UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

Repositorio Digital USM **https://repositorio.usm.cl**

Tesis USM TESIS de Técnico Universitario de acceso ABIERTO

2019

PROPUESTA PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD A GRUA PORTACONTENEDOR SMV7-8ECB90

BERRIOS MORALES, MATIAS

https://hdl.handle.net/11673/47312

Repositorio Digital USM, UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA

NIVERSIDAD FEDERICO SANTA MARIA

SEDE VIÑA DEL MAR - JOSE MIGUEL CARRERA

PROPUESTA PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD A GRUA PORTACONTENEDOR SMV7-8ECB90

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

Alumno: Matias Berrios Morales

Profesor Guía: Ing. Alejandro Badilla Bello

2019

RESUMEN

KEYWORDS: Confiabilidad, Metodología RPN, Análisis FMEA, Disponibilidad, Recursos.

En Chile, APM Terminals opera desde 1993 a través de sus filiales Containers Operators S.A. (CONTOPSA)

Con sus oficinas centrales en San Antonio y Santiago, cuenta con presencia en Arica, Iquique, Santiago, San Antonio, Concepción, Talcahuano, Puerto Montt y Punta Arenas, provee servicios de almacenaje de contenedores llenos y vacíos, con una superficie total de 415.000 metros cuadrados; mantención y reparación de contenedores y equipos; frigorífico para carga fría; consolidación, desconsolidación y transporte de carga, así como venta de productos; entre ellos, contenedores y equipos portuarios.

Realizar la propuesta plan de mantenimiento basado en confiabilidad a la grúa portacontenedor SMV7-8ECB90 es muy importante para el activo ya que aumentara su disponibilidad de operación, usando herramientas de gestión lograremos este objetivo, la probabilidad de un fallo será disminuido y la seguridad del operario y del entorno en el cual trabaja la grúa serán mayores, ya que están expuestos a un accidente laboral si es que ocurre alguna falla catastrófica.

ÍNDICE

RESUMEN

SIGLAS

SIMBOLOGÍA

INTRODUCCION 1

OBJETIVOS 2

OBJETIVO GENERAL 2

OBJETIVOS ESPECIFICOS 2

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y PROBLEMÁTICA 4

1.1 Descripción de la Empresa-Containers Operators S.A. – Contopsa 6

1.1.1 Ubicación 7

1.2 GIRO O RUBRO 8

1.3 PROCESO 8

1.4 EQUIPOS 9

1.4.1 Grúa Portacontenedor 9

1.4.2 Terminal Tractor 9

1.4.3 Grúa Portacontenedor 10

1.4.4 Grúa Portacontenedor 10

1.5 PROBLEMÁTICA 11

1.6 APLICAR NÚMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO (RPN) 12

1.6.1 NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO 14

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (FMECA) 15

2.1 IMPLEMENTACIÓN FMECA 16

2.2 DESCRIPCIÓN SISTEMA HIDRÁULICO 17

2.2.1 Descripción general sistema sensible a la carga 17

2.2.2 Funcionamiento – Sistema sensible a la carga 18

2.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO, CARRETILLA ELEVADORA DE HORQUILLAS 19

2.4 COMPONENTES HIDRÁULICOS, CARRETILLA ELEVADORA DE HORQUILLAS 20

2.5 BOMBA DE PISTÓN DE CAUDAL VARIABLE 105 CC, PARKER SERIE P2 21

2.5.1 Funcionamiento 21

2.6 BLOQUE DE CARGA DEL ACUMULADOR 22

2.7 ACUMULADOR 24

2.8 FRENO MULTIDISCO.....25
2.9 BOMBA DE ENGRANAJE 23 CC.....26
2.10 FMECA.....27
CAPÍTULO 3: ELABORAR PAUTAS DE MANTENIMIENTO Y CHECK LIST.....29
3.1 PAUTAS DE MANTENIMIENTO.....30
3.2 HERRAMIENTAS.....33
3.2.1 Herramientas.....33
3.3 PAUTA DE MANTENIMIENTO DE BOMBA DE ENGRANAJE 23 CC.....34
3.4 PAUTA DE MANTENIMIENTO DEL BLOQUE DE CARGA DEL ACUMULADOR.....35
3.5 PAUTA DE MANTENIMIENTO ACUMULADOR.....36
3.6 PAUTA DE MANTENIMIENTO FRENO MULTIDISCO.....37
3.7 PAUTA DE MANTENIMIENTO BOMBA DE PISTON 105 CC.....38
3.8 CICLOS DE MANTENIMIENTO.....39
3.9 CHECK LIST.....40
3.10 REPUESTOS GRÚA SMV 7-8ECB90.....42
CONCLUSIÓN.....43
BIBLIOGRAFÍA.....44
ANEXO.....46

Índice Figuras

Figura 1.1 Mapa empresa CONTOPSA …….……7
Figura 1.2 Imagen satelital, Empresa CONTOPSA ……..……..…7
Figura 1.3 Grúa SMV 7-8ECB90, KONECRANES……...……...….9
Figura 1.4 Terminal Tractor Kalmar Ottawa, CO-50…….…….……9
Figura 1.5 Grúa SMV108TC6, KONECANES ……...……...…..……10
Figura 1.6 Grúa SMV4531TB5, KONECRANES ……...……10
Figura 2.1 Sistema sensible a la carga…….…..17
Figura 2.2 Sistema sensible a la carga……..…....17
Figura 2.3 Funcionamiento-sistema sensible a la carga…….....18
Figura 2.4 Válvula direccional……...…..18
Figura 2.5 Funcionamiento-sistema sensible a la carga……..…..18

Figura 2.6 Sistema hidráulico de la carretilla elevadora de horquillas……..…...19

Figura 2.7 Componentes sistema hidráulico……..……..….20

Figura 2.8 Bomba pistón caudal variable……...…...……21

Figura 2.9 Bomba pistón caudal variable…….....……21

Figura 2.10 Bomba pistón caudal variable……..…..21

Figura 2.11 Bloque de carga acumulador……..…22

Figura 2.12 Componentes bloque carga acumulador……....…...23

Figura 2.13 Acumulador……...24

Figura 2.14 Freno multidisco……....25

Figura 2.15 Bomba de engranaje 23 cc…….26

Figura 3.1 Overol……..31

Figura 3.2 Zapatos de seguridad……...31

Figura 3.3 Casco de seguridad……..32

Figura 3.4 Gafas de seguridad……..32

Figura 3.5 Guante multiflex…….32

Índice Tablas

Tabla 1.1 Frecuencia de fallo……12

Tabla 1.2 Impacto operacional……..12

Tabla 1.3 Flexibilidad operacional……12

Tabla 1.4 Costos de mantenimiento……..12

Tabla 1.5 Impacto en seguridad, higiene y ambiente……13

Tabla 1.6 RPN Sistema Hidráulico ……..…….13

Tabla 2.1 Componentes sistema hidráulico……..20

Tabla 2.2 Componentes bloque de carga del acumulador…….…….…23

Tabla 2.3 Componentes freno multidisco…….25

Tabla 2.4 FMECA…….28

Tabla 3.1 Pauta mantenimiento bomba de engranaje 23 cc……..34

Tabla 3.2 Pauta mantenimiento bloque de carga del acumulador…….35

Tabla 3.3 Pauta mantenimiento acumulador……..…36

Tabla 3.4 Pauta mantenimiento freno multidisco…….….37

Tabla 3.5 Pauta mantenimiento bomba de pistón 105 cc……..…38

Tabla 3.6 Ciclos de mantenimiento (Horas)……..……39

Tabla 3.7 Check list grúa portacontenedor SMV7-8ECB90……..……..41

Tabla 3.8 Repuestos grúa portacontenedor SMV7-8ECB90……42

Tabla 3.9 Repuestos grúa portacontenedor SMV7-8ECB90……42

SIGLAS Y SIMBOLOGÍA

A. Siglas

RPN: Número Prioridad Riesgo

FMECA: Análisis de Criticidad de Modo y Efectos de Falla

FF: Frecuencia de fallo

IO: Impacto Operacional

FO: Flexibilidad Operacional

CM: Costos de Mantenimiento

SHA: Impacto Seguridad, Higiene y Ambiente

B. Simbologías

ft: Pies

Ton: Toneladas

INTRODUCCION

Una realidad que enfrentan las maquinarias en lo general es que los fallos de los equipos dependiendo de su origen, se deben a la mala calidad de fabricación y de diseño, y otro tipo de causas. Un gran porcentaje es una mala condición operativa, mal o nulo mantenimiento, malas condiciones de manejo, etc. Modificaciones al diseño de la maquinaria y equipos, hasta los tiempos de rotación del personal en la línea, en una jornada de 8 horas.

Cuando hablamos de Confiabilidad nos referimos a la probabilidad de que un sistema o componente, pueda funcionar correctamente fuera de falla, por un tiempo específico. Siendo más explícito, Confiabilidad es la probabilidad de que un sistema o producto funcione correctamente.

Se realizará una propuesta de un plan de mantenimiento basado en confiabilidad a grúa portacontenedor SMV7-8ECB90 de empresa Contopsa, aplicando metodología número de prioridad de riesgos(RPN), al sistema hidráulico, el cual nos permitirá jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos en función de su impacto, con el fin de facilitar la toma de decisiones.

Además se implementara análisis de criticidad de modo y efecto de falla (FMECA) para la grúa portacontenedor SMV7-8ECB90, identificando la causa raíz del modo de falla, su criticidad (riesgo) y una tarea para reducir o eliminar el riesgo, todo bajo un ambiente de priorización basada en riesgo, luego se realizaran pautas de mantenimiento, para aumentar disponibilidad operacional del activo y entregar de manera confiable el activo al operador, para garantizar un funcionamiento adecuado y seguro.

Empleando estas herramientas de gestión nos ayudará a que la maquinaria tenga un mejor desempeño, aumentando su disponibilidad operacional, como también la seguridad del operario y del entorno el cual opera el equipo.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Elaborar propuesta de un plan de mantenimiento a grúa portacontenedor SMV 7-8ECB90 de empresa CONTOPSA, utilizando herramientas de gestión del mantenimiento para asegurar la continuidad operacional del equipo.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Aplicar metodología número de prioridad de riesgos (RPN), al sistema hidráulico de la grúa portacontenedor SMV7-8ECB90, jerarquizando sistemas, instalaciones y equipos en función de su impacto, con el fin de facilitar la toma de decisiones.
- Realizar análisis de criticidad de modos y efectos de fallos, para identificar la causa raíz del modo de falla, mediante FMECA.
- Elaborar propuesta de mantenimiento, mediante pautas y Check list, para asegurar continuidad operacional del equipo.

CAPÍTULO 1: ANTECEDENTES GENERALES Y PROBLEMÁTICA

1.1 Descripción de la Empresa-Containers Operators S.A. – Contopsa

APM Terminals es la unidad portuaria y extraportuaria del grupo danés Maersk, con presencia en 69 países en cinco continentes, a través de la operación de una red global de 72 terminales y puertos, y 140 servicios extraportuarios. Adicionalmente, provee una amplia gama de servicios de ingeniería a la industria portuaria a nivel mundial.

En Chile, APM Terminals opera desde 1993 a través de sus filiales Containers Operators S.A. (CONTOPSA).

Con sus oficinas centrales en San Antonio y Santiago, cuenta con presencia en Arica, Iquique, Santiago, San Antonio, Concepción, Talcahuano, Puerto Montt y Punta Arenas, proveyendo servicios de almacenaje de contenedores llenos y vacíos, con una superficie total de 415.000 metros cuadrados. Realizan mantención y reparación de contenedores y equipos frigorífico para carga fría, realizan consolidación, desconsolidación de contenedores, almacenaje de carga y también tienen transporte de carga, así como venta de productos; entre ellos, contenedores y equipos portuarios.

1.1.1 Ubicación

Depósito de contenedores, Contopsa está ubicado en Av. Las Factorías 8150, Malvilla, San Antonio, Región de Valparaíso como se aprecia (Figura 1.1) y (Figura 1.2).

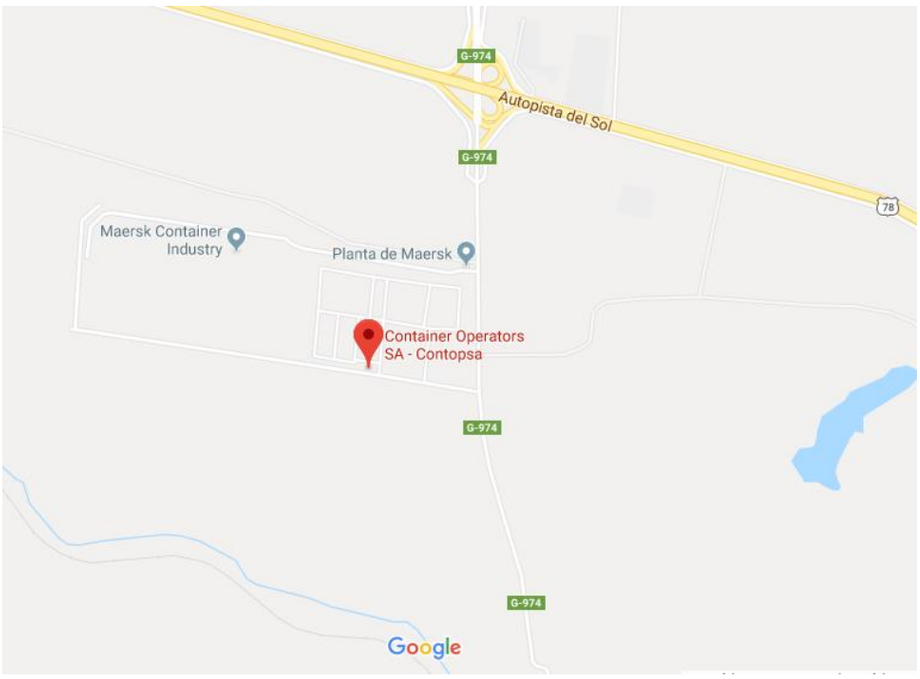


Figura 1.1 Mapa Empresa CONTOPSA, obtenido de Google maps.

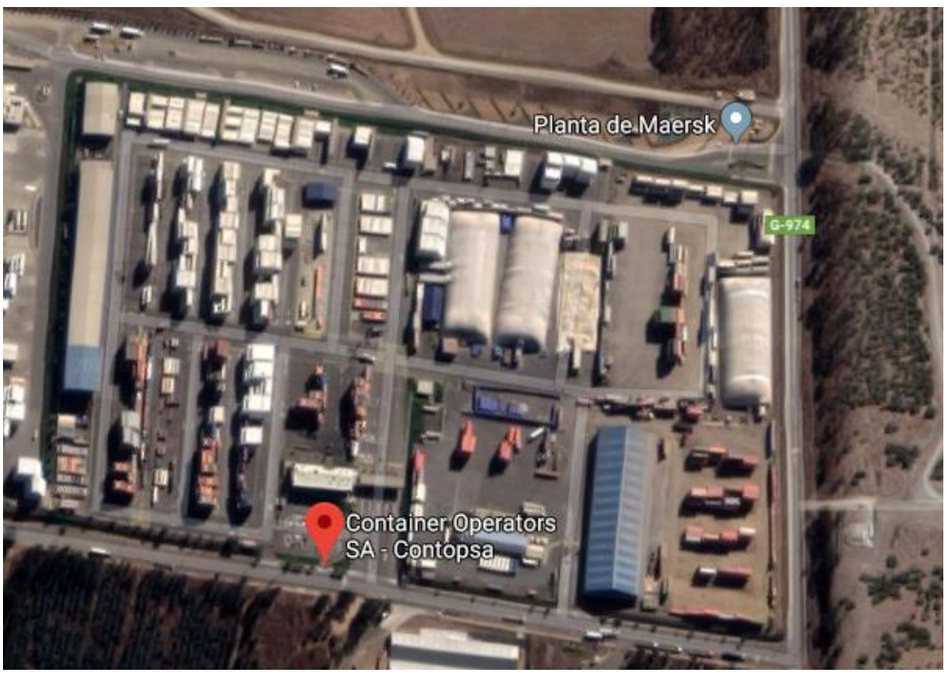


Figura 1.2 Imagen satelital, Empresa CONTOPSA, obtenido de Google maps.

1.2 GIRO O RUBRO

-Servicios de almacenamiento y depósito.

1.3 PROCESO

El objetivo del depósito de Contopsa es la mantención y servicio a los contenedores. Esta empresa vende el servicio a las diferentes navieras del mercado, recibe los contenedores que llegan a Chile ya sea con carga de importación o como reposición vacía de otros países o localidades dentro de Chile. Las unidades son recibidas en el depósito según su condición física. Como este equipo se deben usar luego para una Exportación y según el tipo de carga que transportaran, el depósito efectúa una evaluación de los daños según el criterio de reparación que las navieras entregan, se efectuara la reparación adecuada de dicho contenedor. Para esta operación las unidades se deben mover de un lugar a otro dentro del depósito, para esta acción los depósitos deben tener sus implementos con una constate disponibilidad ya que uno de estos activos falle detendrá la operación. Es por esto que se debe aplicar plan de mantención, y profundizar en la mantención de la maquinaria porta contenedores, ya que los tiempos muertos por efectos de un desperfecto puedan generar perdidas económicas para la empresa y retraso en la preparación de las unidades y la entrega a cliente en los tiempos establecidos.

1.4 EQUIPOS

1.4.1 Grúa Portacontenedor

Modelo: SMV7-8ECB90, Marca: Konecranes. Su función es trasladar y apilar contenedores de 20ft y 40ft vacío (dos Ton 20ft, cuatro Ton 40ft). Este modelo permite al operador apilar hasta ocho unidades de alto para las unidades estándar y siete unidades cuando son Hig6h Cube. (Figura 1.3)

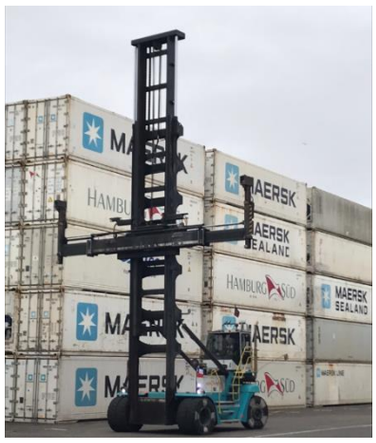


Figura 1.3 Grúa SMV 7-8ECB90, KONECRANES

1.4.2 Terminal Tractor

Marca: Kalmar Ottawa, Modelo: CO-50

-Destinado a mover contenedores dentro de una carga patio, instalación de depósito.

-Una cabina para una sola persona desplazada al costado del motor.

-Una distancia entre ejes muy corta, por lo general con un eje trasero sólidamente montado.(figura1.4)

Figura 1.4 Terminal Tractor Kalmar Ottawa, CO-50

1.4.3 Grúa Portacontenedor

Marca: Konecranes, Modelo: SMV108TC6, su función es trasladar y apilar contenedores de 20ft y 40ft vacío. A diferencia de la primera grúa vista (figura 1.3), esta puede tomar contenedores en segunda fila ya que cuenta con un brazo horizontal largo, como se aprecia (figura 1.5).

Figura 1.5 Grúa SMV108TC6, KONECANES.

1.4.4 Grúa Portacontenedor

Modelo: SMV4531TB5, Marca: Konecranes. Su función es trasladar y apilar contenedores de 20ft y 40ft carga full (veintiocho Ton). Como se aprecia en la figura 1.6 su estructura es más voluminosa los cilindros hidráulicos son más grandes, como también los neumáticos. (Figura 1.6)

Figura 1.6 Grúa SMV4531TB5, KONECRANES

1.5 PROBLEMÁTICA

Tener una grúa portacontenedor detenida es un gran problema para la empresa Contopsa, ya que sin este equipo se hace más lento el ingreso de los contenedores que vienen llegando al depósito, como también los contenedores que van saliendo. Elaborando un plan de mantenimiento basado en confiabilidad se reducirán las fallas que ocasionan la detención de la grúa y además se reducirá el riesgo de que ocurra un accidente catastrófico. Si es que un componente llegase a fallar, pudiendo causar la muerte del operario o del personal que se encuentre en el área de trabajo, por el gran tamaño de las grúas, el equipo al cual se enfocará esta propuesta será la grúa portacontenedor Marca: KONECRANES, Modelo: SMV7-8ECB90. Está grúa es seleccionada ya que presentaba más antecedentes de fallas, con una disponibilidad de un 70 %, lo cual es bajo, en comparación a los porcentajes que pide la empresa, que son superior a un 80 %. La disponibilidad de estos equipos es calculada en base a las horas y días en que el depósito está operando de lunes a sábado 15 horas diarias, versus la cantidad de horas de falla que tienen los activos. Además, esta propuesta servirá para las demás grúas portacontenedor de esta marca, por ende se elaborará una propuesta de mantenimiento basado en confiabilidad, usando herramientas de gestión.

El primer método será aplicar número prioridad de riesgo (RPN), el cual servirá para jerarquizar y/o priorizar los componentes de realizarse hacer mantención o si es que se detiene la grúa por un fallo inesperado. Se enfocará en los subsistemas hidráulicos, ya que la mayor parte de la grúa funciona con sistemas hidráulicos y es en donde se encuentran los componentes más críticos y de riesgo del equipo. Estos subsistemas serán aplicados en una evaluación RPN, en donde arrojará los subsistemas más críticos a los menos críticos del sistema hidráulico.

En segundo lugar, se implementará un análisis de criticidad de modos y efectos de fallos (FMECA), donde se verán los subsistemas más críticos que arrojo el método RPN.

Por último, se elaborará propuesta de mantenimiento, mediante pautas y Check list, para asegurar continuidad operacional del equipo.

1.6 APLICAR NÚMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO (RPN)

Esta metodología permitirá jerarquizar sistemas, instalaciones y equipos en función de su impacto, con el fin de facilitar la toma de decisiones, en donde se tendrá tres posibles resultados para los subsistemas del sistema hidráulico, los cuales son: Critico, Semi Crítico y No Critico. El RPN es un elemento importante en el FMEA, este método será aplicado en el sistema Hidráulico de la grúa portacontenedor SMV7-8ECB90, utilizando criterios de evaluación, encontrados en las siguientes tablas 1.1-1.2-1.3-1.4-1.5, los cuales entregan valores de Frecuencia de Fallo, Impacto Operacional, Flexibilidad Operacional, Costos de Mantenimiento e Impacto de Seguridad, Higiene y Ambiente. Los valores de estas tablas están obtenidos de una tabla general de criticidad de número de prioridad de riesgo.

Frecuencia de Fallo (FF)	
Rango	**Criterio**
Pobre mayor a 4 fallos/años	4
Promedio 2-4 fallos/años	3
Buena 1-2 fallos/años	2
Excelente menos de 1 fallo/año	1

Tabla 1.1 Frecuencia de fallo

Impacto Operacional (IO)	
Rango	**Criterio**
Parada inmediata del servicio	10
Parada de la unidad asistencial	6
Impacta niveles de producción o calidad	4
Repercute en costes operacionales asociados a la indisponibilidad	2
No genera ningún efecto significativo sobre la actividad asistencial	1

Tabla 1.2 Impacto operacional

Flexibilidad Operacional (FO)	
Rango	**Criterio**
No existe opción de servicio y no hay función de repuesto	4
Hay opción de repuesto compartido	2
Función de repuesto disponible	1

Tabla 1.3 Flexibilidad operacional

Costos de Mantenimiento (CM)	
Rango	**Criterio**
Mayor o igual a $	2
Inferior a $	1

Tabla 1.4 Costos de mantenimiento

Impacto en Seguridad, Higiene y Ambiente (SHA)	
Rango	**criterio**
Afecta la seguridad humana tanto externa como interna	8
Afecta el ambiente produciendo daños irreversibles	6
Afecta las instalaciones causando daños severos	4
Provoca daños menores (accidentes e incidentes)	2
Provoca un impacto ambiental cuyo efecto no viola las normas	1
No provoca ningún tipo de daños a personas instalaciones, ambiente	0

Tabla 1.5 Impacto seguridad, higiene y seguridad

Los valores encontrados en la siguiente tabla 1.6 RPN del sistema hidráulico, son obtenidos de los criterios de evaluación nombrados anteriormente.

1.6.1 NUMERO DE PRIORIDAD DE RIESGO

JERARQUIZACION DE LOS SUBSISTEMAS GRUA SMV 7-8ECB90								
SUBSISTEMAS	FRECUENCIA FALLO	IMPACTO OPERACIONAL	FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	COSTOS DE MTTO	IMPACTO SHA	CONSECUENCIAS	TOTAL	JERARQUIZACION
Bomba de Engranaje 23cc	1	10	4	1	8	49	49	CRITICO
Bloque Carga Acumulador	1	10	4	1	8	49	49	CRITICO
Acumulador	1	10	4	1	8	49	49	CRITICO
Freno Multidisco	1	10	4	1	8	49	49	CRITICO
Bomba de Piston 105cc	1	10	4	1	8	49	49	CRITICO
Valvula Prioridad Direccion	2	10	1	2	8	20	40	SEMI CRITICO
Orbitrol de Direccion	2	10	1	2	8	20	40	SEMI CRITICO
Cilindro de Direccion	2	10	1	2	8	20	40	SEMI CRITICO
Valvula Direccional	2	10	1	2	8	20	40	SEMI CRITICO
Cilindro de Elevacion	2	10	1	1	8	19	38	SEMI CRITICO
Cilindro Inclinacion	2	10	1	1	8	19	38	SEMI CRITICO
Desplazamiento Lateral	1	10	1	1	2	13	13	NO CRITICO
Freno de Estacionamiento	1	4	1	1	2	7	7	NO CRITICO

Tabla 1.6, RPN Sistema Hidráulico.

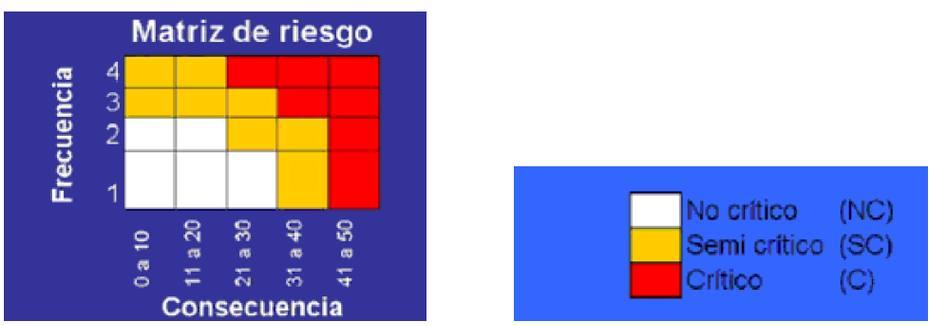


Figura 1.7 Matriz de riesgo

El resultado total como también los valores de consecuencia, resulta de las dos siguientes ecuaciones; Consecuencia: ((IO*FO)+CM+SHA), Riesgo: FF*((IO*FO)+CM+SHA). Estas ecuaciones entregan valores totales en donde se jerarquizarán desde los componentes más críticos a los menos críticos. Con la matriz de riesgo arrojara valores de frecuencia de fallo vs consecuencia. Estos valores se apreciarán con un color rojo en la matriz de riesgo, para así poder determinar cuál merece atención y en la cual se enfocará esta propuesta de plan de mantenimiento. Este método es muy útil y mejora radicalmente los índices de mantenimiento.

En el siguiente capítulo se realizará un análisis de modos y efectos de fallo (FMECA), pero antes se describirá brevemente cada función de los componentes críticos arrojados al aplicar RPN: Bomba de engranaje 23 cc, Bloque carga acumulador, Acumulador, Freno multidisco, Bomba pistón 105 cc.

CAPÍTULO 2: ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE MODOS Y EFECTOS DE FALLA (FMECA)

2.1 IMPLEMENTACIÓN FMECA

En este capítulo se implementará un análisis de criticidad de modo y efecto de fallo (FMECA), donde se identificará la causa raíz del modo de fallo, su criticidad y una tarea para reducir o eliminar el riesgo que los componentes lleguen a fallar en un determinado periodo de tiempo y/o reducir que la grúa este detenido sin operar. Lo cual genera pérdidas para la empresa. Como también eliminar el riesgo de que ocasione un accidente catastrófico lo cual pone en riesgo al operador como al entorno de la empresa.

Es por esto que se enfocará en los subsistemas críticos del sistema hidráulico de la grúa portacontenedor SMV7-8ECB90. Para darle una solución a la problemática, lo cual como se apreció en el primer capítulo, se aplicó una herramienta de gestión llamada. número de prioridad de riesgo (RPN) en donde arrojó cinco subsistemas críticos, para lo cual se verá la falla funcional, modo de falla y efecto de falla del sistema hidráulico de la grúa portacontenedor, a continuación, se describirá el sistema hidráulico y se presenciarán los subsistemas críticos, que se verán en este capítulo, estos son los siguientes.

- Bomba de engranaje 23 cc.
- Bloque carga acumulador.
- Acumulador.
- Freno multidisco.
- Bomba pistón 105 cc.

2.2 DESCRIPCIÓN SISTEMA HIDRÁULICO

2.2.1 Descripción general sistema sensible a la carga

En los sistemas hidráulicos sensibles a la carga, la bomba suministra únicamente el caudal necesario para las funciones que están acopladas en cada ocasión, es decir, la potencia de la bomba no será superior a la carga actual.

Los sistemas hidráulicos de todas las grúas SMV son sensibles a la carga. Las ventajas de este sistema son:

- Bajo consumo de energia
- Se genera menos calor
- Mayor precisión y más flexibilidad en las maniobras de la maquina
- Menos perdidas y menos desgaste en el sistema hidráulico
- No hay flujo en el sistema cuando no se utiliza
- En las maniobras de elevación o desplazamiento solo se utiliza el flujo necesario.
- No hay sobrepresiones innecesarias al levantar cargas pequeñas.

En los sistemas sensibles a la carga, figura 2.1, se mide la carga a la que se somete el sistema y de esta forma se controla la potencia procedente de la bomba hidráulica, el sistema se mantiene equilibrado, carga ligera - baja potencia, carga pesada - alta potencia.

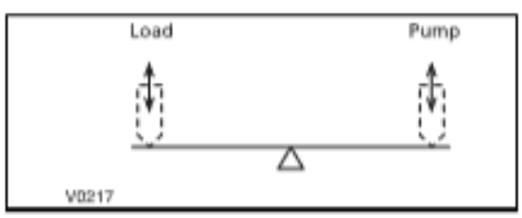
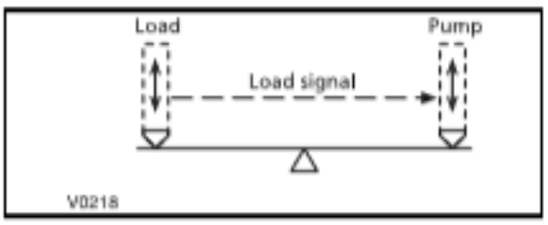


Figura 2.1 Sistema sensible a la carga

El componente fundamental del sistema es la bomba de pistón de caudal variable, cuando se modifica la carga sobre el sistema, por ejemplo, en una operación de elevación, la bomba recibe una señal de información sobre el cambio y la potencia se modifica en consecuencia. **Figura 2.2**



(Figura 2.2 Sistema sensible a la carga)

2.2.2 Funcionamiento – Sistema sensible a la carga

El conductor de la maquina gobierna las funciones hidráulicas con palancas que accionan la válvula direccional. El sistema es proporcional, es decir un pequeño movimiento de la palanca proporciona un pequeño recorrido de la válvula direccional (poco caudal de aceite), mientras que un a un largo recorrido de la palanca corresponde una larga carrera de la válvula (gran caudal de aceite). En la **figura 2.3** se puede apreciar el funcionamiento del sistema sensible a la carga.

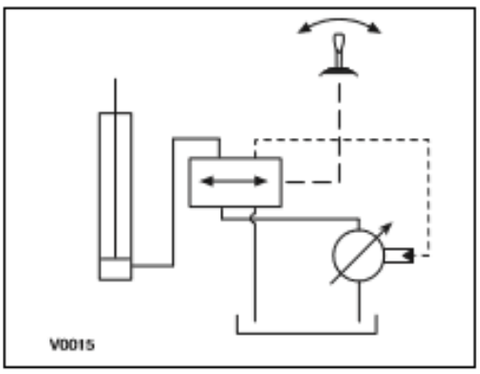
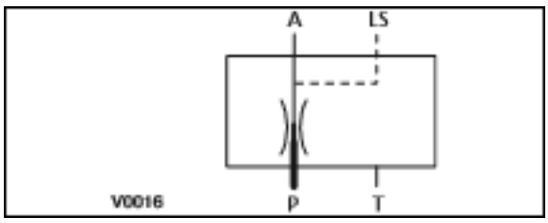
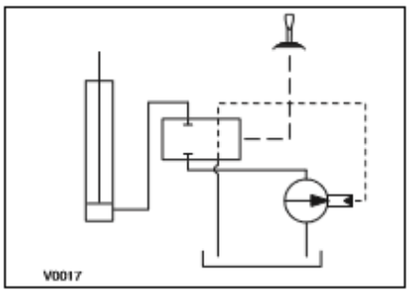


Figura 2.3 Funcionamiento-sistema sensible a la carga

Cuando la válvula direccional está cerrada, la bomba suministra una baja presión básica denominada presión standby. Cuando el sistema empieza a funcionar el aceite fluye por la válvula direccional de P a A, como se aprecia en la **figura 2.4**, produciéndose una caída de presión, denominada Δ P. La presión standby debe ser ligeramente superior a la presión Δ P. Es importante que la bomba suministre la presión standby correcta para que el sistema funcione correctamente.

Con la palanca en punto muerto, es decir, cuando no se realiza ningún trabajo, la señal de carga es 0 (cero), la potencia procedente de la bomba que corresponde a la presión standby, es muy baja, por lo que es también baja la necesidad de potencia que se exige del motor diésel.





(Figura 2.4 Válvula direccional) (Figura 2.5 Funcionamiento-sistema sensible a la carga)

2.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA HIDRÁULICO, CARRETILLA ELEVADORA DE HORQUILLAS

Una bomba de engranaje (23 cc) suministra al bloque de carga del acumulador aceite del depósito hidráulico. En este bloque la presión se distribuye al acumulador, al freno de servicio y al freno de estacionamiento. El aceite del bloque enfría también el freno multidisco del eje de transmisión. La bomba de engranaje está en tándem sobre la bomba de pistón de caudal variable (Parker serie P2, 105 cc). El aceite procedente de la bomba de pistón pasa a la válvula de prioridad garantiza la prioridad de la dirección frente a las demás funciones de la grúa. Desde el Orbitrol la señal de cargas es conducida de regreso a la válvula de prioridad y a la válvula lanzadera, la válvula de carga es conducida por una válvula de estrangulación y retención a la bomba de pistón. La válvula direccional se controla mediante las palancas ubicadas en la cabina y distribuye aceite a las respectivas funciones hidráulicas. El aceite de retorno de las funciones pasa por la válvula direccional y regresa al depósito hidráulico donde se halla el filtro de retorno.

2.4 COMPONENTES HIDRÁULICOS, CARRETILLA ELEVADORA DE HORQUILLAS

Los siguientes componentes que se encuentran con un asterisco rojo como se muestra en la **tabla 2.2** son los componentes críticos arrojados en el capítulo anterior (capitulo 1), en la **figura 2.3** se observa un plano de cómo están distribuidos estos componentes en la grúa portacontenedor.

1. Cilindro de dirección	8. Cilindro de desplazamiento lateral
2. Bomba de pistón de caudal variable, 105 cc *	9. Válvula direccional
3. Bomba de engranajes, 23 cc *	10. Freno multidisco *
4. Acumulador *	11. Freno de estacionamiento
5. Orbitrol de dirección	12. Válvula de prioridad de dirección
6. Cilindro de inclinación	13. Bloque de carga del acumulador *
7. Cilindro de elevación	14. Depósito hidráulico

Tabla 2.1 Componentes sistema hidráulico

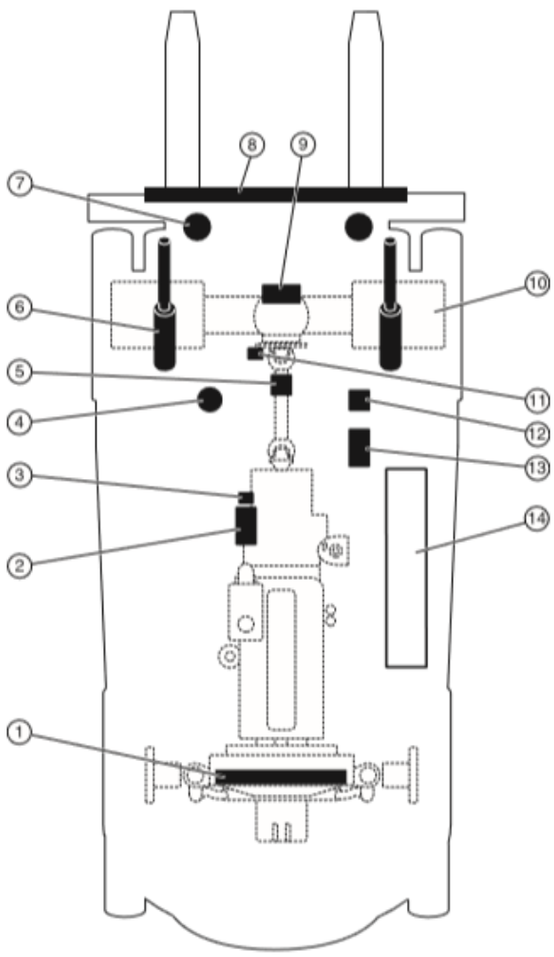
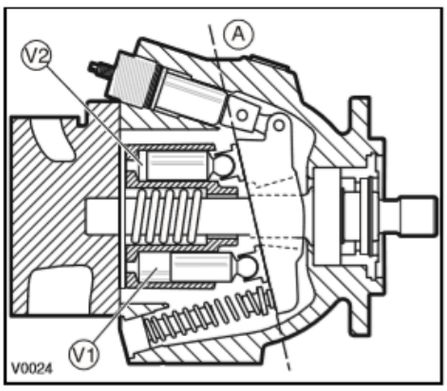


Figura 2.7 Sistema hidráulico

2.5 BOMBA DE PISTÓN DE CAUDAL VARIABLE 105 CC, PARKER SERIE P2

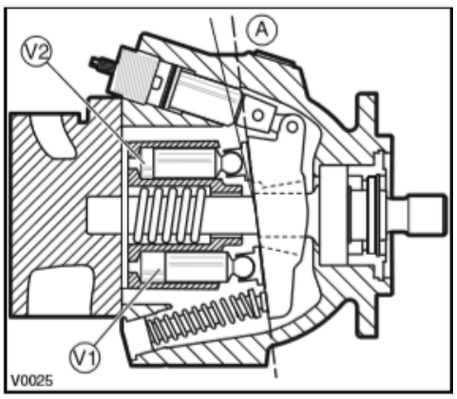
2.5.1 Funcionamiento

El eje de entrada gira y acciona el cuerpo y los pistones. El aceite es aspirado a los cilindros por el lado de entrada y es expulsado de los mismos por el lado de salida. Los volúmenes (V1) y (V2) están determinados por el ángulo de la lámina basculante (A), y la diferencia entre (V1) y (V2) corresponde al volumen de aceite (desplazamiento) que proporciona la bomba por cada revolución. Cuando la señal de carga es cero o a pleno suministro de la bomba, lamina basculante (A) se inclina a su posición máxima. La diferencia de volumen entre el lado de entrada (V1) y el lado de salida (V2) será el máximo, suministrando entonces la bomba el caudal de aceite máximo.

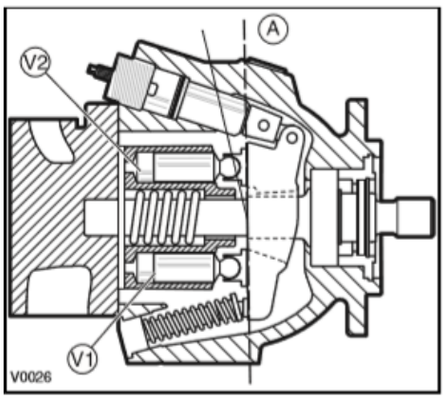


(Figura 2.8 Bomba de pistón caudal variable)

Cuando se requiere menos aceite, el ángulo (A) de la lámina basculante se reduce. La diferencia entre V1 y V2 disminuye y la bomba suministra una cantidad menor de aceite.



(Figura 2.9 Bomba de pistón caudal variable)



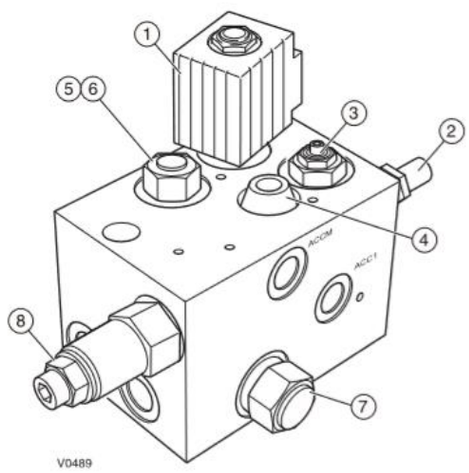
(Figura 2.10 Bomba de pistón caudal variable)

2.6 BLOQUE DE CARGA DEL ACUMULADOR

El bloque de carga del acumulador recibe aceite de una bomba de engranajes. El aceite se distribuye en el bloque para el acumulador, freno de servicio y freno de estacionamiento. En el caso de producirse algún fallo en el motor, estas funciones obtienen el aceite desde el acumulador a través de su bloque.

Los siguientes componentes/funciones están alojados en el bloque del acumulador, como se aprecia en la **figura 2.11**:

- Solenoide (1) para el freno de estacionamiento: Válvula de control eléctrico para activar el freno de estacionamiento cuando la válvula no está activada, se emplea el freno de estacionamiento.
- Regulador de presión ajustable (2) para el circuito del freno de estacionamiento: este regulador reduce la presión del acumulador al circuito del freno de estacionamiento.
- Válvula (3) para descarga de presión: el acumulador se drena manualmente utilizando una llave hexagonal. Utilizarlo antes de trabajar en el sistema hidráulico.
- Válvula (4) para presión máxima preajustada a 250 bares: impide la sobrecarga del acumulador.
- Válvula de retención (5) resp. Válvula de estrangulación (6) en el circuito entre la bomba y el acumulador/freno de servicio. La válvula de retención impide que el acumulador se descargue cuando se para el motor.
- Válvula de carga (7): su misión es la de regular la presión al circuito del acumulador. Es controlada por el regulador (8).
- Regulador de presión ajustable (8) para el acumulador: mide la presión en el circuito del acumulador y controla la válvula (7). La carga del acumulador se inicia cuando la presión es un 20% inferior a la presión ajustada.

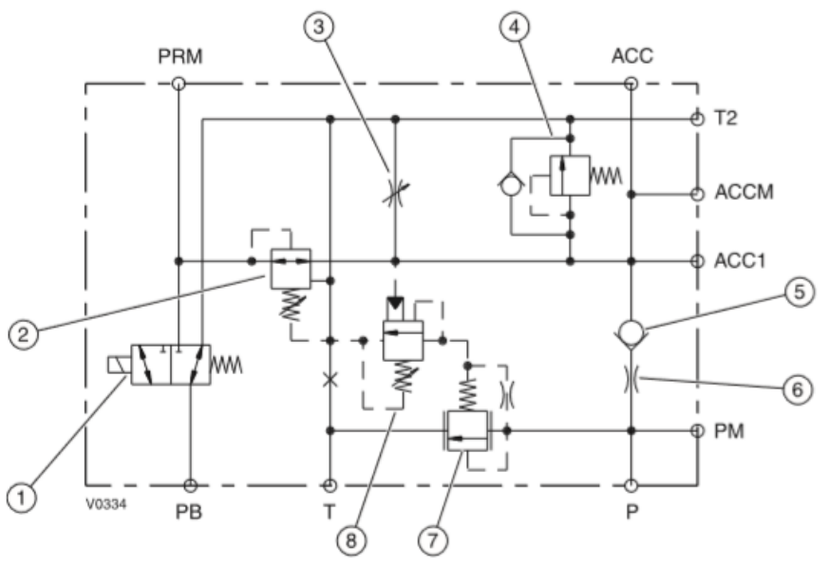


(Figura 2.11 Bloque de carga del acumulador)

A continuación, en la **tabla 2.3** se pueden apreciar los componentes del bloque de carga del acumulador, en la **figura 2.13** se puede apreciar como esta distribuido internamente el sistema de este bloque de carga del acumulador.

1. Solenoide, freno de estacionamiento.	5. Válvula de retención.
2. Regulador de presión, ajustable, freno de estacionamiento.	6. Válvula de estrangulación.
3. Válvula manual para descarga de presión en el acumulador.	7. Válvula de carga.
4. Válvula limitadora de presión.	8. Regulador de presión, ajustable, acumulador.

(Tabla 2.2 Componentes Bloque de carga acumulador)



(Figura 2.12 Componentes bloque de carga del acumulador)

2.7 ACUMULADOR

Su función es acumular presión y amplificar el frenado de la grúa. Como se aprecia en la **figura 2.13** el acumulador se encuentra encerrado en círculo rojo. Internamente consta de una vejiga, encontrándose dentro de esta liquido hidráulico. Por fuera de la vejiga pero dentro del acumulador contiene nitrógeno a una presión de 100 bares, la cual sirve para impulsar liquido hidráulico a todo el sistema. Al presionar el pedal de freno de la grúa para que esta cumpla su función de frenado, siendo su modo de fallo la rotura de la vejiga. El efecto que causa es reducir la capacidad de frenado, ya que no tendrá la presión necesaria que libera el acumulador. Su causa es la contaminación del líquido hidráulico por lo que podría haber perforado una micro partícula la vejiga que esta al interior del acumulador.

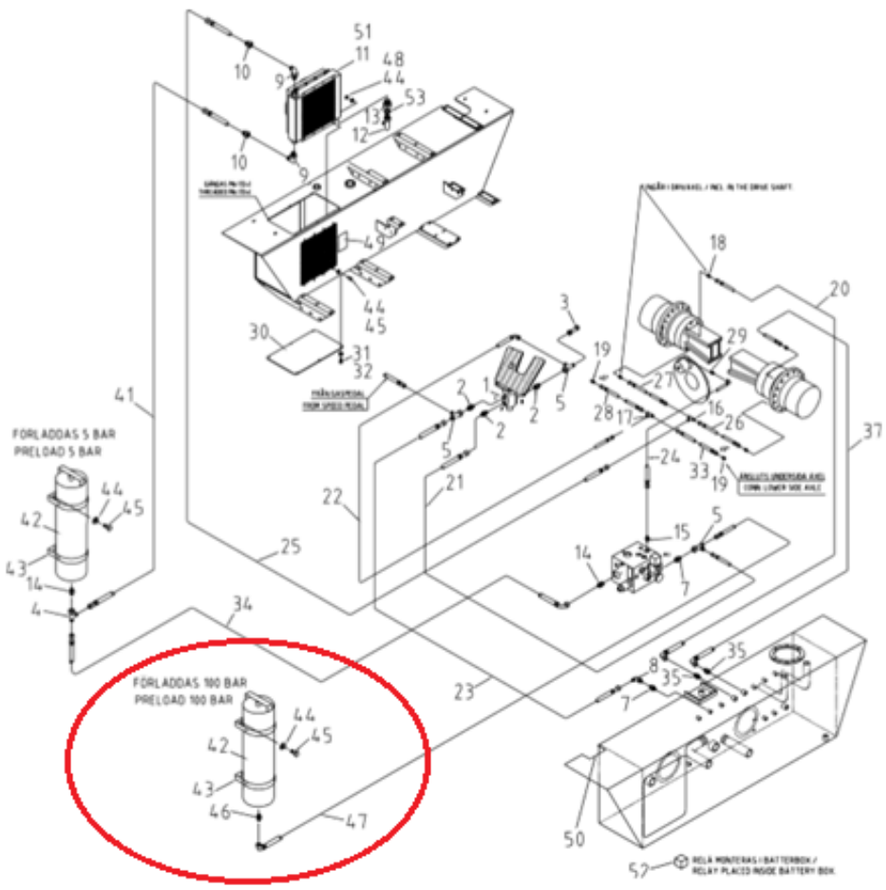


Figura 2.13 Acumulador

2.8 FRENO MULTIDISCO

El freno multidisco es el actuador final que genera el frenado en la grúa portacontenedor. Su modo de falla es el desgaste de los discos y desgaste de los sellos de pistón. El efecto que produce es reducir la capacidad de frenado pudiendo llegar a anularse, por lo que es considerado un componente crítico, la posible causa es la contaminación del líquido hidráulico y/o conducta operacional errónea, aumento de temperatura y fugas a continuación se aprecia en la **tabla 2.4** los componentes del freno multidisco y en la **figura 2.14** ya se puede observar cómo están distribuidos los componentes del freno multidisco.

1. Disco interno	11. Tornillo hexagonal
2. Disco externo	12. Sello de cara
3. Pistón	13. Tornillo de cierre
4. Anillo	14. Arandela de sellado
5. Empaquetadura	15. Toma de sangrado
6. Portador de freno	16. Anillo de sellado
7. Caja	17. Válvula de purga
8. O-ring	18. Tubo
9. O-ring	19. Tornillo con brida
10. Tornillo hexagonal	20. Anillo de compresión

(Tabla 2.3 Componentes freno multidisco)

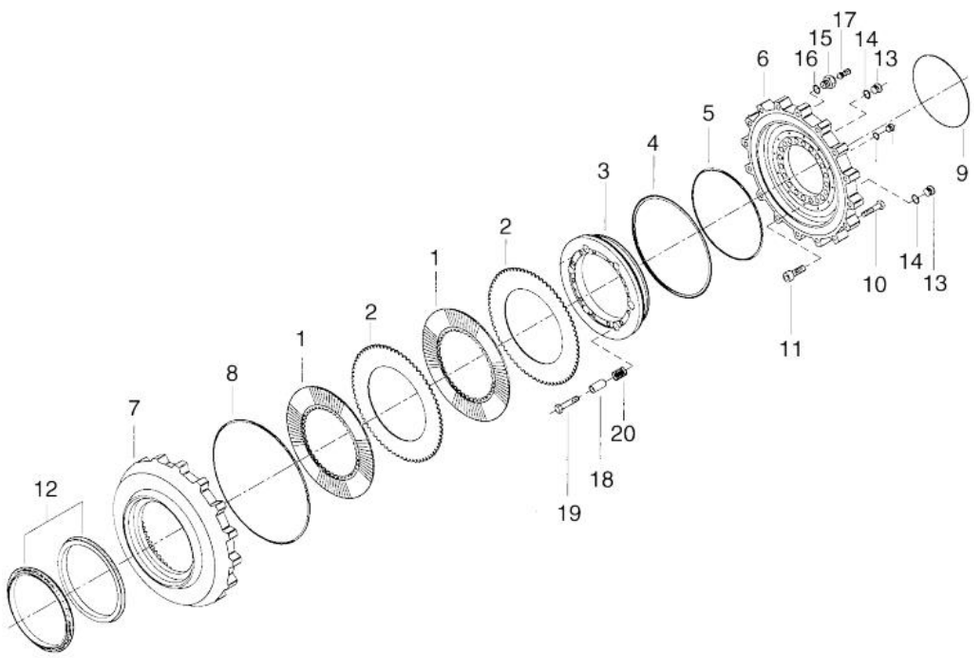


Figura 2.14 Freno multidisco

2.9 BOMBA DE ENGRANAJE 23 CC

Su función es generar caudal de líquido hidráulico para el sistema de frenado de la grúa es por esto que es más pequeña, a diferencia de la bomba de pistón 105 cc que usa el sistema sensible a la carga en donde necesitaran más caudal conforme a lo requerido. Su modo de falla es la reducción de caudal por fundimiento de piezas. El efecto potencial de falla que produce es reducir la capacidad de frenado pudiendo llegar a anularse, siendo su causa potencial de falla es la contaminación del líquido hidráulico. A continuación se puede observar en la **figura 2.15** la bomba de engranaje de 23 cc.

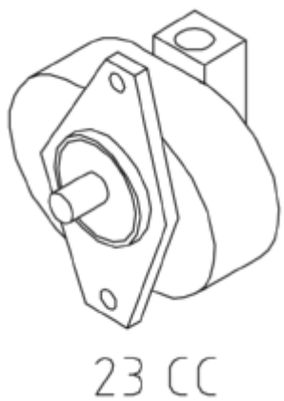


Figura 2.15 Bomba de engranaje 23 cc

2.10 FMECA

Para la realización del FMECA es necesario saber lo siguiente:

-Falla funcional: Es el requerimiento del usuario, que deja de ser cumplido por un sistema. El equipo no desempeña su función conforme a un estándar de desempeño deseado o bien, conforme a las necesidades que el usuario tiene, pero no necesariamente deja de funcionar.

-Modo de falla: Un modo de falla podemos definirlo como la forma en la que un equipo pierde la capacidad de desempeñar su función, en otras palabras, la forma en que un equipo falla. A cada modo de falla le corresponde una acción de mitigación o prevención, donde el objetivo del FMECA es diseñar un plan de mantenimiento, a cada modo de falla le corresponderá una tarea de mantenimiento.

-Efecto de falla: Los efectos de la falla son considerados como la forma en la que la falla se manifiesta, es decir, como se ve perturbado el sistema ante la falla del equipo. Estas manifestaciones pueden ser: mayor / menor temperatura, activación de señales, alarmas o dispositivos de seguridad, entre otras. Similarmente se considera también la sintomatología de la falla, ruido, aumento de vibración, etc.

Componente	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efecto de falla
Bomba de engranaje 23 cc	-Generar caudal hidráulico en el sistema de freno	-Reducción de caudal -No genera caudal liquido hidráulico	-Fundimiento de cuerpo -Fundimiento engranajes -Fundimiento bujes	-Reduce capacidad de frenado -Disminución presión frenado -Ruido o ronquido -Aumento de temperatura
Bloque de carga del acumulador	-Deriva caudal hidráulico conforme se requiera	-Disminuye presión de frenado	-By pass interno	-Reduce capacidad de frenado pudiendo llegar anularse
Acumulador	-Acumular presión y amplificar el frenado	-Perdida de presión al realizar el frenado	-Rotura de vejiga	-Reduce capacidad de frenado -Disminución del tiempo entre ciclo de carga
Freno multidisco	-Actuador final que genera el frenado	-El sistema pierde capacidad de frenado, no frena	-Desgaste discos -Desgaste sellos de pistón	-Reduce capacidad de frenado pudiendo llegar anularse -Aumento de temperatura
Bomba de pistón 105 cc	Generar alto caudal liquido hidráulico para el funcionamiento del sistema sensible a la carga	No genera o genera un bajo caudal requerido para realizar maniobras	-Fundimiento pistón -Fundimiento plato flexible	-Aumento tiempo de acción de actuadores -Pérdida de fuerza, baja velocidad de elevación. -Dirección de manejo difícil

Tabla 2.4 FMECA

A continuación, en el siguiente capítulo se realizarán las pautas de mantenimiento con sus respectivas tareas, las herramientas a utilizar, EPP requeridos para el desarrollo de estas tareas, además de elaborar un Check list general para asegurar una continuidad operacional.

CAPÍTULO 3: ELABORAR PAUTAS DE MANTENIMIENTO Y CHECK LIST

3.1 PAUTAS DE MANTENIMIENTO

Las pautas de mantenimiento son elementos en un modelo de gestión de activos que define los programas de mantenimiento a los activos (actividades periódicas preventivas, predictivas), con los objetivos de mejorar la efectividad de estos, con tareas necesarias y oportunas, y de definir las frecuencias, las variables de control, el presupuesto de recursos y los procedimientos para cada actividad.

Las pautas de mantenimiento son una serie de tareas, que de manera planeada y programada, se deben realizar a un equipo o sistema productivo con una frecuencia determinada.

El plan y pautas de mantenimiento influyen de manera notable en la confiabilidad de un equipo, ya que si es certero, adecuado y justificado está constituido por las tareas absolutamente necesarias.

Cualquier actividad correctiva, preventiva o predictiva está justificada y es aplicable sólo si el equipo queda confiable, es decir si mejora su desempeño a nivel de reducción de tiempo de parada, reducción de cantidad de fallas, reducción del riesgo, optimización del costo de operación, mejor comportamiento a nivel ambiental y reducción de las afectaciones al medio ambiente. De lo contrario la tarea es totalmente superflua y desechable y hacerla puede incrementar las fallas o desperdiciar tiempo.

Las estrategias de mantenimiento se deben definir a nivel de causa de falla, es decir un activo tiene muchas funciones que pueden fallar debido a diferentes causas y cada causa obedece a un fenómeno físico de desgaste, un error humano, una influencia ambiental, las que pueden hacer que se degrade o suspenda el cumplimiento de sus funciones.

Al momento de ejecutar estas pautas de trabajo, se debe tener presente los siguientes EPP (Elementos de protección personal).

Overol

Prenda de vestir de una pieza, confeccionada con tela rústica y resistente, usado por personal del área mantención al momento de realizar dichas labores, **figura 3.1**.

Figura 3.1 Overol

Zapatos de seguridad

Es un tipo de calzado especial utilizado en las diferentes actividades laborales, diseñado para resguardar a los trabajadores de diferentes riesgos principalmente destinados a la protección de los dedos de los pies. En la **figura 3.2** se puede observar un par de zapatos de seguridad.

Figura 3.2 Zapatos de seguridad

Casco de seguridad

El principal objetivo del casco de seguridad es proteger la cabeza de quien lo utiliza, de peligros y golpes mecánicos. También puede proteger frente a otros riesgos de naturaleza mecánica, térmica o eléctrica. En la **figura 3.3** se puede observar un ejemplar usado normalmente en mantención.

Figura 3.3 Casco de seguridad

Gafas de seguridad

Son un tipo de anteojos protectores, como se aprecia en la **figura 3.4**, normalmente se usan para evitar la entrada de objetos, agua, productos químicos etc.

Figura 3.4 Gafas de seguridad

Guante multiflex

El uso de guantes se hace evidente, cuando de manipular productos corrosivos se trata, pero también son necesarios para otras actividades como la manipulación de herramientas, manejos de máquinas u otras operaciones. En la **figura 3.5** se observa un tipo de guante multiflex.

Figura 3.5 Guante multiflex

3.2 HERRAMIENTAS

Tener en cuenta las herramientas y equipos que necesitará el técnico para desempeñara la labor de ejecutar las pautas de mantenimiento es muy importante para que el desarrollo de la actividad se realice a un 100%, para evitar tiempos muertos, los cuales pueden distraer al técnico al momento de estar ejecutando la pauta de mantenimiento, estas herramientas tienen que tener también presente al momento de realizar la mantención (ciclos de mantenimiento), como por ejemplo, en ir y venir en busca de la herramienta que necesitará usar, esto puede causar que el desarrollo de dicha tarea de la pauta de mantenimiento resulte incompleta afectando luego a la grúa al momento de operar.

3.2.1 Herramientas

-Manómetro 300 bar

-Llave de torque

-Set de llaves punta y corona

-Set de llaves Allen y estrella

-Destornillador

-Cartonero

-Llave francesa

-Alicate pico de loro

-Termómetro infrarrojo

-Alicate

-Llave saca filtro

-Huaipe

3.3 PAUTA DE MANTENIMIENTO DE BOMBA DE ENGRANAJE 23 CC

Las siguientes tablas son pautas de mantenimiento a ejecutar por el técnico mantenedor como se observa en las tablas 3.1-3.2-3.3-3.4-3.5, la Pauta de mantenimiento que viene a continuación es a la bomba de engranaje de 23 cc, se encuentra una lista de actividades a realizar en la parte superior de la tabla, en la parte inferior de esta se encuentran las observaciones que encuentre el técnico, anomalías, valores fuera de rango, etc. Para luego tener una retroalimentación al momento de realizar las mantenciones correspondientes.

Pauta Mantenimiento
Bomba de engranaje 23 cc
Nombre:
Ejecutor: Técnico
Fecha:

Item	Lista de actividades
1	Medir y ajustar presiones con manometro de 300 bar, ajustar aprox 15 bar.
2	Controlar temperatura del aceite hidráulico. Obs: sobre 70° C se encuentra con problema.
3	Controlar temperatura de la bomba. Obs: sobre 80 ° C se encuentra con problema.
4	Verificar sistema de enfriamiento del aceite, ventilador.
5	Inspeccionar ruido "ronroneo" de la bomba por cavitación.
6	Inspeccionar fugas o ingreso de aire al sistema.

Observaciones	
1	
2	
3	
4	
5	
6	

Tabla 3.1 Bomba engranaje 23 cc

Las observaciones encontradas en las pautas de mantenimiento serán de gran ayuda para el departamento de mantención, ya que tienen respaldo del comportamiento que va teniendo la grúa portacontenedor, además de servir al momento de planificar los ciclos de mantenciones.

3.4 PAUTA DE MANTENIMIENTO DEL BLOQUE DE CARGA DEL ACUMULADOR

Pauta Mantenimiento
Bloque de carga del acumulador
Nombre:
Ejecutor: Técnico
Fecha:

Item	Lista de actividades
1	Descompresión del acumulador, contiene alta presión (100 bar), si es necesario ajustar presion girar hacia la derecha para incrementar presion y/o girar a la izquierda para reducir presión.
2	Controlar temperatura del aceite hidraulico. Sobre 70° C se encuentra con problema.
3	Verificar el sistema de enfriamiento, ventilador.
4	Chequear funcionamiento de electro válvulas.
5	Inspeccionar pilotajes y lineas eléctricas.
6	Inspeccionar fugas.
7	Controlar ruido por bypass interno del bloque de carga.

Observaciones	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

Tabla 3.2 Bloque de carga del acumulador

3.5 PAUTA DE MANTENIMIENTO ACUMULADOR

Pauta Mantenimiento
Acumulador
Nombre:
Ejecutor: Técnico
Fecha:

Item	Lista de actividades
1	Medir y ajustar presión a 100 bar, con manómetro de 300 bar.
2	Controlar temperatura del aceite. Sobre 70°C se encuentra con problemas.
3	Controlar presión carga nitrógeno.
4	Controlar ciclo de carga aceite hidráulico de acuerdo lo indica el fabricante.
5	Verificar sistema de enfriamiento del aceite.
6	Inspeccionar fugas.

Observaciones	
1	
2	
3	
4	
5	

Tabla 3.3 Acumulador

3.6 PAUTA DE MANTENIMIENTO FRENO MULTIDISCO

Pauta Mantenimiento
Freno multidisco
Nombre:
Ejecutor: Técnico
Fecha:

Item	Lista de actividades
1	Controlar presiones con manometro, 120 bar advertencia de alta presión.
2	Controlar temperatura del aceite hidráulico. Obs: sobre 70° C se encuentra con problema.
3	Controlar temperatura housing. Obs: sobre 90 ° C se encuentra con problema.
4	Verificar sistema de enfriamiento del aceite, ventilador.
5	Controlar ruidos extraños al frenar.
6	Inspeccionar fugas.
7	Chequear efectividad de frenado.

Observaciones	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	

Tabla 3.4 Freno multidisco

3.7 PAUTA DE MANTENIMIENTO BOMBA DE PISTON 105 CC

Pauta Mantenimiento
Bomba de pistón 105 cc
Nombre:
Ejecutor: Técnico
Fecha:

Item	Lista de actividades
1	Controlar presiones con manometro 33 bar.
2	Controlar temperatura del aceite hidráulico. Obs: sobre 70° C se encuentra con problema.
3	Controlar temperatura de la bomba. Obs: sobre 80 ° C se encuentra con problema.
4	Verificar sistema de enfriamiento del aceite, ventilador.
5	Inspeccionar ruido "ronroneo" de la bomba por cavitación.
6	Inspeccionar fugas o ingreso de aire al sistema.

Observaciones	
1	
2	
3	
4	
5	
6	

Tabla 3.5 Bomba de pistón 105 cc

3.8 CICLOS DE MANTENIMIENTO

En la siguiente tabla 3.6 se encuentran los ciclos (horas), se efectuarán las mantenciones que requiere la grúa portacontenedor SMV7-8ECB90, donde se encuentras 12 mantenciones preventivas que se le realizarán, dentro de esta se encuentra la mantención a realizar con el ciclo en base a las horas trabajadas de la grúa, en este caso empiezan las mantenciones desde que se cumpla la hora 250 operacional, con la descripción en caso de un cambio de aceite, con el tipo de lubricante, la cantidad etc.

	Konecranes Modelo 7/8 ECB90					
			Lubricante	Cantidad	Ítem	Cantidad
		hrs				
MP01	Cambio de aceite y filtro Motor	250	Aceite 15W40 Total	20 Lts	LF 4054	1
	Cambio filtros combustible	250			FF5018	1
	Lubricación cadenas levante	250			Lubricante cadenas spray Linde / Wurth	4 latas
	Engrase general	250			Grasa CM-P Total	8 kgs
	Regular cadenas torre	250			M/O	
	Revisión / inflado neumáticos	250			M/O	
MP02	Filtro Refrigeracion	500			x	
	Calibrar transmisión	500			M/O	
	Revisar y calibrar presiones	500			M/O	
	Revisión carga acumuladores	500			Nitrógeno Indura	
MP03	Cambio aceite y filtro transmision	1000	Aceite Fluide G3 Tot	30 Lts	54104019 Konecranes	1
	Cambio Filtros admision	1000			54104256 Konecranes	1
	Cambio filtros respiradero	1000			HF 6510 Fleetguard	1
	Dialisis aceite hidráulico	1000			M/O	
	Inspección fisuras	1000			M/O	
	Revisión / cambio deslizadores boom / torre	1500			x	
	Revisión / cambio deslizadores spreader	1500			Acorde a revisión	
MP05	Microfiltro Hidraulico	2000			53113697 Konecranes	1
MP06	Aceite difecencial y cubos	2500	Aceite 80W90 Total	70 lts		
MP07	Revisión rodamientos mazas direcc / pasadores muñón / rótulas	3000			Acorde a revisión	
MP08	Regulación valvulas e inyectores	5000			M/O vendor	
	Revision Hidraulica / Electrica General	5000			M/O	
	Revisión alternador y motor arranque	5000			Mantención Induelectri	
MP09	Cambio Cadenas de levante	6000			6108.017.10414 Konecranes	2
	Mantención turbo motor	6000			Mantención Lucas Diesel	
	Cambio aceite hidráulico	6000	Dynatrans MPV Tota	430 Lts		
	Mantención bomba e inyectores	6000			Mantención Lucas Diesel	
MP10	Cambio rodamiento mazas direcc	10000			6068.017 Konecranes	2
	Cambio sellos espejo y rodam	10000			54104881 Konecranes	2
MP11	Overhaul torre	12000			6068.063 Konecranes	14
	Revisión / rep / cambio bombas hidráulicas	12000			6022.039 Konecranes	1
	Revisión / rep / cambio bloques valvulares	12000			6055.218 Konecranes	1
MP12	Overhaul transmisión	15000			Mantención en M. Diesel	

Tabla 3.6 Ciclos de mantenimiento (Horas)

Al tener ciclos de mantenimiento se tendrá un control de las pautas de mantenimiento realizadas en base a horas trabajadas de la grúa.

3.9 CHECK LIST

Son formatos creados para realizar actividades repetitivas, controlar el cumplimiento de una lista de requisitos o recolectar datos de forma sistemática.

Los usos principales de los Check list:

-Realización de inspecciones donde se debe dejar constancia de cuáles han sido los puntos inspeccionados.

-Verificación y análisis de operaciones.
-Recopilar datos para su futuro análisis.

Estas listas suelen ser utilizadas para la realización de comprobaciones rutinarias y para asegurar que al operario o el encargado de dichas comprobaciones no se le pasa nada por alto, además de para la simple obtención de datos.

La ventaja de los Check list es que, además de sistematizar las actividades a realizar, una vez rellenados sirven como registro, que podrá ser revisado posteriormente para tener constancia de las actividades que se realizaron en un momento dado, en la siguiente **tabla 3.7** se puede observar el Check list correspondiente a la grúa portacontenedor SMV7-8ECB90.

Check list	
Grúa portacontenedor SMV7-8ECB90	
Operador / conductor:	

Fecha	
Horómetro	

Equipo	
Patente	
Turno	

B = BUENO
R = REGULAR
M = MALO

1.-Motor	B	R	M
1.1 Nivel aceite motor			
1.2 Nivel refrigerante motor			
1.3 Nivel de combustible			
1.4 Tensión correas (chillidos)			
1.5 Limpieza radiador (alzas temp.)			
1.6 Fugas			

2.-Sistema eléctrico			
2.1 Estado baterias			
2.2 Carga alternador, luz piloto o voltímetro			
2.3 Luces posición			
2.4 Luces intermitentes			
2.5 Luces de freno			
2.6 Chapa contacto			
2.7 Instrumentos tablero			
2.8 Bocina			

3.-Transmisión			
3.1 Nivel aceite			
3.2 Palanca cambios			
3.3 Cardán y crucetas (vibraciones anormales)			
3.4 Embraque (resbalamiento, ruidos)			
3.5 Fugas			

4.-Neumáticos			
4.1 Desinflado visible			

5.- Sistema hidráulico y dirección			
5.1 Nivel depósito			
5.2 Filtro respiradero (suciedad)			
5.3 Flexibles (estado)			
5.4 Fugas			

6.- Cabina	B	R	M
6.1 Escalas acceso			
6.2 aire acondicionado			

7.- Estructura			
7.1 Eje direccional			
7.2 Ejes tracción			
7.3 Tapas transmisión			

8.- Críticos	B	M
8.1 Luces de trabajo (altas y bajas)		
8.2 Luces retroceso		
8.3 Alarma de retroceso		
8.4 Baliza		
8.5 Limpiaparabrisas		
8.6 Banda rodado neumáticos (profundidad 2 mm)		
8.7 Sopladuras laterales y banda neumáticos		
8.8 Puertas y ventanas		
8.9 Cinturón de seguridad		
8.10 Extintor		
8.11 Espejos retrovisores		
8.12 Manómetro presión aire frenos		
8.13 Presión aire frenos		
8.14 Fisuras boom / torre.		
8.15 Fisuras chassis		
8.16 Fijación cilindros levante		
8.17 Fisuras llantas o seguros		
8.18 Fisuras spreader		
8.19 Cadenas spreader (condición)		
8.20 Semáforo twist locks (condicion efectiva)		
8.21 Twist locks (estatus)		
8.22 Frenos (condición efectiva)		
8.23 Estado pértiga y banderín		
8.24 Asiento		
8.25 Otros (especificar)		

Observaciones

Equipo con observaciones o detalles en ítem críticos no estará habilitado para iniciar/continuar operación hasta reparar

Tabla 3.7 Check list grúa portacontenedor SMV 7-8 ECB90

3.10 REPUESTOS GRÚA SMV 7-8ECB90

A continuación, en las siguientes tablas 3.8 y 3.9 se pueden observar los repuestos de la grúa portacontenedor modelo SMV7-8ECB90, donde se encuentra en ella los N° de parte, marca respectiva, descripción del repuesto, modelo de la grúa, serie y el precio costo.

N° parte	Marca	Descripción	Modelo	Serie	PRECIO LISTA
6022.057	Konecranes	PUMP HYDRAUL GEAR 23cc	7/8 ECB90	C20585	448.809
6022.037	Konecranes	PUMP HYDRAULIC P2 105cc	7/8 ECB90	C20585	3.500.755
54102701	Konecranes	FUEL FILTER	7/8 ECB90	C20585	120.639
52768825	Konecranes	O-RING	7/8 ECB90	C20585	5.172
6055.123	Konecranes	VALVE PRIO VLH	7/8 ECB90	C20585	596.311
54104019	Konecranes	OLJEFILTER VÄXELLÅDA	7/8 ECB90	C20585	93.212
54104256	Konecranes	LUFTFILTER MOTOR	7/8 ECB90	C20585	101.534
6021.090	Konecranes	FILTER ELEMENT	7/8 ECB90	C20585	121.788
277X285X1.5	Konecranes	GASKET KIT GASKET KIT	7/8 ECB90	C20585	34.523

Tabla 3.8 Repuestos grúa SMV 7-8ECB90

No	Qty	Order no.	Description	Module	PRECIO LISTA	PVP CONTOPSA	TOTAL
1	4	54104739	Solenoid valve	6055.141	$ 88.177	$ 70.542	$ 282.166
3	4	54104789	Brake spring	6077.006	$ 15.793	$ 12.634	$ 50.538
4	10	54104440	Push button	6056.054	$ 50.117	$ 40.094	$ 400.936
6	4	6055.247	Valve cartridge	6055.142	$ 181.252	$ 145.002	$ 580.006
7	6	6043.072	Pressure sensor	451706.01	$ 233.385	$ 186.708	$ 1.120.248
8	4	200027.02	Securing plate	200215.055	$ 21.782	$ 17.426	$ 69.702
9	6	6010.063	Clamp	26704_042	$ 11.058	$ 8.846	$ 53.078
10	4	52768034	Brake lining	210504_042	$ 82.581	$ 66.065	$ 264.259
11	1	54107530	Water pump	23125_083	$ 866.753	$ 693.402	$ 693.402
12	2	52767970	Drive belt	23125_083	$ 34.186	$ 27.349	$ 54.698
13	2	52491657	Circulation pump, exchange	20450_083	$ 971.161	$ 776.929	$ 1.553.858
15	2	54104849	Sealing ring	26743_083	$ 19.392	$ 15.514	$ 31.027
16	2	52484877	Sensor	F80-264	$ 122.363	$ 97.890	$ 195.781
17	2	52484876	Sensor	F80-264	$ 126.961	$ 101.569	$ 203.138
18	4	52484870	Sensor	F80-264	$ 142.330	$ 113.864	$ 455.456
19	4	52484111	Twistlock	D50-230	$ 403.267	$ 322.614	$ 1.290.454
20	1	54100103	Electro valve	E70.633	$ 351.036	$ 280.829	$ 280.829
21	1	52484944	Solenoid	E70-838	$ 151.283	$ 121.026	$ 121.026
22	1	54104446	Solenoid	E70.633	$ 271.303	$ 217.042	$ 217.042
23	1	52485843	Electro valve	E70-633	$ 498.800	$ 399.040	$ 399.040
24	4	52484878	Sensor	F80-264	$ 118.608	$ 94.886	$ 379.546
25	2	200033.01	Shaft	200250.09A	$ 66.635	$ 53.308	$ 106.616
26	2	93171241	Locknut	200250.09A	$ 6.747	$ 5.398	$ 10.795
27	4	200246.01	Bush	200250.09A	$ 97.373	$ 77.898	$ 311.594
28	1	52769415	Speed sensor	TE17022_030	$ 307.064	$ 245.651	$ 245.651
29	1	6073.043	Termo switch	401121.02	$ 54.457	$ 43.566	$ 43.566
30	1	6055.218	Hydraulic block	401766.02	$ 975.422	$ 780.338	$ 780.338
31	1	6055.123	PrioritytvalveVLH	401292.02	$ 596.311	$ 477.049	$ 477.049
32	2	6038.008	Interval-relay	451091.01	$ 126.386	$ 101.109	$ 202.218
33	1	6056.035	Hand lever	452321.02	$ 1.593.037	$ 1.274.430	$ 1.274.430
35	1	54104974	Electro valve	E70-b308	$ 641.405	$ 513.124	$ 513.124
36	2	54104975	Electro valve	E70-1308	$ 677.316	$ 541.853	$ 1.083.706
37	1	6055.010	Valve body	401926.01	$ 70.371	$ 56.297	$ 56.297
38	1	6055.011	Valve cartridge	401281.01	$ 142.043	$ 113.634	$ 113.634
39	1	6055.012	Magnet CCS024	401281.01	$ 56.152	$ 44.922	$ 44.922
40	4	6047.001	Gear lever 4 speed gear	451706.01	$ 305.190	$ 244.152	$ 976.608

Tabla 3.9 Repuestos grúa SMV 7-8ECB90

CONCLUSIÓN

Se puede concluir con el desarrollo de estos tres capítulos de trabajo de título, se dará una solución a la problemática de la empresa Contopsa, la cual era que la grúa portacontenedor SMV7-8ECB90, que presentaba fallas dentro del depósito de contenedores. Se identificaron los componentes más críticos del sistema hidráulico de la grúa portacontenedor, aplicando una herramienta de gestión llamada número de prioridad de riesgo. Luego de tener los componentes críticos se procede a realizar un análisis de modos y efectos de fallos, para poder identificar la causa raíz del modo de fallo, mediante un FMECA, el cual se encuentra en el capitulo número dos. Para finalizar con esta propuesta de mantenimiento, mediante pautas de mantenimiento y Check list, que aseguran una continuidad operacional al equipo.

BIBLIOGRAFÍA

-Manual de Mantenimiento Ingeniería, Gestión y Organización Alejandro J. Pistarelli (2012/2013)

-Manual técnico sistema hidráulico, konecranes

-Manual SMV7-8ECB90

ANEXO

MACHINECARD

*Serial No. C20584*15032CN*

Delivery address / Customer		Sold by
APMT, Contopsa Chile		**Konecranes Lifttrucks**
Model SMV7/8ECB90	**Serial No.** C20584*15032CN	**Date of delivery** 2013-11-3

	Specification		Drawing/Part No.
Documentation	Instruction Book		6196.084
Warranty	12 months or 4.000 hours whichever occurs first. 36 months for Wet Disc brakes Warranty Start up date:		
Classification	EC- Certificate		
Engine	Manufacturer Model Serial No.	Volvo TAD 722 VE-HT (EU step II) 5311420255	6008.124
Transmission	Manufacturer Model Serial No.	DANA TE17 340 TE 17312-52 Fullflow SBEA441408	6009.048
Drive axle	Manufacturer Model Serial No.	Kessler D81 P488-NLB6340 504134	6010.047
Driver's Cab	AC filling quantity: 1.6 kg Safety belt, 3-point RED Interval wiper on front window Compressor horn Sliding window on right side		
Electrical system	Electric diagram EMC Master MD3 Display EMC 123 EMC 107 Electronic weight scale EMC 112 Auto engine shut down EMC 122 Drive speed limit EMC 134 Truconnect Simcard No. +32499004816 Modem. Ser. 000012 Travel distance counter		451700.03
Hydraulic system	Hydraulic diagram		401667.01
Pumps	Hydr. Pump type 105cc Serie No. 25766539/001		6022.037
	Hydr. Pump type 75cc Serie No. 25702551/006		6022.039
	Hydr. pump type 23cc Serial No. 2113-66008196/029		6022.057
Valves	Hydr. prio-valve Type VLH		6055.123
	Hydr. charging Acc. Valve Serial No. 1321-1060566-010		6055.218
	Hydr. main valve front, type, L90LS Serial No. 1324-1042942-003		6055.182
	Hydr. Valve HV08 Serial No. 1321-1050937-003		6055.122

	Specification	Drawing/Part No.
Hydr. pressure	105cc 75cc Maximum pressure: 195Bar 193Bar Stand by pressure: 33Bar 22Bar Charging Acc. pressure: 180Bar Steering pressure: 190Bar PRM, parking brake press. 110Bar Spreader pressure: 140Bar	
Spreader	Spreader ELME model "588TB" 20'40' Sideshift +/- 600 mm ELME: 588 Serial No. 15396 Catalogue: 1-2384	6087.232
Options	Engine air filter Turbo II (2-stage, filter inserts and indicator) High pressure filter for 2 pumps (12 µm) Hydraulic Long Life filters (HLL) Extra Oil cooler for working hydraulics Acoustic signal when reversing (reverse alarm) Warning beacon LED (fixed mounting - middle of cab roof) NATO electric starting aid connection (power supply) Tire pressure monitor system 120 x NearGuard RFID tags (total for all 9 units) Circuit breakers Engine compartment light Central greasing "Lincoln"	
Technical data	Lift capacity At lifting height Load centre 9.000kg 21.600mm 1.220mm Lifting height 21.600mm Total height 11.720mm Height max extended mast 22.015mm Tilting angle F/R 2/4° Length 6.600m With 4.060m Height over cab 3.965m Wheel base 4.500m Turning radius 8.420m	
Weights	Total weight 38.100 kg Drive axle 24.600 kg Steering axle 13.500 kg	
Colour	Sea Green NCS S2555 B30G Light grey RAL 7035 Black grey RAL 7021 Yelllow RAL 1023	