

**“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO ALTERNO A LOS SISTEMAS DE  
LOS *SPREADERS* DE LAS GRÚAS PÒRTICO Y MOVIL DE LA SOCIEDAD  
PORTUARIA REGIONAL CARTAGENA, BAJO EL ENFOQUE DEL RCM”**

**ANGÉLICA MARÍA MERCADO NAVARRO**

**LUIS MIGUEL PEREZ LUJAN**

**CRISTINA SOFÍA ORJUELA URREGO**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y MECATRÓNICA  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.  
04 DE DICIEMBRE DE 2006

**“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO ALTERNO A LOS SISTEMAS DE  
LOS SPREADERS DE LAS GRÚAS PÒRTICO Y MOVIL DE LA SOCIEDAD  
PORTUARIA REGIONAL CARTAGENA, BAJO EL ENFOQUE DEL RCM”**

**ANGÉLICA MARÍA MERCADO NAVARRO**

**LUIS MIGUEL PEREZ LUJAN**

**CRISTINA SOFÍA ORJUELA URREGO**

TRABAJO DE GRADO, PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE **INGENIEROS MECÁNICOS**

DIRECTOR

**ALFONSO NUÑEZ**

**CAMILO CARDONA** Asesor

Ingenieros Mecánicos

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y MECATRÓNICA  
CARTAGENA DE INDIAS D. T. Y C.  
04 DE DICIEMBRE DE 2006

Cartagena de Indias, D. T. C.

Señores:

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

Atte. Comité Evaluador

Ciudad

Respetados Señores,

Por medio de la presente hago constar que el trabajo de los estudiantes Luís Miguel Perez Lujan, Angélica Maria Mercado Navarro y Cristina Sofía Orjuela Urrego, titulado: “**DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO ALTERNO A LOS SISTEMAS DE LOS SPREADERS DE LAS GRÚAS PÒRTICO Y MOVIL DE LA SOCIEDAD PORTUARIA REGIONAL CARTAGENA, BAJO EL ENFOQUE DEL RCM**” , ha sido dirigido y revisado por el suscrito, por lo cual autorizo su presentación para la respectiva evaluación según lo establecido en el reglamento vigente.

Cordialmente,

-----

ALFONSO NUÑEZ

Director

-----

CAMILO CARDONA

Asesor

Cartagena de Indias, D. T. C.

Señores:

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

Atte. Comité Evaluador

Ciudad

Cordial Saludo,

Por medio de la presente presentamos ante ustedes nuestra monografía de grado titulada: **“DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO ALTERNO A LOS SISTEMAS DE LOS SPREADERS DE LAS GRÚAS PÒRTICO Y MOVIL DE LA SOCIEDAD PORTUARIA REGIONAL CARTAGENA, BAJO EL ENFOQUE DEL RCM”** con el fin de optar el título de Ingenieros Mecánicos.

Cordialmente,

-----  
Angélica María Mercado Navarro

-----  
Luís Miguel Pérez Lujan

-----  
Cristina Sofía Orjuela Urrego

**Artículo 105:** La Universidad Tecnológica de Bolívar, se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grado aprobados, y no pueden ser explotados comercialmente sin su autorización.

Nota de Aceptación

-----  
-----  
-----  
-----  
-----  
-----

-----

Firma del presidente del jurado

-----

Firma del jurado

-----

Firma del jurado

Cartagena de Indias, D. T. C. Diciembre 4 de 2006

## **Dedicatoria Angélica Maria**

Todo el esfuerzo, las ganas, la dedicación se la debo a MIS PADRES  
Quienes lucharon inalcanzablemente para hoy poder obtener este tan maravilloso  
Logro de mi vida, quienes estuvieron ahí en las risas, en las lágrimas  
en las desesperaciones y en la lucha.

Gracias a MI PADRE por cuidarme y enseñarme que la vida no es fácil, que hay  
que luchar para alcanzar, y hay que perseverar para ser grande  
Gracias a MI MADRE por comprender todos momentos en los que estuve débil por  
la desesperación y la angustia.

Gracias MIS HERMANOS por ayudarme a alcanzar mis metas.

Pero este logro no lo hubiera sido igual, sin la compañía de mis amigos, a CRIS, a  
LUCHO y ALGUIEN ESPECIAL, quienes me ayudaron, me comprendieron, me  
dieron fuerzas cuando creí que desvanecía y no podría seguir.

Quienes me enseñaron a luchar en las buenas y en las malas, GRACIAS.

Y por ultimo pero no menos Importante a DIOS.  
Que siempre me cuido y me protegió de personas que solo querían hacer daño,  
dándome fe para seguir en el camino de mis metas

**Alcanzar tus sueños, no es simplemente decir querer sino querer, luchar y  
perseverar todos los días con esfuerzo, dedicación y sobre todo fe.**

**¡Querer es Poder!**

**GRACIAS**

## **Dedicatoria Luís Miguel**

A DIOS y a la VIRGEN por la fortaleza y la voluntad para culminar exitosamente esta etapa de mi vida.

A MIS PADRES por su esfuerzo y sacrificio, por brindarme siempre su apoyo y permitir materializar mis sueños e ideales.

A mis amigas que siendo mi equipo de trabajo me brindaron su amistad y respaldo, compañía, y por ayudarme a alcanzar este objetivo que nos trazamos como equipo.

## **Dedicatoria Cristina Sofía**

### **A Margui, Pedro y Nandi....**

Fueron muchas las noches y los días invertidos, pero más aun, muchas las veces en que por cumplir con mis obligaciones y actividades diarias, fueron ustedes los que pagaron las presiones que hicieron parte de mi Vida, y aun así, siguieron junto a mí.

Más de una vez no tuve la oportunidad de agradecerles, tal vez porque, pensé que estaba implícito y que decírseles estaba, de más.

Ahora, que veo atrás, puedo, pensar con aparente calma y analizar los procesos de mi Vida, es mi deseo (y mi deber) que sepan lo importante que fue su tiempo, compañía, por los momentos compartidos y los conocimiento impartidos.

Son ustedes, el reflejo de quien fui, soy, y seré.

A ustedes, y a DIOS

GRACIAS.

## **AGRADECIMIENTOS**

Para la culminación exitosa de este trabajo de Grado, contamos con la colaboración de los siguientes, con los cuales estamos completamente agradecidos,

ALFONSO NUÑEZ y CAMILO CARDONA, Ingenieros Mecánicos, que actualmente laboran en ECOPETROL, Cartagena, quienes nos han brindado su apoyo y respaldo, así como las herramientas necesarias durante el desarrollo de este proceso.

CARLOS HUGO SANCHEZ, Ingeniero Mecánico, quien actualmente se encuentra desempeñando el cargo de Coordinador de Mantenimiento de Grúas Muelle de la SOCIEDAD PORTUARIA REGIONAL CARTAGENA, SPRC, quien indiscutiblemente, impulsó nuestro proyecto y colaboró con toda la información/historial de los equipos a tratar en este trabajo, al igual que su equipo de trabajo.

FERNANDO ESCOBAR, Técnico Eléctrico-Electrónico Spreaders de la SOCIEDAD PORTUARIA REGIONAL CARTAGENA, quien ha sido nuestro contacto directo con la experiencia y anejo de estos equipos.

CARMETÁLICA LTDA., por habernos prestado sus instalaciones físicas y talento humano.

***“VER ES UNA COSA, MIRAR LO QUE SE ESTA VIENDO ES OTRA COSA,  
ENTENDER LO QUE SE MIRA ES AUN OTRA. LLEGAR A APRENDER DE LO  
QUE ENTIENDE ES ALGO MAS. PERO LLEGAR A ACTUAR CON BASE EN  
LO QUE SE HA APRENDIDO ES TODO LO QUE REALMENTE IMPORTA”.***

**WINSTON CHURCHILL.**

## TABLA DE CONTENIDO

### INTRODUCCION

<b>1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....</b>	<b>17</b>
1.1. MISION Y VISION.....	17
1.2. RESEÑA HISTORICA DE LA EMPRESA.....	17
1.3. INFRAESTRUCTURA.....	21
1.4. UBICACIÓN GEOGRAFICA.....	23
<b>2. PROBLEMA Y OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>24</b>
2.1. TITULO.....	24
2.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	24
2.3. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	27
2.4. OBEJTIVO DE LA INVESTIGACION.....	27
2.4.1. Objetivo General.....	27
2.4.2. Objetivos Específicos.....	27
2.5. JUSTIFICACION.....	28
2.5.1. Justificación Teórica.....	28
2.5.2. Justificación Metodológica.....	29
2.5.3. Justificación Practica.....	31
2.6. DISEÑO DE METODOLOGIA.....	31

2.6.1.	Tipo de Investigación.....	34
2.6.2.	Recolección de la Información.....	34
<b>3.</b>	<b>MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>36</b>
3.1.1.	Marco Teórico.....	36
3.1.2.	Marco Conceptual.....	45
<b>4.</b>	<b>LOS SPREADERS.....</b>	<b>50</b>
4.1.	FICHAS TECNICAS Y CARACTERISTICAS DE LOS SPREADERS.....	50
<b>5.</b>	<b>MANTENIMIENTO DE LOS SPREADERS.....</b>	<b>59</b>
5.1.	INFOMANTE.....	59
5.2.	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL.....	61
5.3.	FALLAS COMUNES DE LOS EQUIPOS.....	62
5.4.	AMEF DE LOS EQUIPOS CRITICOS DEL SPREADER.....	72
5.5.	PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ALTERNO.....	72
	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>74</b>
	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>76</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>77</b>
	ANEXO 1: INFRAESTRUCTURA DE LA SPRC	
	ANEXO 2: POSICION GEOGRAFICA DE SPRC	
	ANEXO 3: ANALISIS ESTADISTICO 2006	
	ANEXO4: SPREADERS	

ANEXO 5: INFOMANTE

ANEXO 6: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL

ANEXO 7: AMEF

ANEXO 8: PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ALTERNO

## **BIBLIOGRAFIA**

## INTRODUCCION

Día a día, el crecimiento desmedido de las importaciones y exportaciones en nuestro país es cuantioso debido al, aumento de alianzas comerciales y disminuciones de diferentes aranceles para la entrada y salida de productos con los países latinoamericanos y el mundo en general.

Siendo Cartagena de Indias, una ciudad beneficiada por su posición geográfica, y teniendo una larga trayectoria como ciudad turístico-comercial, no es nada extraño, que sea ésta, una ciudad perfecta para el desarrollo de un puerto logístico dirigido a atender las necesidades del comercio portuario: trafico de contenedores.

La **Sociedad Portuaria Regional Cartagena** (SPRC), ha sido catalogada dos veces consecutivas (2005-2006) como el “Mejor Puerto Regional del Caribe”, y no cabe duda que por esto, los 200 buques que atracan aproximadamente por mes, representando un valor de 33000 contenedores en espera de su cargue, descargue y apilamiento, sea necesario poseer óptimos equipos, para garantizar la óptima confiabilidad en los procesos y por ende, el cumplimiento óptimo de sus metas como instalación portuaria.

Toda instalación sufre deterioro por su uso normal, operación inadecuada, defecto en su montaje, especificaciones técnicas mal concebidas y su no utilización. Este proceso obliga a tomar acciones encaminadas a reestablecer las condiciones normales de funcionamiento.

Dentro de éste círculo en donde, la planeación, el mantenimiento, la operación y administración de los procesos desempeñan un papel fundamental para ofrecer la óptima confiabilidad de los equipos, reflejando la competitividad de la empresa, es importante identificar aquellos equipos críticos, que son malos actores de nuestro proceso, es decir, afectan los procesos de calidad de la instalación portuaria.

Para el cargue y descargue de los contenedores, es indispensable el uso de equipos tales como grúas y spreaders. Las grúas proveen el torque-fuerza y desplazamiento de los contenedores, sin embargo, sin la presencia de los Spreaders, sería complicado el agarre de los mismos.

Por lo anterior, y luego de un previo análisis interno en el área de Mantenimiento y Operaciones, se pudo definir ciertos equipos críticos, tales como Spreaders, HeadBlock y Hoist para las grúas pórticos; para las móviles, Spreaders, sistema Propping, Luffing, Sistema Cable-Riel y Motor Diesel

A continuación, presentamos un análisis sobre uno de los equipos mas trascendentales para la operación de cargue y descargue de contenedores, sobre

el cual, basamos nuestro trabajo de Grado: los Spreaders, equipo del cual, se exponen hechos estadísticos, historial de sus equipos y análisis de sus sistemas, las cuales usaremos como fuente base para la Implementación de un plan de mantenimiento Alternativo bajo el enfoque del RCM.



# “DISEÑO DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO ALTERNO A LOS SISTEMAS DE LOS SPREADERS DE LAS GRÚAS PÒRTICO Y MOVIL DE LA SOCIEDAD PORTUARIA REGIONAL CARTAGENA, BAJO EL ENFOQUE DEL RCM”

## 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

### 1.1. MISION Y VISION



#### Visión

La Visión de la Sociedad Portuaria de Cartagena es "*Ser el primer puerto del Caribe*".

#### Misión

La Sociedad Portuaria de Cartagena, es una organización internacional dedicada a la gestión portuaria, cuya misión es prestar servicios que agregan valor a la cadena logística de comercio exterior colombiano.

### 1.2. RESEÑA HISTORICA DE LA EMPRESA

Cartagena de Indias fue fundada en 1533 para servir como puerto principal al dominio Español que se llamó: Nuevo Reino de Granada, hoy República de Colombia.

Durante todo el régimen colonial, desde la fundación de la ciudad, hasta la guerra de la Independencia (1810-1824), Cartagena fue el puerto principal del país por donde transitó la inmensa mayoría del comercio exterior, rigurosamente controlado por la metrópoli.

Con la llegada del buque con casco de acero y máquinas a vapor a mediados del siglo XIX, el país siente la necesidad de construir puertos capaces de recibir a los nuevos “colosos” de los mares. A finales del siglo XIX el Gobierno Nacional entrega a Cartagena obras de dragado del Canal del Dique; un muelle fluvial en Calamar; un muelle marítimo en la Bahía de Cartagena (muelle de la Machina) y un ferrocarril (Cartagena - Calamar) que vino a unir la bahía de Cartagena con el río Magdalena. Estas obras fueron finalizadas en 1894. El muelle de la Machina funcionó hasta 1930 cuando un incendio lo redujo a cenizas.

El Gobierno Nacional contrató con la firma estadounidense **Frederick Snare Corporation** la construcción de un moderno Terminal marítimo que se levantó en la isla de Manga y fue inaugurado a comienzos de 1934. Este Terminal fue administrado por sus constructores hasta 1947 cuando lo tomó el Ministerio de Obras Públicas. En 1961 pasó a ser operado por la empresa Puertos de Colombia “Colpuertos”, organismo del Estado que asumió el manejo de todos los puertos del país.

El Congreso de la República promulgó la Ley 1a. de 1991 mediante la cual se ordenó la liquidación de “Colpuertos”, se creó la Superintendencia General de Puertos, se sentaron las bases para la privatización de los puertos y la creación de compañías operadoras portuarias.

El Terminal marítimo de Cartagena pasó a ser administrado por la Sociedad Portuaria de Cartagena el 13 de diciembre de 1993, en concesión por 40 años. Se rige por las normas del derecho privado.

A partir de ese día, el puerto ha recibido una transformación general que puede resumirse así:

- Actitud positiva de los directivos y empleados ante la sociedad, ante los clientes y ante el país
- Inversiones en el mejoramiento y modernización de las instalaciones
- Adquisición de equipos, especialmente en maquinaria para movilización de contenedores y equipos de comunicaciones
- Adecuación de la zona para manejo de buques de turismo e impulso a la industria de cruceros
- Orientación del Terminal, principalmente en el manejo de contenedores
- Capacitación a todos los niveles: directivos, afiliados, servidores de las compañías operadoras, afiliados a las cooperativas, conductores de taxis, operadores de turismo, guías, entre otros.

En menos de 8 años la SPRC ha duplicado los tonelajes movilizados, ha recibido a todos los cruceros de turismo que llegan a Cartagena, ha duplicado la capacidad de almacenamiento de contenedores, ha dado gran impulso a la sistematización, a la agilización de los trámites y a la seguridad.

### **Sociedad Portuaria de Cartagena, une al Caribe con el mundo**

El puerto fue recibido en el año 1993 a través de un contrato de concesión, bajo una serie de condiciones representadas en contraprestaciones y compromisos en el sentido de modernizar las instalaciones.

Con base en las recomendaciones de los puertos más importantes del mundo y en la búsqueda de la competitividad, se desplegó una transformación tecnológica para orientar al puerto hacia su consolidación como **"Centro Logístico Integrado para el Caribe y de Transbordo Internacional."**

Su modernización va desde la adquisición de la más avanzada tecnología de puerto, representada en sistemas de informática, equipos rodantes, seguridad y comunicaciones, garantizando un servicio ágil y eficiente; hasta la adecuación de su infraestructura y la capacitación de su recurso humano para ponerlos a tono con las exigencias de un mercado cada vez más exigente y competitivo.

Hoy, la Sociedad Portuaria de Cartagena se muestra como un auténtico Centro Logístico que une al Caribe con todo el mundo, a través de conexiones con más

de 288 puertos en 80 países, servicios de las principales líneas navieras a nivel mundial, representados en el manejo de 446.562 TEUs en el año 2001.

Dispone de la infraestructura y eficiencia para atender barcos hasta de 5.000 TEUs, con ahorros significativos para la economía nacional y de gran beneficio para el comercio exterior. Con la operación de la Sociedad Portuaria de Cartagena, se beneficia una extensa comunidad representada en importadores y exportadores, transportadores, Sociedades de Intermediación, empresarios e industriales, navieros y agentes, comerciantes, operadores portuarios marítimos y terrestres, así como la industria turística, entre otros.

### **1.3. INFRAESTRUCTURA**

El Terminal de contenedores de la Sociedad Portuaria de Cartagena, cuenta con una infraestructura (Ver Anexo 1) que le permite atender barcos de 5.000 TEUs y capacidad para movilizar 1'200.000 TEUs.

Se prestan servicios a naves portacontenedores y carga general:

- Disponibilidad de ocho (8) muelles
- Dos (2) atracaderos para buques Roll On - Roll Off
- Profundidad de 45'
- Posibilidad para atender portacontenedores tipo Post-Panamax

- Servicio de atención permanente a las naves 24 horas al día, 365 días del año
- Almacenes en áreas cubiertas. El Terminal cuenta con un cobertizo y cinco bodegas con un área total cubierta de 28.000 metros cuadrados
- Centros Logísticos de Distribución

### *Servicios Logísticos*

Los servicios logísticos portuarios han evolucionado del tradicional cargue y descargue de mercancías, en donde los puertos sólo constituían un paso para la carga. Hoy en cambio, se ofrece a los usuarios una oportunidad para realizar nuevos negocios; se atienden las necesidades específicas de cada cliente, con un máximo rendimiento y optimización de los recursos.

Como resultado de este esfuerzo, empresas como Cerromatoso, Whirlpool, Peldar, Phillips, Noel, BASF, Vidrios Guardian y Sofasa, entre otros, han confiado a la Sociedad Portuaria de Cartagena, el manejo integral de sus cargas de exportación e importación. exigencias portuarias de hoy y para el desarrollo futuro de la actividad.

### *Equipos*

Los equipos relacionados están certificados por Germanischer Lloyd, en proceso que se realiza cada año, lo cual garantiza la calidad, la seguridad y la productividad de cada uno.

<b>Capacidad Áreas Operativas</b>	
Capacidad Estática	13.972 TEUs
Capacidad Operativa	12.150 TEUs
Promedio de ocupación en patios	4.678 TEUs, 39%
Expansión futura	20 acres adicionales
Capacidad de atención	1'200.000 TEUs anuales

#### **1.4. UBICACIÓN GEOGRAFICA**

La ubicación geográfica (Ver Anexo 2) y las condiciones naturales de la bahía de Cartagena favorecen el ingreso de buques de gran calado a sus muelles. El canal de acceso tiene una profundidad de hasta 41', lo cual permite operaciones marítimas amplias y seguras durante todo el año.

Se cuenta con ocho sitios de atraque ampliamente acondicionados para maniobras de alto rendimiento.

Las instalaciones, muelles, patios y bodegas de almacenamiento, junto con los más modernos equipos para la manipulación de carga contenerizada y mercancía suelta, permiten ofrecer menores tiempos de tránsito y estadía con excelentes condiciones de seguridad.

Un experimentado equipo de trabajo está en capacidad de brindar asesoría en cualquier aspecto de la logística de distribución de la carga, en pro de la agilización de operaciones y el cumplimiento de objetivos.

La Bahía se comunica por el Canal del Dique con el Río Magdalena, permitiendo así una estructura vial hacia el interior del país.

## **2. PROBLEMA Y OBJETIVO DE LA INVESTIGACION**

### **2.1. TITULO**

“Diseño de un Plan de Mantenimiento Alterno a los Sistemas de los Spreaders de las Grúas Pórticos y Móvil de la Sociedad Portuaria Regional Cartagena, bajo enfoque del **RCM**”.

### **2.2. DESCRIPCION DEL PROBLEMA**

La Sociedad Portuaria Regional Cartagena, es una instalación portuaria, cuya misión es prestar servicios que den valor agregado a la cadena logística del comercio exterior colombiano.

Es importante destacar que dentro de los servicios ofrecidos por la SPRC se encuentran el cargue, descargue, almacenamiento, resguardo, transporte y entrega de los contenedores (carga contenida), y carga suelta<sup>1</sup>.

Hace parte de la política de Calidad de la **SPRC**<sup>2</sup> la optima utilización de la disponibilidad de los equipos, suministrando servicios confiables de mantenimiento dentro de las especificaciones técnicas del diseño original, a través del cumplimiento del programa de mantenimiento, el cual, se fundamenta en la experiencia e idoneidad del personal técnico, en las recomendaciones del fabricante y en la medición y seguimiento de procesos.<sup>3</sup>

Luego de un análisis interno por parte del personal del área de Mantenimiento, a los equipos que hacen parte de las **Grúas Muelle**<sup>4</sup>, y en mira a la optimización de los actuales procesos de mantenimiento de los equipos y como consecuencia, mejorar su confiabilidad y disponibilidad, se concluyó que uno de los sistemas mas críticos que las conforman, son los **Spreaders**.

Este análisis se encuentra basado en el Historial de datos (Ver Anexo 3) que se tiene del equipo del año en curso para los Spreaders modelo **ASX-7, EH5, STS45, EH180 y EH170U**. Dicho análisis arrojó información esencial que permite valorizar la disponibilidad y confiabilidad actual del equipo. Aun cuando los valores de

---

<sup>1</sup> **Carga Suelta:** Es considerada la carga que no viene en un contenedor cerrado, sino que es transportada en bases estandarizadas tipo contenedor.

<sup>2</sup> **SPRC:** Sociedad Portuaria Regional Cartagena

<sup>3</sup> Política de Calidad Sociedad Portuaria Regional Cartagena.

<sup>4</sup> Se conoce como **Grúas Muelle**, a todas las Grúas que se encuentran trabajando directamente con el cargue y descargue de los Buques. Actualmente dentro de las instalaciones de la **SPRC** encontramos que hacen parte de las Grúas Muelle: Grúas Móviles y Grúas Pórtico.

disponibilidad y confiabilidad están en un rango deseado (93-95%), es importante aclarar que eso no refleja la no criticidad del Spreaders y la necesidad de optimizar el actual programa de mantenimiento, en busca de minimizar el 7-5% restante para lograr la entrega óptima de disponibilidad y máxima confiabilidad del equipo.

Los **Spreaders** (Ver Anexo 4), son equipos cuya función es agarrar y asegurar los contenedores (los cuales están estandarizados en 3 diferentes tamaños: 20, 40 y 45 pies de largo).

Debido a la función desempeñada por los *Spreaders*, éstos juegan un papel fundamental durante el cargue y descargue de los contenedores de los buques, ya que sin éste equipo, se paralizan por completo dichas actividades dentro de la instalación.

La parada no programada de éstos equipos (y por ende la intervención de Mantenimiento Reactivo) debido a fallas interspectivas de sus componentes, representan para la empresa el no cumplimiento de su objetivo, y de los tiempos estimados para el cargue y descargue de un buque, y por ende el aumento de los costos de operación.

En síntesis, el mantenimiento de estos equipos representa la disminución de los riesgos involucrados dentro del proceso, tales como la vida humana, medio ambiente, costos de operación y pérdidas económicas por daño a la carga de los contenedores.



### **2.3. FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿De que forma se puede entregar la disponibilidad óptima y la máxima confiabilidad de los *Spreaders* de las Grúas Muelle de la Sociedad Portuaria Regional Cartagena?

### **2.4. OBJETIVO DE LA INVESTIGACION**

#### **2.4.1. Objetivo General**

- Entrega de la disponibilidad y la máxima confiabilidad de los *Spreaders* de las Grúas Muelle de la Sociedad Portuaria Regional Cartagena, mediante el

Análisis Modal de Fallas y la Elaboración de un Plan de Mantenimiento Preventivo, de modo que se disminuyan las paradas no programadas de los equipos.

#### **2.4.2. Objetivos Específicos**

- ➔ Identificar las funciones de cada uno de los sistemas (estructurales, mecánicos, eléctricos, electrónicos e hidráulicos) que hacen parte de los *Spreaders*.
- ➔ Diagnosticar el estado de los componentes de los *Spreaders* y recolectar información estadística de históricos de fallas, como base analítica para la ejecución del Análisis Modal de Fallas y comportamiento de los sistemas que componen los *Spreaders*.
- ➔ Revisar el programa de Mantenimiento puesto en marcha actualmente por el personal de mantenimiento de la Sociedad Portuaria Regional Cartagena.
- ➔ Verificar la información contenida en los manuales de mantenimiento (del fabricante) de los *Spreaders* con respecto al programa de mantenimiento preventivo implementado actualmente por SPRC.
- ➔ Diseñar y presentar un Plan de Mantenimiento Alterno (basado en el Análisis Modal de Fallas), enfocado a la disminución de las paradas no programadas de los *Spreaders* y al aumento de la disponibilidad y confiabilidad del equipo.

- Elaborar un Manual de Procedimiento para la ejecución de las actividades de mantenimiento.

## **2.5 JUSTIFICACION**

### **2.5.1 Justificación Teórica**

Siendo la **SPRC**, una empresa dedicada a la logística portuaria, y teniendo un horario de trabajo de 24 horas, siete días de la semana, es importante la óptima confiabilidad de sus equipos, “ya que cuando uno de estos equipos falla, no solo se daña su capacidad de generar riqueza ni solo se interrumpen los servicios, sino que la propia supervivencia se ve amenazada. Como resultado de esto, se han vuelto realmente de alta prioridad los procesos por los cuales se producen estas fallas, y lo que debe hacerse para evitarlas, especialmente a medida que se hace mas firmemente aparente la cantidad de éste tipo de fallas que son causadas por las mismas actividades que se supone deben prevenirlas”.<sup>5</sup>

El **RCM**, es un programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad de nuestros activos, que pretende, por medio de un análisis de modo de fallas y de un seguimiento a la vida útil de los activos físicos, optimizar el uso de los mismos, y garantizar que los equipos se encuentren desempeñándose bajo los parámetros con los cuales fueron diseñados.

---

<sup>5</sup> **Moubray, John.** Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM).

De este modo, el **RCM** se vuelve una herramienta indispensable para llevar a cabo la planeación y ejecución de las actividades del mantenedor, en busca de la mejor operación de los activos/equipos sin llevar el equipo a situaciones de operación por fuera de su diseño.

## 2.5.2 Justificación Metodológica

La metodología a seguir para la presentación de este trabajo de grado consiste en:

- Realizar un levantamiento de datos del cual obtendremos :
  - Identificación del equipo y de los sistemas asociados.
  - Fabricante.
  - Modelo y Marca del equipo.
  - Tipo de Trabajo.
  - Datos Técnicos
  - Datos Históricos de Fallas.
- Identificación de las funciones de los sistemas que conforman el *Spreaders*.
- Analizaremos la información actual:
  - Programa de mantenimiento.
  - Catálogos.
  - Fichas Técnicas.
  - Frecuencias de mantenimiento.

Todo bajo el enfoque de **RCM** (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad).

- Actualización de las fichas técnicas de los equipos asociados a los *Spreaders*.
- Se presentaran informes a la SPRC sobre el avance del proceso.
- Se presenta un programa de mantenimiento alterno basado en la retroalimentación del programa de mantenimiento actual y en el Análisis Modal de Fallas.

Por medio de este proceso sistemático esperamos poder contar con un trabajo completo y que cumpla las expectativas y objetivos planteados al inicio del proyecto.

### **2.5.3 Justificación Práctica**

Por medio de la implementación de un óptimo programa de mantenimiento basado en un análisis modal de falla (programa de RCM) se espera alargar el tiempo medio entre falla de los equipos y disminuir los tiempos de parada no programada (Break Down o Tiempos Muertos), haciendo que la empresa dedique sus esfuerzos al seguimiento y realización de las tareas de mantenimiento y no a las actividades “reactivas”, permitiendo la reducción de los costos de mantenimiento, aumentando la operación del equipo, haciendo a la empresa mas productiva (Aumento de la utilidad), y competitiva en el mercado mundial.

## 2.6 DISEÑO DE LA METODOLOGIA

Después de un análisis de los diferentes métodos que podemos aplicar para el desarrollo del Diseño del Programa de Mantenimiento de los Spreaders de la SPRC, encontramos que el método que nos brinda el alcance necesario para el cumplimiento de nuestros objetivos es el **RCM** (Reliability Centered Maintenance),

Una de las bondades de este método es, la manera en la que provee criterios simples, precisos y fáciles de entender, para decidir las tareas preactivas dentro de un programa de mantenimiento preventivo.

Dentro del proceso a desarrollar, los elementos centrales para el planteamiento del problema son,

- Decidir cuales activos físicos se beneficiaran más con el proceso RCM, y exactamente de que manera lo harán.
- Evaluar los recursos requeridos para la aplicación del proceso a los activos seleccionados.
- En los casos en que los beneficios justifican la inversión, decidir detalladamente quien realizara y auditara cada análisis, cuando y donde, y hacer los arreglos para que dichas personas reciban el entrenamiento adecuado.

Una vez definidos los objetivos de mantenimiento para dicho activo (Spreaders) y definidas las fallas funcionales, inferidas por la metodología RCM, buscamos identificar aquellos modos de falla que sean posibles causantes de cada falla funcional y determinar los efectos de falla asociados con cada modo de falla. Esto se realiza a través de un Análisis de Modos de Falla y Efectos (**AMFE**), para cada falla funcional.

Con el **AMFE**, podemos obtener información sobre cuales son los modos, efectos y consecuencia de fallas en los activos, respondiendo a las siguientes preguntas:

- ➔ ¿Cuál es la función del activo?
- ➔ ¿De qué manera pueden fallar?
- ➔ ¿Dónde origina la falla?
- ➔ ¿Qué pasa cuando falla?
- ➔ ¿Importa si falla?

Con esto identificamos los equipos más críticos que componen los Spreaders, en los cuales debemos enfocar principalmente nuestros objetivos de planeación y optimización de mantenimiento, sin olvidar aquellos equipos no críticos, que también juegan un papel importante en el proceso.

Después de realizar el análisis (AMFE), Utilizamos la herramienta de Árbol Lógico de decisión el cual nos permite de forma óptima seleccionar las actividades de mantenimiento basándonos en la filosofía RCM.

Dándonos como resultado respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Se puede hacer algo para prevenir la falla?
- ¿Qué pasa si no podemos prevenir la falla?

Básicamente con esta metodología de **RCM**, incluyendo los análisis que pertenecen al mantenimiento centrado en confiabilidad queremos encontrar respuestas a muchos interrogantes por parte de la SOCIEDAD PORTUARIA a las fallas interspectivas de los Spreaders, denotando así, que son los equipos que mas fallan y por ende mas críticos para el área de Mantenimiento y Operaciones.

### **2.6.1 Tipo de Investigación**

El tipo de investigación que aplicaremos en el desarrollo de este trabajo es la Investigación Explicativa, la consiste en una investigación que tiene una relación causal; entiéndase por esto que no solo percibe describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar, establecer y explicar las causas funcionales del mismo, respondiendo a los interrogantes de ¿Cómo?, ¿Cuándo?, ¿Dónde?, y ¿Por qué? ocurren los fenómenos estudiados<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Caiseo y Mardones. Elaboración de tesis e informe técnico profesionales. 2003.  
www.profesionales.cl  
Franco Duarte, Javier. Investigación en sí. www.monografias.com

## 2.6.2 Recolección de la Información

La recolección de la información nos permite identificar primeramente los equipos a los que vamos a elaborar el análisis y que cantidad existe en las Instalación Portuaria (SPRC)

En la SPRC, existen 5 diferentes Modelos de Spreaders, definidos así:

<b>Modelo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Codificación en SPRC</b>
ASX-7	03	S1 - S2 - S3
EH-5	01	S5
EH-180	02	S4 - S6
STS-45	03	S7 – S8 - S9
EH-170U	01	S10

**Nota:** Entre los Modelos Iguales existen diferencias significativas.

Para la realización de este trabajo de grado es importante de igual forma contar con un instrumento de recolección de datos que nos permita tener información fiable, veraz y de primera mano, es decir contar con un método de recolección de datos que nos permita acercar a la situación actual de los Spreaders en la SPRC.

Los datos obtenidos pueden ser primarios y secundarios, teniendo en cuenta que su diferencia se encuentra en la recolección de la información, donde los datos primarios son los recolectados por uno mismo, convirtiéndose en datos secundarios para los demás.

➤ Método para la Recolección de Datos Primarios:

La Observación Científica Participante (No Estructurada): este tipo de observación, el observador trata de integrarse a la acción de los observados, de participar en ella como si se tratara de un miembro más del grupo. En otras palabras, el investigador además de actuar como observador, se familiariza con el lugar para posteriormente volverse participante activo, por lo que recoge información referida al ambiente, los participantes, sus actividades e interacciones y la frecuencia y duración de los eventos

En este tipo de observación se puede actuar con suma flexibilidad, se recogen aquellos datos que van apareciendo, anotando las impresiones generales, de manera espontánea y poco organizada<sup>7</sup>.

➤ Método para la recolección de Dato Secundario:

Cabe notar que también haremos uso de datos secundarios, es decir registros escritos que poseen también de un contacto con la practica, pero que ya han sido elegidos y procesados por otros investigadores. Tal es el caso de la información contenida en la Biblioteca Privada de la Empresa, el Historial de Vida de los Activos y demás documentos que puedan servir como instrumento a nuestra investigación.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Anierte Hernández, Nicanor. Metodología de la Investigación. 2003. <http://perso.wanadoo.es>, Reyes Bello, Isidoro. Método de recolección de datos. Maestría en Gerencia de los Servicios de Salud y Enfermería. [www.monografias.com](http://www.monografias.com).

<sup>8</sup> Reyes Bello, Isidoro. Método de recolección de datos. Maestría en Gerencia de los Servicios

### **3. MARCO REFERENCIAL**

#### **3.1. MARCO REFERENCIAL**

##### **RCM (Realibility Centered Maintenance)**

El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad fue desarrollado en un principio por la industria de la aviación comercial de los Estados Unidos, en cooperación con entidades Gubernamentales como la NASA y privadas como la BOEING (Constructores de aviones). Desde 1974, el departamento de defensa de los Estados Unidos ha usado el RCM, como la filosofía de mantenimiento de sus sistemas militares aéreos. El éxito del RCM en el sector de la aviación, ha hecho que otros sectores tales como el de la generación de energía (plantas nucleares y centrales termoeléctricas), las industrias petroleras, químicas y de refinación, se interesen en implantar esta filosofía de gestión de mantenimiento adecuándola a sus necesidades de operaciones.

La aplicación adecuada de las nuevas tecnologías del mantenimiento, bajo el enfoque del RCM, permite de forma eficiente, optimizar los procesos de producción y disminuir al máximo los posibles riesgos sobre la seguridad personal y el ambiente, que traen consigo las fallas de los activos en un contexto operacional específico.

En la actualidad, las compañías: Shell, British Petroleum líderes en el sector petrolero, han implantado el RCM. En el caso de Venezuela, la refinería de Carbón perteneciente a PDVSA, comenzó hace 4 años a aplicar la filosofía del RCM durante el proceso de renovación y ampliación (proyecto PARC), obteniéndose de forma satisfactoria a finales del año 1996, los primeros resultados.

El objetivo básico de cualquier gestión del mantenimiento, consiste en incrementar la disponibilidad de los activos a bajos costos partiendo de la ejecución permitiendo que dichos activos funcionen de forma eficiente y confiable dentro de un contexto operacional.

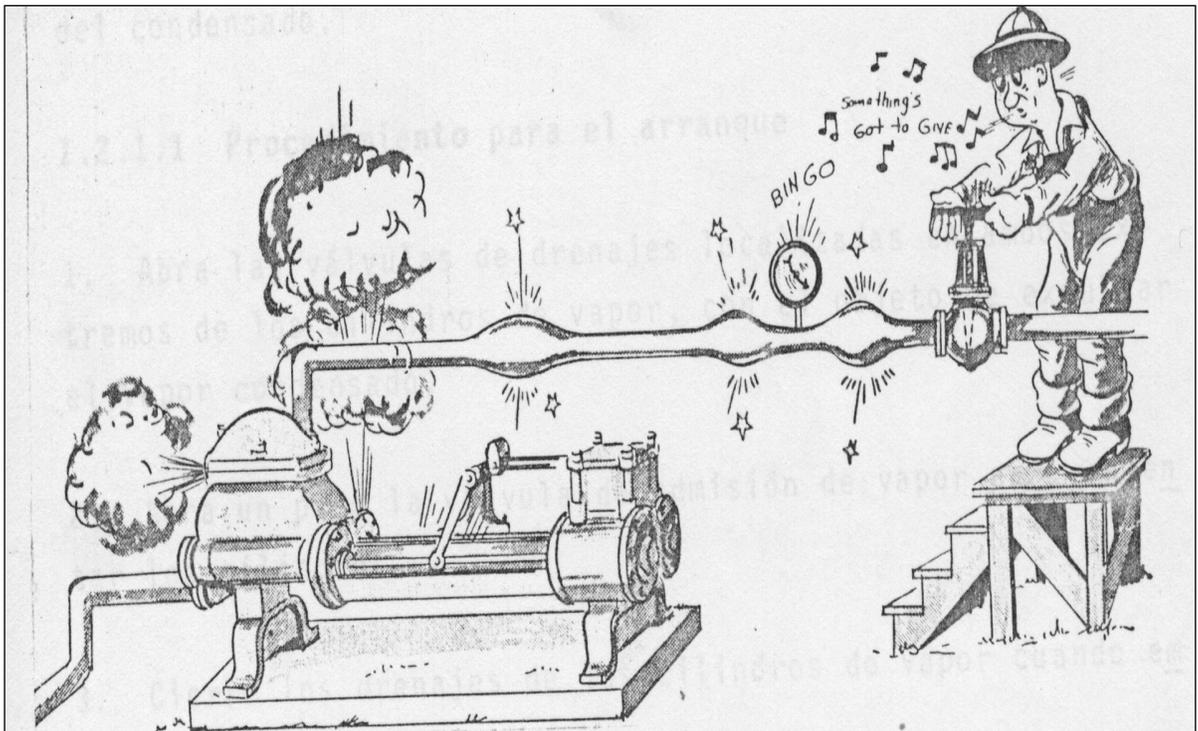
En otras palabras, el mantenimiento debe asegurar que los activos continúen cumpliendo las funciones para las cuales fueron diseñadas. Es decir debe estar centrado en la Confiabilidad Operacional.

**RCM** es una metodología utilizada para determinar sistemáticamente que debe hacerse para asegurar que los activos físicos continúen siendo los requeridos por el usuario, en el contexto operacional presente.

La definición de este concepto, se refiere a cuando el valor del estándar de funcionamiento deseado sea igual, o se encuentre dentro de los límites del estándar de ejecución asociado a su capacidad inherente (de diseño) o a su confiabilidad inherente (de diseño).

- ➔ La capacidad inherente (de diseño) y la confiabilidad inherente (de diseño) limita las funciones de cada activo.

- ➔ El mantenimiento, la confiabilidad operacional y la capacidad del activo no puede aumentar más allá de su nivel inherente (de diseño).
- ➔ El mantenimiento solo puede lograr mejorar el funcionamiento de un activo cuando el estándar de ejecución esperado de una determinada función del activo esta dentro de los limites de la capacidad de diseño o de la confiabilidad de diseño del mismo.



¿Porque se necesita?

Es necesario porque responde a las debilidades de los enfoques tradicionales de mantenimiento y permite asociar los riesgos del negocio con las fallas de los activos.

El **RCM** busca definir estrategias de mantenimiento que:

- ➔ Mejoren la seguridad
- ➔ Mejoren el rendimiento operacional de los activos
- ➔ Mejoren la relación costo-riesgo-efectividad de las tareas de mantenimiento.
- ➔ Sean aplicables a las características de una falla
- ➔ Sean efectivas en mitigar las consecuencias de las fallas, es decir, un mantenimiento que funcione y sean a costo efectivo, y sean documentados y auditables.

Anthony Smith define el RCM como: *“Es una filosofía de gestión del mantenimiento, en la cual un equipo multidisciplinario de trabajo, se encarga de optimizar la confiabilidad operacional de un sistema que funciona bajo condiciones de trabajo definidas, estableciendo las actividades mas efectivas de mantenimiento en función de la criticidad de los actividades pertenecientes a dicho sistema”*.

### PASOS PARA LA APLICACIÓN DEL RCM

La metodología del RCM propone un procedimiento que permite identificar las necesidades reales de mantenimiento de los activos en su concepto operacional, a partir del análisis de las siguientes siete preguntas:

1. ¿Cual es la función del activo?
2. ¿De que manera pueden fallar?
3. ¿Que origina la falla?
4. ¿Que pasa cuando falla?
5. ¿Importa si falla?
6. ¿Se puede hacer algo para prevenir la falla?
7. ¿Que pasa si no podemos prevenir la falla?

El éxito del proceso de implantación e implementación dependerá básicamente del trabajo de un equipo de trabajo RCM, el cual se encargara de responder las siete preguntas básicas.



CLASIFICACION DE LAS FALLAS	
SIGLA	TIPOS DE FALLAS
FDI	FALLA POR DISEÑO
FMA	FALLA POR MATERIALES
FMP	FALLA POR MATERIA PRIMA
FEH	FALLA POR ERROR HUMANO
FFE	FALLA POR FACTORES EXTERNOS
FIP	FALLA INHERENTE AL PROCESO
FSI	FALLA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN
FOP	FALLA DE OPERACION
FMT	FALLA DE MANTENIMIENTO

El **AMFE** (Análisis de los Modos y Efectos de las Fallas) y el Árbol Lógico de decisión, constituyen las herramientas fundamentales que utiliza el RCM para responder las siete preguntas básicas.

- AMEF: Análisis de los Modos y Efectos de las Fallas. Herramienta que permite identificar los efectos y consecuencias de los modos de fallas de cada activo en su contexto operacional (con esta técnica se puede obtener las respuestas de las preguntas: ¿Cual es la función del activo?, ¿De que manera pueden fallar?, ¿Que origina la falla?, ¿Que pasa cuando falla? y ¿Importa si falla?
  
- Árbol Lógico de decisiones: Herramienta que permite seleccionar de forma optima las actividades de mantenimiento según la filosofía del RCM (con esta herramienta se obtienen las repuestas a las preguntas ¿Se puede hacer algo para prevenir la falla? y ¿Que pasa si no podemos prevenir la falla?)

## Confiabilidad Integral del Activo

Que hacer ? Planes de Mantenimiento

**Etapas Control  
RCM Plus  
"Alta & Media Criticidad"**

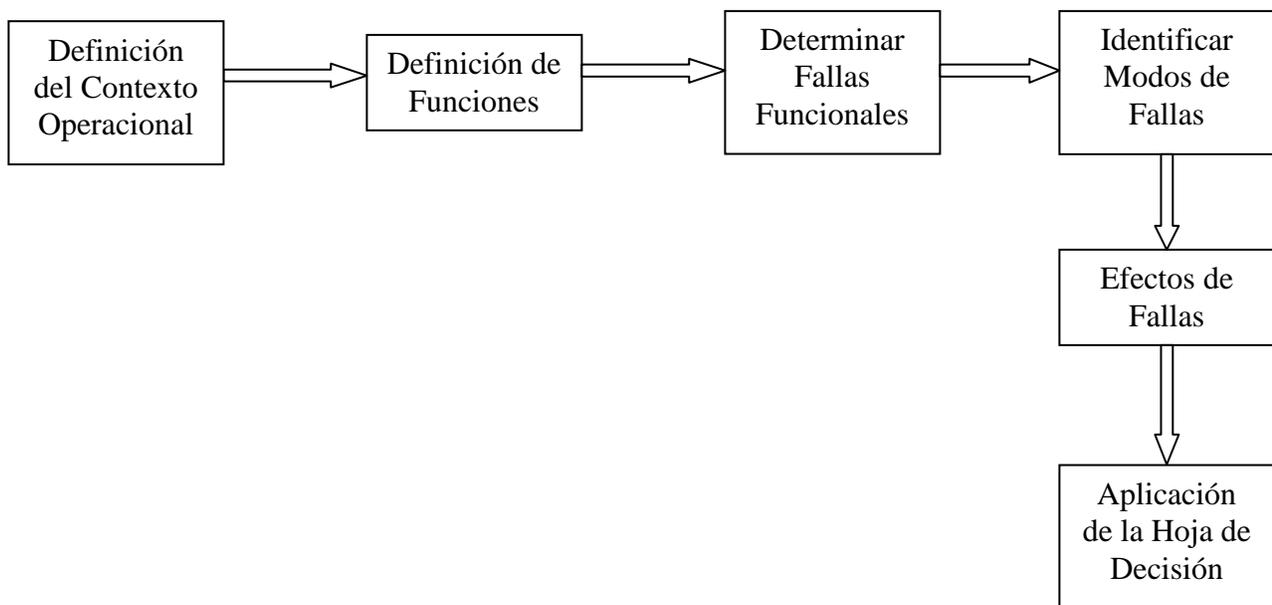


Junio 2003



Reliability Center & The WoodHouse Partnership LTD, Inc. 1985-2003.

El esquema utilizado para conducir el RCM se resume en el siguiente diagrama de bloques:



### ➤ Contexto Operacional

Es importante tener claro la definición de unidades de proceso y sistemas.

Las unidades de proceso se definen como una agrupación lógica de sistemas que funcionan unidos para suministrar un servicio.

Sistema es un conjunto de elementos interrelacionados dentro de las unidades de proceso que tienen una función específica.

Algunos factores del proceso operacional son: perfil de operación, ambiente de operación, calidad/disponibilidad de los insumos requeridos, alarmas, monitoreos de primera línea, política de respuesta/repuestos/logística.

➤ **Determinar la funciones de Mantenimiento.**

El objetivo del mantenimiento es mantener el desempeño del activo entre el desempeño deseado y la capacidad inicial.

➤ **Modos de Fallas y Análisis de los Efectos.**

Es la descripción de un evento que causa una falla funcional, tales como suciedad, corrosión, lubricación inadecuada, operación incorrecta, entre otros.

Un efecto de falla es la información de los eventos secuenciales que ocurren cuando un modo de falla se presenta.

Una consecuencia es el impacto que produce cada modo de falla en el negocio.

Tiene las siguientes categorías:

- Consecuencias de fallas ocultas.
- Consecuencias para la seguridad y el medio ambiente.
- Consecuencias operacionales
- Consecuencias no operacionales.

### **3.2. MARCO CONCEPTUAL**

#### Activo

El RCM define al activo como la planta, el sistema, el equipo o la parte, que cumple una función o varias funciones en un contexto operacional determinado. El análisis de la función de cada activo va a depender del nivel de detalle

seleccionado (planta/sistema/equipo/parte) para realizar dicho análisis. El nivel de detalle preferido y recomendado por los especialistas en RCM es el correspondiente “sistema” como nivel de detalle.

### Confiabilidad Operacional

Es la capacidad de una instalación (proceso, tecnología, gente), para cumplir su función o propósito que se espera de ella, dentro de sus limitantes de diseño y bajo un contexto operación específico. En un programa de optimización de la confiabilidad operacional de un sistema, es necesario del análisis de los siguientes cuatro parámetros operacionales: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos, mantenibilidad de los equipos y confiabilidad de los equipos. La variación de cualquiera de estos parámetros presentados, afectara el comportamiento global de la confiabilidad operacional de un determinado sistema.

### Confiabilidad Humana

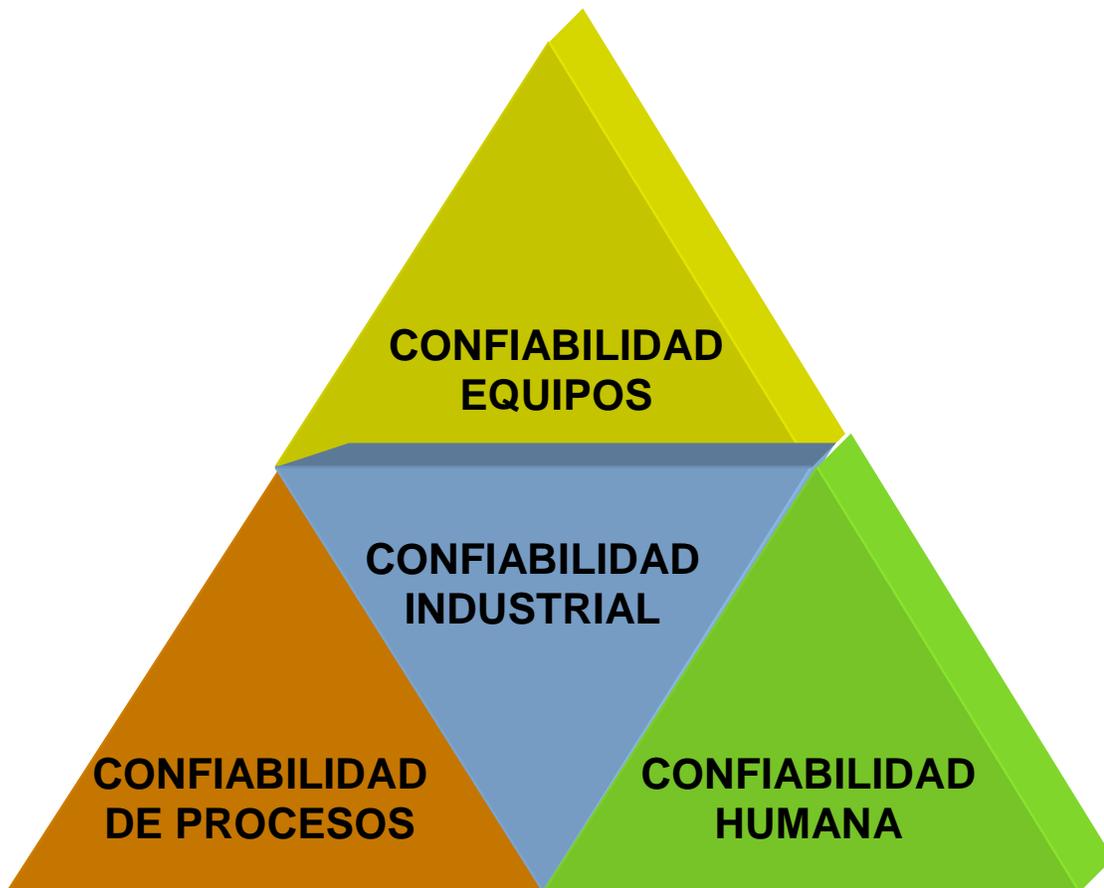
Hace parte de él, el involucramiento, sentirse dueño, interfaces y conocimiento por parte del operador y de los mantenedores.

### Confiabilidad de Equipos

Estrategia de mantenimiento. Efectividad del mantenimiento. Extensión del TPEF.

### Confiabilidad del Proceso

Operación dentro de las condiciones de diseño. Comprensión del proceso y de los procedimientos.



### Consecuencias No Operacionales

En este tipo de consecuencias, se debe realizar una tarea preventiva si, a través de un perdido de tiempo, cuesta menos que el costo de reparación de los fallos que tiene como misión evitar. Su consecuencia son los costos directos de la reparación, es decir, también son consecuencias económicas.

### Consecuencias Operacionales

Una falla trae una consecuencia operacional si tiene un efecto adverso directo sobre la capacidad operacional, es decir: afectan el rendimiento total, afectan la calidad del producto, afecta el servicio al cliente.

### Consecuencias en Seguridad y Ambiente

Una falla trae consecuencias para la seguridad y el medio ambiente si causa una pérdida de función u otros daños que puedan herir o matar a alguien y/o conduce a la infracción de una normativa ambiental.

### Contexto Operacional

Es el proceso utilizado para determinar los requerimientos de mantenimiento de cualquier activo físico. Este contexto se inserta por completo en el proceso de formulación de estrategias de mantenimiento.

### Disponibilidad

Es la probabilidad de que un ídem o sistema este en un estado o capacidad de realizar una función requerida, en condiciones dadas en un instante y suponiendo que se disponen los medios exteriores para dicho fin (iec-191-11-01)

## Falla

Es la finalización de la capacidad de los componentes, o de los equipos, o de los procesos, o de los trabajadores para desempeñar satisfactoriamente la función requerida, en un tiempo y condiciones establecidas.

## Falla Funcional

Se define como la incapacidad de cualquier activo físico de cumplir una función según un parámetro de funcionamiento aceptable para el usuario.

## Fallas Múltiples

Se produce una falla múltiple si falla la función protegida mientras el propio dispositivo de seguridad esta averiado.

## Fallas Ocultas

Son las fallas no detectables por lo operarios bajo las circunstancias normales, haría falta un procedimiento para ser detectadas. Puede ser el motivo del 50% de los modos de fallas en equipos modernos.

## Función

Es el propósito o misión de un activo en un contexto operacional específico. *“Las funciones que desempeñen el activo dentro del contexto operacional, será uno de los factores a tener en cuenta a la hora de evaluar la criticidad e importancia de cada activo en su actual contexto operacional”.*

## Mantenimiento de Equipos

Confiabilidad incorporada desde fase de diseño.

## TMEF

Tiempo Medio Estimado entre Fallas. Es el recíproco de la tasa de fallas. Esta basado en la asunción que la tasa de falla es constante. Así las fallas ocurren de manera aleatoria y estadísticamente presentan una distribución exponencial.

## 4. LOS SPREADERS

### 4.1. FICHAS TECNICAS Y CARACTERISTICAS DE LOS SPREADERS

En la gráfica a continuación, se encuentran las características/componentes que permiten el funcionamiento de un SPREADER.



**Caja Eléctrica:** en ésta se encuentra toda la lógica cableada, que hace posible el envío de señales para los movimientos de los componentes del SPREADER.

**PLC:** Controlador Lógico Programable. Permite la reducción del cableado (contactores). Es un sistema avanzado que permite, por medio de la programación definir el funcionamiento del equipo de acuerdo a las necesidades cliente y del mantenimiento (el procesador brinda información del equipo y permite encontrar fallas con mayor facilidad).

**Motor Eléctrico:**

- Controla el sistema de compensación corriendo el eje de Gravedad. Contiene una caja reductora.
- Mueve un sistema hidráulico para el sistema de Flippers y Twistlock.
- Motor reductor que hace posible el movimiento de los brazos telescópicos.

**Sistema de Válvulas:** las válvulas que accionan los brazos extensibles (flippers) son válvulas sencillas. Los Twistlock son accionados por cilindros hidráulicos y válvulas dobles.

**Sensores de Bloque y Desbloqueo (Landing):** son los que envían la señal eléctrica al bloque de válvulas para el accionamiento de los Twistlocks.

Los modelos de Spreaders varían de acuerdo al avance tecnológico de las últimas décadas, y por ende, si una compañía es cliente por varios años, tendrá como consecuencia, varios modelos de un equipo.

Tal es el caso de la SPRC; la cual cuenta con los siguientes modelos de SPREADERS, explicados de acuerdo a su evolución tecnológica,

➡ **ASX 7**



11

---

<sup>11</sup> Archivo Personal, Cartagena de Indias Septiembre de 2006

<b>LIFTING CAPACITY</b>	Lift Capacity (special load) 40 t Lift Capacity (evenly loaded) 35 t Lift Capacity (10% gravity point off set) 30,5 t
<b>WEIGHT</b>	Lifting lug capacity main frame 10 t
<b>TELESCOPING</b>	20 to 40 f t. in 30 s. 20 to 45 ft 39 s
<b>GUIDE ARM SPEED</b>	180° in 4 -6 s.
<b>TWISTLOCK</b>	ISO floating, 90° in 1,0 s.
<b>HYDRAULICS</b>	Normal operating pressure 1,650psi, Q=7,6 GPM
<b>POWER SUPPLY</b>	480 VAC 60 Hz, Electric Motor 10 HP, Nominal Corrent Motor 13 AMP
<b>CONTROL SYSTEM</b>	120 VAC, 60 Hz.
<b>MANUALS</b>	Spreader Manual EH 5
<b>WARRANTY</b>	One year

Este es el modelo más sencillo y antiguo que posee la SPRC. Es el equipo que consta de más parte mecánicas, el que posee menos desarrollo tecnológico en el puerto y que cuenta con la conformación descrita en el Organigrama.

Este modelo solo es usado en Grúas tipo Pórtico.

- La **ventaja** de este equipo es que debido a su sencillez, es un equipo cuyos daños se encuentran concentrados mas en su parte física que en su parte electrónica, por lo cual hace de las tareas reactivas una actividad menos complicada y con la posibilidad de solución a la medida, es decir, son daños por operación (golpes) y no por tecnología. Este equipo admite soluciones “apaga incendio” mientras se evalúa la solución adecuada.

- La **desventaja** que posee es, que por ser un equipo que por no estar a la vanguardia, la detección de fallas es muy rudimentaria como consecuencia de no poseer un sistema de alarmas ni método de información sistematizado que ayuden al técnico (o al área de mantenimiento) a detectar a tiempo la generación de falla.

➔ **EH 5**

<b>LIFTING CAPACITY</b>	Lift Capacity (special load) 40 t Lift Capacity (evenly loaded) 35 t Lift Capacity (10% gravity point off set) 30,5 t (gable end) 8,75 t
<b>WEIGHT</b>	Lifting lug capacity main frame 10 t
<b>TELESCOPING</b>	20-40 f t. in 30 s.
<b>GUIDE ARM SPEED</b>	180° in 5-7 s.
<b>TWISTLOCK</b>	ISO floating, 90° in 1,5 s.
<b>HYDRAULICS</b>	Normal operating pressure 100 bar
<b>POWER SUPPLY</b>	380 VAC 50 Hz, max 12,4 kW . Electrical Protection IP-54
<b>CONTROL VOLTAGE</b>	220 VAC
<b>SURFACE CONDITIONING</b>	All steel surfaces grit blasted SA 2 ½; Primer – 2 comp. zink epoxy, Primer – Intervinux (vinyl). Total minimum film thickness 200µm
<b>MANUALS</b>	Spreader Manual EH 5
<b>WARRANTY</b>	One year

Este modelo es uno de los que mas sufren golpes y deformaciones, debido a ser usados en Grúas Móviles, por lo que solo están sujetos a la grúa por medio de un pin aumentado el trabajo durante la compensación de los movimientos. La torre de compensación permite carga en tierra y no suspendida. Este Spreader consta básicamente de las partes expuestas en el Organigrama.

- La **desventaja** de este equipo se encuentra en que por ser un equipo que centra sus esfuerzos en la compensación, sufre de desequilibrio constantemente haciendo que las cadenas se rompan.

➔ **EH 180**



<b>LIFTING CAPACITY</b>	Lift capacity (evenly loaded) 41 tonne Lift capacity (10% gravity point off set.) 41 tonne Lifting lugs capacity (gable end) 4 x 10 tonne Lifting lugs capacity (main frame) 4 x 10 tonne
<b>WEIGHT</b>	10.7 tonnes
<b>GP ADJUSTMENT</b>	+/- 1.2m in 20 s.
<b>TELESCOPING</b>	20-40 f t. in 30 s.
<b>GUIDE ARM SPEED</b>	180° in 5-7 s.
<b>TWISTLOCK</b>	ISO floating, 90° in 1,5 s.
<b>HYDRAULICS</b>	Normal operating pressure 100 / 150 bar Normal running temperatura (above ambient) 45°
<b>POWER SUPPLY</b>	400 V AC 50 Hz, max 7,5 kW Electrical protection IP 54
<b>CONTROL VOLTAGE</b>	230 VAC
<b>SURFACE</b>	All surfaces are grit blasted SA 2.5. Interzink 72 EPA 069/ 073 50µm.

<sup>12</sup> Archivo Personal, Cartagena de Indias, Septiembre de 2006

<b>CONDITIONING</b>	Intervinux VL- serie 50µm. Intervinux VS- Serie 2 x 50µm. Min. Coating thickness, total 200µm
<b>MANUALS</b>	EH 180 Manual
<b>WARRANTY</b>	One year

Este modelo es usado en grúas móviles, y al igual que el EH 5, sus problemas se concentran en los esfuerzos de compensación. Consta de 2 motores, uno de ellos controla el sistema hidráulico principal, el cual controla la torre de compensación, los vástagos o cilindros, alimentación de flippers y twistlocks; y el segundo, un motoreductor que mueve el sistema telescópico.

- La **desventaja** de este equipo consiste en que debido a las vibraciones, esfuerzos y humedad del ambiente, se rompen constantemente los contactores. Otra desventaja de este equipo, es que al igual que el ASX 7 y el EH 5, es que no cuenta con un sistema automatizado que retroalimente las fallas.

#### ➔ **EH 170U**



13

#### **TECHNICAL SPECIFICATIONS EH170U Twin-Lift Mobile Harbour Crane Spreader**

<sup>13</sup> Archivo Personal, Cartagena de indias, Septiembre de 2006

<b>LIFTING CAPACITY</b>	Twistlocks 41 tonne $\pm$ 10% eccentric loading 2 x 25 tonnes in twin mode Lifting lugs 4 x 10 tonne on main beam Lifting lugs 4 x 10 tonne in end beam
<b>WEIGHT</b>	10.7 tonnes
<b>GP ADJUSTMENT</b>	+/- 1.2m in 20 s.
<b>TELESCOPING</b>	20-40 f t. in 30 s.
<b>GUIDE ARM SPEED</b>	180° in 5-7 s.
<b>TWISTLOCK</b>	ISO floating, 90° in 1,0 s.
<b>HYDRAULICS</b>	Normal operating pressure 100 bar
<b>POWER SUPPLY</b>	400/230 V AC 50 Hz, max 12,9 kW 24-36 cores 2,5mm <sup>2</sup> dep. on features
<b>CONTROL VOLTAGE</b>	24 VDC
<b>CONTROL SYSTEM</b>	Relay or SCS <sup>2</sup>
<b>SURFACE CONDITIONING</b>	Sand-blasted SA 21/2; two coats of zinc-rich epoxy primer and two coats of acrylic top coat
<b>MANUALS</b>	Full service and repair manual supplied
<b>WARRANTY</b>	One year

Este modelo es la versión actualizada del EH 5 y del EH 180. Es usado en grúas móviles, y las grúas con la cual se acopla debe tener un avance tecnológico similar a este. Este modelo aunque consta de una lógica programada (PLC), el cual permite disminuir el cableado, posee dos gabinetes debidamente herméticos, en los cuales se almacena la CPU, el procesador y los breakers de protección eléctrica.

- La **ventaja** de este modelo, es que por ser un modelo relativamente nuevo, permite el modo Twin –Twenty (agarrar dos contenedores de 20´ al mismo

tiempo). Otra **ventaja** se encuentra en que gracias al PLC, se puede retroalimentar la información de generación de fallas, disminuyendo el tiempo muerto del equipo. Por ultimo, otra **ventaja**, es que el sistema PLC tiene memoria permitiendo encontrar un histórico de posibles fallas, que aunque no generaron paradas no programadas, nos puede analizar la información de posibles causantes de paradas no programadas.

- La **desventaja**, es que por ser un sistema mucho mas complejo que los anteriores, la información concerniente al modo en que el PLC presenta las fallas, se encuentra entre pocos operadores, es decir, se disminuye el talento humano capaz de dar soluciones eficaces y rápidas a los problemas de este modelo, haciendo que los tiempo de las paradas no programadas se extiendan.

#### ➤ **STS 45**



#### **TECHNICAL SPECIFICATIONS STR45 Twin-Lift Ship To Shore Spreader**

##### **LIFTING CAPACITY**

Twist locks 51 tonnes  $\pm 10\%$  eccentric loading

Twist locks 51 tonnes evenly loaded

Twist locks 2 x 32,5 tonnes (2 x 20' ISO)

Lifting lugs 4 x 10 tonnes in end beam

<b>WEIGHT</b>	11,0 tonnes
<b>TELESCOPIC MOTION</b>	From 20' to 45' in 30 seconds
<b>GUIDE ARM SPEED</b>	180° in 3-5 seconds
<b>TWISTLOCK ROTATION</b>	90° approximately in 1,0 seconds
<b>HYDRAULICS</b>	System pressure 100 bar
<b>POWER SUPPLY AND CONSUMPTION</b>	400/230 V AC 50 Hz or otherwise as agreed 7,5 kW
<b>SURFACE CONDITIONING</b>	Sand-blasted SA 21/2; two coats of zinc-rich epoxy primer and two coats of acrylic top coat
<b>MANUALS</b>	Full service and repair manual supplied
<b>WARRANTY</b>	One year

Este modelo es la versión actualizada del Spreader usado en las grúas pórticos. Es usado en grúas pórticos, y las grúas con la cual se acopla debe tener un avance tecnológico similar a este. Este modelo aunque consta de una lógica programada (PLC), el cual permite disminuir el cableado, posee dos gabinetes debidamente herméticos, en los cuales se almacena la CPU, el procesador y los breakers de protección eléctrica. Además, consta de una bomba hidráulica, para el movimiento del sistema telescópico, flippers y twistlock.

- La **ventaja** de este modelo, es que por ser un modelo relativamente nuevo, permite el modo TwinTwenty (agarrar dos contenedores de 20' al mismo tiempo). Otra **ventaja** se encuentra en que gracias al PLC, se puede retroalimentar la información de generación de fallas, disminuyendo el tiempo muerto del equipo, sin embargo, tiene memoria para un determinado numero de eventos transcurridos, al cabo de los cuales, se resetea y comienza el contador.

- La **desventaja** de este modelo, es que es muy complejo, debido a su multifuncionalidad y rigidez de las operaciones.

## **5. MANTENIMIENTO DE LOS SPREADERS**

### **5.1. INFOMANTE**

Las técnicas aplicadas al mantenimiento han evolucionado y se han logrado herramientas básicas, entre otras, los Sistemas de información capaces de facilitar la toma de decisiones a través del suministro de información sobre aspectos técnicos y económicos, programas de mantenimiento, control de trabajo, diagnóstico de condiciones de equipo, estadísticas de comportamiento y falla.<sup>9</sup>

El énfasis en los años del nuevo milenio, está en Confiabilidad equipo/sistema, control de riesgo y control de ciclo de vida. El impacto de conceptos como mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM), mantenimiento productivo total (TPM) y costeo basado en actividad (ABC) está borrando los linderos tradicionales entre organizaciones, al punto de que se necesitan conceptos nuevos de función y de los procesos de negocios que la entrelazan.<sup>10</sup>

---

<sup>9</sup> SOPORTE & CIA LTDA. Capacitación en Software de Mantenimiento: INFOMANTE. Cartagena de Indias, Viernes 24 de Noviembre. SPRC

<sup>10</sup> IBID.

**INFOMANTE**, es un sistema de administración de mantenimiento que garantiza una excelente gestión, control y utilización de los recursos del mantenimiento. Es una herramienta que soporta la función de mantenimiento, recopilado y procesando toda la información pertinente a las actividades, de manera que los informes que se obtenga, los directores del mantenimiento puedan tomar decisiones acertadas, acerca de preguntas tales como rendimiento, tiempo de reposición de equipos, rentabilidad, entre otros. INFOMANTE funciona en tiempo real, planeando, programando, controlando y analizando las situaciones en forma actual e inmediata. (Ver Anexo 5)

Es un sistema que no precisa ningún tipo de formación informática, las ayudas y facilidades que proporciona son las mejores, y no son necesarios conocimientos previos.

Algunos de los objetivos de INFOMANTE son,

- ➔ Aumento de la disponibilidad, confiabilidad y efectividad
- ➔ Optimización de los costos de mantenimiento.
- ➔ Automatización de las tareas administrativas.
- ➔ Dominio de los equipos e instalaciones

Actualmente, en el área de Mantenimiento y Planeación de la SPRC, se tienen en el Programa INFOMANTE, relacionada la siguiente estructura básica de los componentes de un Spreaders:

Cod	Descripción
S1	SPREADER ASX -7 BROMMA S1
S1BDB01	PANEL DE CONTROL CENTRAL S1
S1BDB02	PANEL DE CONEXIÓN IZQUIERDO S1
S1BDB03	PANEL DE CONEXIÓN DERECHO S1
S1CBA01	MOTOR ELÉCTRICO S1
S1CDB01	BOMBA HIDRAULICA PRINCIPAL S1
S1CDE01	MECANISMO TELESCOPIO S1
S1CDF01	BLOQUE DE VALVULAS S1
S1CEL01	MECANISMO ASEGURAMIENTO S1
S1CGB01	TANQUE HIDRAULICO S1
S1CHC01	ESTRUCTURA CENTRAL SPREADER
S1CHC02	ESTRUCTURA VIGA DE EXTENSION S1
S1DAA01	RED ELECTRICA SPREADER S1
S1DBA01	RED HIDRAULICA MECANISMO ASEGURAMIENTO S1
S1DBA02	RED HIDRAULICA FLIPPER S1
S1DBA03	RED HIDRAULICA TELESCOPIO S1
S1E	ESTRUCTURA GENERAL SPREADER

## 5.2. MANTENIMIENTO ACTUAL DE LOS SPREADER

La SPRC actualmente cuenta con un programa de Mantenimiento Preventivo, el cual se encuentra basado en las recomendaciones del fabricante y en las pruebas realizadas con el mismo. (Ver Anexo 6).

Sin embargo, como todo proceso bajo el **PHVA** (Planear, Hacer, Verificar, Actuar), es posible optimizar la información que hace parte de dicho programa, permitiendo así, aumentar la confiabilidad de los equipos.

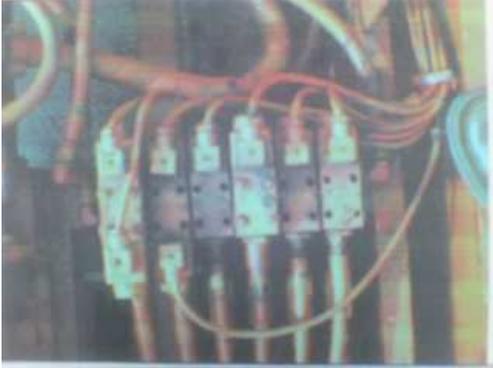
### 5.3. FALLAS COMUNES DE LOS SPREADERS

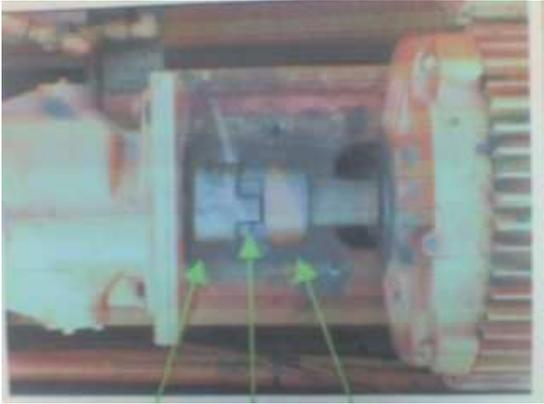
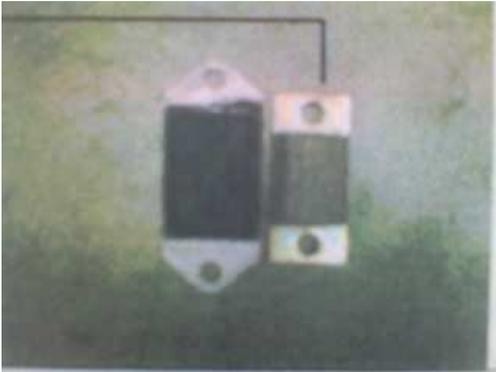
<b>ASX 7</b>		
<b>ÍTEM ENCONTRADO</b>	<b>SUGERENCIA</b>	<b>FOTO</b>
Arandelas esféricas son gastadas en todas las esquinas	Las arandelas deben ser reemplazadas. Es recomendado que las arandelas sean reemplazadas cada año, cuando los Twist lock son removidos y chequeados.	
Caja de cambio del flippers esta trabajando, pero esta muy suelta. Esto causara que los flippers sean menos efectivos mientras están tratando de colocarse encima de un contenedor. El contenedor se alejara del flippers mucho más fácilmente. Todas las 4 esquinas.	Los bujes deben ser reemplazados, los engranajes deben ser examinados en busca de cualquier daño cuando sean reemplazados los bujes. Los huecos donde los bujes son puestos deben también ser chequeados así como las ranuras de las llaves en el mango. Con el tiempo las aberturas del mango en la	

	<p>cubierta se taponan lo que se sumara a la condición de soldadura. Ellas deben ser chequeadas con un calibrador y reemplazadas en caso de ser necesario.</p>	
<p>Los cojinetes del embolo son empujados hacia arriba lo cual causa problema con los sensores de landing haciendo que se descalibren</p>	<p>Los cojinetes son sujetos a su lugar por un set de tornillos. Ese set de tornillos pueden estar sueltos. Se recomienda chequear dicho set si se necesita. Al mismo tiempo se recomienda chequear la condición de los cojinetes, si ellos lucen gastados o golpeados se deben reemplazar al mismo que el set de tornillos.</p>	
<p>Los cilindros del Twist Lock pueden ser girados a mano. La pregunta también fue formada acerca de cómo se desalinean los nudillos del twist lock.</p>	<p>El desalineamiento de la conexión de las varillas no es un problema, sin embargo la soldadura de las varillas si lo es. Las varillas estaban muy sueltas y se podían mover libremente con la mano.</p>	
<p>Dos grietas son diferentes son</p>	<p>Si las grietas reaparecen</p>	

<p>mostradas en el área principal del marco central una esta en la montura de la bandeja del cable y la otra esta en donde el ángulo de la guía se encuentra corriendo dos estructuras.</p>	<p>después de que ya han sido reparadas, esas áreas deben tener algún tipo de refuerzo y repararse nuevamente la grieta.</p>	
<p>El drawbar esta rozando con el engranaje para el drive telescopico</p>	<p>Con la edad de esta unidad, el deterioro visto no debe ser ningún problema, esto debe ser monitoreado para asegurar que no se va a empeorar.</p>	
<p>Unión del drawbar con el la parte final del gable muestra leve deterioro en los huecos</p>	<p>El deterioro lucio bastante bien en los huecos de los pines del gable. No se tuvo tiempo de sacra los drawbar y chequear los huecos de los pines pero apenas el tiempo lo permite, se debe realizar.</p>	
<p>Se encuentra una telaraña central de grietas</p>	<p>Las grietas deben ser reparadas apenas sea posible, así no se complicara esta situación. Las dos unidades ASX 7 mas viejas deben ser lavadas y chequeadas a fondo para</p>	

	<p>encontrar cualquier otra telaraña de grietas.</p>	
<p>La cadena tiene un poco de perdida y las arandelas se perdieron debido al montaje del absorbedor de choques.</p>	<p>Las arandelas deben ser todas reemplazadas y resetear la tensión de la cadena nuevamente.</p>	
<p>Algunos de los twist locks fueron encontrados con un set muy bajo.</p>	<p>Esto puede causar el aumento del desgaste de las arandelas esféricas así como de los twist lock. La distancia debe ser seteada a un valor cercano a los 1 3/4 ". Este valor es desde el fondo de la esquina hasta la superficie de ascenso de los Twist lock.</p>	
<p>Los accesorios de los cilindros de los twist lock se están soltando al igual que las cabezas de los pernos que sostienen los cilindros.</p>	<p>Las mangueras deben ser removidas y los accesorios quitados. Deben tener una nueva tapa de teflón y ajustarla. Una vez</p>	

	<p>se ha ajustado las mangueras, estas funcionarán directamente a ajustar y no a presionar en ninguna dirección. Los pernos deben ser reemplazados. Los pernos de la manguera deben ser limpiados y los nuevos pernos que son colocados deben tener lock-tite.</p>	
<p>La caja de conectores tiene una gran cantidad de canastillas por fuera</p>	<p>Esto está siendo causado por el paso del tiempo debido al landing de los spreaders en los contenedores. Cada vez que el spreader da señal de landing, los cables son empujados hacia abajo. La mejor manera de ayudar es asegurar que hay una gran cantidad de espirales en los cables.</p>	
<p>La bomba hidráulica en esta unidad está un poco ruidosa. Algún deterioro ha sido encontrado en la línea de alimentación que va a la bomba.</p>	<p>La unión de la bomba necesita ser reemplazada una vez que esto es realizado, y la bomba sigue con ruido evidente, la bomba debe ser chequeada. UD</p>	

	<p>puede hacer esto removiendo la caja de tensión en el tanque. La caja de tensión es la manguera que va hacia la parte de arriba de la bomba</p>	
<p>Los amortiguadores de los flippers deben ser cambiados. El personal del último puerto han reportado que continúan reemplazando constantemente estos amortiguadores</p>	<p>El amortiguador que puede observar (a la derecha) es el último diseño de amortiguadores. esta hecho de un material fuerte y es mucho mas largo que el amortiguador tradicional. Sin embargo como UD. Ve el patrón del perno es diferente en el nuevo amortiguador. Este amortiguador puede ser incluido pero necesita que sean colocadas nuevas mangueras y tapadas en el lugar correcto.</p>	

**Archivo Personal**

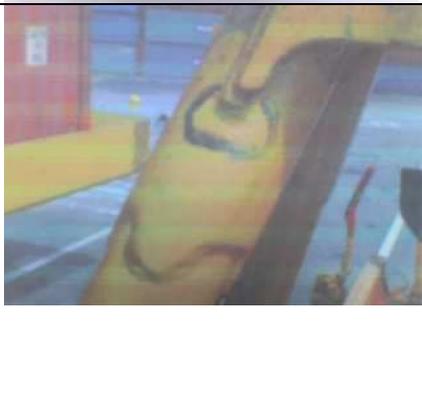
### EH 5

ÍTEM	SUGERENCIA	FOTO
Daño en la instalación eléctrica	Debe ser reemplazado con una nueva cubierta para prevenir el sucio y la contaminación del motor con agua.	
Agregar agua en la caja de funciones. Esto es una Hazard para cualquiera que realice mantenimiento en la unidad así como el sistema mismo.	Los pernos que sostienen esta tapa se pueden soltar por el tiempo y deben ser chequeados regularmente. Si los pernos se sueltan, agua de lluvia puede caer dentro de la caja eléctrica. Se debe tener cuidado cuando se lave ya que el agua puede provenir de una unidad de lavado a alta presión incluso si los pernos son ajustados, el agua puede ser soplada dentro de la caja eléctrica.	
Algunas de las mangueras hidráulicas fueron encontradas desgastadas a través del cordón de acero. Esto fue visto en tres de los 6 flippers.	Todas las mangueras deben ser chequeadas y reemplazadas según sea necesario. También, cualquier área que presente mucho desgaste debe ser extraprotegida. Se recomienda usar envolturas de nylon y	

<p>Caja de cambio del flippers esta trabajando, pero esta muy suelta. Esto causara que los flippers sean menos efectivos mientras están tratando de colocarse encima de un contenedor. El contenedor se alejara del flippers mucho más fácilmente. Todas las 4 esquinas.</p>	<p>plástico.</p> <p>Los bujes deben ser reemplazados, los engranajes deben ser examinados en busca de cualquier daño cuando sean reemplazados los bujes. Los huecos donde los bujes son puestos deben también ser chequeados así como las ranuras de las llaves en el mango. Con el tiempo las aberturas del mango en la cubierta se taponan lo que se sumara a la condición de soltura. Ellas deben ser chequeadas con un calibrador y reemplazadas en caso de ser necesario.</p>	
<p>Algunos de los flippers están golpeando a los motores en los lados y no en la parte de atrás donde el stock esta colocado. El contacto esta siendo causado por un flippers doblado.</p>	<p>Esto causara aumentar el desgaste en el motor del flippers</p>	
<p>El cable del vagón descargado necesita ser reemplazado por la parte correcta</p>	<p>Esto debe ser reemplazado</p>	

<b>EH 180</b>		
<b>ÍTEM ENCONTRADO</b>	<b>SUGERENCIA</b>	<b>FOTO</b>
<p>Caja de cambio del flippers esta trabajando, pero esta muy suelta. Esto causara que los flippers sean menos efectivos mientras están tratando de colocarse encima de un contenedor. El contenedor se alejara del flippers mucho más fácilmente. Todas las 4 esquinas.</p>	<p>Los bujes deben ser reemplazados, los engranajes deben ser examinados en busca de cualquier daño cuando sean reemplazados los bujes. Los huecos donde los bujes son puestos deben también ser chequeados así como las ranuras de las llaves en el mango. Con el tiempo las aberturas del mango en la cubierta se taponan lo que se sumara a la condición de soltura. Ellas deben ser chequeadas con un calibrador y reemplazadas en caso de ser necesario.</p>	
<p>La cubierta del motor del flippers ha sido rasgada.</p>	<p>Estas cubiertas deben ser reemplazadas</p>	
<p>El tubo del gable tiene una grieta de 2 ½"</p>	<p>La grieta debe ser monitoreada y reparada cuando el tiempo lo permita.</p>	

<p>Grietas severas son encontradas en la parte de arriba de los 2 EH 180.</p>	<p>Es muy importante reparar todas las fisuras antes de colocar un refuerzo</p>	
<p>La superficie deslizante del drawbar ha sido doblada por un impacto</p>	<p>Esta área debe ser reemplazada adicionando una sección del ángulo, o reemplazando la guía entera. Si no es reemplazado, debería ser reparada y dejarla en el mejor estado posibles</p>	
<p>El guarda cable esta roto.</p>	<p>El guarda cable debe ser reemplazado o reparado antes de que cause un daño mayor a las líneas hidráulicas.</p>	
<p>Las mangueras no están aseguradas apropiadamente en la unidad torre y se pueden dañar al contacto con el sistema drive.</p>	<p>Las mangueras deben ser o acortadas o aseguradas con una abrazadera de manguera.</p>	
<p>Una tuerca de cierre se pierde, luego una segunda, produciendo soltura en la modificación de soporte para el sistema drive</p>	<p>Reemplace</p>	

<p>Se encontraron las siguientes grietas en el gable. Esta localizado donde se encuentra la parte final del gable y la esquina de la estructura.</p>	<p>La grieta debe ser reparada. Estas fueron encontradas en todas las esquinas</p>	
<p>El caucho duro para la posición de 20' se encuentra desgastado. La foto muestra que los pernos para el pasador se encuentran impactados por el gable.</p>	<p>La almohadilla debe ser reemplazada</p>	
<p>Dos de las cuatro aberturas en la viga de levante tienen grietas</p>	<p>Estas grietas necesitan ser reparadas</p>	
<p>Las grietas graves fueron encontradas en los tubos que unen a la punta con la torre. Estas áreas han sido reparadas con láminas de costras para reforzar el área.</p>	<p>Si estas láminas fueron puestas sin haber reparado las grietas en los tubos originales, las grietas se mostraran mas rápido en las laminas de refuerzo.</p>	

<p>Grietas severas son encontradas en la parte de arriba de los 2 EH 180.</p>	<p>Es muy importante reparar todas las fisuras antes de colocar un refuerzo</p>	
---	---	---

#### **5.4 AMEF DE LOS EQUIPOS CRITICOS DEL SPREADER**

Con la elaboración del AMEF, se puede identificar los diferentes modos de falla (Ver Anexo 7), lo que permite determinar la posibilidad de perder una función, evitando así, malgastar el tiempo y esfuerzos, tratando de buscar síntomas en lugar de causas.

#### **5.5 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ALTERNO**

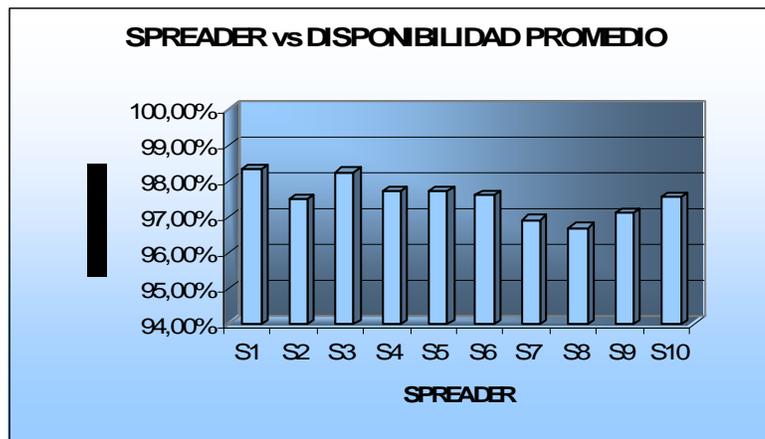
Con los diferentes modos de falla, y el conocimiento de las funciones de cada uno de los componentes de los Spreaders, es posible identificar los equipos malos actores de los Spreaders, de modo que, el área de Mantenimiento de la Sociedad Portuaria Regional Cartagena pueda enfocar sus esfuerzos, permitiendo así, el aumento de la disponibilidad y confiabilidad de estos equipos.

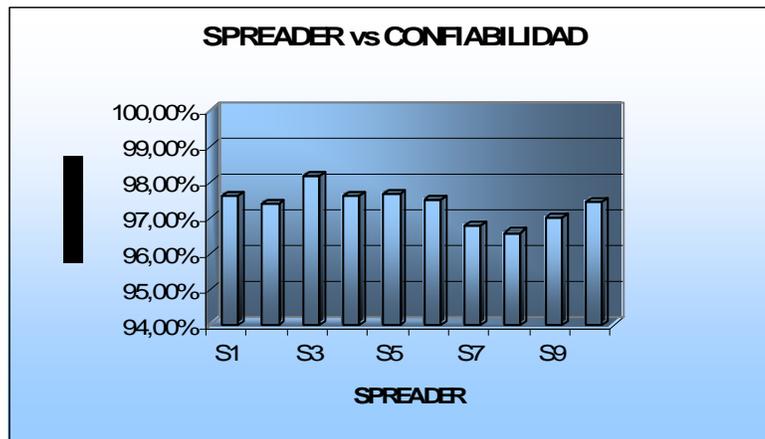
Es así, como luego de éste análisis, elaboramos un programa de mantenimiento (Ver Anexo 8), que esperamos sea útil y eficaz a las necesidades de la SPRC.

<sup>11</sup> Archivo Personal, Cartagena de Indias, Septiembre de 2006

## CONCLUSIONES

Con las estadísticas realizadas con los datos que obtuvimos del comportamiento del los Spreaders vs. Fallas de los últimos 10 meses del año en curso, se concluye que el promedio de la disponibilidad de los equipos, se encuentra en un valor del 96%, y esto se debe a que el actual plan de mantenimiento tenía un alcance limitado sobre el total de los equipos críticos del spreader por lo cual, implantando un buen programa de mantenimiento lograremos incrementar el porcentaje de disponibilidad del equipo y reduciremos en un numero significativo las paradas interspectivas.





Gracias al estudio realizado, es posible concluir que el componente que mas sufre durante el desempeño de las tareas de cargue y descargue de los Contenedores, son los Twistlock.

Estos, por ser las partes encargadas del agarre y por ende, el contacto directo de los contenedores, sufren por impacto, mal manejo de los operadores y problemas derivados del aumento de la carga de trabajo, además de agentes externos, tal es el caso de negligencia de los guías, no se dan cuenta del estado de las canastillas de los contenedores, si éstas están obstruidas, al enchazar el twistlock, éste se dañara.

Además, es posible afirmar que el programa de Mantenimiento manejado por la SPRC, estaba presto a optimizaciones, ya que luego de analizar el plan de Mantenimiento manejado, y comparado con los modos de fallas arrojados por el AMEF, notamos que, muchos de los equipos del Spreader consideras críticos, no tenían un plan de mantenimiento preventivo bien estructurado, por eso, optamos

por proponer un mantenimiento acorde a la realidad del equipo y sus componentes.

Siendo el Spreader, un equipo vital para el desarrollo de la logística portuaria, es necesario que, estos equipos se mantengan constantemente chequeados y verificados por un buen plan de mantenimiento.

## RECOMENDACIONES

Después del desarrollo de este trabajo, y después de darnos cuentas de los puntos más críticos en los que los SPREADERS pueden fallar, produciendo las paradas interspectivas de los equipos.

Nuestras recomendaciones se centran en las frecuencias de mantenimiento de los equipos malos actores y de los que también son parte importante y quizás la criticidad no es muy alta.

Dentro de una empresa como esta, en donde la disponibilidad de los equipos marca la diferencia, es importante llevar un seguimiento exhaustivo de los equipos malos actores, tales como los Twistlock, Flippers, Landing y Sistema Hidráulico.

Luego de analizar los equipos malos actores, y hacerles seguimiento a sus modos de falla, queda rescatar la importancia de la implementación del programa de mantenimiento bajo el cual se esta trabajando.

Retroalimentación del AMEF y del programa de mantenimiento, de acuerdo a la criticidad de las fallas encontradas en el futuro.

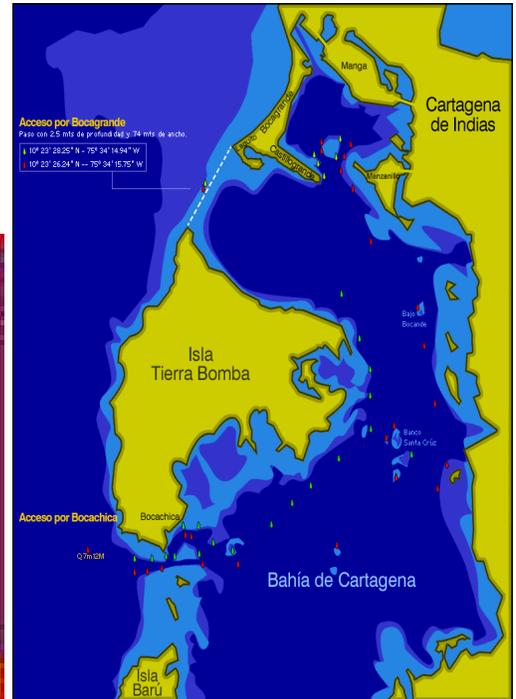
ANEXO 1

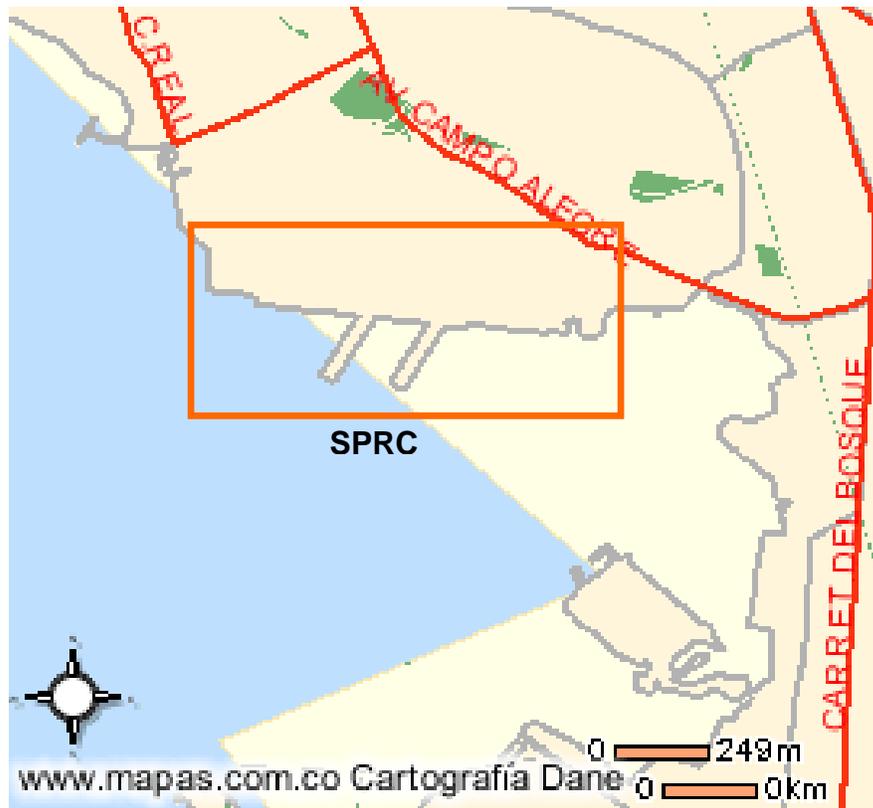
**Infraestructura de la SPRC.**



## ANEXO 2

### Posición Geográfica de SPRC.

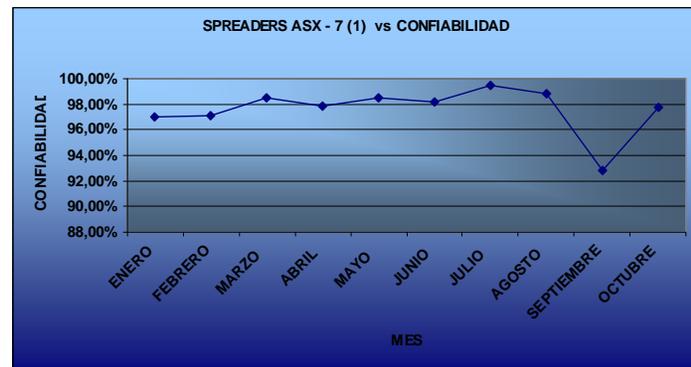




### ANEXO 3

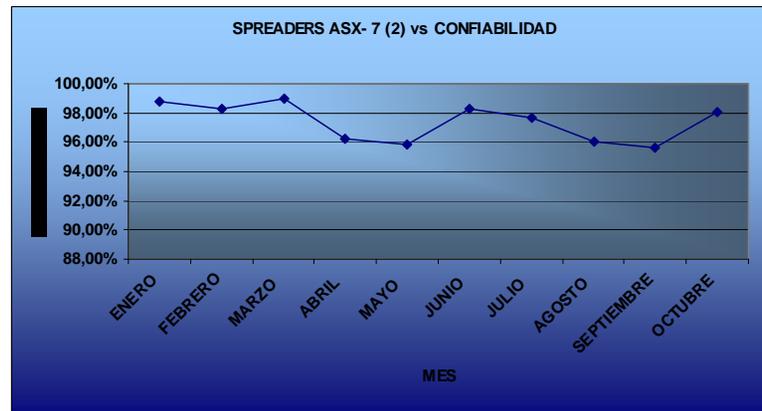
## ANÁLISIS ESTADÍSTICO 2006 ANÁLISIS ESTADÍSTICO ASX 7 (S1)

MES	JORNADA MAX. DE TRABAJO	HORAS DE OPERACIÓN	TIEMPOS DE MANTENIMIENTO	NUMERO DE FALLAS	DURACION DE FALLAS (HORA)	TMEF (HORAS)	TPF (HORAS)	TASA FALLA	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
ENERO	720	655,74	44,26	12	20	54,645	1,67	0,018	<b>97,22%</b>	<b>97,04%</b>
FEBRERO	720	659,5	40,5	15	20	43,97	1,33	0,02	<b>97,22%</b>	<b>97,06%</b>
MARZO	720	673,28	36,72	8	10	84,16	1,25	0,01	<b>98,61%</b>	<b>98,54%</b>
ABRIL	720	675,3	29,7	5	15	135,06	3,00	0,01	<b>97,92%</b>	<b>97,83%</b>
MAYO	720	677,93	31,57	5	10,5	135,59	2,10	0,01	<b>98,54%</b>	<b>98,47%</b>
JUNIO	720	683,03	23,97	8	13	85,38	1,63	0,01	<b>98,19%</b>	<b>98,13%</b>
JULIO	720	704,83	11,17	7	4	100,69	0,57	0,01	<b>99,44%</b>	<b>99,44%</b>
AGOSTO	720	643,34	68,66	3	8	214,45	2,67	0,00	<b>98,89%</b>	<b>98,77%</b>
SEPTIEMBRE	720	65	650	10	5	6,50	0,50	0,15	<b>99,31%</b>	<b>92,86%</b>
OCTUBRE	720	655	50	4	15	163,75	3,75	0,01	<b>97,92%</b>	<b>97,76%</b>



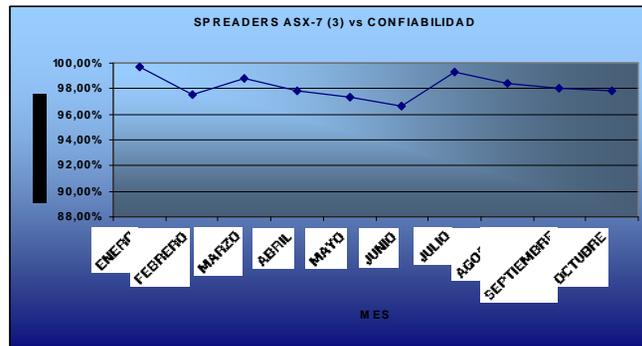
## ANÁLISIS ESTADISTICO ASX 7 (S2)

MES	JORNADA MAX. DE TRABAJO	HORAS DE OPERACIÓN	TIEMPOS DE MANTENIMIENTO	NUMERO DE FALLAS	DURACION DE FALLAS (HORA)	TMEF (HORAS)	TPF (HORAS)	TASA FALLA	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
ENERO	720	672	40	6	8	112	1,33	0,009	<b>98,89%</b>	<b>98,82%</b>
FEBRERO	720	653,2	55	20	11,8	32,66	0,59	0,03	<b>98,36%</b>	<b>98,23%</b>
MARZO	720	678	35	5	7	135,60	1,40	0,01	<b>99,03%</b>	<b>98,98%</b>
ABRIL	720	618	78	7	24	88,29	3,43	0,01	<b>96,67%</b>	<b>96,26%</b>
MAYO	720	650	42	9	28	72,22	3,11	0,01	<b>96,11%</b>	<b>95,87%</b>
JUNIO	720	673	35	8	12	84,13	1,50	0,01	<b>98,33%</b>	<b>98,25%</b>
JULIO	720	679	25	9	16	75,44	1,78	0,01	<b>97,78%</b>	<b>97,70%</b>
AGOSTO	720	682	10	5	28	136,40	5,60	0,01	<b>96,11%</b>	<b>96,06%</b>
SEPTIEMBRE	720	682	7	9	31	75,78	3,44	0,01	<b>95,69%</b>	<b>95,65%</b>
OCTUBRE	720	697	9	7	14	99,57	2,00	0,01	<b>98,06%</b>	<b>98,03%</b>



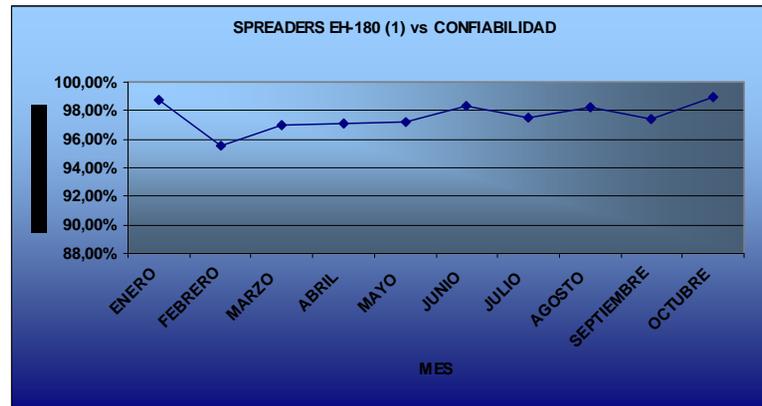
### ANÁLISIS ESTADISTICO ASX 7 (S3)

MES	JORNADA MAX. DE TRABAJO	HORAS DE OPERACIÓN	TIEMPOS DE MANTENIMIENTO	NUMERO DE FALLAS	DURACION DE FALLAS (HORA)	TMEF (HORAS)	TPF (HORAS)	TASA FALLA	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
ENERO	720	702	16	12	2	58,5	0,17	0,017	99,72%	99,72%
FEBRERO	720	685	18	15	17	45,67	1,13	0,02	97,64%	97,58%
MARZO	720	688	24	7	8	98,29	1,14	0,01	98,89%	98,85%
ABRIL	720	676	29	7	15	96,57	2,14	0,01	97,92%	97,83%
MAYO	720	667	35	5	18	133,40	3,60	0,01	97,50%	97,37%
JUNIO	720	663	34	10	23	66,30	2,30	0,02	96,81%	96,65%
JULIO	720	684	31	10	5	68,40	0,50	0,01	99,31%	99,27%
AGOSTO	720	680	29	9	11	75,56	1,22	0,01	98,47%	98,41%
SEPTIEMBRE	720	661	46	9	13	73,44	1,44	0,01	98,19%	98,07%
OCTUBRE	720	664	41	12	15	55,33	1,25	0,02	97,92%	97,79%



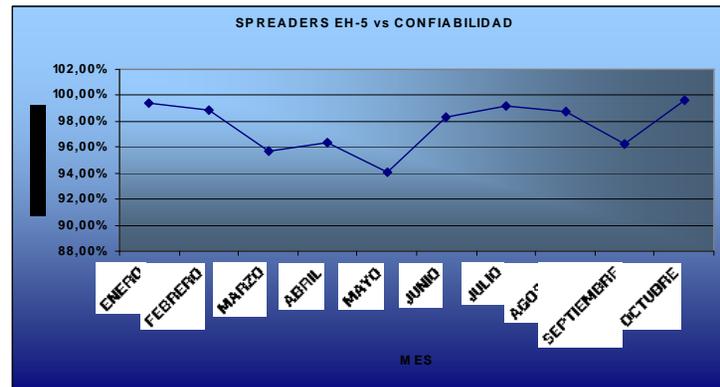
## ANÁLISIS ESTADISTICO EH-180 (S4)

MES	JORNADA MAX. DE TRABAJO	HORAS DE OPERACIÓN	TIEMPOS DE MANTENIMIENTO	NUMERO DE FALLAS	DURACION DE FALLAS (HORA)	TMEF (HORAS)	TPF (HORAS)	TASA FALLA	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
ENERO	720	692	19	3	9	230,67	3,00	0,004	<b>98,75%</b>	<b>98,72%</b>
FEBRERO	720	648	42	4	30	162,00	7,50	0,01	<b>95,83%</b>	<b>95,58%</b>
MARZO	720	680	19	13	21	52,31	1,62	0,02	<b>97,08%</b>	<b>97,00%</b>
ABRIL	720	669	31	8	20	83,63	2,50	0,01	<b>97,22%</b>	<b>97,10%</b>
MAYO	720	666	35	5	19	133,20	3,80	0,01	<b>97,36%</b>	<b>97,23%</b>
JUNIO	720	670	39	6	11	111,67	1,83	0,01	<b>98,47%</b>	<b>98,38%</b>
JULIO	720	667	36	9	17	74,11	1,89	0,01	<b>97,64%</b>	<b>97,51%</b>
AGOSTO	720	683	25	6	12	113,83	2,00	0,01	<b>98,33%</b>	<b>98,27%</b>
SEPTIEMBRE	720	674	28	7	18	96,29	2,57	0,01	<b>97,50%</b>	<b>97,40%</b>
OCTUBRE	720	658	55	12	7	54,83	0,58	0,02	<b>99,03%</b>	<b>98,95%</b>



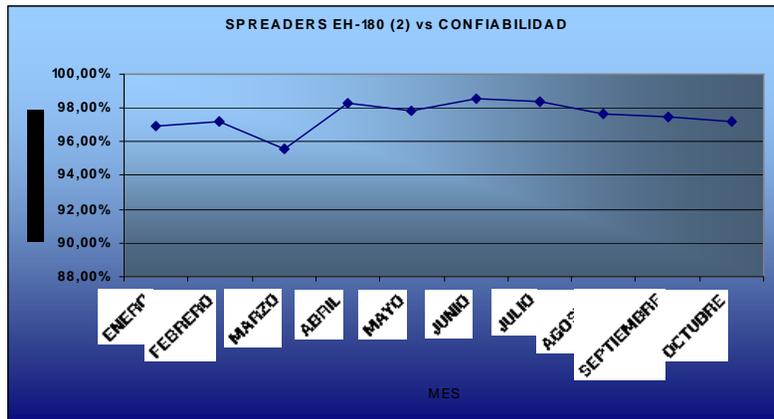
## ANÁLISIS ESTADISTICO EH-5 (S5)

MES	JORNADA MAX. DE TRABAJO	HORAS DE OPERACIÓN	TIEMPOS DE MANTENIMIENTO	NUMERO DE FALLAS	DURACION DE FALLAS (HORA)	TMEF (HORAS)	TPF (HORAS)	TASA FALLA	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
ENERO	720	706	10	9	4	78,444	0,44	0,013	<b>99,44%</b>	<b>99,44%</b>
FEBRERO	720	697	15	8	8	87,13	1,00	0,01	<b>98,89%</b>	<b>98,87%</b>
MARZO	720	670	20	5	30	134,00	6,00	0,01	<b>95,83%</b>	<b>95,71%</b>
ABRIL	720	660	35	15	25	44,00	1,67	0,02	<b>96,53%</b>	<b>96,35%</b>
MAYO	720	648	31	12	41	54,00	3,42	0,02	<b>94,31%</b>	<b>94,05%</b>
JUNIO	720	698	10	5	12	139,60	2,40	0,01	<b>98,33%</b>	<b>98,31%</b>
JULIO	720	703	11	7	6	100,43	0,86	0,01	<b>99,17%</b>	<b>99,15%</b>
AGOSTO	720	697	14	9	9	77,44	1,00	0,01	<b>98,75%</b>	<b>98,73%</b>
SEPTIEMBRE	720	673	21	15	26	44,87	1,73	0,02	<b>96,39%</b>	<b>96,28%</b>
OCTUBRE	720	712	5	3	3	237,33	1,00	0,00	<b>99,58%</b>	<b>99,58%</b>



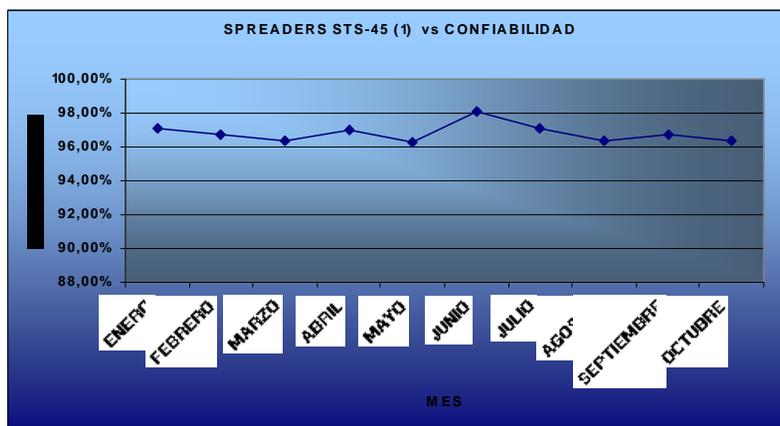
## ANÁLISIS ESTADISTICO EH-180 (S6)

MES	JORNADA MAX. DE TRABAJO	HORAS DE OPERACIÓN	TIEMPOS DE MANTENIMIENTO	NUMERO DE FALLAS	DURACION DE FALLAS (HORA)	TMEF (HORAS)	TPF (HORAS)	TASA FALLA	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
ENERO	720	685	13	4	22	171,25	5,50	0,006	96,94%	96,89%
FEBRERO	720	685	15	7	20	97,86	2,86	0,01	97,22%	97,16%
MARZO	720	664	25	13	31	51,08	2,38	0,02	95,69%	95,54%
ABRIL	720	684	24	11	12	62,18	1,09	0,02	98,33%	98,28%
MAYO	720	677	28	14	15	48,36	1,07	0,02	97,92%	97,83%
JUNIO	720	676	34	9	10	75,11	1,11	0,01	98,61%	98,54%
JULIO	720	680	29	6	11	113,33	1,83	0,01	98,47%	98,41%
AGOSTO	720	669	35	3	16	223,00	5,33	0,00	97,78%	97,66%
SEPTIEMBRE	720	653	50	10	17	65,30	1,70	0,02	97,64%	97,46%
OCTUBRE	720	662	39	11	19	60,18	1,73	0,02	97,36%	97,21%



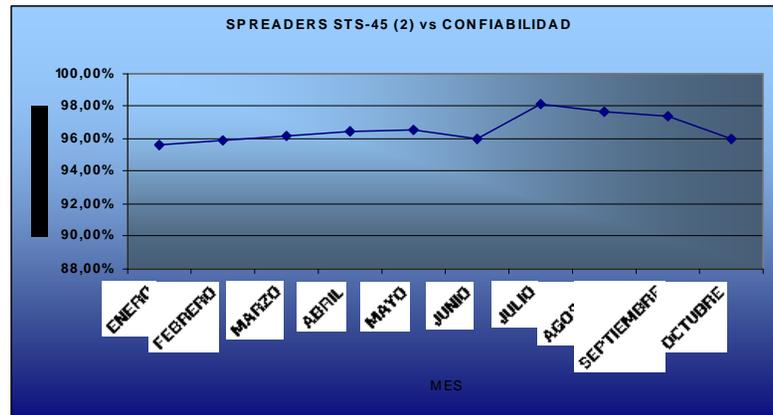
## ANÁLISIS ESTADISTICO STS-45 (S7)

MES	JORNADA MAX. DE TRABAJO	HORAS DE OPERACIÓN	TIEMPOS DE MANTENIMIENTO	NUMERO DE FALLAS	DURACION DE FALLAS (HORA)	TMEF (HORAS)	TPF (HORAS)	TASA FALLA	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
ENERO	720	675	25	7	20	96,429	2,86	0,01	<b>97,22%</b>	<b>97,12%</b>
FEBRERO	720	671	26	8	23	83,88	2,88	0,01	<b>96,81%</b>	<b>96,69%</b>
MARZO	720	659	36	5	25	131,80	5,00	0,01	<b>96,53%</b>	<b>96,35%</b>
ABRIL	720	679	20	14	21	48,50	1,50	0,02	<b>97,08%</b>	<b>97,00%</b>
MAYO	720	665	29	10	26	66,50	2,60	0,02	<b>96,39%</b>	<b>96,24%</b>
JUNIO	720	673	34	11	13	61,18	1,18	0,02	<b>98,19%</b>	<b>98,10%</b>
JULIO	720	669	31	11	20	60,82	1,82	0,02	<b>97,22%</b>	<b>97,10%</b>
AGOSTO	720	682	12	15	26	45,47	1,73	0,02	<b>96,39%</b>	<b>96,33%</b>
SEPTIEMBRE	720	681	16	8	23	85,13	2,88	0,01	<b>96,81%</b>	<b>96,73%</b>
OCTUBRE	720	668	27	8	25	83,50	3,13	0,01	<b>96,53%</b>	<b>96,39%</b>



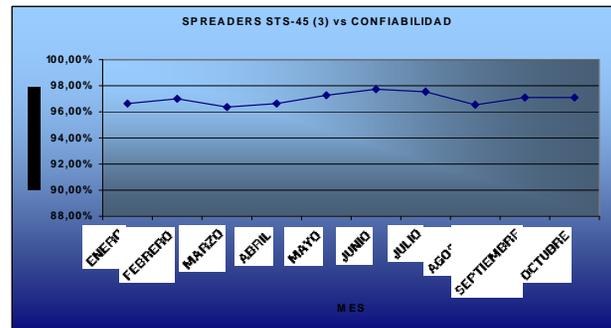
## ANÁLISIS ESTADISTICO STS-45 (S8)

MES	JORNADA MAX. DE TRABAJO	HORAS DE OPERACIÓN	TIEMPOS DE MANTENIMIENTO	NUMERO DE FALLAS	DURACION DE FALLAS (HORA)	TMEF (HORAS)	TPF (HORAS)	TASA FALLA	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
ENERO	720	679	10	7	31	97	4,43	0,01	<b>95,69%</b>	<b>95,63%</b>
FEBRERO	720	678	13	4	29	169,50	7,25	0,01	<b>95,97%</b>	<b>95,90%</b>
MARZO	720	679	14	3	27	226,33	9,00	0,00	<b>96,25%</b>	<b>96,18%</b>
ABRIL	720	675	20	7	25	96,43	3,57	0,01	<b>96,53%</b>	<b>96,43%</b>
MAYO	720	673	23	9	24	74,78	2,67	0,01	<b>96,67%</b>	<b>96,56%</b>
JUNIO	720	668	24	6	28	111,33	4,67	0,01	<b>96,11%</b>	<b>95,98%</b>
JULIO	720	677	30	10	13	67,70	1,30	0,01	<b>98,19%</b>	<b>98,12%</b>
AGOSTO	720	667	37	5	16	133,40	3,20	0,01	<b>97,78%</b>	<b>97,66%</b>
SEPTIEMBRE	720	662	40	9	18	73,56	2,00	0,01	<b>97,50%</b>	<b>97,35%</b>
OCTUBRE	720	651	42	5	27	130,20	5,40	0,01	<b>96,25%</b>	<b>96,02%</b>



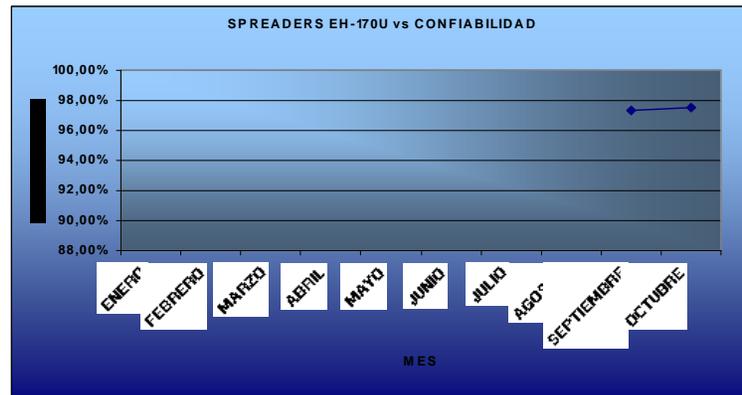
## ANÁLISIS ESTADISTICO STS-45 (S9)

MES	JORNADA MAX. DE TRABAJO	HORAS DE OPERACIÓN	TIEMPOS DE MANTENIMIENTO	NUMERO DE FALLAS	DURACION DE FALLAS (HORA)	TMEF (HORAS)	TPF (HORAS)	TASA FALLA	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
ENERO	720	683	13	9	24	75,889	2,67	0,013	<b>96,67%</b>	<b>96,61%</b>
FEBRERO	720	675	24	8	21	84,38	2,63	0,01	<b>97,08%</b>	<b>96,98%</b>
MARZO	720	667	28	12	25	55,58	2,08	0,02	<b>96,53%</b>	<b>96,39%</b>
ABRIL	720	663	34	10	23	66,30	2,30	0,02	<b>96,81%</b>	<b>96,65%</b>
MAYO	720	668	33	9	19	74,22	2,11	0,01	<b>97,36%</b>	<b>97,23%</b>
JUNIO	720	678	26	9	16	75,33	1,78	0,01	<b>97,78%</b>	<b>97,69%</b>
JULIO	720	673	30	5	17	134,60	3,40	0,01	<b>97,64%</b>	<b>97,54%</b>
AGOSTO	720	671	25	8	24	83,88	3,00	0,01	<b>96,67%</b>	<b>96,55%</b>
SEPTIEMBRE	720	678	22	11	20	61,64	1,82	0,02	<b>97,22%</b>	<b>97,13%</b>
OCTUBRE	720	657	43	13	20	50,54	1,54	0,02	<b>97,22%</b>	<b>97,05%</b>



## ANÁLISIS ESTADISTICO EH-170U (S10)

MES	JORNADA MAX. DE TRABAJO	HORAS DE OPERACIÓN	TIEMPOS DE MANTENIMIENTO	NUMERO DE FALLAS	DURACION DE FALLAS (HORA)	TMEF (HORAS)	TPF (HORAS)	TASA FALLA	DISPONIBILIDAD	CONFIABILIDAD
ENERO										
FEBRERO										
MARZO										
ABRIL										
MAYO										
JUNIO										
JULIO										
AGOSTO										
SEPTIEMBRE	720	666	36	5	18	133,20	3,60	0,01	<b>97,50%</b>	<b>97,37%</b>
OCTUBRE	720	664	39	7	17	94,86	2,43	0,01	<b>97,64%</b>	<b>97,50%</b>



ANEXO 4  
**SPREADERS**



Fig. 1 - Spreader Twin-Lift descargando un Buque.



Fig. 2 - Amortiguador de Choque de los Spreaders.

Fig. 3, 4, 5 - Twin Twenty



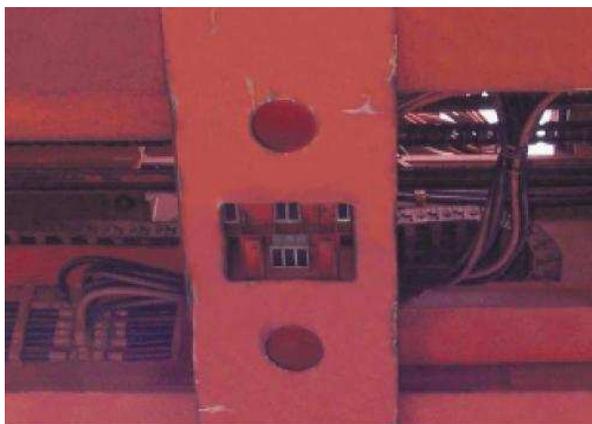
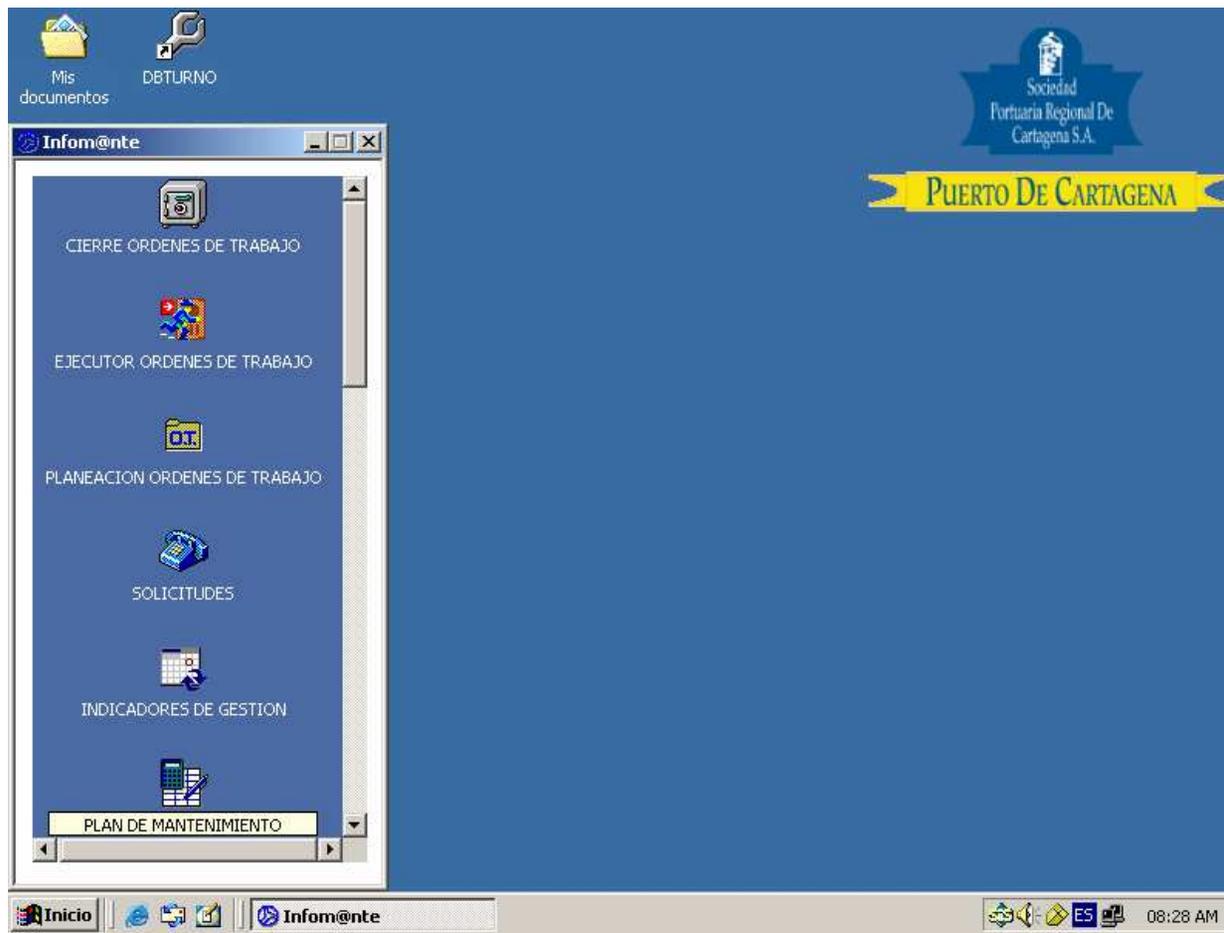


Fig. 4 – Sistema para detección de Twin Twenty en un Spreader Twin Lift Bromma



Fig. 5 – Twistlock Hidráulicamente Retractable

ANEXO 5  
**INFOMANTE**



## Pantalla Inicial de INFOMANTE

CENTURA Report Builder - simpraeaTmp.QRP

File View Print

ASOCIACION ACTIVIDADES A EQUIPO  
MTO. EQUIPOS PORTUARIOS

FECHA : 30/11/2006  
INFOMANTE

PAGINA 1  
SIMPRAEA

ACTIVIDAD	DESCRIPCION CORTA	TIPO	GENERA	HORAS	DIAS	FRECUENCIA
EQUIPO : S5 1GS01	<b>SPREADER EH-180 SERIE 3546 S5</b> MTO MECÁNICO MENSUAL SPREADER	O	S	6,00	0,25	E/S E
1GS02	MTO. GENERAL DE ESTRUCTURA LIMPIEZA GENERAL, ENGRASE, CALIBRACION Y AJUSTE DE PERNY REALIZAR PRUEBA FUNCIONAL.	O	S	2,00	0,08	ANU
INSPEQUIPO	CHECK LIST TECNICO. REALIZAR INSPECCION A LOS EQUIPOS PORTUARIOS CON EL FORIDIENTE Y REPORTAR LOS RESULTADOS AL COORDINADOR DE	O	S	3,00	0,13	MEN
EQUIPO : S5BDB01 SBD02	<b>PANEL DE CONTROL CENTRAL S5</b> MANTENIMIENTO PANEL ELECTRICO	O	S	3,00	0,13	MEN S
EQUIPO : S5BDB02 SBD02	<b>PANEL DE CONEXIÓN IZQUIERDO S5</b> MANTENIMIENTO PANEL ELECTRICO	O	S	3,00	0,13	MEN S
EQUIPO : S5BDB03 SBD02	<b>PANEL DE CONEXION DERECHO S5</b> MANTENIMIENTO PANEL ELECTRICO	O	S	3,00	0,13	MEN S
EQUIPO : S5CBA01 SCB01	<b>MOTOR ELECTRICO S5</b> MANTENIMIENTO NIVEL 1 MOTOR ELECTRICO AC	O	S	3,00	0,13	TRIM S
EQUIPO : S5CDF01 SCD01	<b>BLOQUE DE VALVULAS S5</b> VERIFICACION CONECTORES DE ELECTROVALVULAS COMPROBAR EL ESTADO DE LOS CONECTORES, DESTAPAR, LIMP AJUSTAR TORNILLOS, CABLES Y TERMINALES, REPARAR	R	S	1,00	0,04	MEN S

Inicio | Infom@nte | Microsoft P... | Plan Mante... | Cierre Ord... | Reporte ... | 08:36 AM

## Asociación Actividades a Equipo (A un modelo de Spreader definido)

CENTURA Report Builder - siempreTmp.QRP							
File View Print							
PLAN DE MANTENIMIENTO POR EQUIPO							
MTO. EQUIPOS PORTUARIOS							
FECHA :	30/11/2006	DESDE	01/10/2006	HASTA	30/12/2006		
INFOMANTE							
FECHA	FRECUENCIA	ACTIVIDAD	DESCRIPCION CORTA	REALIZADA	N-S-P	TIPO	CONSEC
<b>EQUIPO : S9</b>		<b>SPREADER STS45 BROMMA S9</b>			<b>UBICACION: GRUAS PORTICO</b>		
01/10/2006	MEN	1GS01	MTTO MECÁNICO MENSUAL SPREADER	S		0	
07/10/2006	MEN	INSPEQUIPO	CHECK LIST TECNICO.	S		0	
07/11/2006	MEN	INSPEQUIPO	CHECK LIST TECNICO.	P		0	
16/11/2006	MEN	1GS01	MTTO MECÁNICO MENSUAL SPREADER	N		0	
08/12/2006	MEN	INSPEQUIPO	CHECK LIST TECNICO.	N		0	
12/12/2006	ANU	1GS02	MTO. GENERAL DE ESTRUCTURA	N		0	
17/12/2006	MEN	1GS01	MTTO MECÁNICO MENSUAL SPREADER	N		0	
<b>TOTAL ACTIVIDADES POR EQUIPO</b>			<b>7</b>				
<b>EQUIPO : S9BDB01</b>		<b>PANEL DE CONTROL CENTRAL S9</b>			<b>UBICACION: SPREADER</b>		
15/10/2006	MEN	SBD02	MANTENIMIENTO PANEL ELECTRICO	N		0	
14/11/2006	MEN	SBD02	MANTENIMIENTO PANEL ELECTRICO	N		0	
14/12/2006	MEN	SBD02	MANTENIMIENTO PANEL ELECTRICO	N		0	
<b>TOTAL ACTIVIDADES POR EQUIPO</b>			<b>3</b>				
<b>EQUIPO : S9BDB02</b>		<b>MODULO DE CONTROL B1 S9</b>			<b>UBICACION: SPREADER</b>		
15/10/2006	MEN	SBD02	MANTENIMIENTO PANEL ELECTRICO	N		0	
14/11/2006	MEN	SBD02	MANTENIMIENTO PANEL ELECTRICO	N		0	
14/12/2006	MEN	SBD02	MANTENIMIENTO PANEL ELECTRICO	N		0	
<b>TOTAL ACTIVIDADES POR EQUIPO</b>			<b>3</b>				
<b>EQUIPO : S9BDB03</b>		<b>MODULO DE CONTROL B2 S9</b>			<b>UBICACION: SPREADER</b>		
15/10/2006	MEN	SBD02	MANTENIMIENTO PANEL ELECTRICO	N		0	

**Plan de Mantenimiento Por Equipo:** Plan sistemático de las actividades asociadas a los Spreaders con sus frecuencias.

**ANEXO 6 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ACTUAL DE LOS SPREADERS DE SPRC**

Cod	Descripcion	E/S	Ubic.	Prio	Acti	gen	frec	tarea	descr	tiem. Eje	total
S4	SPREADER EH - 5 BROMMA S4	E	GRÚA MOVIL	08	1GS01	S	MEN	6106	engrase general de spreader	3	7
								7408	inspección red hidraulica	1	
								7404	inspección cilindros hidraulicas spreader	1	
								7405	inspección presiones spreader	1	
								7406	inspección electrovalvulas spreader	1	
					1GS02	S	ANU	CALIBVES	Calibrar slider vigas estabilizadoras	1	2,5
								VERESA	Verificación espesor soportes de apoyo	1	
								9103	Ajuste gral de tornillería a spreader	0,5	
					INSPEQUIPO	S	MEN	INSPECCIÓN	realizar inspección a equipos, diligenciar formato	2	3
								REPORTE	reporte al coordinar de equipo para evaluación	1	
					MTOPREVMAC	S	TRIM	AJUCABELE	Verificar ajuste cable eléctrico y terminales	1	4,5
								AJUTER	Ajuste de terminales y borneras	1	
								COMMPTAP	Comprobar impermeabilidad de la tapa	1	
								MAISMOTAC	Medición aislamiento motor AC	1	
								7703	Verificar estado de cadenas plásticas spreader	0,5	
S4BDB01	PANEL DE CONTROL CENTRAL S4	S	SPREADER	08	5BD02	S	MEN	5501	LIMPIEZA PANELES	2,00	4,10
								9501	AJUSTE BORNERA	1,00	
								9506	AJUSTE DE TORNILLOS COMPONENTES ELECTRICOS	1,00	
								7510	INSPECCIÓN DE MARQUILLAS	0,02	
								7511	INSPECCIÓN DE LUMINARIA	0,02	
								7512	INSPECCIÓN DE PASACABLES	0,02	
								7702	VERIFICACION ESTANQUEIDAD	0,02	
								1002	PRUEBA FUNCIONAL	0,02	
S4BDB02	PANEL DE CONEXIÓN IZQUIERDO	S	SPREADER	08	5BD02	S	MEN	5501	LIMPIEZA PANELES	2,00	4,10
								9501	AJUSTE BORNERA	1,00	
								9506	AJUSTE DE TORNILLOS COMPONENTES ELECTRICOS	1,00	
								7510	INSPECCIÓN DE MARQUILLAS	0,02	
								7511	INSPECCIÓN DE LUMINARIA	0,02	
								7512	INSPECCIÓN DE PASACABLES	0,02	
								7702	VERIFICACION ESTANQUEIDAD	0,02	
1002	PRUEBA FUNCIONAL	0,02									

Cod	Descripcion	E/S	Ubic.	Prio	Acti	gen	frec	tarea	descr	tiem. Eje	total
S4BDB04	PANEL DE CONEXIÓN DERECHO	S	SPREADER	08	5BD02	S	MEN	5501	LIMPIEZA PANELES	2,00	4,10
								9501	AJUSTE BORNERA	1,00	
								9506	AJUSTE DE TORNILLOS COMPONENTES ELECTRICOS	1,00	
								7510	INSPECCIÓN DE MARQUILLAS	0,02	
								7511	INSPECCIÓN DE LUMINARIA	0,02	
								7512	INSPECCIÓN DE PASACABLES	0,02	
								7702	VERIFICACION ESTANQUEIDAD	0,02	
1002	PRUEBA FUNCIONAL	0,02									
S4CBA01	MOTORES ELECTRICOS M01 AL M04 S4	S	SPREADER	04	5CB01	S	TRIM	CB02	MTTO NIVEL 1 MOTOR ELECTRICO AC	2	2
S4CBA02	MOTOR ELECTRICO AC LADO AZUL S4	S	SPREADER	04							
S4CBA03	MOTOR ELECTRICO AC LADO AMARILLO S4	S	SPREADER	04							
S4CBA04	MOTOR ELECTRICO AC TEESCOPICOS	S	SPREADER	04							
S4CDB01	BOMBA HIDRAULOCA PPAL	S	SPREADER	04							
S4CDE01	MECANISMO TELESCOPICO	S	SPREADER	04							
S4CDF01	BLOQUE DE VALVULAS	S	SPREADER	04	5CD01	S,	ruta				
S4CEL01	MECANISMO ASEGURAMIENTO	S	SPREADER	04	1CE01	S					
S4CEL02	MECANISMO FLIPPERS	S	SPREADER	04							
S4CGB01	TANQUE HIDRAULICO	S	SPREADER	04							
S4CHC01	ESTRUCTURA CENTRAL SPREADER	S	SPREADER	04							

Cod	Descripcion	E/S	Ubic.	Prio	Acti	gen	frec	tarea	descr	tiem. Eje	total
S4CHC02	ESTRUCTURA VIGA DE EXTENSION	S	SPREADER	08	1GS02	N	SEM	CALIBVES	Calibrar slider vigas estabilizadoras	1	2,5
								VERESA	Verificacion espesor soportes de apoyo	1	
								9103	Ajuste gral de tomilleria a spreader	0,5	
S4DAA01	RED ELECTRICA SPREADER	S	SPREADER	08	5DA01			9504	ajuste cable terminales	0,03	1,17
								7513	inspección de plugs y conectores	0,07	
								2506	calibrar sensores	0,07	
								1002	prueba funcional	1	
S4DBA01	RED HIDRAULICA MECANISMO ASEGURAMIENTO	S	SPREADER	04							
S4DBA02	RED HIDRAULICA FLIPPERS	S	SPREADER	04							
S4DBA04	RED HIDRAULICA TELESCOPICO	S	SPREADER	04							
S4E	ESTRUCTURA GENERAL SPREADER	E	SPREADER	08	1CH01	S	SEM	7704	verificacion soldadura estructura spreader	1	1

SISTEMA	SUB-SISTEMA	EQUIPOS O SISTEMAS/EQUIPOS	FUNCIÓN	FALLA FUNCIONAL	MODO DE FALLAS	EFFECTOS DE LAS FALLAS ¿Qué sucede cuando se produce la falla?	ACCIÓN	S	F	D	RPN
SPREADERS	Sistema Hidráulico	Tanque o Depósito	Almacenar y proveer la cantidad de aceite necesario para el óptimo funcionamiento del sistema hidráulico	Permite la entrada de líquidos diferentes al que se encuentra contenido (aceite)	El tanque ha sido tapado incorrectamente	Contaminación del fluido hidráulico a utilizar.	Inspeccionar el estado de los topes de la tapa luego de su cierre.	3	1	5	15
					El tanque puede tener fisuras en su superficie, causadas por corrosión (pitting)	Contaminación con costras de oxidado del mismo tanque.	Inspeccionar el buen estado del tanque o depósito	3	1	5	15
					Error Humano (operador llena el tanque con un aceite que un aceite diferente al recomendado por el proveedor)	Desgaste de los componentes, por el uso de un tipo de aceite inadecuado.	Drenar el aceite incorrecto, y agregar el correcto.	3	2	4	24
		Bomba	Transportar aceite desde el tanque o depósito al bloque de válvulas	La bomba no arranca	Cable de Alimentación interrumpido	Al no haber alimentación de la fuente eléctrica, la bomba no inicia su función	Verifique e inspección el estado del cable de alimentación y cambie en caso de ser necesario.	4	2	5	40
					Motor en Cortocuito	No hay suministro de aceite a los componentes	Encuentre el motivo/causa del cortocircuito y arregle el daño.	3	2	5	30
					Capacitor quemado	No arranca el motor por ende no hay alimentación del sistema	Cambie el capacitor	4	1	5	20
					Fusibles Quemados	No arranca el motor.	Cambie los fusibles.	4	2	5	40
				Produce Ruido y Calor Excesivo	El nivel de aceite es insuficiente	El sistema puede quedar sin aceite.	Verifique y Suministre el nivel de aceite adecuado.	3	2	5	30
					La presión de Trabajo sea la incorrecta	Mal funcionamiento de los sistemas hidráulicos, haciendo que se esfuerzen mas poder producir los movimientos.	Compruebe que la bomba funcione correctamente según el manual del distribuidor	2	3	5	30
					Fugas a través de las Válvulas de Desahogo/Alivio de Impacto	Daño de componentes, ya si no absorben impacto y el spreaders constantemente esta sometido a golpe, puede dañar componentes sensibles	Compruebe que el ajuste de las válvulas de desahogo de presión sea correcta, y que la tubería de aspiración de la bomba no este bloqueada.	3	2	3	18

					Filtros de Aceite obstruidos	Exceso de Ruido y ensuciamiento en el impulsor, taponamiento del bloque de valvulas, entre otros.	Sustituye el filtro e Aceite	2	2	3	12			
				Desgaste excesivo de la Bomba	Perdida excesiva de aceite en la tubería de drenaje en la bomba	No suministra el caudal necesario para efectuar los movimientos.	Compruebe la aspiración de la bomba, desconectando la tubería de drenaje y midiendo el flujo a la presión de funcionamiento según manual	2	2	5	20			
				No Bombea, Caudal o Presión Insuficiente	Problemas con el Sello mecánico (entrada de agua)	Posible Mezcla entre el fluido lubricante de la bomba con el fluido bombeado	Inspeccionar y cambiar el sello mecanico en caso de ser necesario	2	3	5	30			
					Sentido de Giro Invertido	Que no se produzca una presión de bombeo suficiente para el sistema	Realice cambio del sentido de giro.	3	1	5	15			
					Impulsor Obstruido		Desmonte la bomba y efectue limpieza del impulsor	3	1	5	15			
				Filtros	Dispositivo utilizado para limpiar el aceite de posibles impurezas contenidas en él.	Reduce el caudal del aceite que recibe la bomba	El filtro se encuentra saturado	Si el filtro no funciona, se producen daños al interior del equipo (taponamiento de mangueras y bloque de valvulas, ensuciamiento del rotor de la valvula, entre otros)	Cambie el filtro	3	4	5	60	
				Valvulas Hidraulicas	Bloque de Valvulas	Su función es controlar el sistema de accionamiento de los brazos telescopicos y brazos extendibles (Flippers).	que suministre la presión adecuada	Taponamiento del bloque de valvula	El sistema limita el funcionamiento optimo del Spreader	Repare o cambie de ser necesario	3	1	5	15
							Fuga	Se daña el sello (o-rings)	Con fugas constantes el sistema hidráulico puede quedar sin aceite en el deposito y dependiendo al desprendimiento de material del sello, este puede causar daños internos a los elementos.	Cambie sello (o-rings)	2	1	5	10

	Valvula Solenoide	Es la que controla el funcionamiento de cada uno de los componentes hidráulicos del spreaders, permitiendo el suministro de las presiones adecuadas.	Se quema	Suministro al solenoide es correcto (si corresponde)	No llega la presión adecuada a los sistemas y puede causar mal funcionamiento.	Cambie el solenoide.	2	3	5	30
	Valvula de Alivio de Impacto	Protege los brazos extendibles de impactos	que suministre la presión adecuada	Taponamiento del bloque de valvula	Al deja de funcionar el sistema e protección contra impactos los componentes mecanico e hidráulicos se pueden ver afectados por los chques que se presenten durante la maniobra	Verifique periodicamente el estado de las valvulas y cambie si es necesario	3	3	5	45
	Mangueras	Su función es hacer circular el aceite por todo el sistema hidráulico	Fuga de aceite, haciendo que no llegue al sistema	Desgaste en el cordón de acero de las mangueras	Bloqueo de spreader	Todas las mangueras deben ser chequeadas y reemplazadas según sea necesario.	4	4	5	80
Motor Hidráulico	Flippers	Acciona el movimiento hacia arriba o hacia debajo de los brazos extendibles (flippers) para ayudar a guiar el spreader hacia el contenedor	Los flippers se bloquean	Bomba parada	Deben ser retirados mientras el problema de bombeo se solucione	Compruebe el funcionamiento de la bomba	1	4	3	12

			La estructura presenta deterioro y puede dejar de cumplir su función de guía.	Fallas en diseño (Mala Soldadura)	puede dejar de cumplir su función de guía, debido a que tendrían que ser retirados por seguridad para mejorar las soldaduras.	Inspeccionar la soldadura, elaborando pruebas de esfuerzo.	1	3	5	15
	Caja reductora		Vibraciones y ruidos	Soltura	soltar un tornillo, se caiga, o incluso el mal funcionamiento del flippers	Cambio de rodamiento y ajuste	2	2	4	16
	Cilindro Hidráulico	Gira el TwisLock en posición de bloqueo y desbloqueo	Presión Hidráulica Insuficiente	Fuga en las mangueras que suministran aceite al cilindro	Mal funcionamiento de los Twislock incluso presentandose bloqueo total de estos y congelando por completo la maniobra	Compruebe la Presión de CCV, indicada en el esquema hidráulica del proveedor	4	2	5	40
<b>Sistema Eléctrico/Electrónico</b>	Amortiguadores de Caucho	Es servir como base a la cuadro eléctrico para absorber impactos.	Rompa el caucho	Fatiga (Concentración de esfuerzos)	Por el exceso de esfuerzo se presenta muchos impactos lo cual afectaría a los sistemas que se encuentran (Motor, eje de la bomba, entre otros), prociendo desalineamiento o daños severos	Revisar periódicamente y en caso de falla reemplace	3	1	5	15
	Cuadro Eléctrico Principal (PLC)	El que envía todas los comandos de accionamiento a los demás sistemas para el funcionamiento del Spreaders	Cortocircuito	Humedad (agua dentro de la caja)	Daño en el procesar. Paraliza por completo todo el spreader	Controlar el lavado y revisar periódicamente debido a las lluvias. Para impedir el acceso del agua.	5	1	5	25
	Caja de Conexiones (Cableado)	Son los que llevan la señal que es emitida del cuadro eléctrico a cualquiera de los sistemas a accionar	Bloqueo del spreaders	Desajuste	bloquea el envío de señal haciendo que se pierda la señal del spreader y por ende que se bloquee.	verificación de conexiones periódicamente ya que esta sometido a vibraciones y golpes lo cual afectaría al sistema	4	3	4	48



				Daños en los conductores desde los conectores al solenoide		Repare o cambie de ser necesario				
				Daño en el circuito de bloqueo		Compruebe los relés y/o interruptores limitadores, y ajústelos o sustitúyalos en caso de ser necesario				
				Daño en el suministro de energía en el circuito de conexión		Compruebe las conexiones y sustituya el adorno				
	Sensor para Pasador de Aterrizaje	Indica el correcto aterrizaje del Spreader sobre el contenedor								
Motor Eléctrico	Transformar la energía eléctrica en mecánica para transmitir movimiento a la bomba		Motor parado	El suministro trifásico esta interrumpido	al no proporcionar el flujo de corriente adecuado se para el spreaders	Revise el cable, el conector y el zocalo	4	1	5	20
				Cojinetes Agarrotados	Daños en el eje tanto del motor como de la bomba porque hay desalineamiento.	Cambie los cojinetes	3	2	5	30
				Bobinado del Estator se quema	Deja de funcionar el motor	Rebobinar el Estator	3	2	5	30
				Contactos defectuosos	Se interrumpe la alimentación.	Compruebe la señal del control de la grúa	2	4	3	24
				Falta de suministro desde la Grúa.	Bloqueo de funciones y sistemas.	Compruebe la conexión	4	5	1	20

				Disparo ininterrumpido del Interruptor del motor	Presión de la bomba muy alta o bomba defectuosa	se dispara constantemente el sistema, bloqueando funciones.	Consulte la presión del sistema de acuerdo al manual del proveedor	3	3	5	45
					El motor defectuoso de fabrica	No suministra la potencia adecuada.	Haga uso de la Garantía y cambie el equipo	2	1	5	10
					Falla una fase del suministro al motor	Deja de funcionar el motor	Localice el punto de cortocircuito de la conexión y reparela en caso de ser necesario	3	1	5	15
				Giro en sentido incorrecto	Mal bobinado	Se dispara constantemente y puede ocasionar que se queme el motor.	Rebobine y asegurese del sentido de giro	3	1	5	15
<b>Sistema Estructural o Telescópico</b>	Placas Deslizantes (Sliders)	Son placas de baja fricción que poseen espacio suficiente entre ella y la estructura para permitir que las vigas se doblen, y así poder transportar contenedores ligeramente deformados.	El spreader no permite la apertura de las longitudes estándares para el agarre de contenedores	Rompimiento de los Sliders, Corrosion (oxidacion)	El spreaders no permite la extensión de las vigas telescópicas para el agarre de contenedores con las longitudes estándares		Chequear cada determinado tiempo los sliders, y lubricar sus partes	4	2	5	40
				Falta de Engrase, Rozamiento (desgaste)							

Orejetas de Elevacion	Permite colocar slingas o cadenas para transportar contenedores de carga suelta o extradimensionada	Soldadura sometida a esfuerzos excesivos.	Fatiga (Concentración de esfuerzos).	No permite el agarre de carga suelta. Y se rompe mientras esta la grúa izando la carga puede producir daños catastroficos.	Inspeccionar periodicamente el estado de los cordones de soldaduras aplicados a la unión entre la oreja y el bastidor principal (estructura general del spreaders.	5	1	5	25
Vigas Telescopicas	Son aquellas que perminten las diferentes longitudes de los contenedores estándares.	Roturas en las vigas	Corrosion bajo esfuerzos (SCC)	Estas vigas están sometidas a demasiados esfuerzos produciendo daños a la estructura interna como grietas lo cual afectara el oprimo desarrollo del spreader y ocasionara rotura a alguna viga.	Inspeccionar la estructura con métodos de ensayos no destructivos	4	1	5	20
Caja de Engranajes Reductores	Es la que suministra el movimiento de extension o cierre de las vigas telescopicas.	Deslizamiento de la cadena	Desgaste en los diente de los engranajes.	no transmitir el movimiento	Inspección y cambio despues de un determinado tiempo. Lubricación recomendada	4	2	5	40
Cadenas	Es la que trasmite el movimiento desde la caja reductora a las vigas telescopicas para su desplazamiento	Rozamiento y ruido	Falta de lubricacion	Desgaste entre sus eslabones	Mantenga lubricada la cadena en los tiempos establecidos por el plan de mantenimiento.	3	2	5	30

Valvulas de Contrapeso		Bloquea el motor cuando el bloque de valvula no recibe energía y ayuda a mantener el spreaders en posición durante el funcionamiento.	No recibe alimentación	Taponamiento o obstrucción	Evita el aseguramiento del spreaders durante la maniobra si por cualquier motivo el bloque de valvulas no recibe alimentación	Drenaje / purga, pruebas periódicas.	4	1	4	16
Barras de Tensión		Es la que permite la unión del amortiguador de la cadena a la viga telescópica y resguarda el porta cable.	Roturas en las barras	Corrosion bajo esfuerzos (SCC)	Estas barras están sometidas a demasiados esfuerzos de tensión produciendo daños a la estructura interna como grietas lo cual afectara el oprimido desarrollo del spreader y ocasionara su rotura.	Inspeccionar la estructura con métodos de ensayos no destructivos	4	1	5	20
Bloques de Arandelas de Resorte o Amortiguadores		Actúan como amortiguadores es aquellos puntos donde la cadena va unida a las barras de tensión	Se quede pegado el amortiguador	Rotura en las arandelas de resorte.	No hay un sistema que absorba el impacto transmitido por las vigas telescópicas hacia las barras de tensión.	Inspección continua del estado de las arandelas de resorte.	3	3	4	36
Sistema Twislock	TwisLock	Enganchar y levantar los contenedores	Los TwisLocks no funcionan	No hay suministro de energía eléctrica a los solenoides	No se accionan.	Compruebe el funcionamiento manual de la valvula del Solenoide	4	5	2	40
				Inferencia Mecanica	No puede aterrizar correctamente, impidiendo un buen agarre y provocando posibles daños severos durante la maniobra.	Compruebe que no halla objetos en las esquinas del TwisLock que pueden interferir u obstaculizar el movimiento de éste.	4	5	2	40
				Presión anormal del Sistema	No se accionan.	Compruebe que la presión de la bomba es correcta de acuerdo a la suministrada por el proveedor.	4	5	1	20

				<p>Suministro al solenoide es correcto (si corresponde)</p>		<p>Cambie el solenoide.</p>					
				<p>Cuando la valvula se acciona manualmente, la presión no se mantiene en el nivel de trabajo</p>	<p>No suministra la cantidad necesaria de aceite para llevar a cabo la operación de bloqueo y desbloqueo de los twist lock.</p>	<p>Compruebe la valvula de desahogo. Si esta disminuye, compruebe los sellos del cilindro.</p>	3	5	2	30	
		Pasador de Aterrizaje	Activa el sensor de posición de bloqueo o desbloqueo en las 4 esquinas del Spreader	Bloque de twist lock	Descalibración	No asegura contenedor	Calibrar	4	5	1	20

ANEXO 8

**PROGRAMA DE MANTENIMIENTO ALTERNO**

Sistema	Sub-sistema	Componente	Actividad	Tarea	FREC	tiem. eje
SPREADER	Sistema Hidráulico	Tanque o Depósito	Inspeccionar y detectar fisuras	Limpieza General del Tanque y use tintas penetrantes en busca de fisuras	3000 horas (después de manipular 100000 contenedores o una vez al año)	1 hora
				Compruebe que todas las monturas del depósito estén apretadas	100 horas	1 hora
			Aceite Hidráulico	Purgar y cambiar el aceite hidráulico	1000 horas	1 hora
		Bomba	Comprobar la presión del sistema	Medir la presión de entrada y salida de la bomba	100 horas	20 min
				Inspeccionar en busca de fugas en las mangueras	100 horas	20 min
		Filtros	Cambio de Filtros	Cambiar el Filtro	1000 horas	10 min
		Valvulas Hidraulicas	Bloque de Válvulas	Inspeccionar	Inspeccionar el estado del Bloque de Valvulas	3000 horas (después de manipular 100000 contenedores o una vez al año)

		Valvula Solenoide	Inspeccionar	Inspeccionar el estado de las valvulas solenoide	3000 horas (despues de manipular 100000 contenedores o una vez al año)	1 hora	
			Comprobar la presión del sistema	Inspeccionar en busca de fugas en el sistema	100 horas	20 min	
		Valvula de Alivio de Impacto	Inspeccionar	Inspeccionar el estado de las valvulas de alivio de Impacto	3000 horas (despues de manipular 100000 contenedores o una vez al año)	1 hora	
			Comprobar la presión del sistema	Inspeccionar en busca de fugas en el sistema	100 horas	20 min	
		Mangueras	Inspeccionar	Compruebe que todas las conexiones y abazaderas se encuentren en perfecto estado	100 horas	1 hora	
		Caja reductora de los Flippers	Lubricacion	Inyecte grasa en los engrasadores	50-300 horas	1 hora	
		Cilindro Hidráulico	Inspeccionar	Inspección de los Cilindros Hidráulicos del Spreader	100 horas	1 hora	
		<b>Sistema Eléctrico/Electronico</b>	Cuadro Eléctrico Principal (PLC)	Limpieza	Limpieza de Paneles	500-700 horas	30 min
				Ajuste	Ajuste de Borneras y Tornillos Componentes	500-700 horas	45 min
				Inspeccionar	Inspección de Marquillas, luminaria y de pasacables	500-700 horas	1 hora
		Sensores	Codificador de Proximidad del Sistema Telescopico	Calibrar	Calibrar los sensores	500-700 horas	1 hora

		Sensores de Posicion Bloqueo o Desbloqueo				
		Sensor para Pasador de Aterrizaje				
		<b>Motor Eléctrico</b>	Mantenimeinto Nivel 1	Inspeccionar y comprobar el aislamiento	50-300 horas	1 hora
	<b>Sistema Estructural o Telescópico</b>	Placas Deslizantes (Sliders)	Lubricacion	Extienda el Spreader a las diferentes posiciones standars del contendor y engrase las placas deslizantes	50-300 horas	90 min
			Inspeccionar	Compruebe que todos los rieles inferiores no estén deformados	100 horas	1 hora
			Desmonte	Por recomendación del fabricante, cambie las placas deslizantes	3000 horas (despues de manipular 100000 contenedores o una vez al año)	24 horas
		<b>Vigas Telescopicas</b>	Ajustar	Ajuste general de tornilleria a spreader	500-700 horas	1 hora
		<b>Caja de Engranajes Reductores</b>	Lubricacion	Inyecte grasa a través de los engrasadores	50-300 horas	1 hora
	<b>Cadenas</b>	Lubricacion	Extienda el Spreader a su maxima longitud, y rocíe lubricante de cadena a lo largo de ella	50-300 horas	1 hora	

			Verificar	Comprobar la tensión de la cadena	3000 horas (después de manipular 100000 contenedores o una vez al año)	2 horas
			Desmante	Comprobar el estiramiento de la cadena	6000 horas (Después de 200000 contenedores o cada año de por medio)	2 horas
	Sistema Twislock	TwisLock	Lubricacion	Inyecte grasa a través de los engrasadores	50-300 horas	1 hora
				Aplique grasa con brocha en los cojinetes esfericos	50-300 horas	1 hora
			Apretar, comprobar el funcionamiento	Compruebe las tuercas y el mecanismo flotante. Asegurese de que todas las piezas estén correctamente ajustadas	100 horas	90 min
			Desmante	Inspeccione todas las piezas, compruebe que no haya fisuras (sustituya si es necesario), limpie todas las piezas, lubrique y vuelva a montar los twistlocks.	3000 horas (después de manipular 100000 contenedores o una vez al año)	2 horas
				Sustuir los pasadores (landing) y arandelas esfericas	6000 horas (Después de 200000 contenedores o cada año de por medio)	2 horas
			Pasador de Aterrizaje	Calibracion	Calibracion del pasador	50 horas

## BIBLIOGRAFÍA

- Moubray, John. ***Mantenimiento Centrado en Confiabilidad***, United Kingdom, Editorial Biddles Ltd. 1997
- Keoner, Charles & Tregoe, Benjamín. ***El nuevo Directivo Racional***, Ed. McGraw Hill.
- Manual de Operación y Mantenimiento **BROMMA**
- Parra Márquez, Carlos Alberto. ***Seminario: Mantenimiento Centrado en Confiabilidad***. UTB-UIS, PostGrado en Gerencia de Mantenimiento. 2001
- SOPORTE & CIA LTDA. **Capacitación en Software de Mantenimiento: INFOMANTE**. SPRC. Cartagena de Indias, 24 de Noviembre de 2006.
- Cardozo, Gonzalo. **Ingeniería de Confiabilidad**.
- Acosta Meza, Raúl; Ojeda Caicedo, Vilma & Arellano Cartagena, William. ***Guía Metodológica para el Diseño y Desarrollo del Trabajo de Grado***. UTB, Dirección de Investigaciones. 2001