

2019

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO AL PLAN DE MANTENIMIENTO DEL ASCENSOR BARÓN DE VALPARAÍSO

FUENZALIDA RODRIGUEZ, MICHEL

<https://hdl.handle.net/11673/48873>

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

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

PROPUESTA DE MEJORAMIENTO AL PLAN DE MANTENIMIENTO DEL
ASCENSOR BARÓN DE VALPARAÍSO

Trabajo de Titulación para optar al Título de
Técnico Universitario en MANTENIMIENTO
INDUSTRIAL

Alumnos:

Michel Fuenzalida Rodríguez

Paula Navarro Böhme

Profesor Guía:

Mg. Ing. Félix Pizarro Martínez

2019

RESUMEN

KEYWORD: MANTENIMIENTO ASCENSOR BARÓN

Este trabajo consiste en una propuesta de mejoramiento al plan de mantenimiento actual del Ascensor Barón de Valparaíso, para llevar a cabo esta propuesta se comenzará con la descripción de los componentes del equipo, como por ejemplo, el motor, cable, carro, sistema de frenos, entre otros, realizando una investigación de cada componente que forma el ascensor, además se indagará en la historia de este medio de transporte construido a partir del año 1906 e inaugurado el 17 de abril de 1909, todo esto para tener la mayor información, antecedentes y contexto del equipo.

Luego se realizará un análisis al actual mantenimiento realizado en el ascensor mediante el diagrama de ISHIKAWA, que es un diagrama que se basa en la lluvia de ideas en relación a un problema y la causa. A partir del análisis del actual mantenimiento se pueden identificar los problemas y fallas.

Finalmente se presentará una propuesta de mejora al plan de mantenimiento que lleva a cabo actualmente en el ascensor y será mediante la actualización de la pauta calendarizada que ya existe para la mantención que se realiza en los componentes del ascensor y se agregará a esa tabla o pauta la frecuencia de las actividades, insumos y personal involucrado. Se incorporarán ensayos de tintas penetrantes y vibración para poder detectar cualquier posible falla u origen de un problema existente.

Toda propuesta de mejoramiento se basa en normas y leyes en relación a ascensores, cables y cabina de pasajeros en sistema de elevación, además de los conocimientos y experiencia de los encargados actualmente del sistema de transporte, que son los trabajadores de mantención de los ascensores de la municipalidad de Valparaíso.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	11
OBJETIVOS.....	13
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES, DESCRIPCIÓN DEL ACSENSOR Y CONTEXTO ACTUAL DE EQUIPO	17
1.1 Justificación	17
1.2 ANTECEDENTES GENERALES DEL ASCENSOR.....	17
1.2.1 Entidad	17
1.2.2 Historia.....	18
1.3 Ascensor Barón	18
1.3 ELEMENTOS Y FUNCIONAMIENTO	19
1.3.1 Motor.....	20
1.3.2 El Cable	20
1.3.3 Los Carros	22
1.3.4 Vías de Descenso y Ascenso.....	24
1.3.5 Sistema de Frenos del Ascensor.....	25
1.3.6 Sistema de Poleas	26
1.3.7 Tambor de Enrollamiento	28
1.3.8 Árbol de Sistema de Transmisión.....	29
1.3.9 Reductores de Velocidad.....	29
1.3.10 PLC	30
CAPÍTULO 2: MANTENIMIENTO ACTUAL.....	33
2.1 MANTENIMIENTO ACTUAL DEL ASCENSOR.....	35
2.2.1 Motor.....	39
2.2.2 El Cable	39
2.2.3 Los Carros	39
2.2.4 Vías de Descenso y Ascenso.....	40
2.2.5 Sistema de Frenos del Ascensor.....	40
2.2.6 Sistema de Poleas	40
2.2.7 Tambor de Enrollamiento	40
2.2.8 Árbol de Sistema de Transmisión.....	40
2.2.9 Reductores de Velocidad.....	41
2.2.10 PLC.....	41
2.3 ISHIKAWA1.....	42
2.4 ISHIKAWA2.....	43
CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO AL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	45
3 Propuesta de mejoramiento al plan de mantenimiento.....	48
3.1 FUNDAMENTOS.....	49

Norma técnica 008 del MINVU.....	51
Norma chilena INN-NCh Construcción de elevadores.....	51
Ley NUM 20296.....	51
ASME.....	52
3.2 Actividades de mantenimiento.....	52
3.3 Tabla de mantenimiento.....	53
3.4 Costos.....	65
CONCLUSIÓN.....	67
BIBLIOGRAFÍA.....	67
ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Localización por mapa del Ascensor Baron.....	17	
Figura 2-1: Vista panorámica del Ascensor Baron	19	
Figura 3-1: Motor Eléctrico VECK.....	20	
Figura 4-1: Cable del ascensor	21	
Figura 5-1: Cable del ascensor	21	
Figura 6-1: Interior de los carros del Ascensor Baron	22	
Figura 7-1: Chasis de los carros del Ascensor Baron.....	23	
Figura 8-1: Parte interior de los carros del Ascensor Baron	23	
Figura 9-1: Vía de los carros	24	
Figura 10-1: Sistema de frenos.....	25	
Figura 11-1: Polea Guía del cable auxiliar	26	
Figura 12-1: Polea del cable principal.....	27	
Figura 13-1: Polea del cable principal.....	27	
Figura 14-1: Tambor de enrollamiento	28	
Figura 15-1 :Arbol del sistema de transmisión	29	
Figura 16-1: Reductores de Velocidad.....	30	
Figura	17-1:	Tablero
P.L.C.....	31;	Error! Marcador no definido.
Figura 18-2: Equipo de mantenimiento del Ascensor Baron.....	38	
Figura 19-2: Puntos de toma de ensayo de vibración	56	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Tabla de mantencion actual	35
Tabla 1-3: Tabla Problema-Solución (flujo de información deficiente)	47
Tabla 2-3: Tabla Problema-Solución (falla repetitiva (detencion repentina) en los frenos)..	48
Tabla 3-3: Tabla de costos de EPP.....	65
Tabla 4-3: Tabla de costos de herramientas.....	65
Tabla 5-3: Tabla de costos de lubricantes.....	66
Tabla 6-3: Tabla de costos de ensayo de tintas penetrantes.....	66

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

SIGLAS

ISO: International Organization for Standardization

ASME: American Society of Mechanical Engineers.

AEG: Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft

PLC: Partidor lógico computarizado

SIMBOLOGÍA

[s]: Segundos.

°C: Grados Celsius

[Min]: Símbolo de la unidad de tiempo minuto

[M]: Símbolo de la unidad de longitud metro

[mm]: Símbolo de la unidad de longitud milímetro

#: Número

”: Pulgada

[Hz]: Unidad de frecuencia Hertz, del Sistema Internacional

[W]: Símbolo de la unidad de potencia Watts, del Sistema Internacional

[Kg]: Símbolo de la unidad de kilogramo

Am: Antes del medio día

Pm: “Post Meridiem” que traducido al español es “después del mediodía”.

UF: Unidad de fomento

INTRODUCCIÓN

Los Ascensores de Valparaíso son un medio de transporte que representa un patrimonio industrial único en el mundo, su creación se da a partir de la geografía de la ciudad puerto ya que esta es formada por empinados cerros.

De los 30 ascensores que a partir de 1883 empezaron a funcionar solo quedan 8 en funcionamiento y las razones por las que dejaron de funcionar o existir son producto de terremotos, incendios, reducción de público y poca rentabilidad.

El Ascensor Barón fue el primer ascensor eléctrico de la ciudad y funcionó desde 1909 hasta el año 2006, para luego ser reparado y abrir sus puertas nuevamente en el año 2012. La antigüedad del ascensor y los cambios que ha sufrido a lo largo de los años dificultan el mantenimiento, la entidad encargada de la mantención es la Ilustre Municipalidad de Valparaíso, y está a cargo de la mantención de todos los ascensores (ningún ascensor es idéntico otro, lo que genera una complicación en realizar el mantenimiento). Las acciones de mantenimiento se ven dificultadas por la antigüedad del equipo y la falta de catálogos de los componentes que forman el ascensor.

En el siguiente trabajo se presentará una propuesta de mejoramiento del mantenimiento actual del ascensor, mediante un estudio del contexto en el que está el ascensor, identificación, descripción de los componentes y análisis del actual plan de mantenimiento para poder dar una solución a los problemas que existen actualmente en la operación y mantenibilidad.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Proponer una mejora al actual plan de mantenimiento del Ascensor Barón de Valparaíso, mediante una mejora a la pauta escrita, considerando las técnicas de tintas penetrantes, vibraciones, leyes y normas además del análisis ISHIKAWA.

Objetivos específicos

- Identificar los antecedentes generales del ascensor barón de Valparaíso, identificando los aspectos históricos, y los componentes principales y contexto actual.
- Describir el plan actual de mantenimiento mediante recopilación de datos en terreno, a fin de crear un análisis ISHIKAWA.
- Proponer una mejora al plan de mantenimiento, considerando las técnicas de inspección proactivas, normas, leyes además de una corrección de tabla de trabajo actual.

**CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y DESCRIPCIÓN DEL ASCENSOR Y
CONTEXTO ACTUAL DEL EQUIPO**

1. ANTECEDENTES GENERALES Y DESCRIPCIÓN DEL ASCENSOR Y CONTEXTO ACTUAL DE EQUIPO

1.1 Justificación

Se escogió este activo físico porque es un equipo que a pesar de sus 100 años de historia sigue funcionando con la mayor parte de los componentes originales, además que es un equipo altamente confiable, con componentes de gran tamaño que tienen bastante durabilidad en cuanto al material, agregado de su valor patrimonial.

1.2 ANTECEDENTES GENERALES DEL ASCENSOR

1.2.1 Entidad

El trabajo de título se realiza en el Ascensor Barón, propiedad de la Ilustre Municipalidad de Valparaíso que es la responsable de la mantención de todos los ascensores de la ciudad patrimonio, el Ascensor Barón está ubicado en pasaje de avenida España, por la estación baja y calle Diego Portales #297 por la estación alta, como se puede observar en el mapa de la Figura 1-1.



Fuente: Googlemaps.com.

Figura 1-1: Localización por mapa del Ascensor Barón.

1.2.1 Historia

Los Ascensores de Valparaíso nacieron en el periodo de la segunda mitad de siglo XXI y a comienzos de siglo XX producto de una expansión económica que se había producido en Valparaíso y la progresiva ocupación del suelo de los cerros y quebradas, para darle cabida a la expansión urbana.

Los ascensores que hubo en Valparaíso son: Concepción, Cordillera, Artillería, Hospital San Juan de Dios, Bellavista, Panteón, El Peral, Ferroviario, Reina Victoria, Esmeralda, Mariposas, Florida, Arrayan, Lecheros, La Cruz, Barón, Larraín, Santo Domingo, Espíritu Santo, Monjas, Placeres, Villa Seca, San Agustín, Merced, Ramaditas, Polanco, Delicias, Las Cañas, Van Burén y Perdices.

De los 30 ascensores que a partir de 1883 funcionaron en Valparaíso, solo hay dieciséis existentes y funcionando solo 8. Su desaparición y detención es producto de terremotos, incendios, derrumbes de cerros, además de la poca rentabilidad que estos generan por la preferencia de otros medios de transporte como microbuses y colectivos.

En 2003, el centro histórico de la ciudad fue declarado como Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, organización que decidió destacar Valparaíso debido a que posee características que no se pueden encontrar en ninguna otra parte del mundo, como su arquitectura, geografía y sus medios de transporte como el Trolebús y ascensores, conocidos mundialmente como los funiculares de Valparaíso.

1.3 ASCENSOR BARÓN

El 12 de enero de 1906, se emitió por medio de la dirección de obras municipales un informe para que la compañía de tranvías eléctricos pudiera construir el primer ascensor eléctrico de Valparaíso, fue hasta el 17 de abril de 1909 en ser inaugurado convirtiéndose en el primer ascensor impulsado con motor eléctrico, su motor era alemán de la compañía “AEG” y fue conservado hasta el 2006, luego de 5 años el ascensor fue reparado completamente y en su restauración el motor fue reemplazado. La recuperación consistió en mejorar el sistema electromecánico, los elementos de arrastre, suspensión, el plano de rodadura y los carros.

El mejoramiento arquitectónico se basó en la rehabilitación de ambas estaciones, incluyendo la vivienda del maquinista, sus muros, ventanas, puertas y techumbres. La incorporación de nueva iluminación en todos sus recintos y el acceso a la sala de máquinas.

El ascensor Barón se ubica entre los 5 y los 35 metros sobre el nivel del mar. Tiene un recorrido de 89 metros, cota de 58 metros con una pendiente de 41° y un trayecto que dura 95 segundos.

Al igual que los otros ascensores que quedan en Valparaíso, este fue declarado Monumento Histórico.

A continuación, se observa el ascensor luego de su reparación del 2012 en la figura 2-1.



Fuente: www.google.com

Figura 2-1: Vista panorámica del Ascensor Barón.

1.3 ELEMENTOS Y FUNCIONAMIENTO

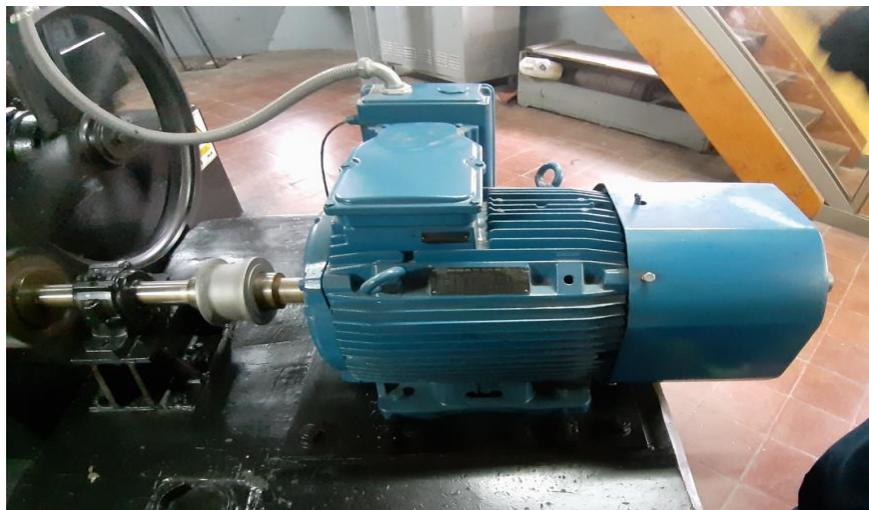
Al Ascensor Barón se le han realizado una serie de cambios tecnológicos y estructurales para mejorar su funcionamiento, lo que genera una problemática en el mantenimiento por la falta de estandarización de los procedimientos y cambio de componentes, además existe una diferencia entre todos los ascensores, es decir, no existe un ascensor idéntico a otro, cada uno posee sus particularidades y por lo tanto sólo hay entre ellos algunas similitudes.

La mayor parte de la información fue obtenida mediante libros, con visitas en terreno y a la descripción realizada por parte de los encargados del ascensor. A continuación se realizará una descripción de cada componente.

1.3.1 Motor

El motor eléctrico Veck de 280[rpm], 50 [hz] y 42 [hp] se encuentra en la sala de máquinas de la estación superior y se utiliza con un variador de frecuencia a 18[hz], con un peak de torque de 35 a 38 de partida. La unidad motriz consiste en la transformación de energía eléctrica en energía mecánica mediante la acción de campos magnéticos generados en las bobinas del motor. Está compuesto de un rotor y un estator.

Este motor se encuentra en excelentes condiciones por la mantención recibida, además que no lleva muchos años de funcionamiento como su antecesor. Se puede ver en la siguiente imagen (figura 3- 1) el estado del motor en la parte externa.



Fuente: Imagen propia (16/04/2019).

Figura 3-1: Motor eléctrico VECK.

1.3.2 El Cable

El cable principal de los carros está compuesto por acero de alma de fibra con medidas de 19x6", con un largo de 160[m] que es el desplazado mediante poleas motrices y receptoras accionadas por un sistema electromecánico que actúa sobre un tambor de enrollamiento, los cables se unen con los carros generando el movimiento simultaneo.

El cable auxiliar de los carros es de 3/4" y su largo es de 83[m], actúa en el caso de una emergencia, va unido a ambos carros a través de un sistema de amarras que pasa por un sistema de desvío formado por una polea.

A continuación se puede observar como son los cables del ascensor y en las condiciones en que se encuentran en la figura 4-1 y en la figura 5-1.



Fuente: Imagen propia (16/04/2019).

Figura 4-1: Cable del Ascensor.



Fuente: Imagen propia (16/04/2019).

Figura 5-1: Cable del Ascensor.

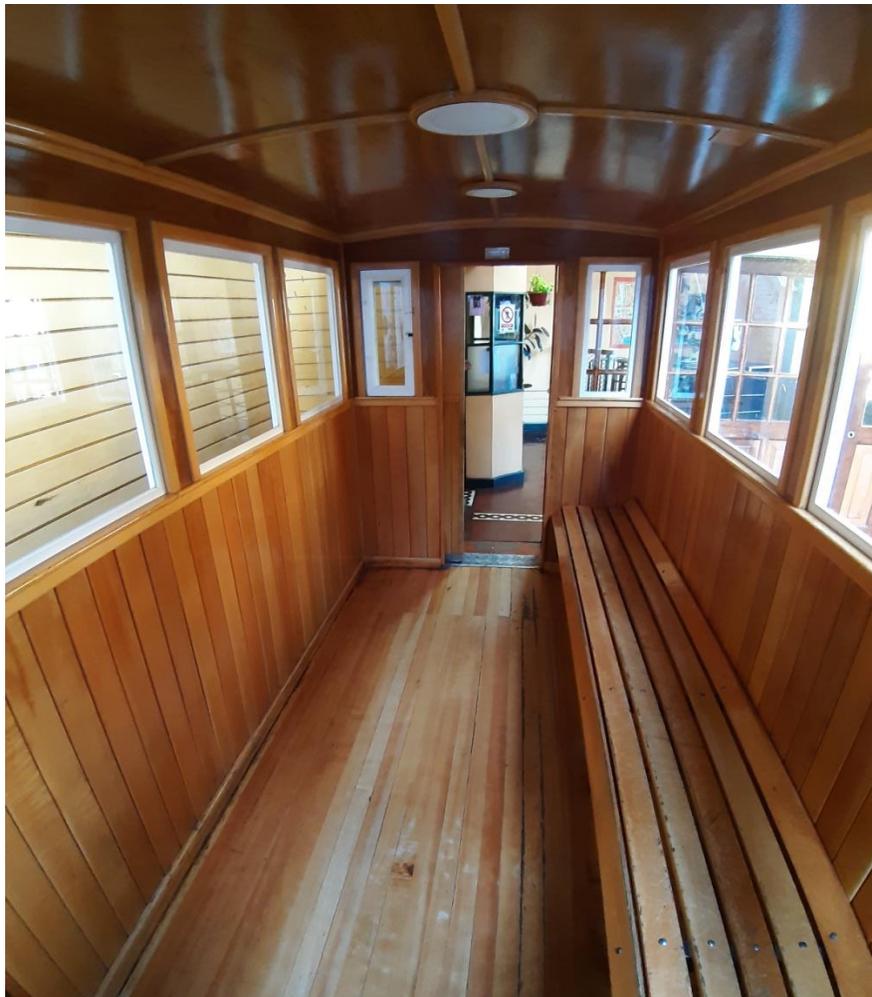
En la figura 5-1 se observa la oxidación del cable ya que está expuesto a medio ambiente húmedo y salino.

El sistema de amarres de los cables es utilizado para mantener fijos y seguros los carros al cable principal y auxiliar, este está compuesto con tres abrazaderas para cada cable.

Los polines de los cables tienen como función principal facilitar el movimiento del cable principal y auxiliar, además de evitar el rozamiento de resbalar sobre el suelo lo que aumenta la tracción y conduce al desgaste del cable. El ascensor contiene 12 polines porta cables y 6 en vía, el diámetro de cada polín de 382[mm].

1.3.3 Los Carros

Con capacidad para 15 personas que soporta un peso de 1.125[kg]. Son piezas fundamentales para la operación del ascensor además son la parte visible de este medio de transporte, son de una estructura metálica forradas con planchas de latón en la parte exterior y con planchas de cholguan enchapado de imitación madera en la parte interior, tiene un pasamanos de bronce y su piso es de madera como se muestra en la siguiente imagen.



Fuente: www.google.com.

Figura 6-1: Interior de los carros de Ascensor Barón.

El chasis del carro es la estructura inferior del carro está compuesta por ruedas, ejes, perfiles y piñones que tienen la función de evitar el deslizamiento del carro, sus dientes calzan perfectamente en la cremallera evitando que se salga de su trayectoria además en la parte del chasis del carro, tiene un recipiente que se llena con gravedad, que va lubricando los ejes de las ruedas y el buje de bronce que están en contacto.

En las figuras 7 y 8 se ven de dos ángulos la parte inferior del carro del ascensor.



Imagen propia (16/04/2019).

Figura 7-1: Chasis de los carros del Ascensor Barón.



Fuente: Imagen propia (16/04/2019).

Figura 8-1: Parte inferior de los carros del Ascensor Barón.

El carro cuenta con dos sistemas de seguridad, el primero consiste en una forma de tenaza que está sujeta directamente sobre el riel, al cual se le denomina mecanismo antivuelco que van ubicados por debajo del carro. El segundo sistema se le conoce como “pico de loro” y consiste en dos ganchos que tienen como objetivo sujetarse en una cremallera que está entre los rieles para una emergencia que podría ser producto de corte de los cables y con ello la velocidad de los carros aumente repentinamente, es ahí donde este sistema de seguridad actúa.

Tanto la parte exterior como la interior se encuentran en buenas condiciones de aseo y mantenimiento. La parte exterior está pintada con pintura anticorrosiva y no presenta lugares de corrosión considerables y la parte interior fue recientemente barnizada.

1.3.4 Vía de Descenso y Ascenso

La estructura de soporte está construida por encima de tres bases de hormigón, en ellas están empotradas las estructuras metálicas en las que pasan los carros.

La cremallera guía tiene como objetivo mantener los carros siempre en su trayectoria y sobre el riel, está conformada con perfiles C de 100x50 separados por 9[cm] entre esos se encuentran soldados y dispuestos perfiles rectangulares 40x30 que están distanciados 6[cm] a lo largo de la vía como se ve a continuación.



Fuente: Imagen propia (16/04/2019).

Figura 9-1: Vía de los carros.

En estado de las vías de los carros presenta un desgaste y oxidación normal del uso que tiene este elemento del ascensor de forma superficial, aunque se debe chequear el estado interno de las vigas.

1.3.5 Sistema de Frenos del Ascensor

El freno principal está compuesto de hierro fundido, tiene una dimensión de 1,10[m] de diámetro y está ubicado mecánicamente en la mitad del árbol. Su sistema de frenado es permanente. Son dos balatas de roble que por la acción de la fuerza hacen presión sobre la polea que forma parte del árbol como se ve en la figura 10-1.



Fuente: Imagen propia (16/04/2019).

Figura 10-1: Sistema de frenos.

El freno auxiliar del sistema mecánico o también llamado freno de emergencia se utiliza si el freno principal no actúa, deteniendo el sistema de golpe. Esta parte del sistema de freno se encuentra intacto ya que se ha utilizado en pocas ocasiones. Cabe destacar que los maquinistas tienen la capacidad de manejar manualmente el ascensor por alguna parada a mitad de camino o en caso de se presente algún problema.

1.3.6 Sistema de Poleas

El sistema de poleas está compuesto por tres poleas de hierro fundido con buje de bronce, la función de este sistema es transformar el movimiento rectilíneo de los cables en un movimiento de otra dirección. A continuación se muestra una imagen de la polea y la base en la que se apoya.



Fuente: Imagen propia (16/04/2019).

Figura 11-1: Polea guía para cable auxiliar.

La polea guía para cable auxiliar se encuentra ubicada en la sala de máquinas y tiene como función guiar y regular la tensión del cable. Tiene como diámetro interior 230[mm], diámetro de apoyo de polea 216[mm] y diámetro de canal de polea 19[mm].

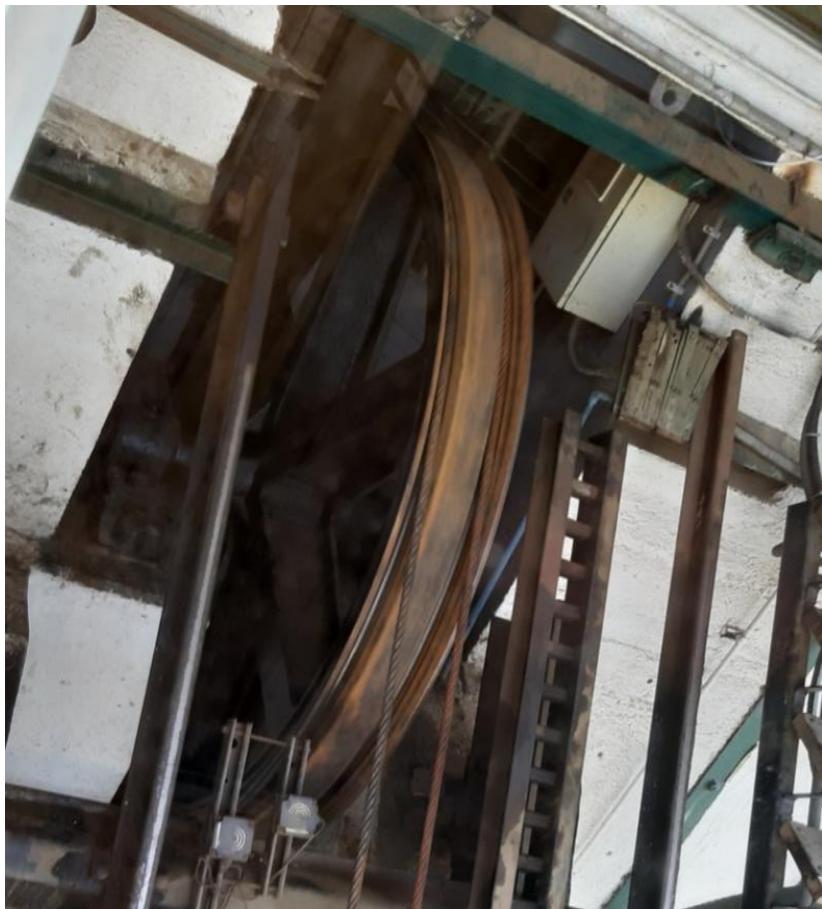
Las 2 poleas del cable principal del ascensor se encuentran ubicadas por fuera de la sala de máquinas y tienen como función guiar al cable auxiliar a la polea auxiliar y al cable principal hacia el tambor de enrollamiento. Tienen como dimensiones en el exterior de las poleas de 180[mm] en ambas, el diámetro de apoyo de la polea es de 165[mm] - 167[mm] y el diámetro del canal de la polea es de 24[mm] y 19[mm].

En las figuras 12 y 13 se pueden ver las poleas guías para cable principal dentro de la sala de máquinas y por fuera.



Fuente: Imagen propia (16/04/2019).

Figura 12-1: Polea del cable principal.



Fuente: Imagen propia (16/04/2019)

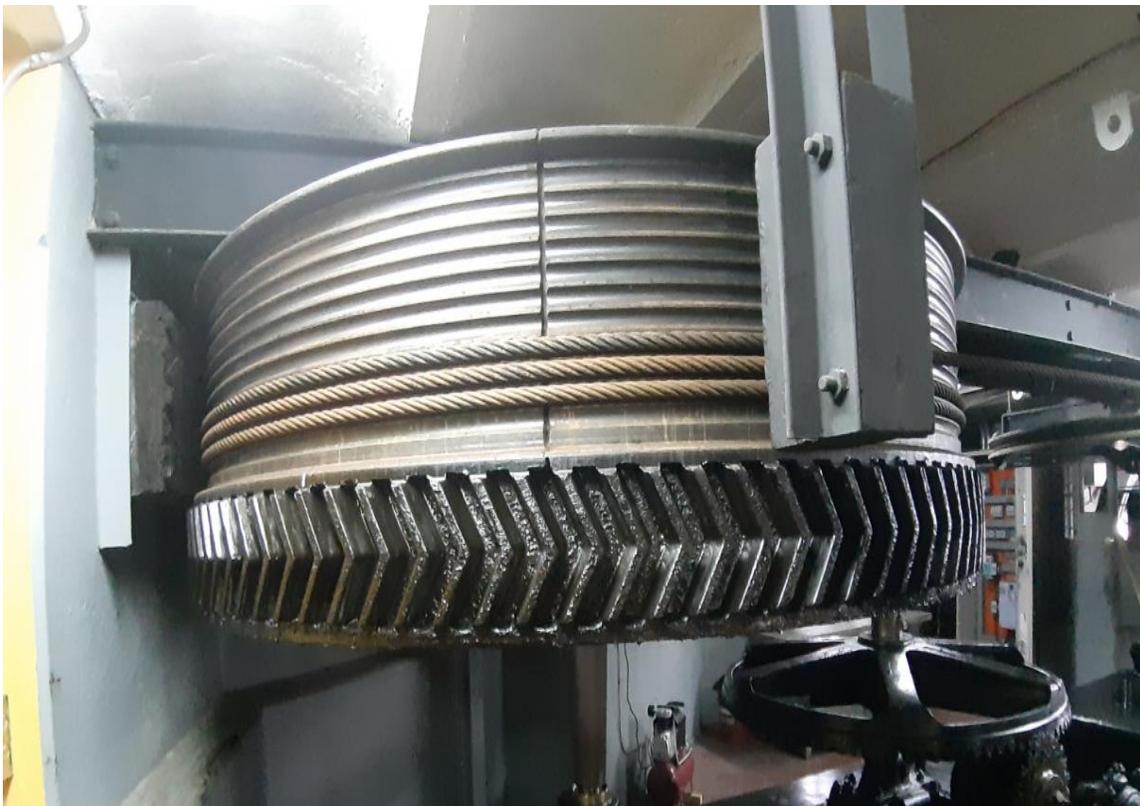
Figura 13-1: Polea del cable principal.

El estado actual de las tres poleas es distinto, ya que las poleas que están dispuestas para guiar el cable principal que están paralelamente una de la otra, están expuesta al medio ambiente costero a diferencia de la polea del cable auxiliar que se encuentra dentro de la sala de máquinas. Las poleas del cable auxiliar presentan oxidación, como se ve en la imagen de la figura 13-1.

1.3.7 Tambor de Enrollamiento

La función del tambor es enrollar el cable principal, esta acción es producida por los mismos carros, con su propio peso y el movimiento giratorio del tambor sobre su eje.

El tambor de enrollamiento se encuentra sobre un eje por encima de una base sólida de concreto, está compuesto por una polea de acero de 2,55[m] de diámetro, en la parte inferior consta de engranes de forma helicoidal doble y la parte superior con 13 gargantas de 26[mm] de diámetro, estas hacen que los cables se asienten y a la vez se enrollen como se aprecia en la siguiente imagen correspondiente a la figura 14-1



Fuente: Imagen propia (16/04/2019).

Figura 14-1: Tambor de enrollamiento.

El estado actual del tambor de enrollamiento se observa en perfectas condiciones como se aprecia en la imagen anterior.

1.3.8 Árbol del Sistema de Transmisión

El árbol del sistema de transmisión está apoyado sobre dos cojinetes y consiste en un eje de acero de 90[mm] de diámetro, que en los extremos se acoplan engranajes que disminuyen la velocidad del sistema y en la parte de en medio se encuentran los dos tipos de frenos como se puede apreciar en la figura 15-1.

Tiene como función transmitir la potencia y el torque del motor hacia los otros elementos de sistema. El árbol de sistema de transmisión está en buen estado y cumpliendo su función correctamente.



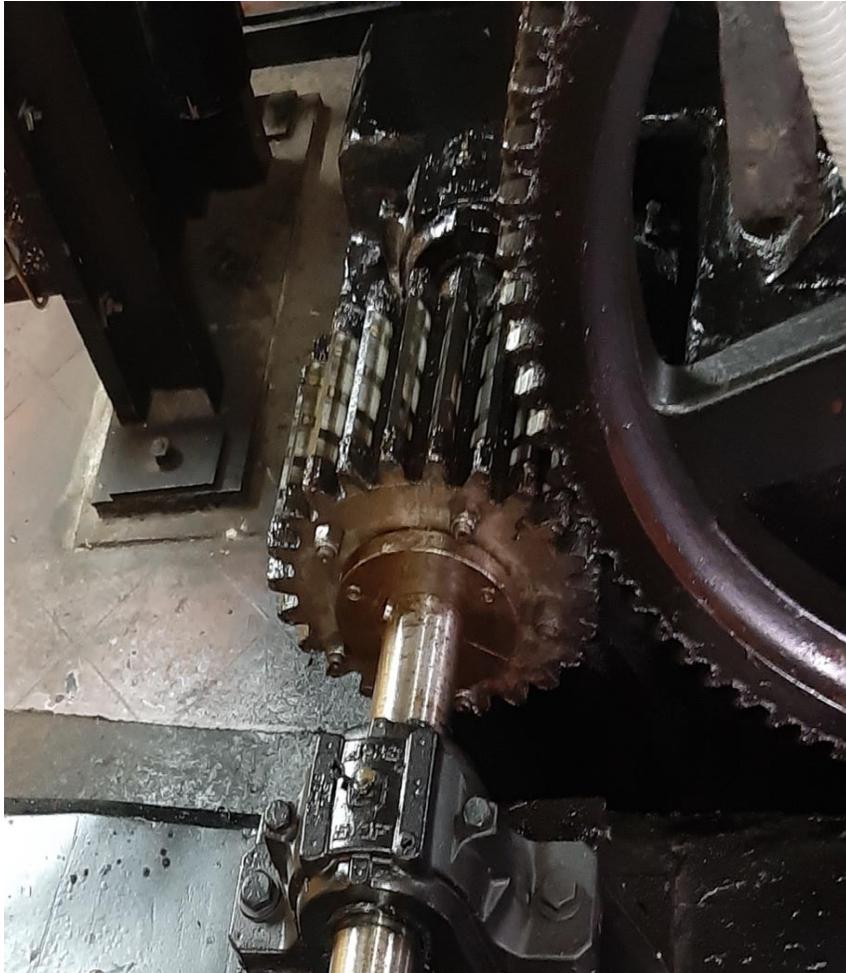
Fuente: Imagen propia (16/04/2019).

Figura 15-1: Árbol del sistema de transmisión.

1.3.9 Reductores de Velocidad

Los reductores de velocidad están compuestos por dos engranajes de dientes rectos ubicados en la salida del motor, dos engranajes cónicos y un engranaje helicoidal doble como se ve en la figura 16-1.

La función de los reductores es disminuir las revoluciones del motor hasta una velocidad óptima del tambor de enrollamiento, actualmente se encuentra en buenas condiciones y visualmente no se observan problemas. A continuación, se muestra en la imagen 16-1, la condición en que se encuentran los reductores de velocidad.



Fuente: Imagen propia (16/04/2019).

Figura 16-1: Reductores de velocidad.

1.3.10 P.L.C.

El P.L.C. controla los movimientos de posición del ascensor, como la duración del traslado y paradas. Conectado con el cargador de frecuencia, también controla el accionamiento de desenfreno separado del ascensor.

El partidor lógico computarizado es un elemento difícil de realizarle ajustes ya que no se tiene el diagrama unilineal del programador. A continuación, una imagen del tablero.



Fuente: Imagen propia (16/04/2019).

Figura 17-1: Tablero PLC.

Luego de la descripción de cada elemento del sistema de transporte se puede poner en contexto el estado actual del ascensor.

En siguiente capítulo se realizará una descripción al actual plan de mantenimiento, todo esto con fin de poder identificar los problemas asociados al mantenimiento del Ascensor Barón de Valparaíso y así poder realizar las propuestas de mejora en el plan de mantenimiento basado en la información entregada en la descripción, análisis posterior del mantenimiento actual realizado en el ascensor

Toda la información se obtuvo en terreno mediante el aporte y disposición de los trabajadores, tanto operador del ascensor como los encargados de mantenimiento, quienes disponen del personal para realizar las actividades planificadas para los ascensores que están en funcionamiento.

La actividad de mantenimiento que se realiza en el ascensor actualmente se basa en realizar tareas que están escritas en una pauta calendarizada que clasifica los sectores del ascensor y los componentes del ascensor Barón de Valparaíso.

CAPÍTULO 2: MANTENIMIENTO ACTUAL

2.1 **MANTENIMIENTO ACTUAL**

La entidad que se encarga de realizar el mantenimiento es la Ilustre Municipalidad de Valparaíso que cuenta con un equipo de mantención, el cual comienza la jornada todos los días en el ascensor San Agustín a las 09.00 de la mañana, es ahí donde se reparten las tareas planificadas.

El objetivo que tiene el equipo de trabajo es mantener la seguridad y solucionar las posibles fallas que se tengan en las instalaciones.

El equipo de mantención se guía por una pauta calendarizada de trabajo la que se observa en la tabla 1 de mantenimiento actual, en la que se hacen registros de las actividades de mantención en los distintos sectores como: estación superior e inferior, sala de comando tablero eléctrico, cabinas, carros, sala de máquinas, cables y vías, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1-2 de mantenimiento actual

AÑO:	MES:	FECHA N°:	
ESTACIÓN INFERIOR			FRECUENCIA
Lubricar tornos			Mensual
Verificar contador y sellos			Diario
Limpiar seguridad puertas			Quincenal
Citofono			Diario
ESTACION SUPERIOR			FRECUENCIA
Limpiar seguridad puertas			Quincenal
Citofono			Diario
SALA DE COMANDO			FRECUENCIA
Func. Instrumentos			Diario
Luces indicadoras			Diario
Tableros y comandos			Diario
Lubricar poleas			Semanal
CABINAS Y CARROS			FRECUENCIA

Iluminación	Diario
Operación puertas	Diario
Lubricar bujes de comandos	Semanal
Reapriete pernos de chasis	Quincenal
Reapriete de sistema de enclavamientos	Quincenal
Amarras cables de carros	Quincenal
Ruedas	Semanal
Ajuste antivuelco	Quincenal
Polea y contacto trolley	Semanal

TABLERO ELÉCTRICO S.M.	FRECUENCIA
Conexiones a componentes	Mensual
Ajustar componentes	Mensual
Limpieza	Semanal
SALA DE MAQUINAS	FRECUENCIA
Limpieza general	Semanal
Instrumentos	Semanal
Iluminación	Diario
Escobillas motor eléctrico	Quincenal
Lubricar engranajes	Semanal
Tambor enrollamiento	Semanal
Poleas	Semanal
Lubricación bujes	Semanal
Lubricar sinfín freno disco	Semanal
Regulación freno	Quincenal
Rev. Aceite caja reductora	Semanal

Rev. Y ajuste freno principal				Quincenal
CABLES				FRECUENCIA
Principal				Semanal
Auxiliar				Semanal
Amarres, grilletes				Semanal
Regular largo cables				Mensual

VIAS				FRECUENCIA
Limpieza rieles				Semestral
Apriete de fijaciones				Semestral
Desmalezado				Semestral
Alineamiento rieles				Semestral
Durmientes				Semestral
Cremalleras				Semestral
Lubricar polines				Quincenal
Esca la emergencia				Semestral
Estructura				Semestral
Limpiar foso				Semanal

OBSERVACIONES				

Fuente: Mantenimiento de Ascensores de Valparaíso

La tabla anterior esta traspasada de la hoja al archivo de computador y es la misma que utilizan los trabajadores de mantención, esta tabla presenta deficiente información con respecto a las actividades de mantención, está mal organizada y no se entiende mucho, ya que no especifica, solo menciona lugar y algunas actividades, además no tiene un lugar para registrar a los trabajadores involucrados en la actividades dichas por la tabla, y tampoco se registran las herramientas utilizadas.

La forma en la que se guardan las actividades de mantención es poco entendible, no hay un segmento para guardar fotografías de inspecciones ya sean de forma impresa o en computador, para tener una hoja de vida correcta del ascensor, en la mantención.

Las tareas de mantención que se realizan en el ascensor son principalmente preventivas y correctivas en caso de fallas no programadas, un ejemplo de una actividad preventiva que se realiza en el ascensor es que los cables tienen una duración de 10 años pero por prevención los cambian a los 8 años y la lubricación, en donde se utiliza la grasa SHELL MOBILE LUX con base de litio (se ocupa en todos los descansos), el aceite para los bujes es SHELL SAE 90-140 y para las ruedas es SHELL SAE 50-80.

A continuación, se puede ver al equipo de mantenimiento de los ascensores realizando un trabajo en las vías del ascensor



Fuente: www.google.com.

Figura 18-2: Equipo de mantención del ascensor.

2.2 MANTENIMIENTO ACTUAL DE LOS COMPONENTES DEL ASCENSOR

Antecedentes Operacionales

El ascensor está en funcionamiento desde las 07.00 am hasta las 23.00 pm, siempre se encuentra una persona en la estación superior y otra en la estación inferior. Tanto en la estación inferior como superior se le realiza limpieza, chequeo de iluminación, puertas extintores y baños. En la sala de comando se realiza limpieza y chequeo en tableros, instrumentos, timbres y luces de señales.

El maquinista se encuentra en la estación superior y su función es dar la puesta en marcha para poder trasladar a la gente de una estación a otra. La otra persona que está en la estación inferior cumple la función de boleterero y avisa al maquinista mediante una señal de sonido.

El ascensor funciona todos los días en el horario dicho anteriormente a excepción de los días que se encuentre en mantención o cuando se produce alguna falla y/o contingencia en cualquiera de los siguientes componentes.

2.2.1 Motor

El mantenimiento que se realiza al motor actualmente se guía por las indicaciones del fabricante y en resumen se hace una inspección visual semanalmente para detectar anomalías, una medición al nivel de aislación cada un mes y una lubricación en las partes móviles cada 15 días.

2.2.2 El Cable

Las actividades de mantenimiento actual de los cables es realizar una inspección visual, limpieza y lubricación semanalmente, además se hace una regulación de la tensión de los cables cada un mes.

2.2.3 Los Carros

La actividad inicial del mantenimiento que se le realiza actualmente a los carros es limpieza, una inspección general en donde se revisa el piso de madera (que no se encuentre dañado) y se verifican las paredes de la cabina que no posean deformidades, se revisan las ventanas y se verifica el perfecto estado de la iluminación, la operación de la puerta todo esto diariamente.

Se limpia quincenalmente el seguro de la puerta de los carros y las puertas de las estaciones inferior y superior.

2.2.4 Vías de Descenso y Ascenso

Las vías de descenso y ascenso del ascensor se revisan mediante una inspección visual semanalmente, se realiza un reapriete de las sujeciones cada 2 meses y el paralelismo y altura de las vías cada 6 meses.

2.2.5 Sistemas de Frenos del Ascensor

El mantenimiento diario que se realiza es principalmente inspección visual para buscar cualquier tipo de anomalía y de forma mensual se realiza una inspección visual en zonas de deterioro.

Los frenos del ascensor se dividen en dos partes, uno neumático que es el de servicio, al cual se le realiza dos tipos de mantención, al sistema neumático (compresor, pistón) se le realiza lubricación y reapriete cada 1 mes, a la línea se revisan conexiones y sujeción semanalmente. Los frenos de emergencia se le realizan mantención en las partes móviles cada 15 días.

2.2.6 Sistema de Poleas

La actividad principal es revisar anomalías o fuentes de fallas como ruidos y altas temperaturas y se realiza limpieza y lubricación en la superficie del elemento.

2.2.7 Tambor de Enrollamiento

En las actividades de mantenimiento de forma semanal se verifica mediante inspección visual el deterioro de los componentes (uniones, empernaduras, entre otros.) para ver si hay corrosión oxido fisuras y deformaciones. También se ve el correcto enrollamiento del cable sobre el tambor y se comprueba el estado de los cables en los tambores de enrollamiento, esto de forma semestral.

2.2.8 Árbol del Sistema de Transmisión

El árbol de transmisión se inspecciona con instrumentos una vez al año, en busca fisuras, se revisan los descansos de bronce cada un mes para verificar desgaste y se realiza lubricación cada 15 días.

2.2.9 Reductores de Velocidad

En las actividades diarias se le realiza inspección visual, buscando anomalías. Y semanalmente se relubrican los reductores de velocidad.

2.2.10 PLC

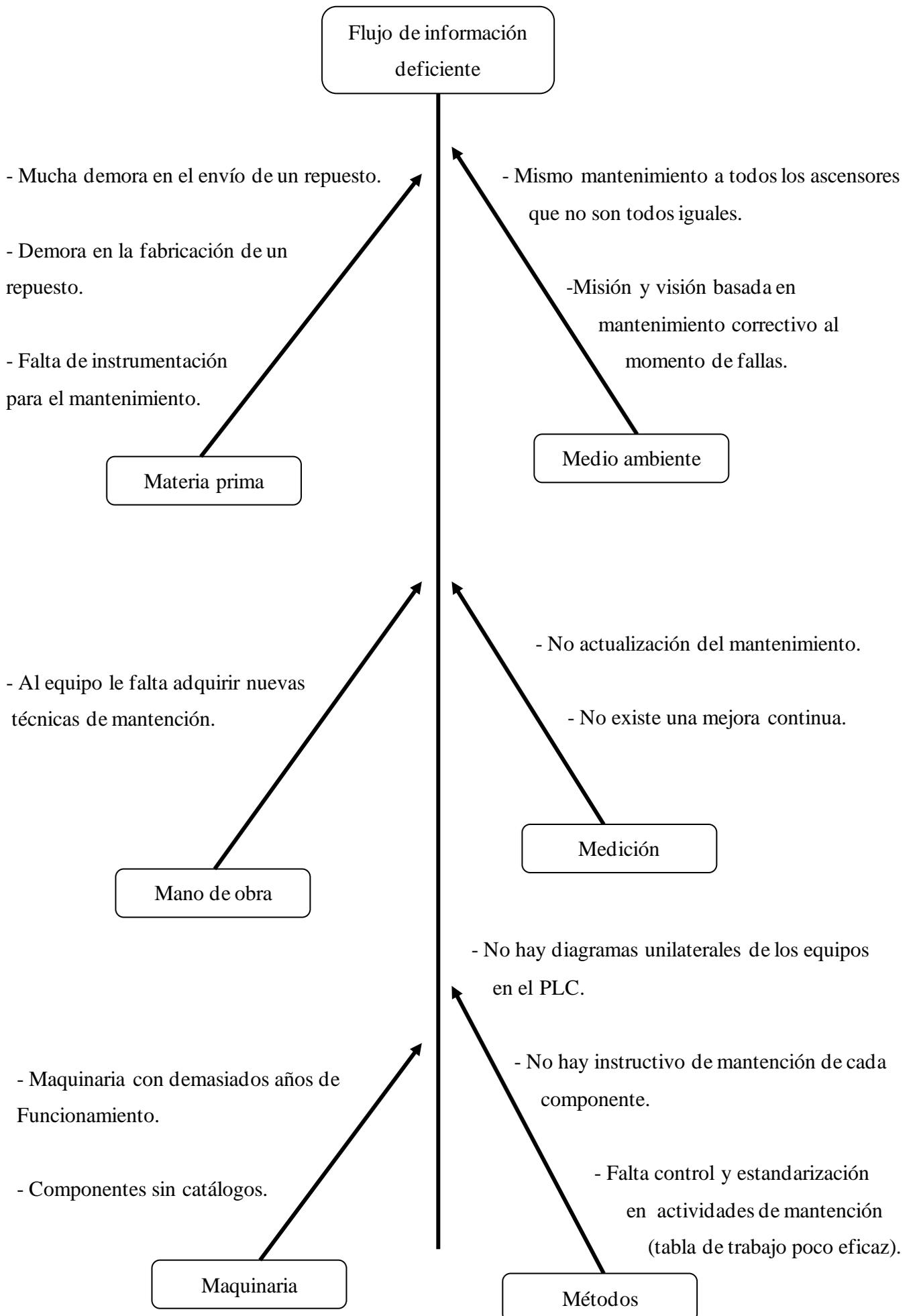
El mantenimiento actual de este componente se hace más difícil ya que no hay un CD del programa solo se le realiza limpieza para sacar el polvo y reinicio del sistema.

La información del mantenimiento actual se recopiló en terreno y por referencia de la pauta de mantención.

El mantenimiento actual presenta fallas en el sistema de frenos, ya que es un elemento que se arregló con posterioridad. Este se tuvo que adaptar quedando sensible a las vibraciones del sistema, lo cual conlleva a un desajuste periódico del sistema, también está la variable de longitud del cable producto de la dilatación térmica, ya que el freno está sincronizado con los sensores del ascensor, específicamente con los de parada. El ajuste de los sensores no se puede realizar ya que el PLC no cuenta con un CD de programación. Otra falla que detectamos en el mantenimiento actual es la forma en que se guardan los registros de las tareas y la falta de nuevas técnicas de mantención. Se realizará un análisis de los puntos anteriores identificando los problemas y dando soluciones. El análisis de las fallas que se encontraron se realizará mediante el diagrama de ISHIKAWA o diagrama causa efecto (también conocido como diagrama de pescado), que es una representación gráfica que permite visualizar la causa que explican un determinado problema. Considerando que esta metodología es lo suficientemente útil, ya que brinda beneficios importantes, especialmente para mejorar el conocimiento del personal, porque facilita un medio para el diálogo, sobre los problemas de mantención.

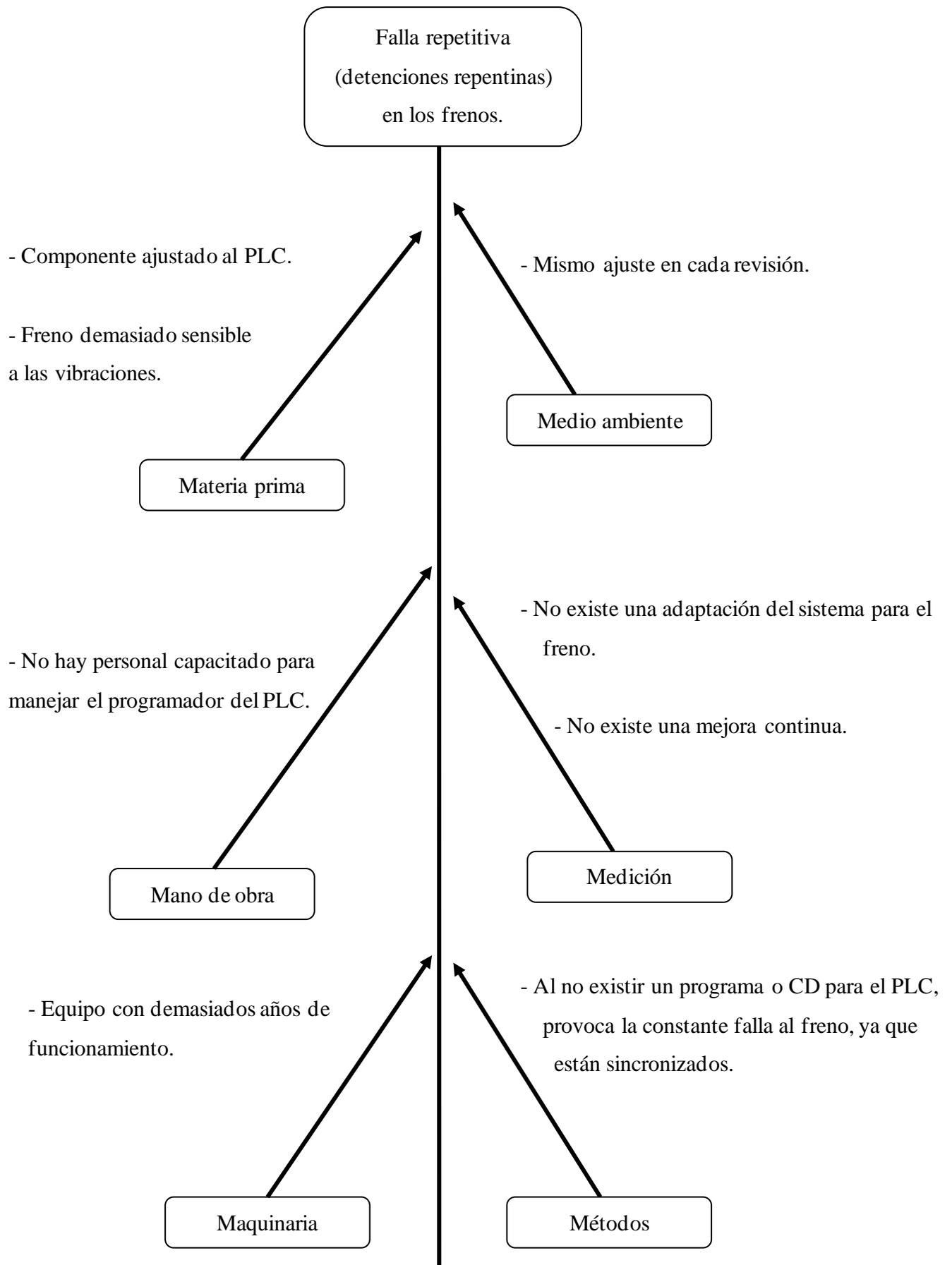
2.3 **ISHIKAWA 1**

Se realizó un diagrama causa-efecto identificado en el siguiente problema “flujo de información deficiente”, ya que se considera que el manejo de documentación es poco eficaz



2.4 ISHIKAWA 2

A partir del análisis anterior se visualizó un problema en un componente del ascensor “constante falla en el freno”. Esta falla nace a partir de la reparación total que tuvo en ascensor en el 2012, se modernizó el sistema agregando un PLC quedando sensible a las vibraciones, lo cual indica un desajuste constante en dicho sistema, ya que está relacionado directamente con los sensores del ascensor.



CAPÍTULO 3: PROPUESTA DE MEJORAMIENTO AL PLAN DE MANTENIMIENTO

3 PROPUESTA DE MEJORAMIENTO AL PLAN DE MANTENIMIENTO

El Ascensor Barón es un equipo que tiene muchos años de antigüedad y las tareas básicas de mantenimiento que se realizan son: la limpieza, inspección y reparación de componente producto de falla sin previo estudio ni análisis. Esto puede significar un riesgo potencial de falla, los cuales podrían afectar en la operación del medio de transporte.

La falta de implementación de técnicas de mantenimiento lleva a la necesidad de aplicar las herramientas sintomatológicas para garantizar el funcionamiento óptimo y seguro del Ascensor.

En el capítulo anterior se realizaron 2 diagramas de ISHIKAWA donde encontramos problemas relacionados con el mantenimiento que se realiza al ascensor actualmente, a continuación, se dará una solución a cada problema planteando. A continuación, las tablas de problemas- solución de cada ISHIKAWA

Tabla 1-3 de Problema – Solución (flujo de información deficiente)

Problema	Solución
Componentes sin catalogo	- Crear información técnica en los componentes.
Maquinas con demasiados años de funcionamiento	- Proponer factibilidad de renovación de equipos en el tiempo. - Realizar Overhaul.
Falta de insumos (limitado recursos)	- Solicitar el equipamiento completo para las actividades de mantención al MINVU, según la norma técnica 008, descrita en listado de normativas y leyes.
Mismo mantenimiento a todos los ascensores que no son idénticos	- Realizar una pauta de mantención de cada ascensor y sus compontes detalladamente.
Falta de control y estandarización en actividades de mantención.	- Realizar un trabajo de mantención con actividades más controladas mediante pautas de trabajo. - Registrar todo tipo de inspección realizada al ascensor. - Crear procedimiento.

Tabla de trabajo poco eficaz	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar una tabla o pauta de trabajo más detallado y descriptivo posible. - Añadir más contenido como; insumos, herramientas, participantes, etc. - Mejorar tareas de mantención según sus especificaciones técnicas establecidas en la ley número 20.296.
No hay instructivos de mantención de cada componente	<ul style="list-style-type: none"> - Crear procedimientos para cada componente con la ayuda de una persona o empresa experta, brindando los conocimientos necesarios.
Tareas de mantenimiento insuficientes	<ul style="list-style-type: none"> - Crear procedimientos y capacitaciones.
No se conoce el funcionamiento PLC (No hay CD)	<ul style="list-style-type: none"> - Contactarse con el representante en Chile de Allen-Bradley, para poder tener el programa del PLC. - Buscar una persona con el conocimiento en programadores lógicos para tener una solución profesional.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2-3 de Problema – Solución (Falla repetitiva (detenciones repentinas) en los frenos).

Problema	Solución
Componente ajustado al PLC	<ul style="list-style-type: none"> - Ver posibilidad de otras variables manuales.
Freno demasiado sensible a las vibraciones	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar ajustes de no más del 2% cada cierto tiempo determinado para la aparición de más variables.
No hay personal capacitado para manejar el programador del PLC	<ul style="list-style-type: none"> - Considerar una capacitación a personal para el manejo del programa.
Equipo con demasiados años de funcionamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptar la componente antigua a un PLC con el que se le pueda realizar los ajustes necesarios.

Mismo ajuste en cada revisión	- Analizar en profundidad la falla para crear una solución definitiva o realizar cambio del equipo si es necesario.
No existe una adaptación del sistema para el freno	- Crear procedimiento de ajuste de la tarjeta del PLC.
No existe una mejora continua	- Crear procedimiento de mantenimiento constante y preventivo/proactivo.
Al no existir un programa o CD para el PLC, provoca la constante falla al freno, ya que están sincronizados	- Estimar la posibilidad de la compra de una tarjeta del PLC para el ajuste de sistema de frenos y así sea más viable su mantención.

Fuente: Elaboración propia.

Un factor común en las dos fallas que se detecto es que no existe un CD para el PLC, lo que produce una detención de los frenos y detiene el sistema.

La propuesta de mejoramiento de mantenimiento se realizará a través de los siguientes fundamentos.

3.1 **FUNDAMENTOS**

El mantenimiento que se llevara a cabo será a partir de acciones y trabajos que se realizaran destinados a conservar el equipo, el correcto funcionamiento durante la mayor cantidad de tiempo y la implementación de nuevas actividades. Por esto que la finalidad que tiene la mantención es preservar el patrimonio e instalaciones del Ascensor Barón de Valparaíso, garantizando la función del medio de transporte.

En la propuesta de mejoramiento al plan de mantenimiento es en el de eliminar las fuentes repetitivas de fallas en las maquinarias instalaciones, además de tener como meta siempre la reducción de costos.

En la propuesta que se está entregando sería una mezcla distintas estrategias para poder llevar a cabo el objetivo del mantenimiento. A continuación, se explicarán las diferentes estrategias de mantenimiento:

- Mantenimiento Correctivo

Es la forma más básica de mantenimiento y la recurrente en el actual plan de mantenimiento y consiste simplemente en ir reemplazando los componentes que presenten una falla o se encuentren dañados. Usualmente tiene asociados bajos niveles de planificación del mantenimiento y mucha mano de obra y repuestos, con el fin de asegurar que el Ascensor funcione. No basta con la sola aplicación de esta estrategia, debido a los altos costos asociados y a que los tiempos de reparación pueden aumentar demasiado en caso de que no se cuente con los repuestos a la hora de ocurrencia de alguna falla.

- Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo reduce la probabilidad de ocurrencia de falla, evitando detenciones repentinas del Ascensor. Se implementará para mejorar las insuficiencias del mantenimiento correctivo, ya que permite planificar las actividades de mantenimiento, minimiza los tiempos de reparación (la reparación se hace de manera planificada), se pueden reducir los costos de falla ya que se enfoca en evitarlas.

Mantenimiento rutinario: este tipo de mantenimiento preventivo se ejecutará mediante la tabla calendarizada actualizada, es la manera más básica de aplicar el mantenimiento preventivo, ya que los equipos se intervienen en intervalos de tiempo según la tabla.

Mantenimiento conductivo: consiste en controlar los activos del equipo a través del monitoreo de parámetros representativos del rendimiento o condición de éstos, para llevar a cabo se define un rango aceptable de operación para muestra tomada del ensayo y o inspección cada cierto intervalo de tiempo.

Mantenimiento predictivo: como lo dice el nombre tiene como objetivo predecir mediante variables física o químicas una falla, para llevar a cabo este mantenimiento en el ascensor se requieren inversiones monetarias iniciales costosas por eso es que se externalizan a empresas del rubro y solo que utilizarían en acciones muy específicas

La base de la de mejora del mantenimiento será resguardando la seguridad de los usuarios del ascensor, respetando las normas y leyes de acuerdo con la operación y mantenimiento de los ascensores.

El listado de normativa y leyes que se necesitan para llevarse a cabo la propuesta de mejoramiento son:

Norma técnica 008 del MINVU

Se establece la Norma Técnica 008 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo “Requisitos para equipos de transporte vertical, ascensores y montacargas eléctricos existentes”, en adelante NTM 008.

El objetivo de esta Norma es establecer los requisitos mínimos que deben cumplir los ascensores y montacargas eléctricos existentes, para aumentar la seguridad de los usuarios y del personal de mantenimiento e inspección.

La presente Norma fue desarrollada para definir requisitos de certificación en ascensores y montacargas electromecánicos emplazados en edificaciones que se hayan construido con un permiso de edificación otorgado por la Dirección de Obras Municipales respectiva con anterioridad al 24 de octubre de 2010.

Esta norma incluye ascensores con sala de máquinas y ascensores sin sala de máquinas.

Norma Chilena INN - NCh 440/1Of.2000 Construcción de Elevadores

Esta norma ha sido aprobada por el Consejo del Instituto Nacional de Normalización, en sesión efectuada el 26 de mayo de 2014.

El objetivo de esta norma es definir las reglas de seguridad en relación con los ascensores de pasajeros y cargas con el fin de resguardar a las personas y objetos, frente al riesgo de accidentes asociados al usuario, mantenimiento y operaciones de emergencia en ascensores.

Esta norma especifica las reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores eléctricos, a tracción por adherencia o tambor de enrollamiento; instalados permanentemente, de nueva instalación y que sirvan niveles definidos, con una cabina destinada para el transporte de personas, o de personas y carga; suspendida por cables o cadenas y desplazándose entre guías.

Además de los requisitos de esta norma, se deben considerar requisitos adicionales para casos especiales (atmósfera potencialmente explosiva, condiciones climáticas extremas, condiciones de terremoto, transporte de mercancías peligrosas, etc.).

LEY NÚM. 20.296

Establece disposiciones para la instalación, mantención e inspección periódica de los ascensores y otras instalaciones similares.

"Artículo 159": Los ascensores, tanto verticales como inclinados o funiculares, montacargas y escaleras o rampas mecánicas, que se emplacen en edificios privados o públicos, deberán ser instalados y mantenidos conforme a las especificaciones técnicas de sus fabricantes y a las disposiciones que al efecto determine la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Serán responsables de la mantención los propietarios, quienes deberán celebrar los contratos correspondientes.

La instalación y mantención de los ascensores, tanto verticales como inclinados o funiculares, montacargas y escaleras o rampas mecánicas, deberán ser ejecutadas por instaladores y mantenedores que cuenten con una inscripción vigente en un registro que al efecto llevará el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. El Ministerio podrá encomendar dicho registro a la entidad denominada "Instituto de la Construcción", cuya personalidad jurídica fuera concedida por decreto supremo N°1.115, de 1996, del Ministerio de Justicia o a otras entidades públicas o privadas, habilitadas para dicho efecto.

ASME

Esta norma nacional estadounidense de seguridad para teleféricos, grúas, torres de perforación, montacargas, Ganchos, gatos y eslingas, se ha desarrollado bajo los procedimientos acreditados por el Instituto Nacional de Normas (anteriormente el Instituto de Normas de los Estados Unidos de América).

ASME B30.2/2011: esta norma contiene una parte que habla sobre la inspección de los cables de acero.

3.2 ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

Las actividades de mantenimiento serán las siguientes:

Inspección: es un método de ensayo no destructivo, que permite la detección de discontinuidades que afectan a la superficie visual accesible de los objetos, máquinas y materiales. En el caso de que la inspección visual presente indicaciones relevantes se llevaran a cabo acciones para detectar y/o detener una posible falla.

La inspección visual no solo es importante como método de ensayo en sí mismo, sino que es esencial como ensayo previo y preliminar en la ejecución de cualquier otro. Ya que debe realizarse siempre, incluso cuando esté prevista la ejecución de otro tipo de ensayos.

Limpieza o aseo: la limpieza es parte fundamental en las tareas diarias de mantención ya que esta acción permite que el activo físico se mantenga en condiciones óptimas y no que genere complicaciones ya sea en los lubricantes o en otras partes en donde la suciedad es perjudicial.

Pruebas no destructivas: proceso que involucra la inspección, prueba o evaluación de materiales, componentes o ensambles para detectar la presencia de discontinuidades o determinar ciertos problemas de la máquina sin tener que separar, destruir o afectar el servicio de la pieza, las que se realizarán son; ensayo no destructivo mediante tintas penetrantes para las zonas donde se realizan esfuerzos como por ejemplo en las cajas de engranajes, en la zapatas de los frenos (desde el pasador hasta la zapata), en los cables, poleas, entre otros, y el otro método de ensayo es de vibración para el motor y la caja de engranajes.

Lubricación: es el proceso o técnica que se emplea para reducir el rozamiento entre dos superficies que se encuentran muy próximas y en movimiento una respecto de la otra, es la parte fundamental del mantenimiento que se propone implementar en el ascensor ya que esta acción permite proteger los elementos del desgaste y de ambientes perjudiciales.

Recambio o reemplazar: esta acción se va a determinar de acuerdo con la condición en que se encuentra el elemento del ascensor.

3.3 TABLA DE MANTENIMIENTO

Las nuevas tablas de mantenimiento serán en base a pautas con la calendarización y actividades que se llevarán a cabo por cada componente del ascensor. En ellas se muestran los componentes asociados, la descripción resumida de las actividades de mantenimiento con su respectiva frecuencia, los insumos y herramientas necesarias para llevar a cabo estas tareas, con zonas en blanco para poder agregar en el caso los insumos o herramientas.

Las actividades de mantenimiento que fueron establecidas en conjunto con la información que se entregó por parte del equipo de mantención de la Municipalidad de Valparaíso y el mantenimiento que se ha llevado a cabo durante todos estos años en los ascensores a cargo del municipio nos facilitó la tabla de mantenimiento que ya se expuso en el capítulo anterior, en base a normas de inspección expuestas anteriormente, como las actividades establecidas para los cables, carros, entre otros.

Todas las actividades realizadas en el ascensor deben tener un registro que se realizará de primera instancia en manera escrita a mano, para luego respaldar de forma computarizada, guardando imágenes, gráficos y observaciones. El encargado guardará la información de las tablas con la computadora el registro de las actividades que realizaron los trabajadores en terreno, las

ESTACIÓN INFERIOR												FRECUENCIA		
- Realizar inspección visual, revisando el estado de las puertas de acceso, estado de citófono, topes de seguridad, revisar el torniquete de conteo de personas (buscar indicaciones relevantes tales como: anomalía en componentes rodantes, buscar deformaciones, oxido y/ o corrosión, verificar firmeza del eje que da el giro al torniquete. - Realizar limpieza en el hall, sala de máquinas y baños.												Diario		
- Realizar limpieza de seguro puertas.														
- Revisar estado de pinturas en fachada e interior de la estación, reparar fisuras. - Revisar canales de lluvia (retirar hojas tierra y suciedad). - Revisar estado del piso, marcos de ventanas y puertas y techo (revisar si se ven huellas de goteras). Pintar o barnizar si es necesario.												Anual		
Fecha														
Herramientas e insumos			EPP, utensilios de limpieza, pintura, brochas, juego de herramientas											
			Otros											
Trabajador/es			Nombre						Cargo					
IMÁGENES Y OBSERVACIONES														

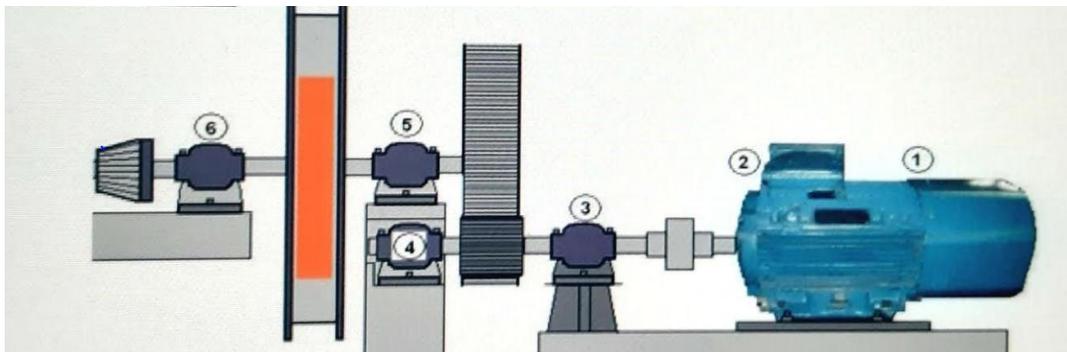
Tanto para la estación superior como inferior corresponde la descripción de la tabla/pauta realizada anteriormente.

ESTACION SUPERIOR												FRECUENCIA		
- Realizar inspección visual en las puertas de acceso, citófono, topes de seguridad - Revisar el funcionamiento de los elementos en la sala de mando; citófono, tablero.												Diario		
- Realizar limpieza de seguro de puertas. - Realizar limpieza del recinto, tanto en la estación, sala de máquinas y baños. - Comprobar el buen estado de interruptores y enchufes, verificando que no presentes daños físicos que pongan en riesgo a los usuarios.														
- Revisar estado de pinturas en fachada e interior de la estación, reparar fisuras. - Revisar canales de lluvia (retirar hojas tierra y suciedad). - Revisar estado del piso, marcos de ventanas y puertas y techo (revisar si se ven huellas de goteras). Pintar o barnizar si es necesario.												Semestral		
Fecha														
Herramientas e insumos			Utensilios de limpieza, pintura, brochas, juego de herramientas, EPP.											
			Otros											
Trabajador/es			Nombre						Cargo					

IMÁGENES Y OBSERVACIONES

Para el mantenimiento del motor, se seguirá realizando de acuerdo con el manual del fabricante como se sigue realiza actualmente, ya que la mantención realizada de este componente no presenta problemas y el equipo se conserva es buenas condiciones, el fabricante recomienda realizar un ensayo de vibración, que en este caso será realizado por una empresa externa. Se debe realizar un gráfico de tendencia para verificar como se va comportando el ascensor, la puntuación más alta que debe tener el grafico es de 2.8 [mm/seg] de acuerdo a la norma ISO 10816-3 Motor clase 2 rígido para rango aceptable (en el 2014 se realizó un ensayo de vibración y el máximo que alcanzo fue de 1,63[mm/seg]).

A continuación, se muestran los puntos en lo que debe realizar el ensayo, incluyendo el reductor de velocidad que se verá más a delante.



Fuente: ASMAR

Figura 19-3: Puntos de toma de ensayo de vibración.

En la tabla solo se resumirán las activadas para que queden registradas.

MOTOR	FRECUENCIA
<ul style="list-style-type: none"> - Inspección general de motor apagado: examinar si existen señales de humedad, grasa o aceite. - En funcionamiento; comprobar ventilación y temperatura, ver influencia de agentes exteriores, verificar ruidos anormales y olor a quemado. 	Diario

<ul style="list-style-type: none"> - Limpieza exterior. - Comprobar vibración. - Revisar altas temperaturas. - Revisar estator y rotor (verificar buen estado de conexiones y cables). - Medir resistencia del aislamiento. 		Quincenal	
<ul style="list-style-type: none"> - Probar resistencia de aislamiento y conexión a tierra. - Comprobar carga en vacío y en trabajo. - Comprobar estado de rodamiento. - Realizar ensayo de vibración (realizar gráfico de tendencia). - Realizar registro de imágenes y gráficos. 		Semestral	
Fecha			
<ul style="list-style-type: none"> - Equilibrar el rotor. - Comprobar lubricación. - Comprobar estado de carcasa, conexiones, tornillos, etc. 		Anual	
Fecha			
Herramientas e insumos	Herramientas menores, elementos de limpieza, EPP.		
	Otros		
Trabajador/es	Nombre		Cargo
IMÁGENES Y OBSERVACIONES			

La propuesta de mantenimiento para los cables se basó en lo que se realiza actualmente y agregado con lo que estipulado en las normas (ASME b30.2/2011), (NCh667.Of70).

La frecuencia para las inspecciones está guiada por las normas y leyes, sin embargo, se tiene que determinar mediante una persona calificada ya que existen muchos factores.

En general el mantenimiento se concentra en operaciones de limpieza y engrase. Para el engrase es conveniente proceder previamente a una limpieza a fondo y seguidamente engrasarlo por riego al paso por una polea, pues se facilita la penetración en el interior del cable. Por la incidencia que tiene el engrase. Respecto a la duración del cable es conveniente seguir las instrucciones del fabricante y utilizar el lubricante recomendado.

Las inspecciones en las zonas críticas se deben realizar con más atención, estas zonas son; secciones en que cable está en contacto con las poleas y tambor de enrollamiento, zonas cercanas a terminales de suspensión, en el caso de las secciones que no sean de visibilidad fácil en la inspección diaria y en zonas donde el cable este sujeto a curvas pronunciadas.

El cable actualmente se reemplaza cada 8 años, aunque esté tenga duración para 10 años según el fabricante. Los criterios para reemplazar el cable se van dando de acuerdo a su hoja de vida y horas de trabajo, para así determinar el momento correcto para realizar el cambio. Además del momento para reemplazar el cable está citado en las normas y especificaciones que va de acuerdo a las condiciones físicas del cable, ya sean por los alambres rotos o por la reducción del diámetro del cable (revisar anexo 2).

El mantenimiento de los cables es el más importante ya que es el componente que arrastra y sujeta los carros, además es un componente que está expuesto al clima salino de la zona, del sol y lluvias. En el caso de las lluvias se debe limpiar y relubricar el cable.

En la siguiente tabla se resumen las actividades de mantención solo para que queden registradas y así tener la hoja de vida.

CABLE		FRECUENCIA
- Inspección visual para detectar deformaciones, torceduras corrosión, alambre rotos o cortados, cambios localizados en la condición del lubricante.		Diario
- Realizar limpieza y lubricación (en el caso de ser necesario). - Mediante un personal capacitado realizar una inspección intensiva para detectar cualquier tipo de anomalía (registrar el resultado de la inspección).		Mensual
- Cambio de cable principal		8 años
Fecha		
Herramientas e insumos	Lubricante de cable, pie de metro, Juego de herramientas, cable, EPP.	
	Otros	
Trabajador/es	Nombre	Cargo
IMÁGENES Y OBSERVACIONES		

En los carros, el mantenimiento se basa en lo que se realiza actualmente, combinado con actividades de mantención que se le realizan a componentes similares (carros de otros ascensores) y con las instrucciones dictadas en la Norma Chilena INN - NCh 440/1Of.2000 Construcción de Elevadores que dice las reglas de seguridad en relación con los ascensores de pasajeros y el resguardo de los pasajeros frente al riesgo de accidentes asociados al usuario, mantenimiento y operaciones de emergencia en ascensores. A continuación, la tabla con actividades resumidas

LOS CARROS													FRECUENCIA
<ul style="list-style-type: none"> - Inspección visual de: la madera del piso, paredes de la cabina, ventanas, banca. - Revisar estado de las puertas (deben cerrar correctamente). - Verificar que las paredes de la cabina no posean deformaciones ni anomalías. - Registrar resultados de la inspección. 													Diario
<ul style="list-style-type: none"> - Inspección visual del chasis de los carros (indicio de corrosión, estado de la pintura, fisuras y deformaciones de la estructura). 													Quincenal
<ul style="list-style-type: none"> - Revisar el apriete y ajuste de los pernos. - Realizar limpieza y verificar el buen estado de la pintura. - Inspección de eje de ruedas, verificar que no existan fisuras ni deformaciones. - Inspeccionar superficie de contacto de las ruedas sobre los rieles (verificar la ausencia de marcas o desgaste). 													Mensual
<ul style="list-style-type: none"> - Realizar ensayo de tintas penetrantes en las soldaduras (revisar anexo 1) - Registrar resultado obtenido. 													Semestral
Fecha													
Herramientas e insumos	Juego de herramientas menores, EPP.												
	Otros												
Trabajador/es	Nombre					Cargo							
IMÁGENES Y OBSERVACIONES													

Las vías de descenso y ascenso es un componente que está expuesto al ambiente salino además que en el cerro corre una pequeña vertiente que lo expone aún más al desgaste por corrosión.

Las tareas de mantención serán principalmente la inspección visual ya sean de las vías, los polines y pernos, para luego realizar cualquier reparo o ajuste.

VÍAS DE DESCENSO Y ASCENSO													FRECUENCIA
<ul style="list-style-type: none"> - Inspección visual general. - Limpiar foso. 													Quincenal
<ul style="list-style-type: none"> - Inspeccionar el paralelismo de las vías, el estado de los pernos, superficie de contacto, pasadores de cremallera, uniones de perfiles y polines. - Realizar limpieza (retirar melsa, basura, suciedad, lubricante, entre otros). - Realizar limpieza de escalera de emergencia. - Revisar la lubricación en los descansos de los polines. 													Semestral
Fecha													
<ul style="list-style-type: none"> - Revisar estado de la pintura. - Realizar inspección de los soportes de hormigón. 													Anual
Fecha													

Herramientas e insumos	Elementos de limpieza, tintas penetrantes, juegos de herramientas menores, EPP.	
	Otros	
Trabajador/es	Nombre	Cargo
IMÁGENES Y OBSERVACIONES		

El sistema más crítico del ascensor es el sistema de frenos, su continua falla/detención se debe no por el componente en sí, sino que por la sensibilidad excesiva que tiene los sensores del PLC. El mantenimiento realizado a este componente es bueno, está en perfecto estado a pesar sus largos años de funcionamiento. El mantenimiento de este va a seguir siendo el que se realiza actualmente e incorporando algunas tareas de mantenimiento. A continuación, la tabla con las actividades resumidas.

SISTEMAS DE FRENOS DEL ASCENSOR		FRECUENCIA
<ul style="list-style-type: none"> - Realizar inspección visual a los componentes de los frenos (detectar anomalías). - Revisar si hay altas temperaturas cuando el equipo esté en funcionamiento. 		Diario
<ul style="list-style-type: none"> - Regulación freno. - Revisión y ajuste de freno principal. - Registrar resultados de la inspección. 		Quincenal
<ul style="list-style-type: none"> - Inspección visual en búsqueda de indicaciones relevantes tales como: deterioro en componentes del freno en partes móviles del componente y verificar buen estado del alineamiento y ajuste de zapatas. - Revisar la ausencia de aceite o grasa. - Registrar resultados de la inspección. 		Mensual
<ul style="list-style-type: none"> - Realizar ensayo de tintas penetrantes en los ejes del freno (revisar anexo 1) - Registrar resultados de la inspección. 		Semestral
Fecha		
Herramientas e insumos	Juego de herramientas, juego de llaves, pie de metro, EPP.	
	Otros	
Trabajador/es	Nombre	Cargo

IMÁGENES Y OBSERVACIONES

TAMBOR DE ENROLLAMIENTO													FRECUENCIA
- Inspección visual para detectar anomalías. - Verificar el correcto enrollamiento del cable sobre el tambor.													Diario
- Inspección visual de los componentes, buscar indicaciones relevantes tales como; corrosión óxido fisuras. - Revisar el correcto enrollamiento del cable al tambor. - Realizar, si es necesario, reapriete de pernos - Registrar resultados													Quincenal
Herramientas e insumos													Juego de herramientas, tintas penetrantes, EPP.
Otros													
Trabajador/es													Nombre
													Cargo
IMÁGENES Y OBSERVACIONES													

El mantenimiento asociado a árbol de transmisión se basa principalmente en la inspección y lubricación, se mantendrán las acciones dichas y se incorporara el ensayo de vibraciones que de acuerdo a la norma de ISO 10816-3 en reducción de engranajes, el rango aceptable es de 8 [mm/seg] que es una frecuencia discreta (en el 2014 que fue la última vez que se realizó este ensayo su máximo valor encontrado fue de 4,3 [mm/seg] que está en el rango aceptable).

A continuación, se resumirán las actividades de mantenimiento con su respectiva frecuencia, insumos y personal involucrado.

ÁRBOL DEL SISTEMA DE TRANSMISIÓN													FRECUENCIA
- Realizar inspección visual (detectar fisuras, óxido, corrosión y/o señales de desgaste). - Revisar estado del lubricante en parte móvil y de ser mesetario re-lubricar.													Semanal
- Realizar ensayo de vibración (realizar grafico de tendencia).													Semestral
Fecha													
- Realizar ensayo de tintas penetrantes (revisar anexo 1). - Registrar resultados obtenidos.													Anual
Fecha													
Herramientas e insumos													Juego de herramientas, EPP.
Otros													
Trabajador/es													Nombre
													Cargo

el sistema se detiene, pero el equipo la realiza cuando el sistema ya está detenido producto de la falla que se genera en los frenos y una solución momentánea es el realizar un reinicio del sistema.

Ascensor Barón fue el primero en tener PLC, y se cometió el error de no guardar el CD del programador, la segunda propuesta es de contactar con el fabricante Allan Bradley, para que haga la entrega de documentos necesarios para una correcta mantención, ya que este sistema no cuenta con CD que indique al equipo de trabajo cómo realizar la debida mantención y ajustes, con esta información por parte del fabricante se puede ajustar el sistema del PLC para evitarlas detenciones de golpe. Si no resulta la propuesta anterior esta también la opción de comprar un chip ya dispuesta para este tipo de ascensores, que tiene un mayor de ajustaste de las variables (en el PLC actual se tiene un 2% aproximadamente), además que a partir del 2014 por norma todos los ascensores deben tener esta tarjeta/chip.

A continuación, se muestran las actividades de mantención realizadas en el PLC (luego de solucionar los expuesto anterior se agregarían actividades, y por el momento será el reinicio de sistema) y los componentes eléctricos.

PLC Y COMPONENTES ELÉCTRICOS										FRECUENCIA
- Realizar limpieza de tablero y todas las partes eléctricas que componen las instalaciones del medio de transporte. - Controlar y normalizar el tablero y demás componentes del sistema de alimentación de energía.										Diario
- Realizar reinicio del PLC. - Realizar pruebas a series de seguridad; botones de parada de emergencia, finales de recorrido y sobre recorrido.										Mensual
Fecha										
Herramientas e insumos	Juegos de herramientas menores.									
	Otros									
Trabajador/es	Nombre				Cargo					
IMÁGENES Y OBSERVACIONES										

Fuente: Elaboración propia.

3.4 COSTOS

Los costos asociados al mantenimiento, con la propuesta aumentarán en primera instancia debida incorporación de los ensayos de tintas penetrantes y vibración además de inclusión de un

inspector calificado. Luego los costos de un periodo se reducirán por la incorporación de actividades preventivas y proactivas. Está demostrado que disminuyen las fallas de las máquinas, por la detección de una falla potencial, reducción de tiempo de parada por reparación y muchos otros aspectos que se verán representados en los valores finales. Los siguientes costos son un estimado del valor.

3.4.1 Costos de los equipos de seguridad, los valores de los EPP fueron cotizados por easy.com y sodimac.com. (Son valores aproximados), este es el costo inicial de los EPP para llevar a cabo el mantenimiento.

Tabla 3-3 de costos de EPP

EPP	Cantidad	Precio unitario	TOTAL
Casco de seguridad	15	\$ 40.000	\$ 600.000
Lentes de seguridad	30	\$ 20.000	\$ 600.000
Overol	15	\$ 10.000	\$ 150.000
Zapatos de seguridad	15	\$ 13.000	\$ 195.000
Guantes	20	\$ 2.5000	\$ 50.000
TOTAL	95	\$ 85.500	\$ 2.945.000

Fuente: Elaboración propia.

3.5.1 Costos de las herramientas, los valores de estos elementos fueron cotizados por easy.com y sodimac.com, este es el costo inicial de las herramientas para llevar a cabo el mantenimiento.

Tabla 4-3 de costos de herramientas

Herramientas	Cantidad	Precio unitario	TOTAL
Caja de herramientas portátil	4	\$ 20.000	\$ 80.000
Juego de llaves punta y corona	4	\$ 61.000	\$ 244.000
Grasera	4	\$ 24.000	\$ 96.000
Linterna	6	\$ 10.000	\$ 60.000
Martillo	3	\$ 3.000	\$ 9.000
Desatornillador	10	\$ 3.000	\$ 30.000
Pie de metro	4	\$ 15.000	\$ 60.000
Flexómetro	4	\$ 8.000	\$ 32.000
Sistema de comunicación	6	\$ 15.000	\$ 90.000
Filler	5	\$ 3.000	\$ 15.000
Tecele	5	\$ 80.000	\$ 400.000
Esmeril	1	\$ 168.000	\$ 168.000
TOTAL	56	\$ 410.000	\$ 1.284.000

Fuente: Elaboración propia.

3.4.4 Costos de los lubricantes, los valores fueron obtenidos por la página del fabricante, este es el costo inicial de los lubricantes para llevar a cabo el mantenimiento.

Tabla 5-3 de costos de lubricantes

Lubricante	Cantidad	Precio unitario	TOTAL
Shell SAE 90-140	10	\$ 33.000	\$ 330.000
Shell SAE 50-80	10	\$ 40.000	\$ 400000
Grasa para engranajes	15	\$ 100.000	\$ 1.500.000
TOTAL	35	\$ 173.000	\$ 2.230.000

Fuente: Elaboración propia.

- 3.4.5 Costos de tareas externas, los vales de estos fueron obtenidos por estimaciones, los costos del ensayo no destructivo de tintas penetrantes, lo realiza una empresa externa, el cual se realiza en 3 días por cada componente, según la empresa cotizada

Tabla 6-3 de costos de ensayo de tintas penetrantes

Días de ensayo	Costo por componente	Frecuencia	Total, al año
Día1	\$300.000	Cada 6 meses	\$600.000
Día 2	\$300.000	Cada 6 meses	\$600.000
Día 3	\$300.000	Cada 6 meses	\$600.000
TOTAL	\$ 900.000		\$ 1.800.000

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, los costos de ensayo de vibración solo se le realizará por un día y su costo es de \$380.000 y al año, sumándole que este ensayo se le realiza cada 6 meses tendría un valor aproximado de \$760.000.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El Ascensor Barón de Valparaíso cumple una función de transporte eficaz dentro del sector en que está ubicado, por este motivo es necesario que se encuentre en las óptimas condiciones de funcionamiento y es por esto que se requiere de un mantenimiento confiable.

El trabajo se desarrolló con el objetivo de entregar una propuesta de mejora al plan de mantenimiento actual, que se basó en; primero recopilar toda la información técnica y descriptiva del ascensor además de poner en contexto su estado actual y la historia de este medio de transporte, también analizar el mantenimiento actual y recoger las buenas acciones de las actividades de mantención, por otro lado identificar las practicas erróneas y problemas del mantenimiento por medio del diagrama de ISHIKAWA, para luego dar soluciones a cada problema planteado.

El principal problema detectado es en los frenos que ocurren por el mal ajuste del PLC, este programador lógico computarizado no se le pueden realizar ajustes debido a que no existe un CD, para este problema, el cual se dieron 3 soluciones: la primera que es a más corto plazo y la que permite que el sistema siga funcionando es que cada 1 mes de realizar un reinicio del PLC, ya que se detecta que cada un mes aproximadamente (la fallas varían de los 30 días a 40) ocurre una detención de golpe de los frenos por la sensibilidad de los sensores, la otra propuesta se puede realizar contactando al fabricante del PLC para que mediante el se pueda tener una solución y por último la solución a largo plazo pero que de todas formas debe realizar es la incorporación de la tarjeta que ya viene dispuesta para ascensores y su utilización está dictada por norma a partir del 2014.

La propuesta de mejoramiento de mantenimiento incorporó acciones preventivas como inspección (la inspección es parte del mantenimiento actual, pero en la propuesta se incorporó en otras actividades) como la técnica de ensayo no destructivo mediante tintas penetrantes para detectar fuentes de fallas como en ejes, descansos, poleas, etc. Y acciones proactivas como la realización ensayo mediante el análisis por vibraciones. Todas estas actividades por motivos de costos y capacitación se deben externalizar a empresas expertas en estas actividades.

Respecto a los costos del mantenimiento se ven incrementados de primera instancia por la incorporación de las actividades preventivas y proactivas, aunque se realicen mediante empresas externas igual se incrementa el costo de la mantención de primera instancia, pero a mediano plazo esta inversión inicial será una reducción de costos debido a que se anticipará al recambio o reparación del componente antes de la falla.

BIBLIOGRAFÍA

- Libro Ascensores de Valparaíso, Juan Cameron.
- Departamento de Ascensores de Valparaíso. Oficina de mantención, Valparaíso. Ricardo Peña, Ing. Mecánico.
- Ascensor Barón de Valparaíso, Cerro Barón, Valparaíso.
- Página web monumentos.gob.cl /ascensorbarón.
- Ministerio de vivienda y urbanismo de Chile - referencias bibliográficas en norma técnica 008.
- American Society of Mechanical Engineers - referencias bibliográficas ASME b302. /2011.
- Norma chilena de seguridad para la construcción e instalación de ascensores - referencias bibliográficas en requisitos mínimos en términos de diseño.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ley número 20.296 - Referencia bibliográfica para establecer disposiciones para la instalación, mantención e inspección periódica de los ascensores
- Página web ceti.cl/pdf/Cursos%20complementarios/Liquidos-penetrantes-tintas.pdf – referencias para cursos de capacitación de tintas penetrantes
-

ANEXO

Anexo 1-3: Procedimiento para realizar ensayo mediante tinta penetrante visible lavable con solvente (tipo 2 método C).

- Limpieza: preparación de la pieza para ensayo (limpieza previa): una limpieza adecuada antes de iniciar el ensayo es esencial para que sea obtenido un resultado satisfactorio. Cualquier indicio de pintura, aceite, barniz, oxidación, humedad, etc. debe ser removido con el solvente y algún paño o papel, de la superficie a fin de favorecer el efecto capilar del penetrante.
- Procesos de limpieza previa que deben ser evitados: limpieza con líquidos abrasivos, esmeril, escobillas o raspadores de metal. Estos métodos tienden a cerrar las discontinuidades superficiales. Cuando otro medio no es eficaz las escobillas deben ser usadas con un mínimo de presión.
- Aplicación de la tinta. (Tinta roja visible): una vez realizada la limpieza de la pieza a inspeccionar, se procede a la aplicación del líquido penetrante, teniendo 3 métodos para aplicar; aplicación por Aerosol, aplicación por Brocha o pincel y aplicación por inmersión: se puede dar uso de estanque.
- Tiempo de penetración: el tiempo que la pieza debe permanecer bajo la acción del penetrante, es muy importante para un buen resultado del ensayo y está directamente ligado al tipo y tamaño de discontinuidad esperada.

A continuación tabla de tiempo de penetración de tinta penetrante:

TABLA N°1

Material	Proceso Metalúrgico	Tipo de Discontinuidad	Tiempo de Penetración en Minutos		
			Tipo 1 y 2 Método A	Tipo 1 y 2 Método B	Tipo 1 y 2 Método C
Aluminio	Fundición	Porosidad	5 - 10	5**	3
		Unión en frío	5 - 10	5**	3
	Soldadura	Porosidad	30	5	3
		Falta de fusión Grietas			
Forjado	Pliegues	NR***	10	7	
	Grietas	30	10	5	
Todos	Grietas de fatiga	NR***	30	5	
Aceros	Fundido	Porosidad	30	10**	5
		Unión en frío	30	10**	7
	Forjado	Pliegues	NR***	10	7
Falta de fusión		60	20	7	
Soldadura	Porosidad, grietas	60	20	7	
Bronces	Fundido	Porosidad	10	5*	3
		Unión en frío	10	5*	3
	Forjado	Pliegues	NR***	10	7
Soldadura	Falta de fusión	15	10	3	
	Porosidad	15	10	3	
Titanio y aleaciones resistentes a la T°	Todos	Todos	NR***	20 - 30	15

* Para piezas con temperaturas de 28° hacia arriba

** Solamente para fundidos de precisión

*** NR – No Recomendable

- Remoción del exceso de penetrante. (removible con solvente): remover el penetrante residual con paños o papel absorbente sin solvente, enseguida completar la remoción del penetrante residual con paños humedecidos con solventes, nunca se debe aplicar el solvente directamente sobre la superficie de la pieza, ya que sería removido también el penetrante desde el interior de las discontinuidades.
- Secado después de Remoción del exceso de penetrante: el secado de la pieza después de la remoción del exceso de penetrante es de 10 a 15 mín.
- Aplicación del revelador: una vez que la pieza este sin penetrante y seca, se aplica el revelador, como revelador se aplica un polvo en suspensión líquido, que debe ser previamente agitado, con el fin de lograr depositar una capa delgada y homogénea sobre la zona a inspeccionar, esta aplicación debe ser mínimo a 15[cm] de distancia.
- Inspección.: las indicaciones del penetrante visible pueden ser observadas bajo luz blanca artificial. Se recomienda que la intensidad mínima de iluminación sea de 1000 lux. (ASTM-E-1417), la observación de las indicaciones debe iniciarse inmediatamente después de secado el revelador y debe repetirse por lo menos una vez después de transcurridos 15 a 20 minutos, o al cabo de un tiempo no menor al requerido para la penetración. Es responsabilidad del encargado de registrar las discontinuidades encontradas y definir, en base a la norma correspondiente, si la pieza debe ser cambiada o reparada. Se indicarán cantidad, dimensiones y

características de las indicaciones encontradas, apoyadas con un registro fotográfico.

- Limpieza después del ensayo: el revelador aplicado a la pieza debe ser removido ya que puede absorber humedad, este puede ser removido con aire comprimido, con una brocha seca.

Anexo 2: criterio de remoción de cable según alambre rotos

Equipos	Máxima cantidad permitida de alambre quebrado	
	En un paso del cable	En un solo torón
Grúas puente, Pórtico	12	4
Grúas torre, Portal.	6	3
Grúas Móviles	6	3
Grúas Derrick	6	3
Tambores de izaje o arrastre simples.	6	3
Grúas flotantes	6	3
Polipastos	12	4
Equipos de izaje personal (1)	6	3
Equipos de izaje materiales (1)	6	3