenance management System – Sistema computarizado de gestión de mantenimiento
- **ISO:** International Organization for Standardization – Organización internacional de normalización
- **ISO 55000:** Norma internacional para la gestión de activos
- **M/S:** Metros por segundo, unidad de velocidad
- **KG:** Kilógramos, unidad de masa o capacidad de carga
- **MM:** Milímetros. Unidad de longitud
- **TRD:** Tipo de cable de tracción utilizado en sistemas de ascensores.
- **%:** Porcentaje, unidad relativa utilizada para expresar disponibilidad u otros indicadores.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo de título tiene como objetivo, maximizar el aprovechamiento de la información asociada a las actividades de mantenimiento, ejecutadas por el Departamento de Mantenición, del edificio del Congreso Nacional de Chile, el cual está conformado por tres entidades principales: la Cámara de Diputados, la Cámara de Senadores y la Biblioteca del Congreso. En particular, el estudio se enfoca en optimizar la visualización y análisis de los datos, generados por el área de mantenimiento de la Cámara de Diputados.

El Departamento de Mantenición es responsable de asegurar la continuidad operativa de las instalaciones, bajo un régimen 24/7, garantizando condiciones de funcionamiento óptimas y eficientes. Asimismo, debe gestionar estrategias orientadas a prolongar la vida útil de los activos, implementar mejoras tecnológicas y proponer actualizaciones de sistemas, con el fin de reducir el consumo energético y mitigar costos asociados a fallas, que puedan derivar en interrupciones del servicio.

La propuesta central de este trabajo consiste en mejorar la interpretación y presentación de la información de mantenimiento, permitiendo evidenciar de manera clara, los resultados asociados a la modernización del sistema de ascensores del edificio. Este sistema, presentaba previamente altos niveles de consumo energético, limitadas prestaciones para el usuario y obsolescencia tecnológica, en sus sistemas de propulsión. La actualización contempla la transición hacia un sistema eléctrico eficiente, con capacidades de autogeneración, incorporando además mejoras en monitoreo, seguridad y desempeño operativo.

OBJETIVO GENERAL

Analizar el desempeño operativo del sistema de ascensores del Congreso Nacional, mediante indicadores de mantenimiento (MTTR, MTBF y disponibilidad), con el fin de respaldar decisiones de modernización y optimización de recursos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar la estructura organizacional del Congreso Nacional de Chile, identificando el rol y alcance del área de mantenimiento de la Cámara de Diputados, en la gestión del sistema de ascensores.
- Evaluar la información recopilada del sistema de ascensores, mediante el cálculo de indicadores de mantenimiento, con el fin de determinar su desempeño y disponibilidad operacional.
- Interpretar técnicamente los indicadores obtenidos, para sustentar la evaluación del comportamiento operativo y la eficiencia de la actualización.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES PARA EL **ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

1 ANTECEDENTES GENERALES Y APLICACIÓN DE ANÁLISIS

Con el objetivo de comenzar a conocer el contexto en el cual se va a desarrollar este trabajo, comenzaremos por exponer el lugar en el cual se encuentra el departamento de mantenimiento, con el cual se trabajará en conjunto para analizar la información y para lograr identificar las posibles mejoras o resultados de propuestas de reestructuración de instalaciones del edificio.

Cabe destacar que este trabajo se realizará con la finalidad de respaldar la información que se encuentra presente en este departamento y así también poder agilizar su presentación a la hora de ser solicitada, para apoyar alguna posible solicitud de financiamiento u aprobación por parte de jefaturas internas.

1.1 MARCO TEÓRICO Y ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

1.1.1 MARCO TEÓRICO

1.1.2 MANTENIMIENTO INDUSTRIAL Y TIPOS DE MANTENIMIENTOS

El mantenimiento corresponde al conjunto de actividades técnicas, administrativas y de gestión destinadas a preservar o restablecer un activo en condiciones óptimas de operación, asegurando su funcionalidad y prolongando su vida útil (ISO,2018),

Tradicionalmente, se clasifica en:

- **Correctivo:**

Este tipo de mantenimiento corresponde al conjunto de actividades realizadas una vez que se ha producido una falla o una avería en un equipo, con el propósito de restablecer sus condiciones normales de funcionamiento. Este tipo de mantenimiento se caracteriza por ser reactivo y generalmente implica tiempos de detención no planificados.

- Preventivo

Consiste en la ejecución de inspecciones, ajustes y reemplazos programados de componentes con el objetivo de prevenir fallas y prolongar la vida útil de los equipos. Su aplicación permite reducir las detenciones imprevistas y mejorar la confiabilidad del sistema o equipo.

- Predictivo

Es una estrategia basada en el monitoreo y análisis del estado de los equipos mediante la medición de variables de funcionamiento, con el fin de anticipar posibles fallas antes de que estas se manifiesten. Este enfoque permite optimizar las intervenciones de mantenimiento y reducir los costos asociados a reparaciones no programadas.

- Proactivo

Corresponde a una estrategia orientada a identificar y eliminar las causas raíz que originan las fallas, con el objetivo de evitar su recurrencia y mejorar la confiabilidad del sistema a largo plazo. Este enfoque busca optimizar el desempeño de los equipos mediante la implementación de acciones de mejora continua, reducción del desgaste y aumento de la vida útil de los activos.

1.1.3 INDICADORES DE MANTENIMIENTO (KPI)

Los KPI permiten medir la eficiencia y efectividad de las actividades de mantenimiento, proporcionando información cuantificable para la toma de decisiones (John moubray,1977). Entre los principales indicadores se encuentran:

- MTTR (Tiempo medio de reparación)
- MTBF (Tiempo medio entre fallas)
- Disponibilidad

1.1.3.1 IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES PARA LA TOMA DE DECISIONES

De Acuerdo con los principios de la gestión de activos establecidos en la norma ISO 55000, los indicadores de desempeño constituyen una herramienta esencial para apoyar la toma de decisiones basada en información concreta y objetiva.

Estos permiten evaluar el comportamiento de los activos a lo largo de su ciclo de vida, medir el cumplimiento de los objetivos organizacionales e identificar oportunidades de mejora.

La utilización de indicadores facilita la priorización de recursos, la gestión del riesgo y la implementación de estrategias orientadas a maximizar la creación de valor. Asimismo, proporcionan información relevante para sustentar decisiones operacionales, tácticas y estratégicas, contribuyendo al mejoramiento continuo y al desempeño sostenible de los activos.

1.1.4 CONFIABILIDAD

La confiabilidad se define como la probabilidad de que un sistema o componente opere sin fallas durante un período determinado bajo condiciones establecidas (IEEE,1990). Este concepto es fundamental en sistemas críticos, como los ascensores, donde la continuidad operativa y la seguridad del usuario dependen directamente del desempeño confiable del sistema.

1.1.5 GESTIÓN DE ACTIVOS – ISO 55000

La norma ISO 55000 establece los principios y lineamientos para una gestión eficiente de activos, integrando aspectos de mantenimiento, gestión de riesgos y toma de decisiones basada en el ciclo de vida (ISO,2014), Su aplicación permite optimizar el valor de los activos y mejorar la sostenibilidad operativa de las organizaciones.

1.1.5.1 CICLO DE VIDA DE LOS ACTIVOS Y PRINCIPIOS DE GESTIÓN

La gestión de activos comprende un conjunto de actividades coordinadas destinadas a obtener valor a partir de los activos físicos durante todo su ciclo de vida. Este enfoque considera las distintas etapas por las que atraviesa un activo, desde su adquisición hasta su retiro definitivo, con el objetivo de asegurar un desempeño eficiente, sostenible y confiable.

- **Ciclo de vida de los activos**

El ciclo de vida de un activo corresponde al conjunto de etapas que experimenta desde su concepción e incorporación a una organización hasta su desmantelamiento o reemplazo. La adecuada administración de cada una de estas etapas permite maximizar la disponibilidad, asegurar la continuidad operacional de los sistemas y reducir los costos de mantenimiento y operación.

Adquisición

La etapa de adquisición comprende desde la selección, el diseño, compra e instalación del activo o equipo. En esta fase se evalúan aspectos técnicos, económicos y operacionales que permitan satisfacer los requerimientos de desempeño y confiabilidad establecidos por la organización. Una adecuada planificación en esta fase aporta a minimizar costos en el futuro y a optimizar el rendimiento del activo durante su vida útil.

Operación

La operación corresponde al periodo en que el activo desempeña las funciones o tareas para las cuales fue diseñado. Durante esta etapa es fundamental asegurar que las condiciones de funcionamiento sean las adecuadas, de manera de garantizar la continuidad del servicio, la seguridad de las personas y el cumplimiento de los objetivos operacionales. El monitoreo permanente y la recopilación de datos permiten evaluar el desempeño y detectar posibles desviaciones o degradaciones.

Mantenimiento

El mantenimiento comprende todas las actividades destinadas a conservar o restablecer la capacidad funcional de un activo. Estas acciones pueden ser de carácter preventivo, predictivo, correctivo o proactivo, y tienen como propósito reducir la probabilidad de fallas, aumentar la confiabilidad y prolongar la vida útil de los equipos. Una estrategia de mantenimiento adecuada contribuye a mejorar la disponibilidad operacional y a disminuir los costos asociados a interrupciones no programadas.

Modernización

La modernización consiste en la incorporación de mejoras tecnológicas o modificaciones destinadas a incrementar el desempeño, la seguridad, la eficiencia y la confiabilidad de un activo. Esta etapa permite extender su vida útil y adaptarlo a nuevas exigencias operacionales o normativas, evitando en muchas oportunidades la sustitución del equipo o sistema completo.

Retiro

El retiro corresponde a la fase final del ciclo de vida del activo y considera su desmantelamiento, reemplazo o disposición definitiva. La decisión de retirar un activo se fundamenta generalmente en criterios económicos, técnicos, de seguridad o de obsolescencia tecnológica. Una adecuada planificación de esta fase permite minimizar los riesgos y asegurar un avance eficiente hacia la incorporación de nuevos sistemas *o equipos*.

- **Gestión del riesgo**

La gestión del riesgo constituye un elemento fundamental dentro de la gestión de activos. Ya que permite identificar, evaluar y controlar los eventos que pueden afectar el desempeño, la seguridad y la continuidad operacional. La aplicación de metodologías de análisis de riesgo facilita la toma de decisiones basada en la criticidad de los activos y en las consecuencias asociadas a sus posibles fallas, contribuyendo a optimizar los recursos y reducir la incertidumbre

- **Creación de valor**

La gestión de activos tiene como objetivo principal generar valor para la organización y sus partes interesadas. Este valor se manifiesta a través de la mejora de la confiabilidad, la disponibilidad y la eficiencia de los sistemas, así como mediante la reducción de costos y la optimización de los recursos. La creación de valor implica equilibrar los aspectos técnicos, económicos, ambientales y de seguridad lo largo de todo el ciclo de vida de los activos.

- **Mejora continua**

La mejora continua es un principio esencial de la gestión de activos y consiste en la evaluación sistemática del desempeño de los activos y de las estrategias implementadas, mediante el análisis de indicadores, la identificación de oportunidades de mejora y la incorporación de lecciones aprendidas, s posible aumentar progresivamente la eficiencia y la confiabilidad de los sistemas. Este enfoque favorece la sostenibilidad de las operaciones y promueve una gestión orientada a la excelencia operacional.

1.1.6 SISTEMAS DE TRANSPORTE VERTICAL

Los sistemas de transporte vertical, como los ascensores, corresponde a sistemas electromecánicos de alta complejidad diseñados para cumplir con un traslado seguro y eficiente de personas o cargas. Su operación exige altos niveles de disponibilidad, confiabilidad y seguridad, siendo regulados por normativas técnicas internacionales y estándares de diseño.

1.1.7 ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

Este trabajo se desarrollará en la Cámara de Diputados del Congreso Nacional de Chile, conformado por tres corporaciones principalmente, la Cámara de Diputados, la Cámara de Senadores y la biblioteca y sus instalaciones se encuentran ubicadas en la ciudad de Valparaíso.

Este conjunto de corporaciones forma el órgano legislativo del gobierno, el cual se encarga junto con el Presidente de la República y los tribunales de justicia, de conformar los poderes del estado que se establecen en la Constitución.

Dentro de sus orígenes el Congreso Nacional fue creado en el año 1811, mientras se llevaba a cabo el proceso de independencia, cuando se formó el primer Congreso Nacional en Santiago con el objetivo de representar políticamente a las provincias y también de limitar el poder del gobierno central.

Durante el funcionamiento del congreso en la historia, este ha tenido diferentes formas y atribuciones, es en el año 1822 que se establece el sistema bicameral (Cámara de Diputados y Senadores) el cual se ha mantenido hasta el día de hoy, salvo en los periodos de dictadura o gobiernos autoritarios dentro de la historia de Chile.

Figura 1: Edificio del Congreso Nacional



Fuente: sitio web de la biblioteca del congreso

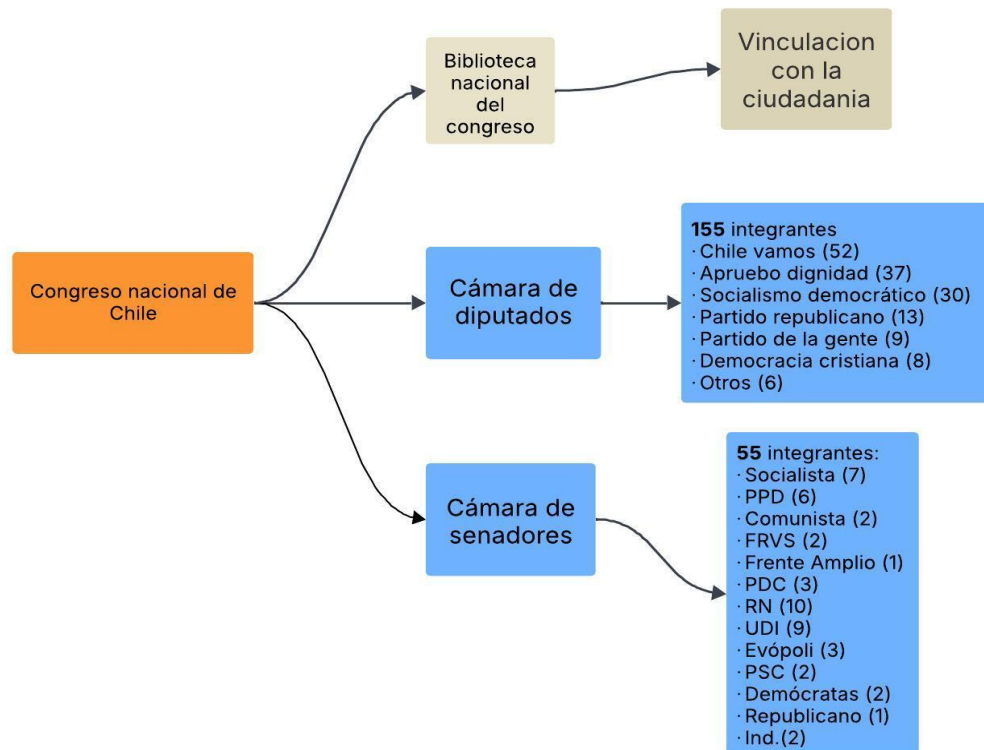
1.2 COMPOSICIÓN

El Congreso Nacional de Chile tiene como estructura principal las siguientes corporaciones:

- **Senado:** Esta es la cámara alta del Congreso Nacional, la cual está compuesta por 50 integrantes elegidos por votación directa, y este tiene la función esencial la formulación de leyes en conjunto con la cámara de diputados y también la tarea de ejercer atribuciones únicas como la de tener conocimiento sobre acusaciones constitucionales, resolver contiendas de carácter judicial y ratificar nombramientos claves.
- **Cámara de Diputados:** Esta corporación es la cámara baja del Congreso Nacional, la cual se constituye por 155 miembros que son elegidos directamente por votación en distritos electorales, y tiene la función principal de participar en la creación de leyes y de fiscalizar los actos que realiza el gobierno. Los diputados son los encargados de dar representación a los ciudadanos, participan en las comisiones legislativas y sesiones, en donde se discuten los proyectos de ley y tienen la facultad de iniciar acusaciones constitucionales contra autoridades.

- Biblioteca del Congreso Nacional: Esta entidad corresponde a un servicio parlamentario que apoya directamente al senado y a la Cámara de Diputados con productos y servicios de información, para vincular a la ciudadanía con el Congreso, dándole acceso a su patrimonio jurídico e histórico, y así también lograr promover la formación y conocimiento sobre temas relevantes para la sociedad.

Figura 1.1: Estructura del congreso



Fuente: Diseño propio, con información obtenida del sitio web de la Cámara de Diputados y Senadores

1.3 ¿QUÉ FUNCIÓN REALIZA EL CONGRESO NACIONAL?

Los principales roles del Congreso Nacional son legislativo, fiscalizador y representativo.

Dentro de la función legislativa, se encuentra la tarea de elaborar, discutir, modificar y aprobar las leyes de la República, también tiene que participar en las reformas que se quieran realizar en la constitución y se encargar también de revisar los proyectos que son enviados por el presidente de la república o alguno de sus representantes.

En el rol fiscalizador se pueden encontrar las actividades de supervisar los actos que realiza el gobierno como también la administración pública dentro de este ámbito la Cámara de Diputados puede generar comisiones investigadoras o realizar interpelaciones a ministros.

Sin duda una de sus funciones primordiales es la representativa ya que tanto Diputados y Senadores son elegidos por votación popular de los ciudadanos que pertenecen a su distrito o circunscripción, y estos deben contemplar los intereses de sus electores cuando tienen la misión de votar algún proyecto de ley en la sala de sesiones como se visualiza en la figura 1.2 ya sea tanto para su aprobación o rechazo.

Figura 1.2: sesión de parlamentarios



Fuente: sitio web de la Cámara de Diputados

1.4 CÁMARA DE DIPUTADAS Y DIPUTADOS

Es la cámara baja del Poder Legislativo chileno, en cooperación con el Senado conforman las dos cámaras que componen el Congreso Nacional. Sus atribuciones y estructura se encuentran normadas en el capítulo V de la Constitución Política de la República de Chile, entre sus tareas más destacadas se encuentran, participar en la elaboración y discusión de las leyes junto con el senado y el presidente de la república.

Esta corporación tiene la función específica de fiscalizar los actos que realiza el gobierno e iniciar las acusaciones constitucionales contra los ministros del estado o el presidente de la república. La ley de presupuestos y toda legislación que implique gastos o imposiciones tiene que ser discutida y aprobada por el congreso en primera instancia, para luego ser pasada al senado.

La cámara de diputados constituye un pilar esencial del poder legislativo, cumpliendo la misión de contrapeso al poder ejecutivo y al judicial, para así asegurar la separación de las funciones dentro del estado.

A través de sus actos legislativos y fiscalizadores, incentiva al respeto de los derechos fundamentales, la transparencia de la gestión pública, la equidad del territorio y también fortalece a la institucionalidad del país.

1.4.1 ESTRUCTURA DE LA CÁMARA DE DIPUTADOS

La mesa directiva que pertenece a la cámara de diputados se compone de un presidente, un primer vicepresidente y un segundo vicepresidente, quienes comenzaron su periodo el día, lunes 15 de abril del 2024, la cual se compone de los siguientes integrantes, mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 1 :Mesa directiva Cámara de Diputados

Cargo	Titular	Partido político
Presidente	 José Miguel Castro Bascuñán	Renovacion nacional
Primer vicepresidente	 Gaspar Rivas Sánchez	Independiente
Segundo vicepresidente	 Eric Aedo Jeldres	Partido democrata cristiano

Fuente: Elaboración propia, con información del sitio web de la Cámara de Diputados

1.5 DEPARTAMENTO DE MANTENCIÓN DE LA CÁMARA DE DIPUTADOS

Dentro de la corporación de la cámara de diputados logramos obtener contacto y acceso al Departamento de Mantenimiento de este edificio, el cual tiene a cargo todo lo relacionado al funcionamiento óptimo de los sistemas que permiten la realización de actividad parlamentarias y legislativas en este recinto.

Este departamento se encarga de supervisar y licitar toda tarea ligada a la restauración, reparación y conservación de los sistemas que se utilizan en este inmobiliario, ya sean servicios básicos, o de confort para las personas que día a día desempeñan sus funciones laborales en esta institución.

Normalmente la función de esta sección terceriza sus trabajos de mantenimiento bajo la publicación de una propuesta en la página del mercado público, en la cual se solicitan cumplir una serie de requisitos y también que sea viable económicamente para el departamento. En este caso se tienen a cargo las siguientes áreas del edificio en las que podemos identificar principalmente 4: climatización, servicios sanitarios, sistema de red de incendios y sistema eléctrico.

También como un sistema integrado dentro de estas grandes áreas principales, tenemos el sistema de ascensores, el cual tiene una demanda altísima durante las jornadas laborales del congreso, ya que este edificio cuenta con una infraestructura de 59 .165 m².

1.5.1 PRINCIPALES OBJETIVOS

- Ejecutar y planificar los planes de mantenimiento periódicos que se encargan principalmente de preservar tanto la infraestructura como los diversos sistemas que se encargan del funcionamiento del edificio.
- Coordinar y controlar la ejecución de las tareas de mantenimiento que se externalizan, para poder garantizar la calidad técnica y el cumplimiento de los plazos establecidos.
- Asegurar la continuidad operativa del recinto en su totalidad, incluyendo sistema eléctrico, climatización, sanitario y diverso equipamiento tecnológico.
- Optimizar los recursos públicos que se deben invertir en la conservación de esta organización, aplicando criterios de sostenibilidad, eficiencia energética y el control presupuestario

- Cumplir con las normativas vigentes relacionadas a seguridad y reglamentación técnica, esto se refiere a lo que está ligado a electricidad, agua potable, gas, prevención de incendios y de accesibilidad.

1.5.2 ESTRUCTURA DEL DEPARTAMENTO DE MANTENCIÓN

El Departamento de Mantenimiento de la cámara de diputados es una de las unidades técnicas esenciales dentro de esta organización, y tiene como función principal velar por la seguridad, operatividad, y eficiencia en el funcionamiento de las instalaciones, servicios básicos e infraestructura del edificio. Este departamento se subdivide en dos grandes áreas, las cuales vendrían siendo la sección de obras civiles y servicios de mantenimiento como tal.

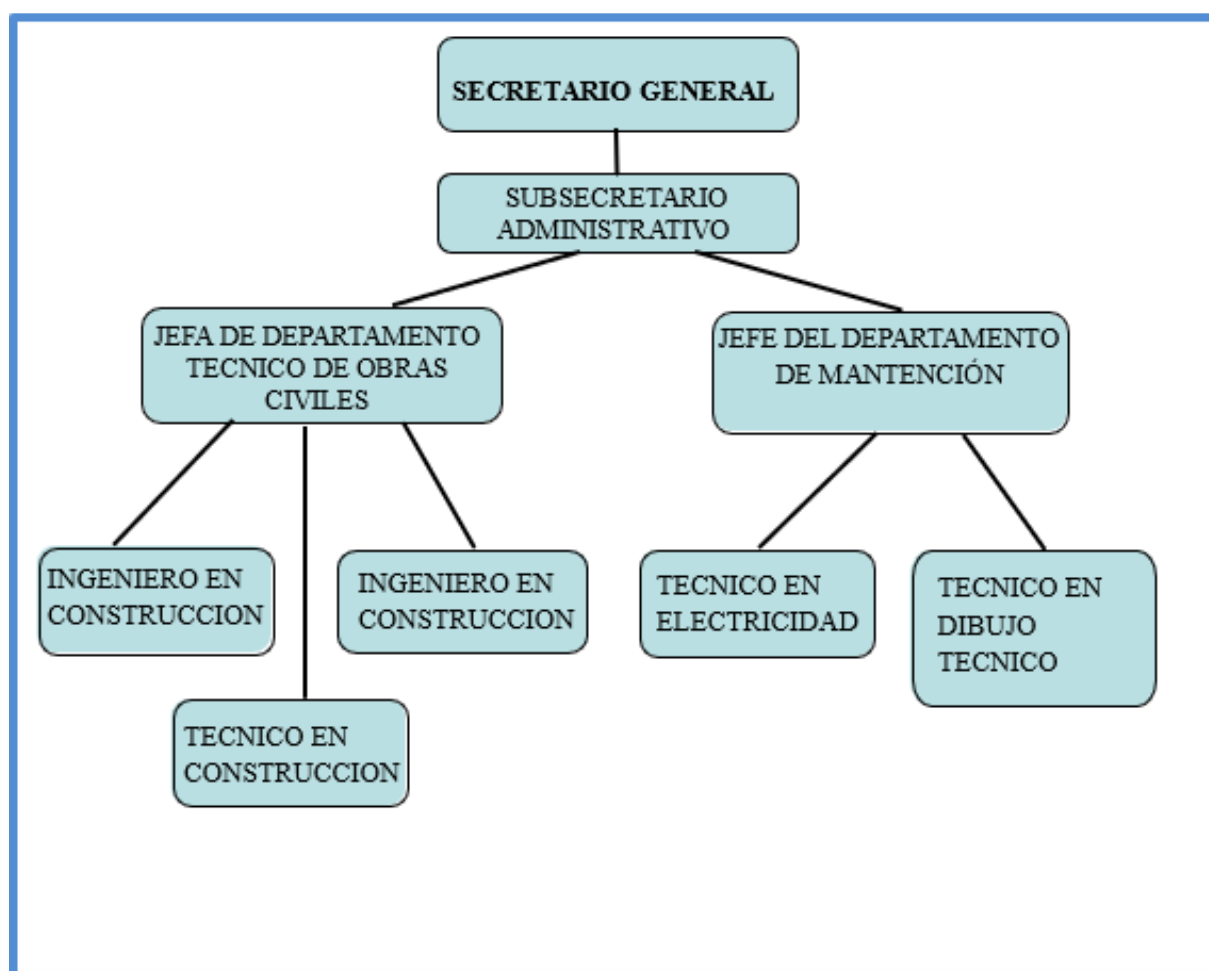
En este caso estaremos trabajando directamente con la unidad de mantenimiento y esta tiene como estructura organizacional, compuesta por un jefe de mantenimiento y dos técnicos especialistas, los cuales desarrollan funciones complementarias que están enfocadas directamente a garantizar el cumplimiento de los estándares técnico de los equipos y servicios que tiene el inmueble y también no menos importante asegurar el funcionamiento óptimo de este.

- **Jefatura de mantenimiento:** En este puesto tenemos a un ingeniero en electricidad el cual es responsable de la planificación, supervisión y coordinación de las actividades relacionadas al mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones y servicios.
- **Técnico en electricidad:** Este funcionario se dedica a dar apoyo directo en la supervisión y recepción de los trabajos de mantenimiento realizados por terceros, y tiene como fortaleza el conocimiento de sistemas eléctricos y las certificaciones correspondientes a esta área.
- **Técnico en dibujo técnico:** Este colaborador desempeña un rol de asistencia especializado en la actualización, elaboración y gestión de planos técnicos y documentación gráfica asociada a los trabajos que se realizan en los equipos y servicios que permiten el desarrollo de actividades laborales en el edificio.

Esta composición del departamento se basa principalmente en una organización jerárquica pero altamente unificada, para lograr el funcionamiento óptimo y darle cumplimiento a los objetivos propuestos y necesarios para la conservación correcta y el funcionamiento esperado de los equipos.

En este caso el jefe de mantención actúa como el supervisor directo y canal de comunicación principal con el departamento de adquisiciones y jefaturas pertenecientes al escalafón superior del área. Por otra parte, los técnicos especialistas se encargan de reportar directamente la retroalimentación obtenida luego de que se realizarán los trabajos en los sistemas o servicios y también de recepción y recibir las documentaciones sobre garantía u observaciones realizadas por las empresas externas.

Figura 1.3: Esquema de jerarquización



Fuente: Elaboración propia, con información entregada por Departamento de Mantención

1.6 PROBLEMÁTICA

El sistema de ascensores del edificio de la Cámara de Diputadas y Diputados del Congreso Nacional constituye un activo crítico para la continuidad operativa del recinto. Sin embargo, previo a su modernización, este sistema presentaba altos niveles de fallas, obsolescencia tecnológica y dificultades en la obtención de repuestos, lo que impactaba directamente en su disponibilidad y confiabilidad.

A pesar de esta situación, las decisiones de modernización y mantenimiento no se encontraban respaldadas por un análisis técnico basado en indicadores de desempeño, sino principalmente en la experiencia del personal y criterios cualitativos. Esto evidencia una brecha en la gestión de mantenimiento, asociada a la falta de sistematización y análisis de la información técnica disponible.

En este contexto, surge la necesidad de incorporar herramientas cuantitativas que permitan evaluar objetivamente el desempeño del sistema y sustentar decisiones de inversión.

Pregunta de investigación

¿Cómo utilizar indicadores de mantenimiento para evaluar el desempeño del sistema de ascensores y respaldar decisiones de modernización y optimización de recursos en el Congreso Nacional?

1.6.1. FUNDAMENTOS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMÁTICA

Esta información obtenida del Departamento de Mantenimiento nos permite evidenciar claramente una falla en la gestión técnica de la información que se encuentra presente, y esta repercute directamente en la efectividad y facilidad para respaldar las propuestas y tomas de decisiones del departamento en conjunto con las jefaturas relacionadas.

La implementación de incorporar un análisis en este departamento permitiría:

- Evaluar y conocer la vida útil de los componentes
- Crear un plan de mantenimiento predictivo basado en indicadores reales
- Identificar patrones de falla y causas posibles.
- Justificar y respaldar las necesidades de actualizaciones o reestructuraciones en los sistemas monitoreados por el departamento

Por lo tanto, la falta del proceso de análisis de la información presente en el departamento se traduce a una barrera para la modernización tecnológica una limitación operativa muchas veces y una lenta mejora continua del departamento.

Desde el punto de vista técnico, el uso de indicadores como MTTR, MTBF y disponibilidad permite cuantificar el comportamiento de los activos, facilitando la identificación de fallas, la optimización de recursos y la mejora de la confiabilidad. Desde el punto de vista operacional, una mayor disponibilidad del sistema de ascensores impacta directamente en la continuidad del servicio, la seguridad de los usuarios y la eficiencia del edificio.

CAPÍTULO 2: CÁLCULO DE INDICADORES DE MANTENIMIENTO

2.1 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

2.1.1 TIPO DE ESTUDIO

La presente investigación corresponde a un estudio aplicado, ya que busca evaluar el impacto de la modernización del sistema de ascensores del edificio del Congreso Nacional mediante el empleo de indicadores de mantenimiento. El estudio posee un enfoque cuantitativo, debido a que utiliza datos históricos y parámetros operacionales para la determinación de indicadores que permiten evaluar objetivamente el desempeño del sistema.

2.1.2 ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

El alcance de la investigación es descriptivo y comparativo. Es descriptivo porque caracteriza las condiciones operacionales y de mantenimiento de los sistemas analizados, y comparativo porque permite establecer diferencias entre el sistema antiguo y el sistema modernizado a partir de indicadores de desempeño.

2.1.3 VARIABLES ANALIZADAS

Tabla 2: variables analizadas

Variable	Tipo	Indicador
Tiempo de reparación	Cuantitativa	MTTR
Disponibilidad operacional	Cuantitativa	Disponibilidad (%)
Frecuencia de fallas	Cuantitativa	Número de fallas
Horas fuera de servicio	Cuantitativa	TPFS
Confiabilidad	Cuantitativa	MTBF

Fuente: Elaboración propia

2.2 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN MEDIANTE CÁLCULO DE INDICADORES

En este capítulo se presenta una descripción técnica detallada de los dos sistemas de ascensores que han operado en el edificio del congreso nacional de Chile.

El objetivo es establecer una comparación cuantitativa mediante el cálculo de indicadores de mantenimiento, permitiendo evaluar su eficiencia, desempeño y condiciones de operación.

Para ello, se analizan sus principales componentes, las tecnologías incorporadas, la capacidad de carga, los requerimientos de mantenimiento y los regímenes de operación. Este análisis se fundamenta en la recopilación de información técnica proporcionada por los fabricantes, complementada con registros históricos y antecedentes del departamento de mantenimiento a lo largo del ciclo de vida de los equipos.

Los resultados obtenidos constituyen la base para identificar diferencias relevantes entre ambos sistemas y determinar cuál presenta un mejor desempeño en términos de disponibilidad, confiabilidad y capacidad de adaptación a las exigencias operativas del edificio.

2.2.1 DESCRIPCIÓN SISTEMA ANTIGUO

Este sistema de ascensores pertenece a la empresa Schindler, los cuales se encontraban equipados con la tecnología conocida como Miconic V, lo cual corresponde a una generación en la cual se optimiza el flujo de tráfico vertical mediante el uso de algoritmos de llamadas y distribución eficiente de las cabinas.

En este caso se incluyen el uso de la supervisión de parámetros críticos, el empleo de microprocesadores para temas de control y funciones avanzadas de nivelación, los cuales generan un mejoramiento en la precisión y confort de desplazamiento.

Este modelo utiliza generalmente configuraciones de tracción eléctrica con variadores de frecuencia, lo que permite un funcionamiento suave en términos de aceleración y frenado y poco desgaste mecánico.

En cuanto al sistema de tracción se encontraba instalado un modelo conocido como W250ES que estaba diseñado para el uso en ascensores eléctricos con máquinas sin engranajes, el cual se encontraba diseñado para un desempeño eficiente y de alta durabilidad. Para su época era un diseño compacto que constaba de un motor síncrono de imanes permanentes, capaz de entregar un alto valor de torque alto con un consumo energético pequeño.

Este motor opera en conjunto con variadores de frecuencia que aseguran un control preciso en la velocidad, minimiza las vibraciones generadas, y entrega un funcionamiento silencioso, lo cual se traduce favorablemente al contacto con el usuario,

Figura 2: Logotipo de la empresa



Schindler

Fuente 1: Página web empresa

Este modelo del equipo pertenece al año 1985 y se instaló aproximadamente en el año 1988 y comenzó a funcionar en el año 1990, por lo cual conseguir repuestos críticos que se trataban de mantener en stock se hacía cada vez más difícil. Este activo estuvo presentando aproximadamente 5 fallas al mes, en las cuales se encontraban normalmente elementos de desgaste por uso como lo son los sistemas de roller, switch o contactores que se encontraban con su vida útil completada algunas veces, para lograr contrarrestar esto, es que se comenzó a poner especial cuidados con la limpieza en los componentes, para lograr prolongar la duración en el funcionamiento del equipo.

2.2.1.1 DATOS TÉCNICOS SISTEMA ANTIGUO

A continuación, se presentará una tabla con los principales datos técnicos del sistema de ascensor presentado, con el objetivo de poder establecer una base descriptiva sólida que nos permita conocer su configuración operativa y sus características de diseño. Esto influye directamente sobre el análisis comparativo y cálculo de indicadores que se busca realizar.

Tabla 2.1: Datos técnicos ascensores Schindler

Ítem	ASCENSOR N° 5 y N° 6	ASCENSOR N° 4
Marca	Schindler	Schindler
Modelo	W250ES	W200ES
Series	1463795/0010	1440855/0010
Alimentación	Eléctrica	Eléctrica
Tipo de suspensión	02:01	01:01
Cantidad de paradas	15 paradas,	15 paradas,
	-1° al 14°	-1° al 14°
Capacidad de transporte	1350 kg	1125 kg
	18 personas	15 personas
Sistema tracción adherencia	5 cables TRD	8 cables TRD
Construcción	serie 8 x 19	serie 8 x 19
Diámetro cables tracción	1/2"	5/8"
Cable Limitador de velocidad	1 cable TRD	1 cable TRD
	serie 6 x 19	serie 6 x 19
Diámetro cable limitador	3/8"	3/8"
Diámetro polea tracción	800 mm	720 mm
Velocidad de transporte	2,5 m/s	2,5 m/s
Velocidad actuac. Limitador	3,0 m/s	3,0 m/s

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida del Departamento de Mantenimiento

Figura 2.1: Control de ascensores



Fuente: Imagen propia

Figura 2.2: Puerta de ascensores



Fuente: Imagen propia

Figura 2.3: Motor de tracción



Fuente: Imagen propia

Figura 2.4: Gabinete de control



Fuente: Imagen propia

2.2.2 DESCRIPCIÓN SISTEMA NUEVO

El sistema recientemente instalado en el edificio pertenece a una marca finlandesa, especialista en el traslado vertical, se adquirió un pack de sistemas, los cuales deben adaptarse a la infraestructura del establecimiento, es por esto por lo que el adecuado y seleccionado fue un producto de la marca KONE en el cual su modelo se denomina Ecodisc+ minispace upgrade.

Figura 2.5: Logotipo de la empresa



Fuente: Página web empresa

Este sistema de ascensores corresponde a una solución de modernización integral que tiene por objetivo optimizar la eficiencia energética, el desempeño y la confiabilidad operativa en lo que a sistemas de transporte vertical se refiere. Esta tecnología incorpora un motor sin engranajes conocido como Ecodisc+, el cual es reconocido por su alto rendimiento y bajo consumo en temas de electricidad, esto en conjunto de un control avanzado el cual nos ayuda significativamente en la precisión de nivelación y la suavidad del desplazamiento.

El sistema conocido como minispace upgrade permite reutilizar la caja de ascensor ya existente, integrando una maquinaria compacta ubicada en la sala técnica, lo cual se traduce a una disminución en la intervención de la estructura y también reduce los tiempos de instalación. Esta reestructuración incluye mejoras en componentes críticos como lo son el sistema de puertas, sistemas de seguridad y cables de tracción, lo cual nos beneficia directamente a elevar los estándares de confort para el usuario. Disponibilidad y continuidad operacional.

Este conjunto que se acaba de integrar e iniciar su funcionamiento dentro del edificio nos entrega una larga vida útil, reduce costos de mantenimiento y asegura cumplir con las certificaciones y normativas vigentes, lo cual lo hace una alternativa sustentable y eficiente, para la renovación del activo ya existente.

2.2.2.1 DATOS TÉCNICOS SISTEMA NUEVO

La presentación de la siguiente tabla con datos técnicos resulta fundamental para comprender la construcción y capacidad del sistema que estamos analizando. Esto nos permite establecer un marco de referencia claro, identificar las limitaciones que posee y poder facilitar comparaciones posteriores. En la siguiente tabla que se presentará, se exponen de manera ordenada las características más relevantes del sistema, proporcionando un respaldo técnico para el desarrollo del trabajo.

Tabla 2.2: Datos técnicos de ascensor KONE

Item	Característica	Valor
Cabina	Dimensiones	1750 x 1500 / 1750 x 1200
	Tipo de puerta	entrada individual
	Capacidad asc. 5 y 6	16 personas max 1250 kg
	Capacidad asc. 4	12 personas max 900 kg
	Velocidad	2.5 m/s
Motor de traccion	Relacion de configuracion	1:1 / 2:1 / 4:1
	Velocidad maxima nominal	5.0 / 4.0 / 2.0 (m/s)
	Carga maxima nominal	1200 / 2275 / 4500 (Kg)
	Potencia de salida nominal maxima	41.5 kw
	Eficiencia del motor	0.95
	Torque maximo nominal	2050 Nm
	Par de aceleracion maximo	4600 Nm
Cable de traccion	Construccion	8 x 19 con alma reforzada
	Grado de tension	1570 N/mm ²
	Tipo	brillante o galvanizado
	Normativa	DIN 12385, ISO 4344
Gabinete control	Dimensiones	1835 x 600 x 340
	Recorrido max.	150 M
	Capacidad	8 ascensores maximo

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida del Departamento de Mantenimiento

Figura 2.6: Control de ascensores



Fuente: Imagen propia

Figura 2.7: Puerta de ascensores



Fuente: Imagen propia

Figura 2.8: Motor de tracción



Fuente: Imagen propia

Figura 2.9: Gabinete de control



Fuente: Imagen propia

2.3 INFLUENCIA DE CARACTERISTICAS TECNOLOGICAS EN EL DESEMPEÑO OPERACIONAL

El nuevo sistema de ascensores incorpora tecnologías que contribuyen significativamente a mejorar su desempeño operacional y su confiabilidad. Entre ellas, destacan la incorporación de motores gearless o sin engranajes, los cuales presentan una menor tasa de desgaste mecánico debido a la ausencia de elementos de transmisión, además de una mayor eficiencia energética, lo que se traduce en una reducción del consumo eléctrico y de los costos de operación.

Por otra parte, la incorporación de variadores digitales permite un control más preciso del movimiento, proporcionando una aceleración y desaceleración más suave, lo que reduce considerablemente las vibraciones y mejora la calidad del servicio.

Asimismo, los sistemas electrónicos modernos ofrecen una mayor precisión en la gestión y supervisión de las funciones del ascensor, disminuyendo la probabilidad de fallas y aumentando la confiabilidad del sistema.

Adicionalmente, la disponibilidad de repuestos y componentes de fabricación vigente facilita las labores de mantenimiento y aporta a reducir los tiempos de reparación ante eventuales averías, favoreciendo una mayor disponibilidad operacional. Finalmente, la implementación de programas de mantenimiento preventivo permite anticipar posibles fallas y disminuir la dependencia de intervenciones correctivas, contribuyendo a prolongar la vida útil de los equipos y también asegurar la continuidad del servicio.

2.3 INDICADORES

Los indicadores son una herramienta clave para lograr orientar futuras mejoras en la ejecución, planificación y control sobre las labores que se encuentran relacionadas a mantener la operatividad del servicio, ya sea como mantenimientos correctivos ante fallas o ya sea para un mantenimiento periódico que nos permita conservar las cualidades y vida útil del equipo.

Según Parra y Crespo (2015)

- “El papel de los indicadores clave de rendimiento debería ser la visión y predicción de futuro, en lugar del registro pasado;
- Los indicadores deben utilizarse para proporcionar información, fomentar el entendimiento y la motivación, más que como una herramienta para el control de la gestión de arriba hacia abajo;

- Orientar esfuerzos hacia un pensamiento sistemático, hacia el cambio estructural fundamental y el aprendizaje organizacional, en lugar de hacia la fijación de objetivos sin sentido, la continua lucha contra los incendios o la rigurosa asignación de culpa;
- Asegurar que los indicadores clave de rendimiento son un marco para que todos entiendan y se alinean con los objetivos de máximo nivel de la organización, y que puedan participar activamente y con entusiasmo en la mejora continua.” (pág.26)

2.3.1 DESCRIPCIÓN DE INDICADORES

Dentro de los indicadores de mantenimiento que nos permitirían facilitar las comparaciones de los sistemas de ascensores nos enfocaremos principalmente en:

- **Disponibilidad:** Este indicador se refiere al porcentaje de tiempo en el que un activo esté operativo en sus funciones en relación con el tiempo total.
- **TPFS:** Este valor indica un promedio de las horas en las cuales el equipo se encuentra fuera de servicio por fallas o detenciones inesperadas.
- **MTBF:** Este indicador presenta el tiempo medio entre las fallas inesperadas que presenta el equipo, para el cálculo se divide el tiempo total de operación del equipo sobre la cantidad de fallas que el equipo experimenta durante un tiempo determinado.
- **MTTR:** Este es el tiempo promedio que se tardan en la reparación del equipo, esto depende netamente de la gravedad de esta. Este indicador se calcula dividiendo el tiempo total de reparación de todas las averías sobre el número total de fallas durante un tiempo determinado.

2.4 TIEMPO MEDIO DE REPARACIÓN (MTTR)

El tiempo medio de reparación o también conocido por su sigla en inglés como el MTTR es un indicador primordial dentro del área de mantenimiento, ya que nos ayuda a cuantificar la eficiencia operativa que se relaciona a la restauración del funcionamiento en un sistema después de que le ocurra una falla o interrupción.

Este parámetro nos entrega el tiempo promedio que se tarda en diagnosticar, intervenir y volver un equipo a sus condiciones normales de operación, y es en este calculo que se involucran todas las actividades que se realizan, ya sea como la detección del fallo, la movilización del personal técnico, el reemplazo de los componentes afectados, los ajustes que se deben realizar y las pruebas finales para garantizar la puesta en servicio posterior.

En el área de mantenimiento este valor se traduce generalmente a un elemento clave para determinar la disponibilidad operacional de un activo o sistema y poder compararlo con estándares de rendimiento y así evaluar la respuesta de las reparaciones realizadas por el departamento de mantenimiento asociado.

El uso correcto de este valor nos permite establecer estrategias específicas a reducir los tiempos de inactividad y optimizar la planificación de los recursos y a la vez mejorar la confiabilidad del sistema.

La fórmula que nos permite calcular este indicador es la siguiente:

- Se necesitan conocer los tiempos de reparación (t_i)
- Se necesitan conocer el número de fallas (n)

$$MTTR = \frac{\sum t_i}{n}$$

2.4.1 DATOS OBTENIDOS

En este punto del capítulo se expondrán los datos e información sobre las tareas de mantención y las reparaciones que se han realizado para el sistema de ascensores antiguo, permitiendo visualizar de forma comparativa los dos sistemas en los cuales se enfoca este trabajo.

Según la información que maneja el Departamento de Mantención, la mayoría de las fallas que se presentaban en el sistema antiguo de ascensores ocurrían al menos 5 mensualmente y se resolvían durante el día, gracias a que se trabajaba con una bodega en la cual se mantenían insumos críticos, no obstante, se presentó una falla inesperada correspondiente al freno electromagnético de un operador de puerta, el cual mantuvo en detención por al menos 3 días uno de los ascensores.

En síntesis, conociendo las fallas recurrentes y la duración de los tiempos de intervención en el equipo, se nos permite establecer un marco de referencia clave para la comparativa de estos sistemas de ascensores.

Con esta base, se procede a presentar los datos recopilados a partir de historiales de mantenimiento, los cuales nos facilitará la realización del cálculo del tiempo medio de reparación (MTTR) y con esto cuantificar la eficiencia del proceso de restablecimiento del servicio.

2.4.2 DATOS DE FALLAS

A continuación, se presenta una tabla con un historial de fallas del año 2021 (sistema antiguo de ascensores)

Tabla 2.3: Historial de fallas ascensores Schindler

Fecha	Falla	Duracion (hrs)
9/3/2021	Cambio de roller y limpieza de	5
11/3/2021	Problema en pulsador	2
15/3/2021	Cambio de rodillo de puerta	2
23/3/2021	Ajuste de sensor de puerta	1
29/3/2021	Calibración del variador y encoder	4
2/4/2021	Falla en freno electromagnetico	36
6/4/2021	Cambio de tarjeta de control	3
7/4/2021	Cambio relé	2
15/4/2021	Ajuste de freno	1.5
20/4/2021	Falla tarjeta de control	4
1/6/2021	Falla en operador de puertas	6
8/6/2021	Activacion sistema de seguridad	7
9/6/2021	Contactores en mal estado	3
13/7/2021	Falla en sensor de nivelacion	2
4/8/2021	Limpieza en guias de cabina	5
9/8/2021	Ajuste sensor de puerta	2
24/8/2021	Falla en switch	3
7/9/2021	Falla tarjeta de control	4
27/9/2021	Falla relé	2
12/10/2021	Ajuste de freno	2
		96.5

Fuente: Elaboración propia, con información del Departamento de Mantención

2.4.3 APLICACIÓN DEL CÁLCULO

Dado esta información que provee el Departamento de Mantención se procede a hacer cálculo del MTTR del equipo antiguo, lo cual nos permitirá tomar referencias a las ganancias que se obtuvieron al realizar la reestructuración del equipo en su totalidad.

$$MTTR = \frac{96.5}{20} = 4.83$$

2.5 TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS (MTBF)

El tiempo medio entre fallas, conocido por sus siglas en inglés como MTBF (mean time between Failures), es un indicador utilizado en ingeniería de mantenimiento para evaluar la confiabilidad de un equipo o sistema. Este parámetro representa el tiempo promedio de funcionamiento entre la ocurrencia de dos fallas consecutivas.

Un valor elevado de MTBF indica una mayor confiabilidad del activo, ya que implica que las fallas se presentan con menor frecuencia. Este indicador es ampliamente utilizado para evaluar el desempeño de equipos críticos y apoyar la toma de decisiones relacionadas con la planificación del mantenimiento y la renovación tecnológica.

La fórmula utilizada para su cálculo es:

$$MTBF = \frac{\textit{Tiempo total de operacion}}{\textit{Número de fallas}}$$

Donde:

- Tiempo total de operación: horas efectivas de funcionamiento del sistema o equipo
- Número de fallas: cantidad de eventos correctivos registrados durante el periodo analizado

2.5.1 APLICACIÓN DEL CÁLCULO

Según los registros históricos proporcionados por el Departamento de Mantenición, durante el año 2021 se registraron 20 eventos de falla en el sistema antiguo de ascensores Schindler Miconic V.

El horario de funcionamiento del edificio corresponde aproximadamente a una jornada de 12 hrs diarias, por lo que el tiempo total de operación anual puede estimarse mediante:

- Tiempo total de operación

$$12 \frac{hrs}{dia} \times 365 \text{ dias} = 4380 \text{ hrs}$$

- Numero de fallas

$$n = 20$$

Finalmente, el cálculo del tiempo medio entre fallas sería:

$$MTBF = \frac{4380 \text{ Hrs}}{20} = 219 \text{ Hrs}$$

El valor obtenido se interpreta como que en promedio el equipo cada 219 hrs presentaba una falla. Este resultado evidencia un nivel de confiabilidad limitado y esto se ve asociado principalmente al desgaste por antigüedad y a la obsolescencia tecnológica de los componentes.

La frecuencia de las fallas observadas obliga a realizar intervenciones de índole correctiva de manera seguida, afectando directamente a la disponibilidad operacional y aumentando a su vez los costos asociados al mantenimiento.

2.6 DISPONIBILIDAD

En este caso particular como lo es el sistema de ascensores nuevo del edificio, aun no se realizan labores de mantenimiento como tal ya que la obra no se encuentra recepcionada, por lo tanto, el indicador que nos entrega la información más contundente para poder comparar los dos sistemas expuestos es el cálculo de la disponibilidad que nos proporciona, es por esto por lo que comenzaremos definiendo que es y sus principales características.

Este indicador es la capacidad de un equipo o sistema de encontrarse operativo cada vez que se requiera, tiene la desventaja de verse afectado por varios factores incluyéndose la confiabilidad que posee el activo, la efectividad de las tareas de mantenimiento que se le realizan y como también la rapidez con la cual se detectan y corrigen las fallas.

La disponibilidad repercute directamente sobre la rentabilidad y productividad de una organización. Con estos datos es posible imaginar la consecuencia que se obtendría si en algún caso inesperado, se produce una interrupción en el funcionamiento del sistema de ascensores de este recinto, ocasionando una ralentización dentro de los procesos que se llevan a cabo día a día dentro de las funciones que realiza el congreso nacional.

2.6.1. TIPOS DE DISPONIBILIDAD

En el contexto del mantenimiento la disponibilidad se puede clasificar de diferentes maneras, tomando como referencia el tiempo que la maquina u equipo está en uso o no. Los tipos más comunes que se pueden encontrar son:

- **Disponibilidad física:** Es el cálculo que considera el tiempo en que el sistema o equipo puede funcionar sin que sufra una falla o interrupción de funcionamiento. Para este caso no se toman en cuenta los tiempos de parada por reparación, inactividad e inspección. En pocas palabras es la capacidad de un activo de funcionar sin detenerse por algún imprevisto.
- **Disponibilidad inherente intrínseca:** Esta es la disponibilidad que considera el tiempo de inactividad producto de mantenimiento correctivo que experimenta el equipo. Este valor entrega directamente la medición eficiente sobre un grupo que realice el mantenimiento, como conclusión se determina que la disponibilidad que se mide en este caso es cuando el equipo no se encuentra fuera de servicio.
- **Disponibilidad operativa:** Este indicador es el que toma en cuenta tanto el tiempo de parado planificado, como el tiempo de parada inesperado, entiéndase como fallas, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, etc. Es el cálculo que refleja de que el equipo se encuentre en funcionamiento o que pueda estar apto para realizar sus funciones durante el tiempo en el cual se desarrolla la producción, es el más utilizado en el área de mantenimiento.

2.6.2 COMO SE CALCULA

En esta ocasión nos centraremos en conocer cómo se calcula específicamente la disponibilidad operativa, ya que con esto lograremos conocer la cantidad de tiempo que el equipo ha estado inactivo uno de los sistemas de ascensores por reparaciones y así poder comparar cual entrega los mejores beneficios.

$$\text{Disponibilidad} = \left(\frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{tiempo operativo} + \text{tiempo fuera de servicio}} \right) \times 100$$

Tiempo operativo: Se refiere a la cantidad de tiempo en la cual el sistema de ascensores realiza sus funciones.

Tiempo fuera de servicio: Es la cantidad de tiempo en la cual se realizan mantenimiento ya sea de índole correctivo o preventivo (detención de funciones).

Para efectos de análisis de este indicador, a nivel mundial este debería ser sobre el 90%.

2.6.3 APLICACIÓN DEL CÁLCULO

Para aplicar este cálculo, debemos conocer el horario de trabajo y la cantidad de horas de reparación mantenimientos que se le realizan periódicamente a los sistemas de ascensores que deseamos comparar, en este caso para ambos sistemas el horario de trabajo en donde es más fuerte su carga comprende una jornada desde las 8 de la mañana hasta las 20 hrs.

En estos sistemas de ascensores se realizan revisiones mensuales en donde cada uno de los 6 equipos se detiene por toda una jornada de trabajo para realizar chequeos preventivos, a lo cual también se suma una revisión tanto auditiva como visual diaria de todos estos activos.

Con esta información realizaremos un cálculo de indicador de disponibilidad operativa por equipo, con lo cual conoceremos su eficiencia mensual.

2.6.3.1 DISPONIBILIDAD SISTEMA ANTIGUO

Esta disponibilidad se calculará, utilizando los datos de fallas en el mes en cual más se mantuvo fuera de servicio el sistema antiguo, que se podría lograr evidenciar evidentemente que fue el mes de abril del año 2021.

Tabla 2.4: Historial de fallas del mes abril 2021

2/4/2021	Falla en freno electromagnetico	36
6/4/2021	Cambio de tarjeta de control	3
7/4/2021	Cambio relé	2
15/4/2021	Ajuste de freno	1.5
20/4/2021	Falla tarjeta de control	4
		46.5

Fuente: Elaboración propia

$$Disponibnilidad = \frac{260}{260 + 46.5} \times 100 = 84 \%$$

Según este cálculo rápido del mes de abril del año 2021 para el sistema antiguo de ascensores, la disponibilidad de uno de los ascensores principales fue de un 84% lo cual según estándares normales es bajo, de igual manera no se produjo una falla catastrófica, si no que uno de los repuestos necesarios tardo aproximadamente 3 días en estar disponible para su instalación.

Esto conlleva a que se mantuvo fuera de servicio una de las cabinas de ascensor, pero se les dio mayor carga a las que se encontraban disponibles, para cumplir con el funcionamiento de las tareas de desplazamiento dentro de la jornada laboral.

2.6.3.2 DISPONIBILIDAD SISTEMA NUEVO

Esta disponibilidad se calculará en base a la cantidad de horas trabajadas y el tiempo de revisiones preventivas, que se le da a cada una de las cabinas ascensor, cabe resaltar que esta obra aún no se acepta por el Departamento de Mantenimiento y no se han realizado mantenimiento como tal, sino que se trata de revisiones preventivas.

Tabla 2.5: Horas de funcionamiento

Horario	Cantidad de horas diarias	Cantidad de horas mensuales
8 am a 20 pm	12 hrs	260 hrs

Fuente: Elaboración propia

$$Disponibilidad = \frac{260}{260 + 12} \times 100 = 95 \%$$

El principal resultado que se espera obtener a partir del cálculo del indicador tiempo promedio de reparación (MTTR) para el sistema antiguo de ascensores y también el cálculo de disponibilidad para el sistema de ascensores recientemente instalado, nos permitirán comparar objetivamente el desempeño operativo que nos entregan ambas infraestructuras. Mientras el MTTR evidencia la frecuencia y duración efectiva de las reparaciones correctivas que se debían realizar al sistema antiguo, la disponibilidad entregada por el sistema nuevo refleja una mayor confiabilidad y capacidad de mantener el servicio operativo de forma continua.

En conjunto, estos indicadores proporcionan una base cuantitativa robusta para la evaluación tecnológica comparativa entre ambos sistemas, y constituyen un insumo clave para la toma de decisiones en la planificación y optimización del servicio de transporte vertical en el edificio del congreso nacional de Chile.

El análisis de resultados evidencia que un MTTR con un valor de 4,83 horas presentado en el sistema antiguo, indica baja eficiencia en la recuperación del servicio tras una falla, afectando directamente la disponibilidad operativa. En contraste, la ausencia de fallas en el

sistema actualmente incorporado refleja una mejora sustancial en la confiabilidad, así como una transición efectiva hacia estrategias de mantenimiento preventivo.

2.7 INDICADOR COMBINADO (IDO)

Con el objetivo de complementar el análisis tradicional basado en indicadores individuales, se propone un indicador combinado el cual se denomina índice de desempeño operacional (IDO).

Este indicador integra la disponibilidad operacional y el tiempo medio de reparación (MTTR), permitiendo evaluar de forma conjunta la capacidad del sistema para mantenerse en operación y la eficiencia en la recuperación ante la presentación de una falla.

La formulación del indicador sería la siguiente:

$$IDO = \frac{\text{disponibilidad (\%)}}{MTTR}$$

Este indicador permite establecer una comparación directa entre sistemas, facilitando la identificación de mejoras tecnológicas y operativas. Un valor elevado del IDO relaciona a un sistema con alta disponibilidad y bajos tiempos de reparación, lo que se traduce en un mejor desempeño global.

La aplicación de este indicador en sistemas de transporte vertical resulta particularmente útil, debido a la criticidad de la continuidad operativa y la necesidad de minimizar interrupciones en el servicio.

Aplicando este indicador rápidamente utilizando los datos del sistema antiguo se obtiene lo siguiente:

Sistema antiguo

- Disponibilidad = 84%
- MTTR = 4.83

$$IDO = \frac{84 \%}{4.83} = 17.39$$

Sistema nuevo

- Disponibilidad = 95%
- MTTR ≈ 0 (sin fallas)

$$IDO = \frac{95\%}{0} = \text{valor alto}$$

En conclusión, se obtiene un IDO alto para el sistema nuevo indicando un mejor desempeño funcionando dentro de las condiciones de trabajo a las cuales estará sometido.

CAPÍTULO 3: EVALUACIÓN DE INDICADORES

3.1 INTRODUCCIÓN AL CAPÍTULO

En este capítulo se presenta una evaluación comparativa, entre los principales protagonistas de este trabajo, que vendría siendo el sistema antiguo de ascensores de la marca Schindler, con el sistema completo recientemente instalado en el edificio, perteneciente a la marca Kone. Todo esto se realiza con la base de los indicadores de mantenimiento previamente calculados en el capítulo anterior.

El principal resultado es evidenciar, de manera concreta y cuantificable, el impacto tanto técnico como operacional de la modernización que se llevó a cabo, con el fin específico de respaldar la decisión tomada por el Departamento de Mantención, ya sea en términos de continuidad operativa, desempeño del sistema de transporte vertical del edificio y también no menos importante la confiabilidad que aporta en el desarrollo de sus funciones.

La modernización de sistemas críticos en infraestructuras de alta demanda requiere no tan solo de una correcta implementación técnica, sino también de un respaldo objetivo y normalizado que permita evaluar su impacto real en la operación, la continuidad del servicio y el mantenimiento que se le debe realizar. Es bajo este contexto, que el siguiente capítulo tiene como finalidad analizar y consolidar los resultados obtenidos, a partir del cálculo de los indicadores.

Estos indicadores conforman herramientas fundamentales que se utilizan dentro de la gestión del mantenimiento, ya que facilitan la interpretación y visualización del desempeño que llevan a cabo los activos, nos permiten identificar debilidades estructurales y operativas y también por otra parte aportan información relevante para el apoyo en términos de decisiones estratégicas de inversión y avances tecnológicos.

Cabe destacar que los sistemas que se encuentran presentes en esta investigación presentan diferencias significativas con respecto a su nivel de antigüedad y ciclo de vida, lo que nos guíe directamente a establecer un enfoque evaluativo que considere el historial de fallas presente del sistema antiguo como también el comportamiento inicial del sistema nuevo instalado. En este ámbito, el análisis no se restringe a una comparación directa de valores numéricos calculados, sino que también suma una interpretación técnica del tipo de detenciones y el impacto que se obtuvo sobre la disponibilidad del servicio de transporte.

Finalmente, los resultados expuestos en este capítulo no solo respaldan la modernización del sistema, sino que también crea bases para futuras evaluaciones de desempeño y seguridad, que nos benefician para mejoras continuas en áreas del mantenimiento, que se encuentren alineadas con las exigencias operativas y normativas que se exigen en instituciones públicas de carácter institucional.

3.2 METODOLOGÍA DE COMPARACIÓN APLICADA

Las herramientas comparativas utilizadas en este trabajo se fundamentan en el análisis técnico de indicadores de mantenimiento, los que nos permiten medir de forma objetiva el desempeño operacional de un equipo, en este caso del sistema de ascensores analizados.

Esta selección de indicadores calculados se realiza porque constituyen elementos estandarizados dentro de la gestión de activos, facilitando la comparación entre dispositivos que se encuentran a distintos niveles de antigüedad, tecnología y condiciones de operación, todo esto sin depender única y exclusivamente de valoraciones subjetivas o de experiencias personales.

Para el desarrollo de este análisis, se utilizó como fuente principal de información los registros históricos de fallas y mantenimientos, proporcionados por el Departamento de Mantención de la Cámara de Diputados, en los cuales se incluyen datos asociados a las detenciones inesperadas, tiempos de reparación y las actividades de mantención programadas de carácter preventivo. Esta información fue organizada y clasificada con el objetivo de asegurar la consistencia en los datos utilizados para el cálculo de los indicadores, lo cual permitiera una interpretación confiable de los valores obtenidos.

Este proceso analítico resulta primordial para comprender el impacto real de las interrupciones sobre la continuidad del servicio, ya que no todas las detenciones generan el mismo nivel de riesgo operativo ni afectan de igual forma la percepción del usuario y la organización del mantenimiento.

Finalmente, los resultados que se obtuvieron de los cálculos se presentan a través de la creación de una tabla comparativa, la cual sintetiza y facilita la presentación de las diferencias de desempeño entre ambos sistemas.

3.3 TABLA COMPARATIVA

La comparativa técnica entre ambos sistemas de ascensores que se utilizaron y utilizan en el edificio, resulta una herramienta fundamental para evidenciar el comportamiento operacional que nos entregaban ambas tecnologías y también a su vez evaluar el impacto en la continuidad del funcionamiento del servicio de desplazamiento vertical. Con este propósito, se realizó la fabricación de una tabla comparativa, la cual nos permite establecer una visión concisa y ordenada del desempeño histórico del sistema antiguo y el comportamiento inicial del sistema nuevo, aportando una base objetiva para el respaldo de la renovación de los equipos.

Tabla 3: Comparativa de sistemas

Característica	Sistema Antiguo (Schindler Miconic V)	Sistema Nuevo (KONE Ecodisc+)
Estado del sistema	Fuera de servicio	Sistema nuevo sin historial de fallas reportadas
Madurez del sistema	Sistema con desgaste por antigüedad	Sistema reciente, en proceso de estabilización operacional
MTTR (Tiempo Medio de Reparación)	4,83 horas	No calculable aún. Solo detenciones por mantenimiento preventivo
Disponibilidad	84% aproximadamente 5 fallas por mes	95% solo detenciones por mantenimiento preventivo
IDO	17.39 (bajo)	95 (alto)
Frecuencia de fallas	Alta, con múltiples eventos y tiempos de reparación significativos	Nula hasta la fecha, no se registran fallas en operación
Tipo de detenciones registradas	Principalmente correctivas, asociadas a fallas operacionales	Detenciones por mantenimiento preventivo
Riesgo de estar fuera de servicio	Significativo , influye directamente en la disponibilidad	Mínimo , solo asociado a mantenciones programadas

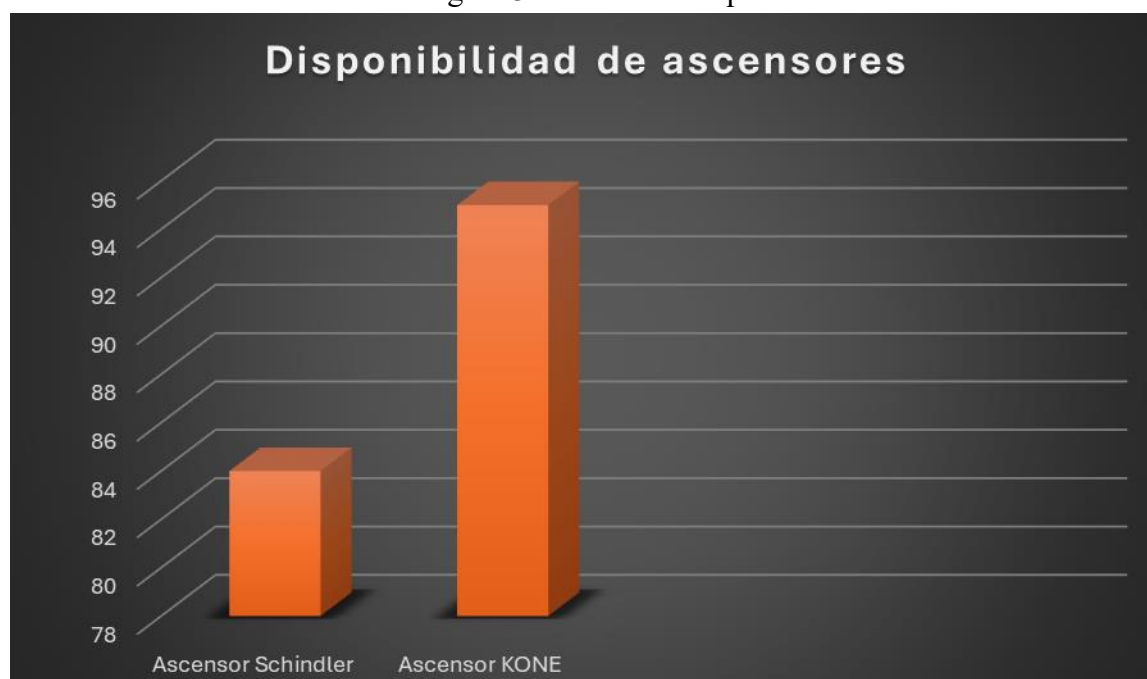
Fuente: Elaboración propia

En síntesis, la tabla comparativa anteriormente presentada, expone los indicadores de mantenimiento que nos ayudan a evidenciar de manera concreta y objetiva las principales diferencias en el desempeño operativo entre ambos sistemas de ascensores. Los valores que se obtuvieron demuestran que el sistema antiguo presenta valores bajos en términos de disponibilidad y elevados tiempos de reparación, asociados directamente a acciones de mantenimiento de carácter correctivo, mientras que el sistema nuevo alcanza valores altos de disponibilidad, lo cual se convierte significativamente en una operación más confiable y estable y no menos importante segura.

Estas diferencias analizadas rápidamente, confirman el impacto positivo que se ha generado con la toma de esta decisión, que se ve involucrada directamente también en una mayor eficiencia en el mantenimiento, la continuidad del servicio y la gestión de activos del edificio del congreso, por lo tanto este cálculo y estudio de indicadores de este activo se convierte en un respaldo técnico para la toma de decisiones orientadas a una mejora del desempeño y la disponibilidad de los sistemas que son administrados por el Departamento de Mantención.

La mejora de disponibilidad desde un 84% a un 95% representa un aumento del 11%, lo que confirma una mejora significativa en la continuidad operativa del sistema.

Figura 3: Grafico de disponibilidad



Fuente: Elaboración propia

3.4 ANÁLISIS EN RELACIÓN CON LOS RESULTADOS

Los resultados que logramos apreciar a partir del análisis comparativo anterior permiten identificar diferencias significativas y consistentes entre el desempeño del sistema de ascensores antiguo y el sistema actualmente instalado en el edificio. En el caso del sistema de la marca Schindler, se evidenciaba una marcada dependencia del mantenimiento correctivo, lo cual se evidencia evidentemente en el elevado valor del tiempo medio de reparación (MTTR) y en una disponibilidad operacional inferior a los valores recomendados para sistemas considerados críticos dentro de una institución de carácter público.

Esta condición obliga a establecer una estrategia de mantenimiento predominantemente reactiva, caracterizada por intervenciones no planificadas, traducéndose directamente a un mayor tiempo fuera de servicio o indisponibilidad del equipo o servicio y a su vez presenta una menor confiabilidad global del sistema.

Asimismo, la reiteración de las fallas en el sistema antiguo impacta negativamente tanto en la continuidad del servicio como la percepción de seguridad y confort por parte de los usuarios, aspectos realmente importantes dentro de este tipo de instalaciones que presentan un uso intensivo.

La baja disponibilidad evidenciada muestra que el sistema se encontraba cercano al límite de su vida útil, con componentes que presentaban desgaste acumulado y una muy baja posibilidad de responder de manera eficiente ante condiciones normales de trabajo.

En comparación, el sistema de ascensores actualmente instalado en el edificio, presenta un comportamiento notablemente más estable durante el tiempo que lleva funcionando.

No se han registrado fallas que se asocien a una intervención correctiva, lo que se refleja en la ausencia de tiempos de reparación o historial de fallas, y a su vez se puede establecer mediante los cálculos una disponibilidad de aproximadamente un 95 %.

Mediante el cálculo del indicador propuesto IDO, es que también se puede respaldar que la implementación de esta herramienta combinada nos permita integrar en un solo cálculo la disponibilidad y mantenibilidad del sistema. Esto nos facilitará la interpretación del desempeño global, evidenciando de manera más precisa las ventajas del sistema incorporado al edificio.

Las principales actividades que mantienen el sistema fuera de servicio son de carácter preventivo, y se asocian directamente a revisiones visuales periódicas, que se encuentran planificadas y corresponde a una índole básica, y benefician directamente al Departamento de Mantenimiento y que nos permiten conocer el adecuado desempeño de los componentes y los sistemas de control que se incorporan en esta actualización del activo.

Este análisis permite inferir que la reestructuración que involucra toda la instalación del nuevo sistema de ascensores no tan solo mejora los indicadores de confiabilidad y disponibilidad, sino que también aporta valor a una gestión del mantenimiento más eficiente, orientada a la prevención de las fallas y a la optimización de los recursos.

Esta mejora en la disponibilidad el sistema impacta favorablemente en la operación del edificio, reduciendo tiempos de espera, evitando congestión en horas punta y asegurando la continuidad de las actividades legislativas.

En este contexto, la mejora que se puede observar en los indicadores calculados respalda fuertemente la decisión tomada por el Departamento de Mantenimiento de la cámara de diputados, ya que, desde una mirada técnica y operativa, se destaca su impacto positivo en la continuidad del servicio de transporte dentro de la institución y en la gestión integral del funcionamiento del sistema completo de ascensores.

3.5 RELACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON LA NORMA ISO 55000

Los resultados obtenidos permiten evidenciar la contribución de la modernización del sistema de ascensores a los principios de gestión de activos establecidos por la norma ISO 55000, particularmente en aspectos relacionados con el ciclo de vida del activo, la renovación tecnológica, la gestión del riesgo y la creación de valor organizacional.

- **Ciclo de vida del activo**

La modernización implementada permitió extender la vida útil del sistema de transporte vertical, mejorando su desempeño y asegurando la continuidad operacional. Esto demuestra la importancia de gestionar los activos considerando todo su ciclo de vida, con el objetivo de maximizar su valor y sostenibilidad.

- **Renovación tecnológica**

La incorporación de tecnologías más eficientes y confiables permitió mejorar las prestaciones del sistema, reducir la obsolescencia y aumentar la mantenibilidad de los equipos. La renovación tecnológica constituye una estrategia orientada a preservar el desempeño y la capacidad funcional de los activos.

- **Gestión del riesgo**

La disminución entre fallas y de los tiempos de indisponibilidad contribuyo a reducir los riesgos asociados a la operación del sistema. De esta manera, la modernización permitió fortalecer la confiabilidad y favorecer una gestión basada en la prevención y el control de eventos que pueden afectar el servicio.

- **Creación de valor organizacional**

Las mejoras obtenidas en términos de confiabilidad, disponibilidad y eficiencia operacional evidencian la generación de valor para la institución. En concordancia con la ISO 55000, la gestión de activos permite transformar las inversiones realizadas en beneficios sostenibles, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos organizacionales y a la satisfacción de los usuarios.

3.6 IMPACTOS GENERADOS

La modernización del sistema completo de ascensores que se utilizó para esta investigación tuvo un impacto significativo y positivo en la continuidad operativa del servicio de transporte vertical, evidenciado por la mejora sustancial en los indicadores de confiabilidad y disponibilidad operacional. La reducción de eventos de fallas inesperadas, aporó disminuir los tiempos de indisponibilidad del servicio, contribuyendo a entregar una operación más estable y predecible a lo largo del tiempo, condición importante en instalaciones de carácter público, en donde la continuidad del servicio es crítica para el desarrollo cotidiano de las actividades que se desarrollan en su interior.

También, cabe destacar que la incorporación de tecnología actualizada, enfocada a los sistemas de control y monitoreo, facilitó la transición desde un enfoque de la realización de un mantenimiento predominantemente correctivo, hacia la adopción de una estrategia de una clase preventiva que tiene como proyección un mantenimiento preventivo a largo plazo.

Esta evolución en la gestión del mantenimiento permitió optimizar la planificación de las intervenciones, reducir la ocurrencia de detenciones no programadas y mejorar a su vez la asignación y utilización de los recursos técnicos ya conocidos con los que cuenta el Departamento de Mantenimiento de la cámara de diputados.

Desde una mirada económica, la reducción de fallas disminuye costos asociados a mantenimiento correctivo, reposición de componentes críticos y pérdidas operativas derivadas de la indisponibilidad del sistema.

Desde el punto de vista de la gestión de activos, los resultados obtenidos validan que la modernización no solo genera beneficios operativos inmediatos, ya que también aporta a la sostenibilidad del sistema a largo plazo, al disminuir el desgaste antes de tiempo de los componentes y extender la vida útil del equipo en general.

En este contexto, la modernización del sistema de ascensores se conforma como una decisión técnicamente justificada, que se alinea con las buenas prácticas en campos de la ingeniería de mantenimiento y orienta a mejorar el desempeño global, la seguridad y la eficiencia del servicio.

3.7 PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO

Con esta estructura que se presentara a continuación, se busca dar una sugerencia a los posibles puntos a evaluar o tener presentes al momento de inspeccionar el sistema y así lograr seguir manteniendo la mejora continua y preservación del estado optimo.

1. Objetivo
Optimizar la disponibilidad y la confiabilidad del sistema de ascensores
2. Tipo de mantenimiento
Preventivo (anteponerse a la falla)
Predictivo (estudiar comportamientos anormales)
3. Frecuencia
Mensual (inspecciones)
Trimestral (componentes críticos)
4. Indicadores de control
MTTR objetivo
Disponibilidad mayor al 95 %
5. 5.herramientas
CMMS
Monitoreo

3.8 RESPALDOS Y CONCLUSIÓN DEL TRABAJO

El presente estudio permitió cumplir el objetivo general al analizar el desempeño del sistema de ascensores mediante indicadores de mantenimiento.

Se logró diagnosticar el sistema antiguo, evidenciando una alta frecuencia de fallas y un MTTR de 4,83 horas, lo que se traduce en una disponibilidad aproximada del 84%.

Por otra parte, el sistema modernizado alcanzó una disponibilidad cercana al 95%, sin registro de fallas correctivas, lo que representa una mejora del 11% en continuidad operativa.

Estos resultados confirman que la modernización del sistema constituye una decisión técnicamente justificada, permitiendo mejorar la confiabilidad, optimizar recursos y reducir intervenciones correctivas.

Cerrando este capítulo y trabajo, podemos concluir que el desarrollo de este estudio permitió cumplir de manera satisfactoria los objetivos generales y específicos planteados en un principio, evidenciando que la modernización del sistema de ascensores que se analizó genera un impacto positivo y significativo en el desempeño operativo, la confiabilidad y la gestión del mantenimiento. Es a través del análisis comparativo de los indicadores de mantenimiento calculados, que se presentó una mejora evidente en la disponibilidad operacional del servicio y una disminución de las intervenciones no planificadas, lo que entrega directamente un alza de la continuidad operacional del activo que tiene la función de transportar verticalmente a los funcionarios del edificio y también entregar una mayor eficiencia en la realización de las actividades diarias del establecimiento.

Los resultados que se obtuvieron confirman que esta incorporación de tecnología de primer nivel permite modificar el enfoque del mantenimiento correctivo que se encontraba adoptado, hacia una implementación de mantenimiento preventivo que conlleve a una instauración de un mantenimiento predictivo a largo plazo, favoreciendo la organización y planificación de las intervenciones y también lograr una mejor asignación de recursos ya sean técnicos como económicos.

No obstante, los valores y resultados obtenidos del periodo analizado son positivos, se reconoce que la perspectiva temporal de estudio corresponde a una etapa inicial de operación del sistema que se encuentra instalado hoy en día en el edificio. En este sentido, se plantea como sugerencia una nueva línea de investigación que propone una evaluación del desempeño del sistema en el largo plazo, incorporando series históricas más extensas que permitan la formulación y cálculo de la evolución de los indicadores de mantenimiento ya establecidos como por ejemplo MTBF, MTTR Y costos del mantenimiento realizado, y también así relacionarlos con la vida útil de los componentes críticos del activo.

Por otra parte, también se puede recomendar, el reflexionar sobre la implementación de herramientas de mantenimiento predictivo, que se encuentren basadas en condición, análisis de datos históricos y tecnología de la industria 4.0, como por ejemplo instalación de sensores inteligentes y sistemas de gestión del mantenimiento computarizado (CMMS).

Estas herramientas podrían aportar a una detección temprana de una falla, también a una optimización de los recursos y una toma de decisiones basada en información que se presente en tiempo real.

Finalmente, este trabajo vio resultantes también oportunidades de mejora continua, en la cual se sugiere integrar los indicadores de desempeño del sistema de ascensores dentro de un marco formal de gestión de activos, alineado con estándares internacionales como la utilización de la norma ISO55000, fortaleciendo así la organización y planificación estratégica, la sostenibilidad operacional del sistema y el control del desempeño del activo como tal. De esta manera, el trabajo no solo valida y respalda los beneficios que se obtuvieron con esta modernización implementada, sino que también establece una base técnica que permita la realización de una investigación futura y mejoras orientadas a la optimización integral del transporte vertical dentro del congreso y a su vez también ampliar los campos manejados por el Departamento de Mantención de la cámara de diputados.

Finalmente, como opción de ampliar la aplicabilidad de esta investigación dentro de otros sistemas o instituciones, que puedan obtener provecho de su utilización, esta es fácilmente replicable en toda industria que cuente con un activo crítico, ya sea en lugares como los aeropuertos, edificios corporativos, hospitales, centros comerciales en donde también se utilizan muchas veces escaleras mecánicas para transporte vertical, etc.

BIBLIOGRAFÍA

- Ascensores KONE*. (18 de Diciembre de 2025). Obtenido de KONE:
<https://www.kone.es/edificios-existentes/ascensores-modernizacion/sustitucion-ascensor/kone-minispace-sustitucion-completa.aspx>
- Ascensores schindler*. (18 de Diciembre de 2025). Obtenido de Schindler:
<https://www.schindler.cl/es.html>
- camara de senadores*. (8 de junio de 2026). Obtenido de senado de la republica de chile:
<https://www.senado.cl/>
- Crespo Márquez, A. G.-P. (2017). Integration of asset management standard ISO 55000 with a maintenance management model. IEEE Latin America Transactions.
- ISO. (2014). *ISO 55000*. Obtenido de <https://apcalidad.org/wp-content/uploads/2022/10/ISO-55000-2014-Gestion-de-Activos-Revision-APC-Solo-para-Capacitacion.pdf>
- Marquez, C. A. (2015). *Ingeniería de mantenimiento y fiabilidad aplicada a la gestión de activos*. Asociacion para el desarrollo de la ingenieria en mantenimiento.
- Moubray.j. (1997). *Reliability-centered maintenance*. Obtenido de https://openlibrary.org/books/OL662681M/Reliability-centered_maintenance
- Nowlan, F. S. (1978). Reliability-centered maintenance. U.S. Department of Commerce.
- camara de diputados*. (8 de junio de 2026). Obtenido de honorable camara de diputadas y diputados: <https://www.camara.cl/index.aspx>
- Selvik, J. T. (2020). Definition of reliability and maintenance concepts in oil and gas – validity aspects. Reliability Engineering & System Safety.
- Standardization, I. O. (s.f.). *ISO 55000*. Obtenido de <https://apcalidad.org/wp-content/uploads/2022/10/ISO-55000-2014-Gestion-de-Activos-Revision-APC-Solo-para-Capacitacion.pdf>