

UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
SEDE VIÑA DEL MAR - JOSE MIGUEL CARRERA

**PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO PARA TABLEROS
ELÉCTRICOS EN ANDENES REEFER EN EMPRESA TPS**

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

Alumno:
Sebastián Marcelo Pino Riquelme.

Profesor Guía:
Mg. Ing. Ricardo Ciudad Cartagena.

RESUMEN

El Terminal Pacifico Sur cuenta con tableros eléctricos, los cuales son indispensables para el proceso productivo de la empresa, debido a que son los encargados de suministrar de energía a los contenedores y de esta manera mantener sus productos refrigerados, por lo que el motivo principal que originó esta propuesta de plan de mantenimiento preventivo para tableros eléctricos de la empresa TPS fue la ausencia de acciones del mantenimiento a la hora de intervenir estos equipos, siendo de vital importancia contar con un plan de mantenimiento adecuado que asegure el correcto funcionamiento del equipo.

El trabajo consta de tres capítulos, los cuales se dividirán según objetivos planteados.

El capítulo uno nos entregará toda la información del proceso productivo de la empresa para identificar la problemática.

En el capítulo dos nos explica el equipo crítico identificando sus principales componentes para entender su funcionamiento, los tipos de mantención utilizados actualmente y la propuesta de plan de mantenimiento.

El capítulo tres implica toda la estimación económica de la propuesta, calculando costo de mano de obra, herramientas, insumos y repuestos. Se realizará también una comparación con el costo de las acciones correctivas que actualmente tiene la empresa, para comprobar factibilidad económica de la propuesta.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
Objetivo general.....	3
Objetivos específicos.....	3
CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA.....	5
1. Antecedentes generales de la empresa.....	7
1.1. Descripción de la empresa.....	7
1.1.1. Ubicación.....	8
1.1.2. Certificaciones.....	8
1.1.3. Clientes.....	9
1.1.4. MAERSK LINE.....	10
1.1.5. MEDITERRANEAN SHIPPING COMPANY.....	10
1.1.6. CMA CGM.....	11
1.1.7. ¿Qué es un TEU?	12
1.1.8. Ranking de puertos latinoamericanos por movilización de contenedores.....	13
1.1.9. Distribución de contenedores en la región de Valparaíso.....	14
1.1.10. Aumento en la transferencia de carga.....	15
1.1.11. Fruta exportada.....	16
1.1.12. Principales productos exportados.....	17
1.2. Identificación de problemática.....	18
CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE EQUIPO CRÍTICO Y PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO.....	21
2. Equipo crítico.....	23
2.1 Tableros eléctricos.....	24
2.1.1. Tipos de tableros eléctricos.....	25
2.1.2. Alimentación de tableros eléctricos en TPS.....	25
2.1.3. Elementos de un tablero eléctrico.....	26
2.1.4. Componentes generales de un tablero eléctrico.....	28
2.1.5. Corriente monofásica y trifásica.....	29
2.2. Mantenimiento industrial.....	30
2.2.1. Mantenimiento correctivo.....	30
2.2.2. Mantenimiento preventivo.....	31
2.2.3. Mantenimiento predictivo.....	31
2.2.4. Mantenimiento proactivo.....	32
2.2.5. Formas de elaborar un plan de mantenimiento.....	32
2.3. Actividades del mantenimiento.....	33
2.3.1. Planilla de trabajo para tableros eléctricos desde anden 17 al 21.....	34

2.3.2. Planilla de trabajo para tableros eléctricos desde anden 22 al 26.....	35
2.3.3. Planilla de trabajo para enchufes de tableros eléctricos desde anden 17 al 21.....	36
2.3.4. Planilla de trabajo para enchufes de tableros eléctricos desde anden 22 al 26.....	37
2.3.5. Planilla de trabajo para tableros eléctricos desde anden 17 al 21.....	38
2.3.6. Planilla de trabajo para tableros eléctricos desde anden 22 al 26.....	39
CAPÍTULO 3: ESTIMACIÓN DE COSTOS ASOCIADOS A PROPUESTA DE PLAN DE MANTENIMIENTO.....	41
3. Estimación de costos asociados.....	43
3.1.1. Costos de mano de obra.....	43
3.1.2. Costos de repuestos.....	44
3.1.3. Costos de insumos y herramientas.....	45
3.1.4. Costos de mantenimiento.....	46
3.1.5. Estimación costos de mano de obra actividades del mantenimiento.....	47
3.1.6. Costos totales de la propuesta.....	48
3.1.7. Costos de propuesta v/s mantención correctiva.....	49
3.1.8. Estimación de ahorro para la empresa TPS.....	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
BIBLIOGRAFÍA.....	54
ANEXOS.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Logotipo TPS.	7
Figura 1-2. Ubicación geográfica TPS.	8
Figura 1-3. Logo Maersk Line.	10
Figura 1-4. Logo MSC.	11
Figura 1-5. Logo CMA CGM.	11
Figura 1-6. Dimensiones exteriores de un contenedor normalizado.....	12
Figura 1-7. Ranking de puertos América Latina y el Caribe.	13
Figura 1-8. Tablero eléctrico suministrando energía a contenedor	19
Figura 2-1. Tablero eléctrico TPS.	24
Figura 2-2. Elementos externos tableros eléctricos.	26
Figura 2-3. Elementos internos tableros eléctricos.	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1.	Ranking de líneas navieras a nivel global por TEU's movilizados...	9
Tabla 1-2.	Principales productos exportados desde TPS año 2018.	17
Tabla 2-1.	Planilla de trabajo tableros eléctricos.	34
Tabla 2-2.	Planilla de trabajo tableros eléctricos.	35
Tabla 2-3.	Planilla de trabajo tableros eléctricos.	36
Tabla 2-4.	Planilla de trabajo tableros eléctricos.	37
Tabla 2-5.	Planilla de trabajo para tableros eléctricos.....	38
Tabla 2-6.	Planilla de trabajo para tableros eléctricos.....	39
Tabla 3-1.	Costo asociado a trabajadores.	43
Tabla 3-2.	Costo asociado a repuestos.	44
Tabla 3-3.	Costo asociado a herramientas e insumos.	45
Tabla 3-4.	Costos mantenimiento tableros eléctricos.	46
Tabla 3-5.	Costos mantenimiento enchufes tableros eléctricos.	46
Tabla 3-6.	Costos mantenimiento tableros eléctricos.....	46
Tabla 3-7.	Estimación costos de mano de obra actividades del mantenimiento....	47
Tabla 3-8.	Costos totales de la propuesta.	48
Tabla 3-9.	Costo de propuesta v/s mantención correctiva.	49
Tabla 3-10.	Estimación de ahorro para empresa TPS.	50
Tabla 3-11.	Estimación de ahorro anual para empresa TPS.....	50

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1-1.	Aporte de TPS al movimiento de contenedores.	14
Gráfico 1-2.	Aumento de transferencia de carga en contenedores (TEUS).	15
Gráfico 1-3.	Aumento del transporte de frutas en contenedores.	16
Gráfico 3-1.	Costos propuesta plan de mantenimiento preventivo.	48
Gráfico 3-2.	Costos propuesta v/s mantención correctiva.	49
Gráfico 3-3.	Estimación de ahorro para TPS.	50

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A:	PLANILLA DE REGISTRO DE ACTIVIDADES.	58
ANEXO B:	IMPLEMENTACIÓN LOTOTO.	59

SIGLAS Y SIMBOLOGÍAS

A. SIGLAS

TEU	Twenty-foot Equivalent Unit.
FMECA	Failure Mode and Effects and Criticity Analysis.
FMEA	Failure Mode and Effects.
RCA	Análisis Causa Raíz.
RCM	Mantenimiento basado en la Confiabilidad.
LOTOTO	Lock Out Tag Out Tryout
TPS	Terminal Pacifico Sur
ISO	International Organization for Standardization
OHSAS	Occupational Health and Safety Assessment Series

B. SIMBOLOGÍAS

[m]	Metros
[Ft]	Pie
[Hz]	Hertz
[V]	Volt
[A]	Amperes
[kW]	Kilo Watt
[I]	Intensidad corriente eléctrica
[R]	Resistencia eléctrica

INTRODUCCIÓN

Actualmente el mantenimiento industrial se ha convertido en uno de los ejes principales dentro de la industria, que a lo largo de su historia ha estado sujeto a diferentes cambios, hoy en día el mantenimiento se ve como una inversión que ayuda a mejorar y mantener la calidad de la producción.

Las fallas en los equipos que se encuentran en la línea de producción de cualquier empresa siempre existirán, el mantenimiento industrial es el encargado de combatir esto mediante la corrección, disminución y mejoras de las fallas.

Terminal Pacifico Sur cuenta con una línea de producción para la exportación y transporte de contenedores por lo cual es de vital importancia que todos los equipos que componen este proceso estén operativos y en buen estado.

Este trabajo tiene como principal objetivo la explicación y uso de un plan de mantenimiento preventivo para tableros eléctricos de la empresa TPS para su posterior aplicación dentro de la empresa.

Establecer una estrategia de mantenimiento que consiste a grandes rasgos en disminuir el costo total de las actividades de mantenimiento a través de los distintos tipos de estrategia tales como el mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y proactivo entre los más usados actualmente dentro de la industria. Depende netamente de la empresa la elección de la estrategia de mantenimiento más adecuada para su aplicación basándose en sus recursos tanto económicos, de personal o las prioridades de la empresa.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Proponer un plan de mantenimiento preventivo, mediante tareas de inspecciones y actividades preventivas a tableros eléctricos en andenes reefer del “Sitio 1” en la empresa TPS para abaratar costos en mantenimiento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir el estado actual de la empresa TPS y sus procesos, mediante la revisión de documentación interna de sus procedimientos de operación y datos estadísticos para la detección de la problemática de la empresa.
- Elaborar una propuesta de plan de mantenimiento preventivo mediante tareas de inspecciones y actividades preventivas para la prolongación de la vida útil de los activos de la empresa, mejorando con ello su competitividad y productividad.
- Determinar costos totales de mantenimiento asociados a la propuesta, mediante la identificación de los elementos del costo ligados al plan de mantenimiento, calculando con ello los costos de insumos, herramientas, mano de obra, repuesto y las inversiones, determinando así los niveles de rentabilidad de la propuesta.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1. ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El Terminal Pacífico Sur inició sus actividades en el año 2000 como un terminal diseñado para recibir naves portacontenedores y multipropósito. Al poco tiempo de la puesta en marcha, se adquirieron dos grúas pórtico del tipo Panamax para agilizar la descarga de contenedores al momento de la llegada de las líneas navieras.

Cuatro años más tarde obtuvo la certificación ISPS, estándar internacional para la protección de las embarcaciones e instalaciones portuarias, siendo el primer puerto latinoamericano en cumplir con las condiciones exigidas para esta certificación.

Se sumaron las primeras grúas de patio RTG (Rubber Tyred Gantry), con lo que se optimizó el uso del área de respaldo logrando un aumento del 63% en la transferencia de carga en contenedores. También se expandió la capacidad de patio en 3 mil metros cuadrados.

Hoy en día está capacitada para albergar dos naves Post-Panamax de más de 325 metros de eslora de manera simultánea en el Frente de Atraque principal, con ocho grúas pórtico de muelle, y cuenta también con 3 mil conexiones para contenedores refrigerados.

A fines de 2017 se concretaron dos hitos históricos de gran relevancia: superaron 1.000.000 de [TEUs] transferidos en un año y además la Empresa Portuaria Valparaíso confirmó la extensión en el plazo del contrato de concesión hasta el 31 de diciembre de 2029.



Fuente: portal.tps.cl

Figura 1-1 Logotipo TPS

1.1.1. Ubicación

Terminal Pacífico Sur está ubicado en la zona central del país en la región de Valparaíso, cuenta con una superficie de aproximadamente 15 hectáreas operativas, en la bahía de Valparaíso.

El Terminal se encuentra conectado con el resto del país por medio de algunas de las principales carreteras de la red vial existentes en la zona Central que concentra más del 50% del total de la población y actividad económica del país.



Fuente: http://portal.tps.cl/tps/site/artic/20150413/asocfile/20150413170006/memoria_anual_tps2018.pdf

Figura 1-2 Ubicación geográfica TPS.

1.1.2. Certificaciones

- ISO 14001, norma internacional de sistemas de gestión ambiental (SGA).
- OHSAS 18001 Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.
- Código ISPS Código internacional para la protección de los buques y de las instalaciones portuarias.

1.1.3. Cientes

Entre los principales clientes se encuentran las líneas navieras más grandes del mundo en base a sus centros de operación, flota de barcos en movimiento y principalmente por movimiento de cargas a nivel mundial. También cuenta con importadores, exportadores, agentes de aduana y transportistas, con quienes ha podido desarrollar y hacer más productiva la cadena logística para la importación.

Dentro de las tres líneas navieras más grandes del mundo en base a la movilización de TEU’s y que llegan con mayor frecuencia al Terminal Pacifico Sur se encuentra en primer lugar Maersk Line, seguido de Mediterranean Shipping Company y en tercer lugar CMA CGM.

Tabla 1-1 Ranking de líneas navieras a nivel global por TEU’s movilizados.

RANKING	NAVIERAS	TEU
1	 MAERSK	2.8 MILLONES
2	 MEDITERRANEAN SHIPPING COMPANY	2.43 MILLONES
3	 CMA CGM	1.55 MILLONES
4	 APL	1.1 MILLONES
5	 Hapag-Lloyd	1 MILLON
6	 EVERGREEN	850.000
7	 中国远洋海运集团有限公司 COSCO CONTAINER LINE CO. LTD.	786.252
8	 中国海运 CHINA SHIPPING	706.000
9	 HANJIN SHIPPING	640.348
10	 Mitsui O.S.K. Lines	530.000

Fuente: <https://www.emagister.com/blog/caida-una-las-navieras-mas-importantes-del-mundo/>

1.1.4. MAERSK LINE

La sede de esta naviera se encuentra en Copenhague, Dinamarca; ocupa el primer lugar debido al elevado movimiento de TEU's. La presencia de la compañía es fuerte en todo el mundo, por lo que realiza operaciones comerciales a 325 puertos, con base en las 200 rutas que ha establecido desde que se creó la empresa. Su flota consta de 600 barcos, cuenta con aproximadamente 30,000 empleados y posee 470 contenedores con una capacidad total para 2.800.000 TEU'S.



Fuente: <https://www.maersk.com>

Figura 1-3 Logo Maersk Line

1.1.5. MEDITERRANEAN SHIPPING COMPANY

La línea suiza Mediterranean tiene más empleados y similar capacidad de contenedores que Maersk, pero ocupa el segundo sitio de las navieras en el mundo. Su flota se compone de 462 embarcaciones, actualmente tiene presencia en 316 puertos, a los que llega a través de 200 rutas. Tiene un aproximado de 444 contenedores, que tienen una capacidad de 2.493.000 TEU'S.



Fuente: <https://www.msc.com/chl>

Figura 1-4 Logo MSC

1.1.6. CMA CGM

La empresa naviera y de transporte de contenedores francesa cuenta con una flota de 410 unidades, no se encuentra dentro de las primeras posiciones porque opera con menos rutas que sus competidores, trabaja con 170 rutas, al igual que su fuerza laboral al tener 18,000 empleados; mientras que otras navieras sobrepasan los 30,000. Cuenta con una capacidad de 414 contenedores, 1.540.000 TEU'S.



Fuente: <https://www.cma-cgm.com/>

Figura 1-5 Logo CMA CGM

1.1.7. ¿Qué es un “TEU”?

Es importante conocer su significado debido a que gran parte de la información de la empresa TPS se basa en el transporte o aumento en la cantidad de contenedores los cuales son abreviados por las siglas “TEU”.

Las siglas TEU, en inglés “Twenty-foot Equivalent Unit”, que significa “Unidad Equivalente a Veinte Pies” representa una unidad de medida de capacidad del transporte marítimo, ya sea de buques portacontenedores y terminales portuarios para contenedores.

Las dimensiones exteriores del contenedor normalizado de 20 pies (6,1 m) son: 20 pies (6,1 m) de largo por 8 pies (2,4 m) de ancho por 8,5 pies (2,6 m) de altura.



Fuente: <http://janwbrouwers.blogspot.com/2015/06/20150626-teu.html>.

Figura 1-6 Dimensiones exteriores de un contenedor normalizado.

1.1.8. Ranking de puertos latinoamericanos por movilización de contenedores



Fuente: <https://www.cepal.org/es/infografias/ranking-puertos-top-20-america-latina-caribe-2017>.

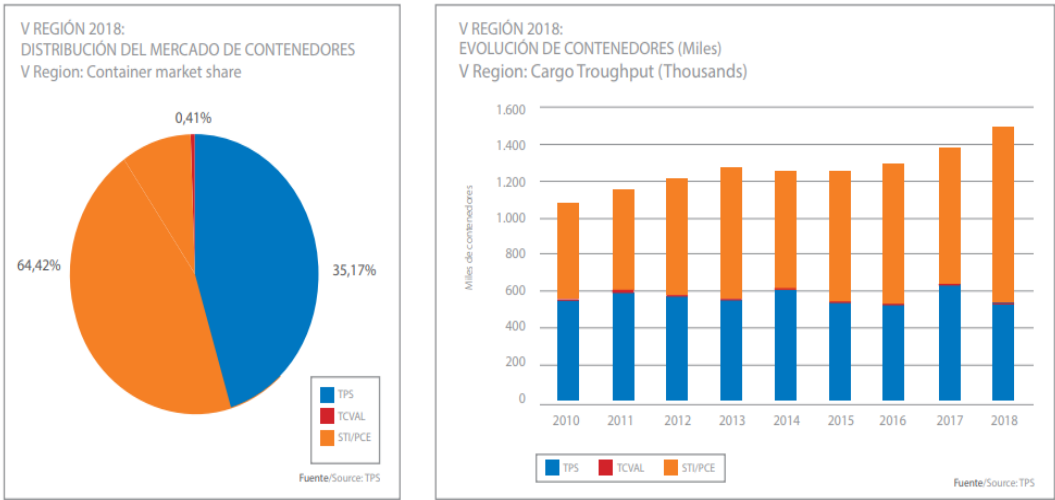
Figura 1-7 Ranking de puertos América Latina y el Caribe.

Esta infografía muestra los puertos ubicados en los primeros 20 lugares del ranking de movilización de carga de contenedores (TEUs) en donde Valparaíso ocupa el puesto número 16 con más de 1 millón 73 mil TEUs movilizadas en 2017.

Además, nos permite realizar una comparativa y entender el contexto en el cual está situado hoy en día el terminal, siendo relevante dentro de la región latinoamericana.

1.1.9. Distribución de contenedores en la región de Valparaíso

Gráfico 1-1 Aporte de TPS al movimiento de contenedores.



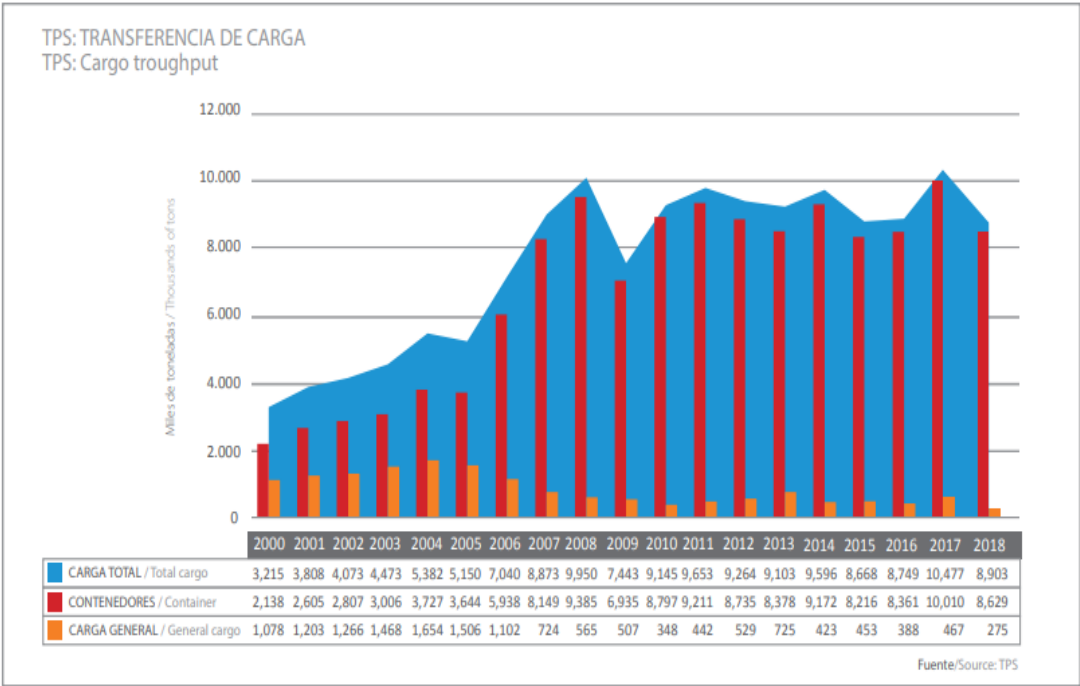
Fuente: http://portal.tps.cl/tps/site/artic/20150413/asocfile/20150413170006/memoria_anual_tps2018.pdf

En este gráfico se presenta el aporte en porcentaje de TPS en la Región de Valparaíso desde el 2010 a la fecha, demostrando un aporte significativo en la distribución de movimientos de contenedores.

La Región de Valparaíso ha experimentado un crecimiento de 167% en el movimiento de carga total en los últimos 18 años, mientras que el aumento en transferencia de contenedores alcanza 211% en el mismo periodo, evidenciando un notorio desarrollo a través de los años.

1.1.10. Aumento en la transferencia de carga

Gráfico 1-2 Aumento de transferencia de carga en contenedores (TEUS)

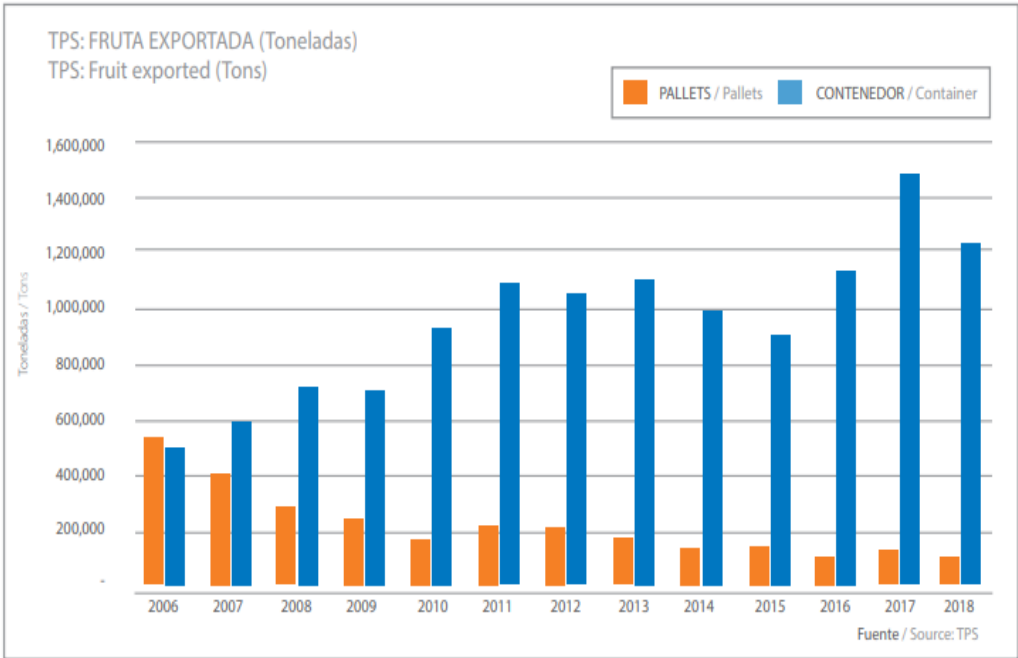


Fuente: http://portal.tps.cl/tps/site/artic/20150413/asocfile/20150413170006/memoria_anual_tps2018.pdf

En este gráfico se aprecia la evolución de transferencia de carga en contenedores en desmedro de la carga general, la cual en los primeros años del terminal fue muy pareja, pero que con el paso de los años sumándole nuevas instalaciones, nuevas grúas y mayor espacio de almacenaje para contenedores la diferencia entre ambas se hace significativa.

1.1.11. Fruta exportada

Gráfico 1-3 Aumento del transporte de frutas en contenedores



Fuente: http://portal.tps.cl/tps/site/artic/20150413/asocfile/20150413170006/memoria_anual_tps2018.pdf

En esta figura se aprecia el aumento de transporte de frutas en contenedores refrigerados por sobre el transporte mediante pallets. Junto con el aumento a través del tiempo de contenedores en desmedro de la carga general, el transporte de frutas en contenedores refrigerados también incrementó, ya que el producto se puede conservar de mejor manera antes de ser exportado.

1.1.12. Principales productos exportados

Tabla 1-2 Principales productos exportados desde TPS año 2018.

TIPO	Canadá	Costa Este USA	Costa Oeste USA	Europa	Latinoamérica	Lejano Oriente	Medio Oriente	TOTAL
	Canada	US East Coast	US West Coast	Europe	Latin America	Far East	Middle East	
FRUTA Fruit	17 1%	265 20%	48 4%	430 32%	126 9%	430 32%	33 2%	1347.8 40%
VINO Wine	15 2%	7 1%	27 4%	356 54%	44 7%	203 31%	2 0%	653.2 19%
COMESTIBLES Edibe products	6 1%	21 4%	19 4%	172 35%	126 26%	131 27%	15 3%	491.1 14%
COBRE Copper	28 8%	1 0%	0 0%	19 5%	18 5%	279 80%	2 1%	347.9 10%
OTROS Others	11 2%	64 12%	34 6%	142 26%	207 37%	84 15%	11 2%	552.8 16%
TOTAL	78 2%	358 11%	128 4%	1119 33%	521 15%	1127 33%	63 2%	3392.9 100%

Fuente: http://portal.tps.cl/tps/site/artic/20150413/asocfile/20150413170006/memoria_anual_tps2018.pdf

En esta gráfica se puede observar la diversidad de productos exportados al exterior, en donde el mayor porcentaje corresponde a la fruta con un 40% del total de productos exportados.

Esto gracias a que el último tiempo el terminal se ha implementado de tal manera que ahora es capaz de contar con instalaciones e infraestructura ideales para albergar gran capacidad de contenedores, entre ellos también los contenedores refrigerados, los cuales son de suma importancia para mantener los productos dentro de los márgenes de refrigeración adecuados entendiendo que todos los años el porcentaje de productos refrigerados aumenta en consideración.

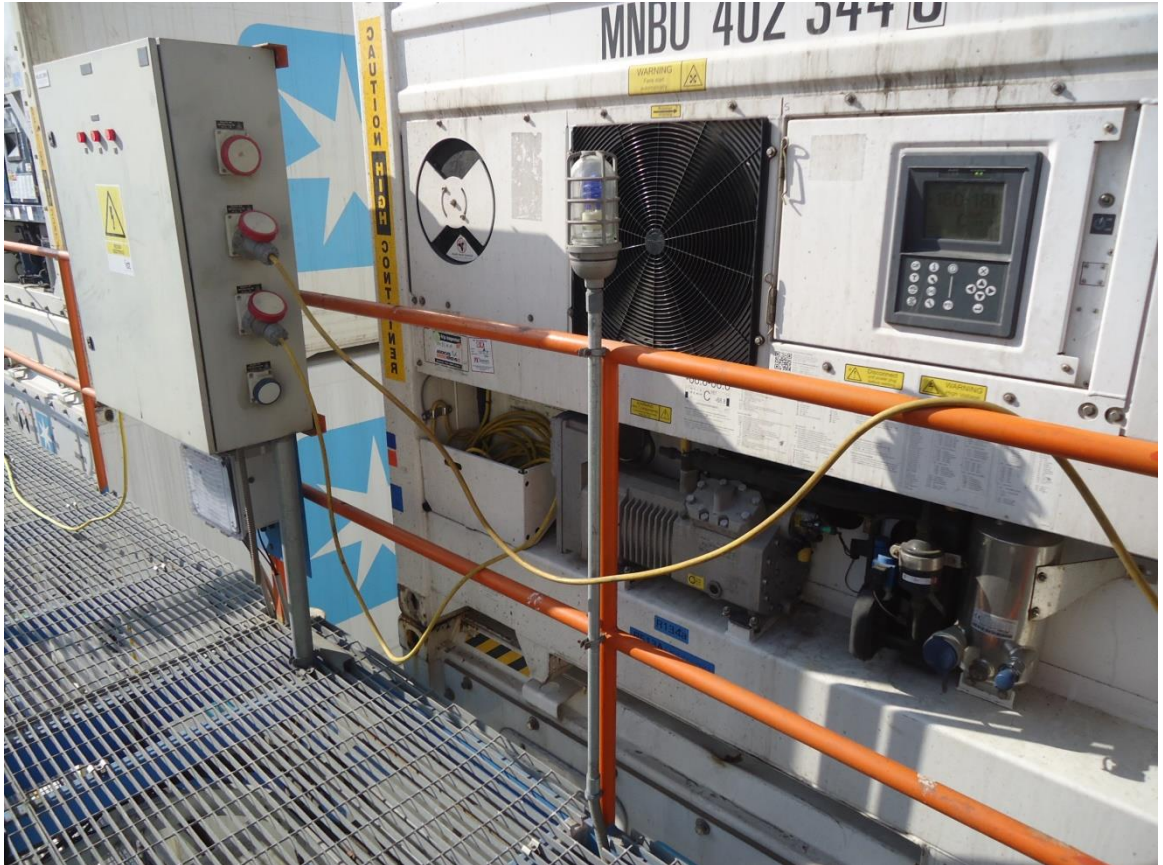
1.2. IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMÁTICA

El terminal ocupa un lugar de relevancia en el contexto de los puertos latinoamericanos especializados en carga de contenedores incluyendo carga seca y refrigerada en 18 años de operación desde el año 2000, en donde se movilizaban 3.2 millones de toneladas cada año. Hoy la cifra ha aumentado en 8.9 millones de toneladas.

Junto con el avance de la tecnología, el puerto ha adquirido mayor equipamiento en grúas y espacio de almacenaje, lo que conlleva a un aumento directamente proporcional al transporte de contenedores refrigerados en desmedro de los pallets, los cuales no aseguran un estado de refrigeración en los productos. De esta manera los contenedores ofrecen una posibilidad esencial para la conservación de productos que requieren de un estado óptimo para su exportación, como lo son: frutas, pescados entre otros.

Actualmente el terminal no cuenta con un plan de mantenimiento asociados a los tableros eléctricos que suministran de energía a los contenedores refrigerados, por lo que su mantención es netamente correctiva, lo cual no es conveniente para la empresa debido al alto costo que conlleva una acción correctiva poniendo en riesgo el proceso productivo por una parada de procesos que podría evitarse manteniendo los equipos bajo inspecciones o tareas de mantención preventiva.

Es por esta razón que los contenedores refrigerados deben mantenerse conectados a una red de suministro eléctrico desde que llegan al terminal, hasta el momento que son exportados, por lo cual los tableros eléctricos deben estar 100% operativos y disponibles para evitar pérdidas de mercancía que sería perjudicial para la empresa y el exportador.



Fuente: Elaboración propia

Figura 1-8 Tablero eléctrico suministrando energía a contenedor refrigerado.

**CAPÍTULO 2: DESCRIPCIÓN DE EQUIPO CRÍTICO Y PROPUESTA DE PLAN
DE MANTENIMIENTO.**

2. **EQUIPO CRÍTICO**

En este capítulo se definirá el equipo crítico describiendo sus principales componentes, además de definir mantenimiento, los diversos tipos de mantenimiento, sus aplicaciones y la elaboración de la propuesta de plan de mantenimiento.

Actualmente el terminal no cuenta con un plan de mantenimiento asociados a los tableros eléctricos que suministran de energía a los contenedores refrigerados, por lo que su mantención es netamente correctiva, lo cual no es conveniente para la empresa debido al alto costo que conlleva una acción correctiva poniendo en riesgo el proceso productivo por una parada de procesos que podría evitarse manteniendo los equipos bajo inspecciones o tareas de mantención preventiva.

Para la elección del equipo crítico no será necesario realizar un análisis de criticidad debido a que no existen más equipos dentro del sistema de la energización para la refrigeración de contenedores, ya que, desde que llegan al terminal hasta el momento que son exportados los contenedores se mantienen conectados a la red de suministro eléctrico, por esta razón el tablero eléctrico pasa a ser el equipo de mayor importancia en el área

Para entender en que consiste un tablero eléctrico se definirá y explicaran algunos de sus elementos más importantes.

2.1. TABLEROS ELÉCTRICOS

En palabras generales, los tableros eléctricos son gabinetes que cuenta con elementos como dispositivos de conexión, control, protección, medida, señalización y distribución, todos estos elementos permiten que una instalación eléctrica funcione de manera adecuada.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2-1 Tablero eléctrico TPS.

2.1.1. Tipos de tableros eléctricos

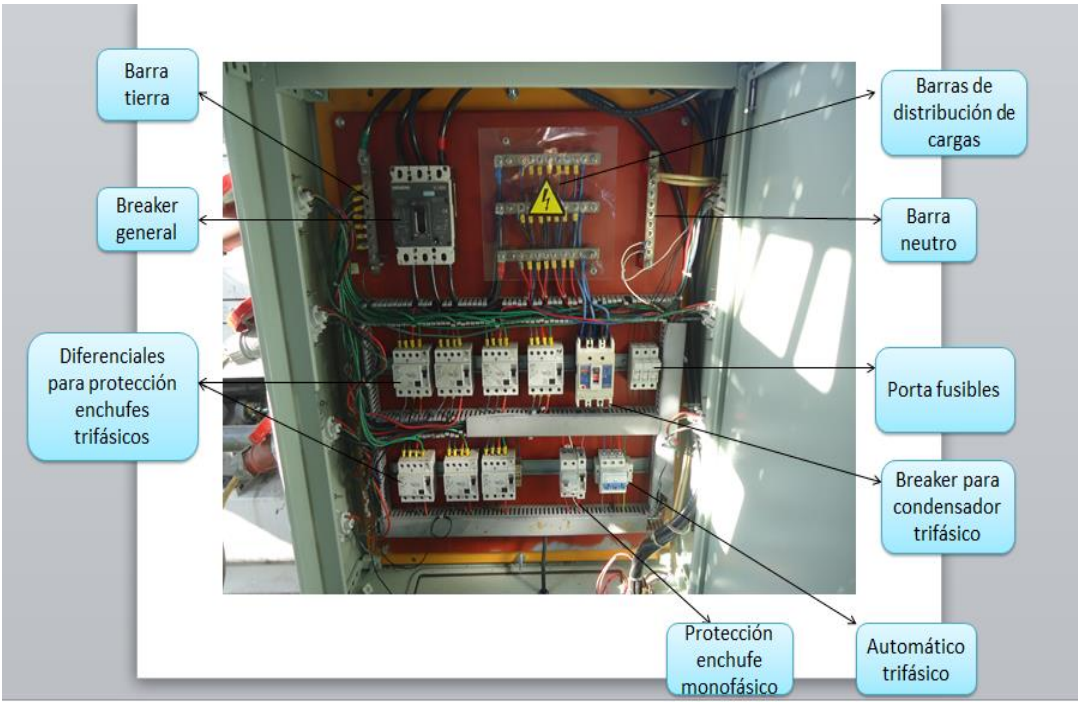
Según su ubicación en la instalación eléctrica, los tableros eléctricos se clasifican en:

- Tablero principal de distribución: Este tablero está conectado a la línea eléctrica principal y de él se derivan los circuitos secundarios. Este tablero contiene el interruptor principal.
- Tableros secundarios de distribución: Son alimentados directamente por el tablero principal. Son auxiliares en la protección y operación de subalimentadores.
- Tableros de paso: Tienen la finalidad de proteger derivaciones que por su capacidad no pueden ser directamente conectadas alimentadores o subalimentadores. Para llevar a cabo esta protección cuentan con fusibles.
- Tableros de comando: Contienen dispositivos de seguridad y maniobra.

2.1.2. Alimentación de tableros eléctricos en TPS

Los tableros eléctricos son alimentados a través de una subestación eléctrica ubicada dentro del terminal, los cuales cuentan con un banco de condensadores que estabilizan la corriente y permite que se consuma el menor voltaje posible optimizando así la energía, estas subestaciones alimentan todos los gabinetes centrales ubicados en el sector 1 del terminal portuario. El sector 1 cuenta con 10 andenes reefer estructuras las cuales están compuestas por un gabinete central que alimenta a todos los tableros eléctricos del andén y así los contenedores reciben energía para mantener refrigerados los productos.

2.1.3. Elementos de un tablero eléctrico



Fuente: Elaboración propia en base a información otorgada por personal TPS.

Figura 2-2 Elementos internos tablero eléctrico.



Fuente: Elaboración propia en base a información otorgada por personal TPS.

Figura 2-3 Elementos externos tableros eléctricos.

2.1.4. Componentes generales de tableros eléctricos

Dentro de los principales componentes internos de un tablero eléctrico podemos encontrar:

Interruptor termo magnético:

Interruptor automático activado por cortocircuitos y activado por sobre corrientes. Vienen calibrados para distintos valores de intensidad de corriente eléctrica.

Interruptor diferencial:

Cumple la función de la protección por corto circuito y sobre corriente, pero fundamentalmente nos protege de descargas eléctricas ocasionadas por equipos. Es el único elemento que nos va a proteger de una electrocución.

Seccionadora porta fusible:

La función, como su nombre lo dice, es seccionar un circuito (abrir o cerrar) y proteger mediante un fusible.

Cable canal:

Se utiliza para canalizar los cables y así poder tener un buen orden en el cableado del tablero, dependiendo del uso podemos encontrar cable canales ranurados o no ranurados

Borneras:

Se utilizan para realizar interconexiones entre cables, evitando de esta forma realizar empalmes y el uso de cinta aisladora, ayudando al orden en las conexiones del tablero.

Principales elementos externos de tableros eléctricos:

Gabinetes:

Es la estructura del tablero eléctrico se utilizan para alojar todos los componentes eléctricos, variando sus diseños y tamaños.

Luces piloto:

Cumplen la función de señalizar un estado de marcha, parada o alarma de un circuito eléctrico.

Enchufes trifásicos y monofásicos industriales:

Los enchufes industriales macho y hembra son dispositivos eléctricos que permiten la conexión y desconexión de cargas, los enchufes trifásicos se conectan a los contenedores ya que su potencia es de 380 [V], generalmente para alimentar grandes maquinas industriales se va a requerir una potencia tan grande como la que ofrecen estos enchufes trifásicos, mientras que los enchufes monofásicos cuentan con una potencia de 220 [V] y los tableros están equipados con estos enchufes para la conexión de herramientas que no requieran de una potencia demasiado grande tales como taladros, esmeriles angulares, etc.

2.1.5. Corriente monofásica y trifásica

La corriente monofásica es aquella corriente que viaja por un solo conductor en una única fase sin que varíe su voltaje. Estas instalaciones tienen una vía de entrada en los puntos de suministro y la corriente regresa por otra llamada "cable neutro". El voltaje monofásico va desde los 220 [V] hasta los 230 [V].

Mientras que la corriente trifásica consiste en un sistema de 3 tensiones acopladas, alternas y que tienen un desfase de 120° entre ellas, se transportan por 3 sistemas conductores o fases que se suelen denominar R, S y T. Su voltaje va desde los 380 [V] hasta los 400 [v].

Cabe destacar que la energía trifásica es más utilizada en la industria que en la mayoría de nuestros hogares, debido principalmente a que para alimentar gran cantidad de maquinarias o equipos que requieren de gran potencia para su funcionamiento es necesario contar con instalaciones trifásicas, mientras que la energía monofásica es más habitual que se de en lugares como nuestras viviendas independientes del tamaño de éstas, lo cual no quiere decir que en la industria no se cuente con energía monofásica.

2.2. MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

El mantenimiento industrial se puede definir como el conjunto de actividades de carácter técnico y organizativo que se realizan para reparar o conservar activos físicos y pueda realizar la función requerida de manera óptima.

Existen variados tipos o estrategias de mantenimiento las cuales tienen como objetivo definir una combinación de estrategias que minimice el costo global de mantenimiento y que dependen o varían según la tarea que se realizará al activo. Entre las estrategias de mantenimiento más utilizadas actualmente en la industria son: Mantenimiento correctivo, Mantenimiento preventivo, Mantenimiento predictivo y Mantenimiento proactivo.

2.2.1. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es aquel que no es programado, se realiza una vez ocurrida la falla en el equipo o mecanismo, como tal es la forma más básica de mantenimiento ya que supone simplemente reparar aquello que esté descompuesto, su frecuencia de mantenimiento es variable, ya que no todos los sistemas fallan en el mismo periodo.

La principal ventaja del mantenimiento correctivo es que permite alargar la vida útil de las maquinarias y equipos mediante la corrección de fallas, lo cual beneficia a la empresa de comprar un equipo nuevo cada vez que se averíe.

Dentro de la desventaja de esta estrategia de mantenimiento se encuentra con la imposibilidad de predecir un fallo, lo que provoca una detención en el proceso productivo de la empresa para detectar el problema, conseguir el repuesto y solucionar el desperfecto. En este sentido los costos y tiempos de reparación cuando ocurre una falla imprevista es una incógnita.

2.2.2. Mantenimiento preventivo

Este tipo de mantención se realiza para anticiparse a una interrupción imprevista de la maquina o equipo, y por ende la detención del proceso productivo.

Su objetivo es mantener el equipo en óptimas condiciones de funcionamiento. Su ejecución es en base a recomendaciones del fabricante, fallas presentadas anteriormente y condiciones de trabajo del activo.

Requiere de un análisis de costos, de tal manera que el costo por perdida del equipo y de reemplazo o reparación sea menor al costo que signifique una falla por una detención imprevista.

2.2.3. Mantenimiento predictivo

Esta estrategia de mantenimiento se realiza para anticiparse a una interrupción del equipo, y por tanto del proceso productivo de la empresa, mediante indicios o síntomas de fallas. Para lograrlo se analizan los comportamientos de ciertas variables que demuestran el estado del equipo tales como temperatura, vibraciones, ruidos, presión, etc.

Para llevar a cabo estas mediciones se debe estar implementado de instrumentos los cuales permitan definir el estado de estas variables, Se requiere también de personal calificado para el uso de estos instrumentos y realizar un trabajo de recopilación de datos con el fin de obtener estadísticas confiables que permitan realizar un análisis sintomático.

2.2.4. Mantenimiento proactivo

El mantenimiento proactivo propone determinar las causas raíces que pueden generar fallas recurrentes o de alto impacto. Conociendo el origen del comportamiento de la falla es posible solucionarlo evitando futuras fallas y maximizando la vida útil del activo.

Algunas técnicas utilizadas en esta estrategia de mantenimiento son Análisis Causa Raíz (RCA), Análisis de modos, efectos y criticidad de falla (FMECA), Mantenimiento basado en la confiabilidad (RCM), Análisis de modos y efectos de falla (FMEA), entre otros.

2.2.5. Formas de elaborar un plan de mantenimiento

Para la elaboración de un plan de mantenimiento se pueden utilizar 3 técnicas, las cuales son:

- Recopilando las instrucciones de los fabricantes de los diferentes equipos que componen la planta, y agrupándolas en gamas de mantenimiento.
- Realizando un plan de mantenimiento basado en protocolos de mantenimiento, que parten de la idea de que los equipos se pueden agrupar por tipos, y a cada tipo le corresponde una serie de tareas independiente quien sea el fabricante.
- Realizando un plan basado en un análisis de fallos que desean evitarse. Es el modo más completo y eficaz de realizar un plan de mantenimiento ya que está basado en los problemas, las causas del problema y las soluciones a dicho problema.

2.3. ACTIVIDADES DEL MANTENIMIENTO

Según las experiencias realizadas por personal de TPS en base a la mantención correctiva de los tableros eléctricos se podrán establecer actividades como inspecciones a mediano plazo para mantener la disponibilidad de operación de los tableros eléctricos sin detener el proceso productivo de la empresa evitando que impacte negativamente en el ámbito económico de esta, que significaría una detención de procesos y su competitividad con el resto de la región y el país.

2.3.1. Planilla de trabajo para tableros eléctricos desde anden 17 al 21

Tabla 2-1 Planilla de trabajo tableros eléctricos

Planilla de trabajo			
Inspeccion a tableros electricos desde anden numero 17 al 21			
Area de trabajo:	Sector 1	Empresa:	TPS
Fecha:		Hora:	
Tiempo:	6 Horas	Frecuencia:	3 Meses
Realizado por:		Cargo:	
Aprobado por:		Cargo:	
EPP:	Zapatos de seguridad dielectricos Casco Guantes de seguridad Lentes de seguridad	Herramientas:	Destornilladores Alicate Brocha Limpiador de contacto Desengrasante dielectrico Set llaves allen Multitester Aspiradora de mano Amarres plasticos
Precauciones:	Evitar contacto de agua Peligro de electrocución Alta tensión		
Actividades:	1. Retirar candado de bloqueo. 2. Desenergizar tablero y colocar tarjeta de precaución. 3. Verificar presencia de energia. 4. Verificar estado de componentes (cables, borneras, elementos eléctricos). 5. Quitar el polvo de la superficie del gabinete con brocha o aspiradora. 6. Quitar el polvo que se encuentre internamente en el equipo con aspiradora. 7. Realizar un reapriete de los tornillos de las piezas electronicas. 8. Organizar cableado con amarres plásticos. 9. Limpiar con desengrasante dielectrico borneras, cables y estructura. 10. Retirar humedad de los elemntos electricos con limpiador de contactos. 11. Energizar tablero y retirar tarjeta de precaución. 12. Verificar el funcionamiento de los equipos conectados al tablero (contenedores reefer)		
Observaciones:			

Fuente: Elaboración propia en base a diseño de planilla de trabajo e información entregada por personal de TPS.

2.3.2. Planilla de trabajo para tableros eléctricos desde anden 22 al 26

Tabla 2-2 Planilla de trabajo tableros eléctricos

Planilla de trabajo			
Inspeccion a tableros electricos desde anden numero 22 al 26			
Area de trabajo:	Sector 1	Empresa:	TPS
Fecha:		Hora:	
Tiempo:	6 Horas	Frecuencia:	3 Meses
Realizado por:		Cargo:	
Aprobado por:		Cargo:	
EPP:	Zapatos de seguridad dielectricos Casco Guantes de seguridad Lentes de seguridad	Herramientas:	Destornilladores Alicate Brocha Limpiador de contacto Desengrasante dielectrico Set llaves allen Multitester Aspiradora de mano Amarres plasticos
Precauciones:	Evitar contacto de agua Peligro de electrocución Alta tensión		
Actividades:	1. Retirar candado de bloqueo. 2. Desenergizar tablero y colocar tarjeta de precaución. 3. Verificar presencia de energia. 4. Verificar estado de componentes (cables, borneras, elementos eléctricos). 5. Quitar el polvo de la superficie del gabinete con brocha o aspiradora. 6. Quitar el polvo que se encuentre internamente en el equipo con aspiradora. 7. Realizar un reapriete de los tornillos de las piezas electronicas. 8. Organizar cableado con amarres plásticos. 9. Limpiar con desengrasante dielectrico borneras, cables y estructura. 10. Retirar humedad de los elemntos electricos con limpiador de contactos. 11. Energizar tablero y retirar tarjeta de precaución. 12. Verificar el funcionamiento de los equipos conectados al tablero (contenedores reefer)		
Observaciones:			

Fuente: Elaboración propia en base a diseño de planilla de trabajo e información entregada por personal de TPS.

2.3.3. Planilla de trabajo para enchufes de tableros eléctricos desde anden 17 al 21

Tabla 2-3 Planilla de trabajo enchufes de tableros eléctricos

Planilla de trabajo			
Cambio de enchufes en mal estado a tableros electricos desde anden numero 17 al 21			
Area de trabajo:	Sector 1	Empresa:	TPS
Fecha:		Hora:	
Tiempo:	3 Horas	Frecuencia:	1 Mes
Realizado por:		Cargo:	
Aprobado por:		Cargo:	
EPP:	Zapatos de seguridad dielectricos Casco Guantes de seguridad Lentes de seguridad	Herramientas:	Destornilladores Alicate Taladro inalambrico Multitester Pelacables
Precauciones:	Evitar contacto de agua Peligro de electrocución Alta tensión		
Actividades:	1. Retirar candado de bloqueo. 1. Desenergizar tablero y colocar tarjeta de precaución. 2. Verificar presencia de energia. 3. Identificar enchufes en mal estado (deteriorados, tornillos oxidados, rotos). 4. Proceder a desatornillar enchufes en mal estado con taladro inalambrico. 5. Verificar estado de los cables del enchufe y cortar sus puntas con el pelacables. 6. Cambiar tornillos oxidados por tornillos nuevos. 7. Proceder a atornillar enchufe nuevo con taladro inalambrico. 8. Retirar tarjeta de precaución y energizar tablero. 9. Verificar el funcionamineto de los equipos conectados al tablero (contenedores reefer)		
Observaciones:			

Fuente: Elaboración propia en base a diseño de planilla de trabajo e información entregada por personal de TPS.

2.3.4. Planilla de trabajo para enchufes de tableros eléctricos desde anden 22 al 26

Tabla 2-4 Planilla de trabajo enchufes de tableros eléctricos

Planilla de trabajo			
Cambio de enchufes en mal estado a tableros electricos desde anden numero 22 al 26			
Area de trabajo:	Sector 1	Empresa:	TPS
Fecha:		Hora:	
Tiempo:	3 Horas	Frecuencia:	1 Mes
Realizado por:		Cargo:	
Aprobado por:		Cargo:	
EPP:	Zapatos de seguridad dielectricos Casco Guantes de seguridad Lentes de seguridad	Herramientas:	Destornilladores Alicate Taladro inalambrico Multitester Pelacables
Precauciones:	Evitar contacto de agua Peligro de electrocutación Alta tensión		
Actividades:	1. Retirar candado de bloqueo. 1. Desenergizar tablero y colocar tarjeta de precaución. 2. Verificar presencia de energia. 3. Identificar enchufes en mal estado (deteriorados, tornillos oxidados, rotos). 4. Proceder a desatornillar enchufes en mal estado con taladro inalambrico. 5. Verificar estado de los cables del enchufe y cortar sus puntas con el pelacables. 6. Cambiar tornillos oxidados por tornillos nuevos. 7. Proceder a atornillar enchufe nuevo con taladro inalambrico. 8. Retirar tarjeta de precaución y energizar tablero. 9. Verificar el funcionamineto de los equipos conectados al tablero (contenedores reefer)		
Observaciones:			

Fuente: Elaboración propia en base a diseño de planilla de trabajo e información entregada por personal de TPS.

2.3.5. Planilla de trabajo para tableros eléctricos desde anden 17 al 21

Tabla 2-5 Planilla de trabajo para tableros eléctricos

Planilla de trabajo			
Medición de variables y termografía desde andén número 17 al 21			
Area de trabajo:	Sector 1	Empresa:	TPS
Fecha:		Hora:	
Tiempo:	3 Horas	Frecuencia:	1 Mes
Realizado por:		Cargo:	
Aprobado por:		Cargo:	
EPP:	Zapatos de seguridad dielectricos Casco Guantes de seguridad Lentes de seguridad	Herramientas:	Camara termografica Multitester Megóhmetro
Precauciones:	Evitar contacto de agua Peligro de electrocutación Alta tensión		
Actividades:	1. Retirar candado de bloqueo. 2. Abrir tapa interna del tablero con precaución. 3. Inspeccionar con cámara termográfica elementos internos del tablero eléctrico. 4. Localizar puntos a alta temperatura dentro del tablero. 5. Realizar apuntes de elementos con temperaturas excesivamente altas. 6. Realizar medición de cargas a elementos de tablero con multitester. 7. Anotar resultado en la medición de variables. 8.Desenergizar tablero y colocar tarjeta de precaución. 9. Verificar presencia de energía. 10. Realizar medición de aislación a elementos de tablero eléctrico. 11. Realizar apunte de los datos obtenidos en la medición de aislamiento. 12. Energizar tablero y retirar tarjeta de precaución . 13. Verificar el funcionamiento de los equipos conectados al tablero eléctrico (contenedores reefer).		
Observaciones:			

Fuente: Elaboración propia en base a diseño de planilla de trabajo e información entregada por personal de TPS.

2.3.6. Planilla de trabajo para tableros eléctricos desde anden 22 al 26

Tabla 2-6 Planilla de trabajo para tableros eléctricos

Planilla de trabajo			
Medición de variables y termografía desde andén número 22 al 26			
Area de trabajo:	Sector 1	Empresa:	TPS
Fecha:		Hora:	
Tiempo:	3 Horas	Frecuencia:	1 Mes
Realizado por:		Cargo:	
Aprobado por:		Cargo:	
EPP:	Zapatos de seguridad dielectricos Casco Guantes de seguridad Lentes de seguridad	Herramientas:	Camara termografica Multitester Megóhmetro
Precauciones:	Evitar contacto de agua Peligro de electrocución Alta tensión		
Actividades:	1. Retirar candado de bloqueo. 2. Abrir tapa interna del tablero con precaución. 3. Inspeccionar con cámara termográfica elementos internos del tablero eléctrico. 4. Localizar puntos a alta temperatura dentro del tablero. 5. Realizar apuntes de elementos con temperaturas excesivamente altas. 6. Realizar medición de cargas a elementos de tablero con multitester. 7. Anotar resultado en la medición de variables. 8.Desenergizar tablero y colocar tarjeta de precaución. 9. Verificar presencia de energía. 10. Realizar medición de aislación a elementos de tablero eléctrico. 11. Realizar apunte de los datos obtenidos en la medición de aislamiento. 12. Energizar tablero y retirar tarjeta de precaución . 13. Verificar el funcionamiento de los equipos conectados al tablero eléctrico (contenedores reefer).		
Observaciones:			

Fuente: Elaboración propia en base a diseño de planilla de trabajo e información entregada por personal de TPS.

**CAPÍTULO 3: ESTIMACIÓN DE COSTOS ASOCIADOS A PROPUESTA DE
PLAN DE MANTENIMIENTO.**

3. **ESTIMACIÓN DE COSTOS ASOCIADOS**

En este capítulo se determinarán los costos totales de mantenimiento asociados a la propuesta, mediante la identificación de los elementos del costo ligados al plan de mantenimiento, calculando con ello los costos de insumos y mano de obra, determinando así los niveles de rentabilidad de la propuesta.

Para determinar los costos involucrados a la propuesta de plan de mantenimiento primeramente se determinarán los costos de la mano de obra.

3.1.1. Costos mano de obra

Tabla 3-1 Costo asociado a trabajadores.

VALOR H.H TRABAJADORES	
REMUNERACIÓN BRUTA MENSUALIZADA	\$650.582
TOTALHORAS TRABAJADAS-MES	180
VALOR HORA TRABAJADA	\$3.614

Fuente: Elaboración propia en base a información entregada por personal de TPS

3.1.2. Costos de repuestos

En este caso llamaremos repuesto a toda pieza de un mecanismo o aparato que es igual a otra y puede sustituirse en caso de necesidad, en este caso los enchufes trifásicos industriales serán los repuestos para la propuesta de plan de mantenimiento.

Tabla 3-2 Costos asociados a repuestos.

Artículo	Unidad	Valor c/u	Total \$	Total UF*
Enchufes trifásicos hembra	25	\$10.760	\$269.000	9,75

Fuente: Elaboración propia en base a costos asociados a repuestos

*Valor UF 5 septiembre 2019.

3.1.3. Costos insumos y herramientas

Dentro de los insumos y herramientas a utilizar la propuesta del plan de mantenimiento entrega una lista con los materiales a ocupar en cada acción del mantenimiento, debido a que la empresa al no contar con un plan de mantenimiento solo realizaba procedimientos correctivos por lo que el uso de las herramientas no estaba clasificado.

Tabla 3-3 Costos asociados a insumos y herramientas.

Artículo	Unidad	Valor c/u	Total \$	Total UF*
Destornillador	2	\$ 9.990	\$ 19.980	0,72
Alicate	2	\$ 11.990	\$ 23.980	0,87
Brocha	4	\$ 2.990	\$ 11.960	0,43
Limpiador de contacto	2	\$ 4.990	\$ 9.980	0,36
Set llaves allen	2	\$ 6.990	\$ 13.980	0,51
Multitester	2	\$ 21.990	\$ 43.980	1,59
Aspiradora de mano	2	\$ 19.990	\$ 39.980	1,45
Amarres plásticos	1	\$ 2.990	\$ 2.990	0,11
Taladro inalámbrico	2	\$ 42.490	\$ 84.980	3,08
Pelacables	2	\$ 4.990	\$ 9.980	0,36
Cámara termográfica	1	\$ 114.990	\$ 114.990	4,17
Costo total			\$ 376.780	13,65

Fuente: Elaboración propia en base a costos asociados a insumos y herramientas

*Valor UF 5Septiembre 2019.

3.1.4. Costos de mantenimiento

Tabla 3-4 Costos mantenimiento tableros eléctricos

Tabla costos mantenimiento tableros eléctricos				
Total hora de planes (h)	Costos H/H		Total \$	Total UF* * UF septiembre 2019 \$27.592
	Eléctrico	Eléctrico		
12	\$3.614	\$3.614	\$86.736	3.14

Fuente: Elaboración propia en base a costos de mantenimiento de tableros eléctricos

*Valor UF 5Septiembre 2019

Tabla 3-5 Costos mantenimiento enchufes tableros eléctricos

Tabla costos mantenimiento enchufes tableros eléctricos				
Total hora de planes (h)	Costos H/H		Total \$	Total UF* * UF septiembre 2019 \$27.592
	Eléctrico	Eléctrico		
6	\$3.614	\$3.614	\$43.368	1.57

Fuente: Elaboración propia en base a costos de mantenimiento de enchufes de tableros eléctricos

*Valor UF 5Septiembre 2019

Tabla 3-6 Costos mantenimiento tableros eléctricos

Tabla costos mantenimiento tableros eléctricos				
Total hora de planes (h)	Costos H/H		Total \$	Total UF* * UF septiembre 2019 \$27.592
	Eléctrico	Eléctrico		
6	\$3.614	\$3.614	\$43.368	1.57

Fuente: Elaboración propia en base a costos de mantenimiento de tableros eléctricos

*Valor UF 5Septiembre 2019

3.1.6. Costos totales de la propuesta

En la siguiente tabla se puede apreciar los costos totales de la propuesta del plan de mantenimiento preventivo, detallados en costo de mano de obra, herramientas y repuestos.

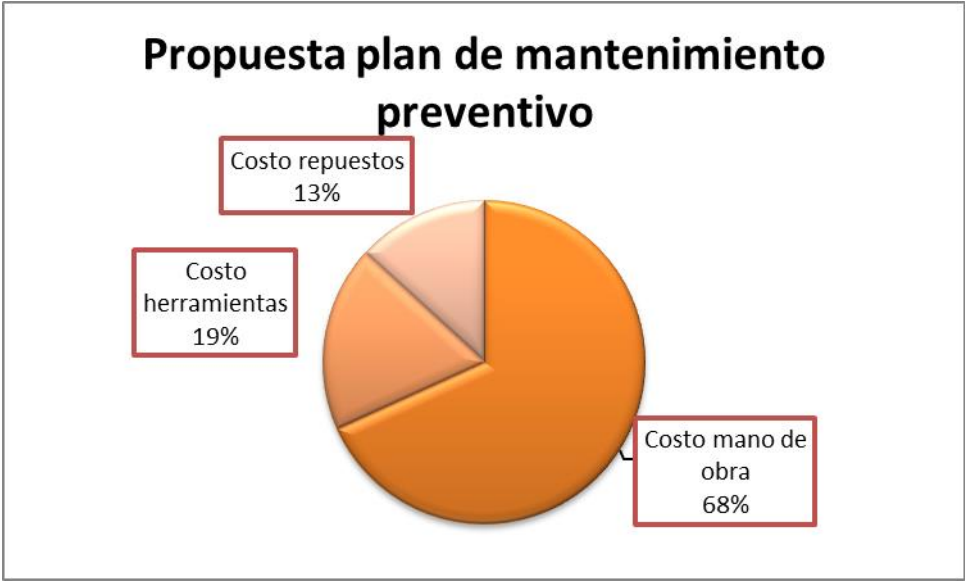
Tabla 3-8 Costos totales de la propuesta

	Propuesta plan de mantenimiento preventivo	Valor UF
Costo mano de obra	\$ 1.387.776	50.29
Costo herramientas	\$ 376.780	13.65
Costo repuestos	\$ 269.000	9.75
Total	\$ 2.033.556	73.69

Fuente: Elaboración propia en base a costos totales de la propuesta

Se puede ver graficamente que dentro del valor total de la propuesta el costo de mano de obra equivale al 68% del total, mientras que los cotos de herramientas, insumos llega a un valor de 19% y finalmente los repuestos equivalen a un 13% del costo total.

Grafico 3-1 Costos propuesta plan de mantenimiento preventivo



Fuente: Elaboración propia

3.1.7. Costo de propuesta v/s mantención correctiva

En el siguiente cuadro comparativo se puede observar el valor total de la propuesta de plan de mantenimiento preventivo y la última mantención correctiva realizada por la empresa TPS a los tableros eléctricos, en donde el costo total de la propuesta es menor en comparación con el costo total de las mantenciones correctivas realizadas por la empresa.

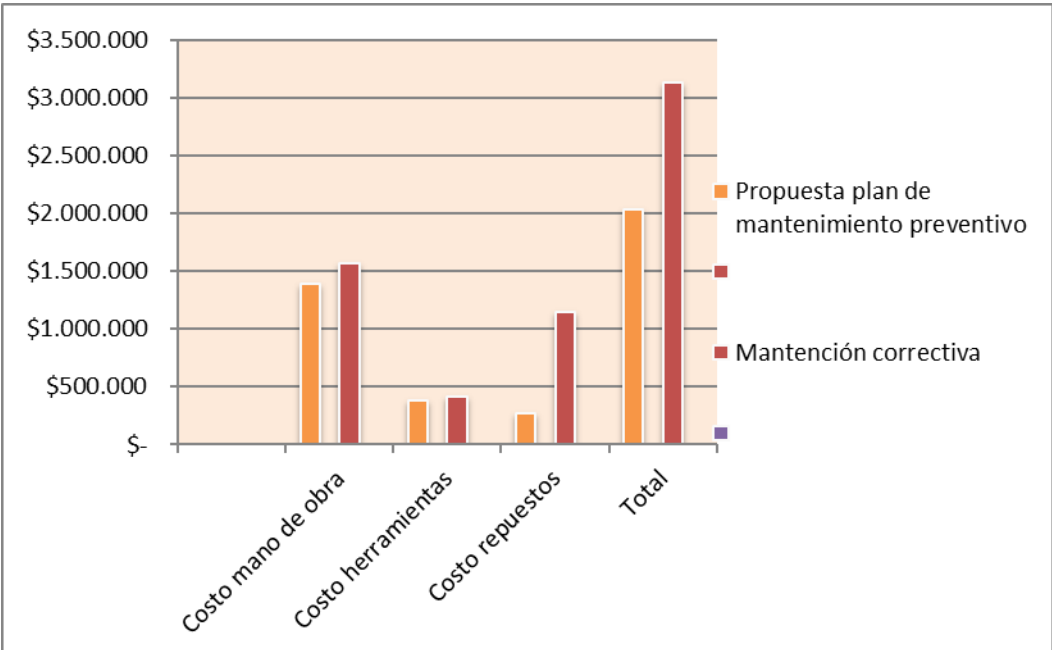
Tabla 3-9 Costo de propuesta v/s mantención correctiva.

	Propuesta plan de mantenimiento preventivo	Mantención correctiva
Costo mano de obra	\$ 1.387.776	\$ 1.569.950
Costo herramientas	\$ 376.780	\$ 410.230
Costo repuestos	\$ 269.000	\$ 1.150.920
Total	\$ 2.033.556	\$ 3.131.100

Fuente: Elaboración propia en base a costos totales de la propuesta y costos de mantención correctiva entregados por personal de TPS.

En este gráfico podemos ver la comparativa entre los costos de mano de obra, herramientas, insumos y repuestos entre la propuesta de plan de mantenimiento y la mantención correctiva que realiza la empresa TPS, en donde la mayor diferencia se ve en la gráfica de los costos de repuestos, debido a que en las mantenciones correctivas se necesita cambiar gran parte de los componentes de los tableros eléctricos aumentando los costos de mantención.

Gráfico 3-2 Costos propuesta v/s mantención preventiva.



Fuente: Elaboración propia.

3.1.8. Estimación de ahorro para la empresa TPS

En la siguiente tabla se observa el costo total de la propuesta de mantención preventiva y la mantención correctiva que actualmente se realiza en TPS, y se observa el ahorro que podría tener la empresa si es que decidiera realizar esta propuesta de plan de mantenimiento a la hora de intervenir sus equipos, ya que por cada equipo intervenido se estaría ahorrando aproximadamente un millón de pesos.

Conforme a datos entregados por personal de TPS en base a la reparación de tableros eléctricos, el último año fue de un promedio entre 10 y 15 tableros eléctricos, con estos datos se puede realizar una tabla en la cual se puede comparar el costo total anual teniendo en cuenta el promedio de tableros reparados versus el costo total anual de la propuesta.

Tabla 3-10 Estimación de ahorro para empresa TPS

	Costo total por cada tablero
Mantención correctiva	\$ 3.131.000
Propuesta plan de mantencion	\$ 2.033.556
Ahorro	\$ 1.097.444

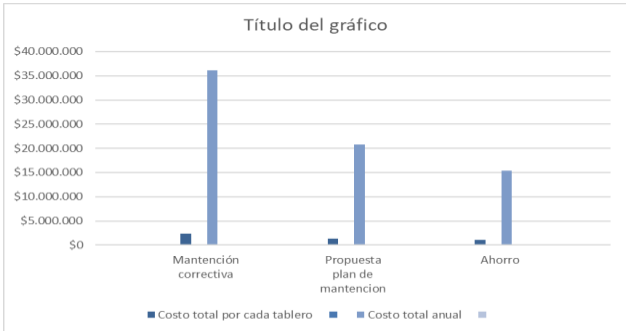
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3-11 Estimación de ahorro anual para empresa TPS

	Costo total por cada tablero	Costo total anual
Mantención correctiva	\$ 3.131.000	\$ 46.965.000
Propuesta plan de mantencion	\$ 2.033.556	\$ 30.503.340
Ahorro	\$ 1.097.444	\$ 16.461.660

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 3-3 Estimación de ahorro anual para TPS.



Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Terminal Pacífico Sur es una empresa que se dedica a recibir, almacenar y distribuir contenedores, siendo a nivel latinoamericano uno de los terminales portuarios con mayor importancia debido a la gran cantidad de contenedores exportados dentro de los últimos años, en donde uno de los principales productos que se transfieren hacia el resto del mundo es la fruta y otros alimentos como pescados que deben mantenerse refrigerados para conservar su estado óptimo al momento de exportarse, por lo que los tableros eléctricos cumplen un rol de vital importancia dentro del proceso productivo de la empresa al suministrar energía a los contenedores y de esta manera refrigerar los productos desde el momento que llegan al terminal hasta que son exportados. Si los tableros eléctricos no se mantienen operativos la empresa pone en riesgo su proceso productivo debido a un mal estado de los productos por la falla de los tableros, lo que podría provocar el descontento o disconformidad del cliente, por otra parte al no contar con un plan de mantenimiento para estos equipos, solo realizan acciones correctivas, lo cual no es conveniente para la empresa por el alto costo que una mantención correctiva conlleva al no tener las tareas programadas para su realización.

En cuanto al objetivo general planteado en este trabajo de título el cual era “Proponer un plan de mantenimiento preventivo a tableros eléctricos en andenes reefer del “Sitio 1” en la empresa TPS para abaratar costos en mantenimiento”. Se piensa que se logró de muy buena manera.

En relación con los objetivos específicos, el primero de ellos que consistía en “Describir el estado actual de la empresa TPS y sus procesos, mediante la revisión de documentación interna de sus procedimientos de operación y datos estadísticos para la detección de la problemática de la empresa”. Se logró en plenitud, con gráficos y tablas los cuales entregan datos importantes para entender el proceso productivo de la empresa, como la importancia y prestigio que posee el terminal en el ámbito nacional y latinoamericano en la exportación de contenedores con más de un millón de contenedores movilizados el año 2017.

El segundo objetivo específico que consistía en “Elaborar una propuesta de plan de mantenimiento preventivo para la prolongación de la vida útil de los activos de la empresa, mejorando con ello su competitividad y productividad”. Se logró de buena manera, se describió el equipo crítico junto con sus partes y elementos más importantes para entender su funcionamiento y en base a ello se realizaron las planillas de trabajo para las actividades del mantenimiento.

Por último, el tercer objetivo específico el cual era “Determinar costos totales de mantenimiento asociados a la propuesta, mediante la identificación de los elementos del costo ligados al plan de mantenimiento, calculando con ello los costos de insumos, herramientas, mano de obra, repuesto y las inversiones, determinando así los niveles de rentabilidad de la propuesta”. Se piensa que fue logrado de buena manera ya que según los resultados de la estimación económica de la propuesta en comparación con el costo que actualmente desembolsa la empresa en las mantenciones correctivas, el costo es mucho menor, por lo que si la empresa decide optar por la propuesta de mantención preventiva sería totalmente factible económicamente, ya que estaría ahorrando una cantidad de aproximadamente dieciséis millones de pesos anuales en la reparación de los tableros eléctricos.

Para cualquier empresa que se encuentre ante alguna necesidad, esta buscara la solución más beneficiosa y económica, por lo que queda en el propio criterio de TPS la búsqueda de soluciones para solucionar los problemas ligados a la mantención de sus equipos.

Finalmente se darán algunas recomendaciones para el posible uso de la propuesta de plan de mantenimiento preventivo.

- Mantener una planilla registro de actividades e intervenciones que ayudara al equipo a tener el historial actualizado de fallas y mantenciones. (Ver anexo A).
- La implementación de LOTOTO (lockout, tag out y try out, en sus siglas en inglés) (Ver Anexo B).

BIBLIOGRAFÍA

1. Historia y proceso productivo TPS <http://portal.tps.cl/>
2. ARÁNGUIZ G., Andrés. Introducción al Mantenimiento Industrial [diapositiva] Viña del Mar. Chile. Departamento de Mecánica. 2015. 37 diapositivas, col.
3. BALDI G., Carlos. Ciclo de gestión de mantenimiento [diapositiva] Viña del Mar. Chile Departamento de Mecánica. 2015. 171 diapositivas, col.
4. Elementos tableros eléctricos
<https://tallerlaguardia8199.files.wordpress.com/2017/03/apunte-electricidad-ind-3.pdf>.
5. Navieras más importantes del mundo <http://www.camae.org/barcos/las-10-mayores-companias-navieras-del-mundo/>.

ANEXOS

ANEXO A: PLANILLA DE REGISTRO DE ACTIVIDADES

Planilla de registros					
Nombre:		Fecha:		Firma:	
Equipo			Código equipo		
Tablero N°		Descripción falla		Tipo falla	

ANEXO B: IMPLEMENTACIÓN LOTOTO

LOTOTO (lockout, tag out y try out en inglés) es una práctica de bloqueo de equipos industriales para asegurar la integridad de los trabajadores. Se basa en una tarjeta de identificación del trabajador que procede a manipular el equipo ya sea eléctrica como mecánicamente.

