

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA-ENERGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**“MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE OPERACIÓN DE  
DOS GRÚAS TIPO TORRE EN LA CONSTRUCCIÓN  
DEL GRAN TEATRO NACIONAL DE LIMA”**

**INFORME DE EXPERIENCIA LABORAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO**

**AUTOR: Bachiller Pedro Ricardo Francia Garnique.**

**CALLAO, DICIEMBRE, 2013**

**PERÚ**

## **DEDICATORIA**

A mi esposa que tanto amo, a mi madre y mis hermanas; que siempre con su apoyo me han dado la fortaleza para cumplir mis metas.

## ÍNDICE GENERAL

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
2.- OBJETIVOS.....	3
3.- ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA .....	4
3.1.- Datos generales de la empresa:.....	4
3.2.- Directorio de la Empresa GYM S.A.....	4
3.3.- Corporación Graña y Montero.....	5
3.4.- GYM S.A. ....	6
3.5.- Misión, Visión y Valores Corporativos.....	7
4.- ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA.....	9
5.- DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA .....	11
5.1.- Marco Teórico.....	11
5.1.1.- Descripción de la Grúa Torre.....	14
5.1.2.- Componentes de una Grúa Torre. ....	24
5.2.- Antecedentes y Descripción del Problema. ....	29
5.3.- Planteamiento y Alcance del Problema:.....	32
5.4.- Análisis y Solución del Problema.....	33
5.4.1.- Normativa y Legislación internacional aplicada a las grúas torres. ....	33
5.4.2.- Mejoramiento del sistema para la correcta operación de las grúas. ....	36
5.4.3.- Control de operación y mantenimiento de las grúas torres.....	82

6.- EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA. ....	98
7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	110
8.- BIBLIOGRAFÍA.....	112
9.- ANEXOS.....	114

## **1.- INTRODUCCIÓN**

La empresa GYM S.A. inicia operaciones desde 1933, cuenta con áreas especializadas en cada uno de los procesos de construcción.

El área de la Central de Equipos CEQ, concentra todos los equipos de la empresa y los administra para tenerlos correctamente operativos, cumpliendo con altos estándares de mantenimiento, para cubrir las necesidades de los proyectos que los requieren.

Debido al auge del sector construcción de estos últimos años, en nuestro país se ha producido una mayor demanda de maquinaria pesada utilizada para la construcción de edificios. Las obras modernas requieren de estructuras cada vez mas altas, uno de los equipos que ha sido importado en mayor cantidad en estos últimos años son las grúas torres que por su versatilidad y desempeño se convierten en una herramienta fundamental para la construcción.

Las grúas torres son unos equipos complejos que tienen que tener un plan de ingeniería para su correcto funcionamiento en la obra donde estarán destinadas a trabajar.

En el presente informe de experiencia profesional se da a conocer los aspectos teóricos y prácticos de la grúa torre, tomando como referencia la construcción del Gran Teatro Nacional de Lima.

Este trabajo proporciona la información necesaria para realizar una labor eficiente.

En la sección 3 de este informe, se detalla como se encuentra organizada internamente la empresa, cual es su posición en la organización de la Corporación Graña y Montero, así como su misión, visión y valores corporativos.

En la sección 4, se detalla las actividades desarrolladas por la empresa, los tipos de servicio que ofrece y su participación a nivel nacional e internacional de los proyectos más importantes de ingeniería y construcción en los que participa.

En la sección 5, se tiene la descripción detallada del proyecto de ingeniería, identificando cual es la secuencia de los trabajos que se deben realizar cuando se utilizan grúas torres. Siendo parte de estos trabajos, la inspección, el montaje, la puesta en operación, el mantenimiento y otros. Todo esto soportado técnicamente con normativa internacional visto de una manera práctica en un proyecto representativo como fue la construcción del Gran Teatro Nacional de Lima.

En la sección 6, se detalla la evaluación técnica económica del proyecto, la importancia de realizar una buena programación de trabajos para evitar sobre costos y retrasos que perjudican al proyecto y a la empresa.

## **2.- OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL.**

Mejorar el sistema de operación de las grúas tipo torre de la empresa GYM S.A. garantizando un trabajo eficiente y seguro, tanto para el personal como para los equipos.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Utilizar normativa y legislación específica aplicada al trabajo con grúa torre.
- Mejorar los procesos de operación de la grúa torre antes y durante la operación del equipo en el proyecto asignado.
- Utilizar un programa de control eficiente para el mantenimiento de la grúa torre.
- Evaluar económicamente los costos asumidos por la empresa en las reparaciones, montaje y puesta en operación de la grúa torre, comparándolos con los costos relacionados a daños en el equipo producto de un accidente por un inadecuado plan de trabajo.

### 3.- ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA

#### 3.1.- Datos generales de la empresa:

<b>1.- Razón Social</b>	G y M S.A.
<b>2.- Ruc</b>	20100154057
<b>3.- Tipo de Empresa</b>	Sociedad Anónima
<b>4.- Fecha de Fundación</b>	31/10/1949
<b>5.- Año de Inicio de Actividades</b>	1933
<b>6.- Dirección Legal</b>	Av. Paseo de la República N°. 4675
<b>7.- Distrito</b>	Surquillo
<b>8.- Departamento</b>	Lima
<b>9.- Teléfonos</b>	21303444 / 2130555

TABLA N° 3.1 DATOS GENERALES DE LA EMPRESA GYM S.A.

Fuente: SUNAT.

#### 3.2.- Directorio de la Empresa GYM S.A.

El Directorio de la Corporación Graña y Montero está conformado por los siguientes miembros:

- Presidente: José Graña Miro Quesada

- Vice-Presidente: Carlos Montero Graña

- Gerente General: Mario Alvarado Pflucker

- Director: José Antonio Colomer Guiu

- Director: Roberto Abusada Salah

- Director: Luis Miró Quesada Valega

- Director: Hernando Graña Acuña

### 3.3.- Corporación Graña y Montero.

Graña y Montero es un grupo de 20 empresas de servicios de ingeniería, que trabaja en 8 países de Latino América, estas empresas ejecutan proyectos informáticos generales, desarrollo inmobiliario, servicios petroleros, servicios de contratistas generales, servicios de ingenieros consultores, todas estas empresas están formadas para mejorar de manera efectiva la distribución del capital general y aprovechar las necesidades del mercado proporcionando una alternativa confiable en cada rubro que ocupa.

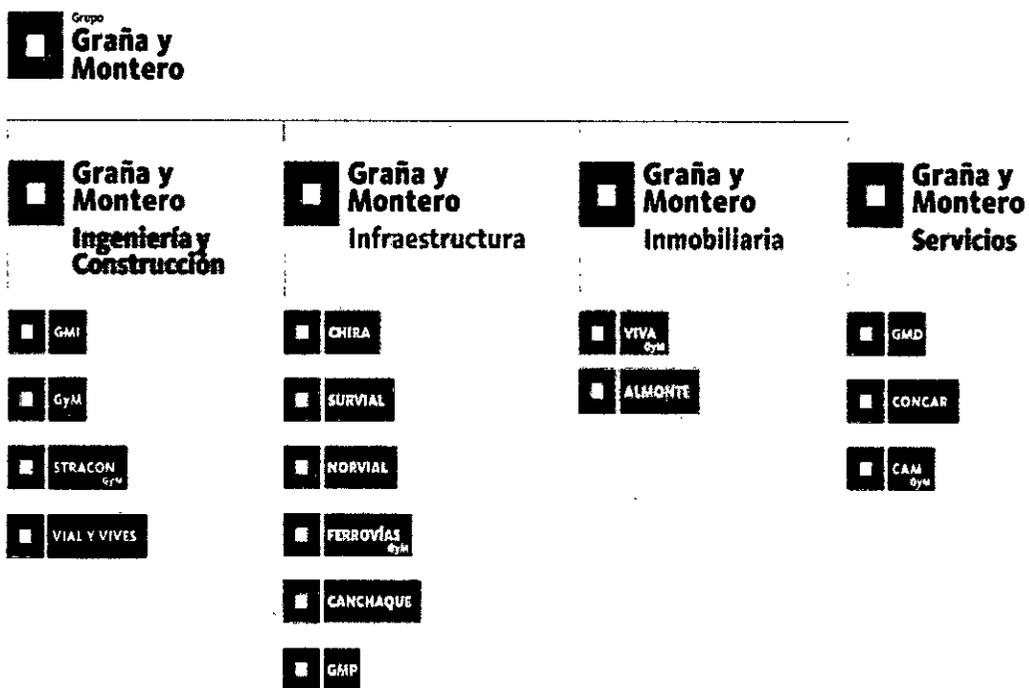


FIGURA N° 3.1: ORGANIZACIÓN DE GRAÑA Y MONTERO.

Fuente: Memoria anual 2012

### 3.4.- GYM S.A.

Es una de las empresas que forman la corporación Graña y Montero especializada en ingeniería y construcción, brindando sus servicios a los más exigentes clientes tanto nacionales como internacionales. El área que se especializa en administrar los equipos de la empresa es la Central de Equipos CEQ.

CEQ se encarga de brindar el soporte necesario para que los equipos de la empresa funcionen eficientemente en los proyectos que son asignados.

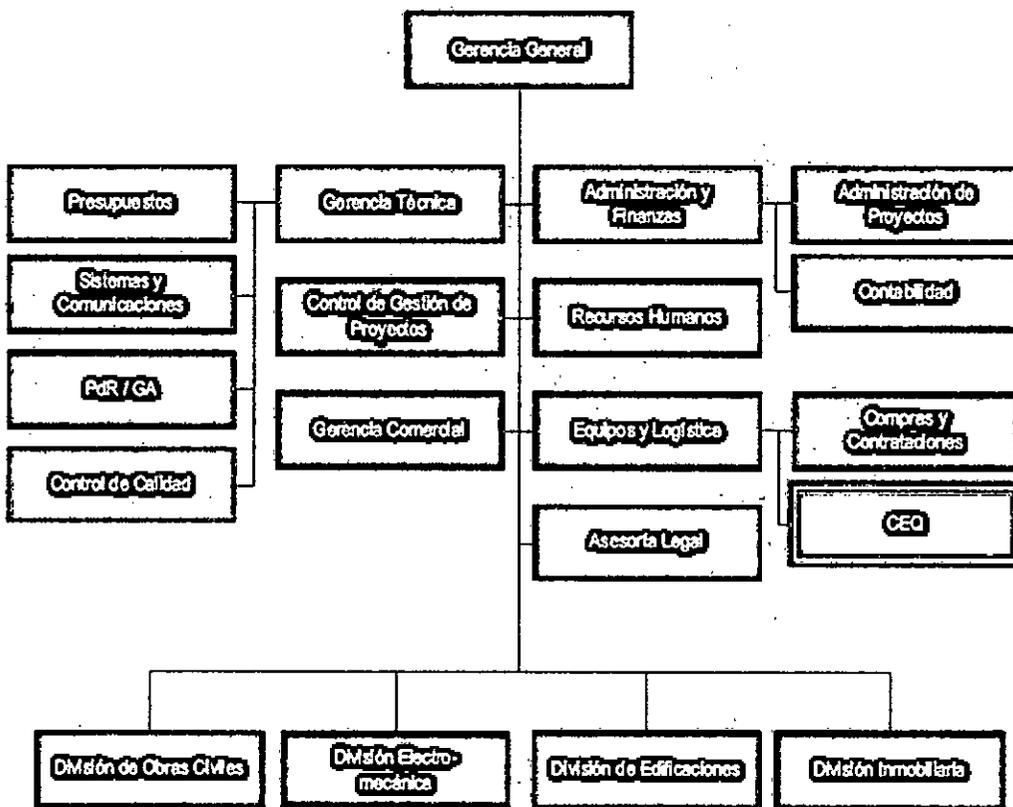


FIGURA Nº 3.2 : ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA GYM S.A.

Fuente: Oficina principal de GYM S.A.

### 3.5.- Misión, Visión y Valores Corporativos.

#### **Misión:**

La misión de GYM S.A. es resolver las necesidades de servicios de ingeniería e infraestructura de sus clientes más allá de las obligaciones contractuales, trabajando en un entorno que motive y desarrolle a su personal respetando el medio ambiente, trabajando en armonía con las comunidades en las que opera y asegurando el retorno a sus accionistas.

#### **Visión:**

Ser la empresa de construcción más confiable de Latino América.

#### **Valores corporativos:**

- Cumplimiento antes del plazo.

GYM S.A. estableció la política "Antes del plazo", que consiste en tener como objetivo culminar antes del plazo contractual todas las obras que ejecuta, para confirmar esto, se solicita a cada cliente una carta que asegure que la obra fue entregada antes del plazo contractual, siendo estos documentos certificados anualmente por la consultora Price Water House Coopers, obteniendo un resultado por encima del 100% en los últimos años.

- Calidad.

Siempre se ha considerado que el prestigio de la empresa se debía a la alta calidad de sus trabajos, algo ya reconocido que va más allá del estándar "Calidad Graña y

Montero". Este concepto se ha ampliado a la política de "Calidad de servicio" que no solamente incluye estándares internacionales de calidad, sino también estándares en prevención de riesgo y respeto al medio ambiente.

- Seriedad y Carta de Ética.

La empresa realizó una encuesta entre sus clientes, trabajadores y público en general encontrando que el adjetivo con que más se identificaba la imagen de GYM S.A. era la seriedad.

Para asegurar y garantizar esta política se redactó una "Carta de ética" a cuyos preceptos se adhieren todos los trabajadores y que define la relación que deben tener los trabajadores con los clientes y con la comunidad en general, utilizando como principio la honestidad en las prácticas comerciales.

- Eficiencia.

La empresa se propuso elevar la eficiencia al nivel de uno de sus valores fundamentales, y hacer un esfuerzo dirigido a mejorar la productividad y eficiencia en todas las áreas de su negocio, reduciendo los costos y mejorando los márgenes de producción.

Esto se determina en los procesos de planeamiento, productividad y control de las operaciones apoyada por herramientas como plan maestro, plan semanal, análisis de restricciones, análisis de cumplimientos de actividades, cartas de balance y tren de actividades.

#### **4.- ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA**

GYM S.A. se constituye como la más antigua y más grande empresa constructora del Perú. Ha desarrollado a lo largo de su historia, innumerables proyectos en todos los sectores de la construcción como son infraestructura, energía, edificaciones, minería, petróleo, industria, entre otros. En el curso de los diversos proyectos se ha asociado con las más importantes empresas de construcción del mundo, tales como Bechtel, Fluor, Dumez GTM, Aker Solutions, por citar algunos.

GYM S.A. ha desarrollado sus proyectos en diversas modalidades, con o sin financiamiento, llave en mano, ejecutando la ingeniería, procura y construcción.

GYM S.A. ofrece sus servicios a todas las empresas del país y del resto de Latino América, poniendo a disposición de sus clientes, un equipo de profesionales y técnicos altamente especializados y de gran experiencia.

La empresa cuenta con una flota de equipos de última generación los que se destinan a los diferentes proyectos que participa.

GYM S.A. es una empresa líder en ingeniería y construcción que certifica el cumplimiento de todos sus proyectos "Antes del plazo" con la calidad y seriedad que requiere el mercado.

La empresa se ha venido desarrollando en todos sus años de actividad en diferentes proyectos. En el sector minería, se concluyó el presente año las obras del proyecto Antapaccay en asociación con Bechtel y se iniciaron los trabajos también con Bechtel del mega proyecto Las Bambas para Xtrata Cooper.

Este año se obtuvo la buena pro para desarrollar la planta concentradora de la mina Inmaculada del grupo Hochschild, bajo el modelo de contratación de ingeniería, procura y construcción.

En el sector de energía se ha trabajado simultáneamente en cuatro proyectos hidroeléctricos en el Perú, las hidroeléctricas de Machu Picchu (98 MW), Cerro del Águila (512 MW), Santa Teresa (90 MW) y Huanza (90 MW). Además durante el año se concluyó de manera exitosa una línea de transmisión de 220 kilómetros en nuestro vecino país de Chile para la empresa Transelec y gracias al buen desempeño, se obtuvo por negociación directa el contrato del montaje de la chancadora del proyecto minero Caserones también en Chile.

En el sector transporte, este año se entregaron las obras del tramo 1 de la Línea 1 del Metro de Lima y a fin de año como parte integrante del Consorcio Tren eléctrico, se iniciaron los trabajos del tramo 2 de la plaza Grau a San Juan de Lurigancho.

En edificaciones el trabajo más importante fue la ejecución de la construcción de la Nueva Ciudad de Fuerabamba para Xtrata en Apurímac.

En consorcio con Cosapi S.A. se está ejecutando el montaje de la planta de molienda del proyecto Toromocho, perteneciente a la minera Chinalco Perú.

Un proyecto similar se está ejecutando actualmente en la ciudad de Arequipa con la construcción de la ampliación de la planta de molienda de la minera Cerro Verde.

## **5.- DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA**

### **5.1.- Marco Teórico.**

La utilización de equipos de izaje en la construcción, ha crecido de manera proporcional a los proyectos constructivos en nuestro país, debido a que facilita enormemente la eficiencia en el trabajo.

Los equipos de izaje como las grúas torres se utilizaron en la construcción del hotel Westin Libertador en San Isidro, el más alto del Perú, actualmente estos equipos también son requeridos en la construcción de edificios y centros comerciales, así mismo son usados en centros mineros como Toromocho en Junín y Cerro Verde en Arequipa, su presencia ya es considerable a nivel nacional.

Se hace entonces necesario contar con una flota de equipos disponibles que trabajen eficientemente y contar con personal altamente capacitado que siga una correcto método de trabajo evitando pérdidas humanas y económicas.

El Gran Teatro Nacional de Lima inició su construcción en el año 2010 y utilizó 02 grúas torres en el proceso constructivo.

Desarrollaremos en el presente informe las mejoras en el sistema de control que se ejecutaron para realizar un correcto trabajo.

El Gran Teatro Nacional tiene una capacidad para 1500 personas y cuenta con la más moderna tecnología. Esta construcción está ubicada en el distrito de San Borja entre cruce de las avenidas Javier Prado y Aviación en lo que era la explanada del

museo de la Nación, cuenta con un área de terreno de 11,740.00 metros cuadrados.[10].

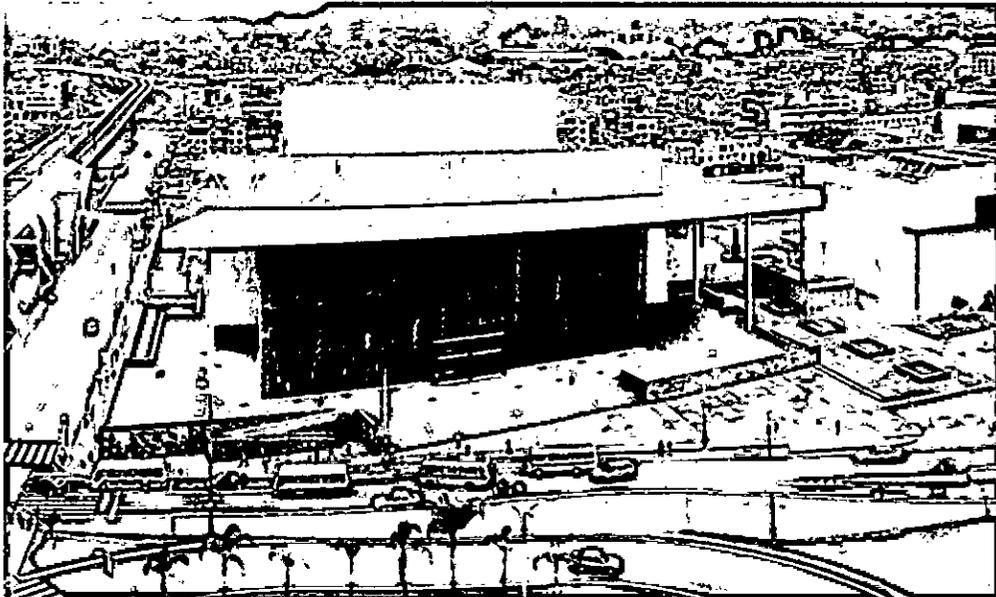


FIGURA N° 5.1 : VISTA ACTUAL DEL GRAN TEATRO NACIONAL.

Fuente: Ministerio de Cultura.

El recinto cuenta con una sala principal, un área técnica, oficinas de administración, camerinos y un sector destinado a salas de ensayo. Las dimensiones del escenario son apropiadas para múltiples presentaciones, el recinto se proyectó con una platea baja principal (1° nivel), y tres niveles de palcos (2°, 3° y 4°). El escenario posee cinco parrillas metálicas, pasarelas de servicios, carga, y estructuras para concha acústica.

El ancho total es de 33 metros, la profundidad total del escenario es de 25 metros. Utiliza 54 varas motorizadas con velocidad variable que se controlan desde una central computarizada.

El Teatro posee cuatro ascensores de doble piso que posibilitan diferentes montajes. Los elevadores se controlan desde la central de cómputo junto con otros equipos del escenario. El foso de orquesta tiene dos ascensores y un área total de 126 metros cuadrados que incluye la parte fija del foso. En ese espacio pueden acomodarse 110 músicos.

La orquesta sobre el escenario utiliza una concha acústica motorizada, cuyos techos y paredes modulares se movilizan con el fin de generar distintas sensaciones acústicas.

Para el sistema de seguridad se han instalado varios dispositivos de los cuales destaca el telón cortafuego, que consiste en dos puertas confeccionadas con placas de acero con un espesor de 100 milímetros y están preparadas para evitar el paso del humo entre el escenario y el auditorio, estas se cierran en 30 segundos después de ser accionado el mecanismo de liberación.

La construcción del armazón de concreto que dio vida a esta estructura se hizo posible con la utilización de 02 grúas torres pertenecientes a la empresa GYM S.A.

Las grúas torres estaban consideradas por todo el personal del proyecto como equipos críticos pues un daño o falla de los equipos ocasionaría un retraso significativo en el avance de la obra, es por eso la importancia de conocer y desarrollar un buen plan de trabajo.

### **5.1.1.- Descripción de la Grúa Torre.**

Definición: La grúa torre es una máquina empleada para elevar y distribuir las cargas utilizando un gancho suspendido por cables y conectado a un carrito, todo este conjunto se desplaza a lo largo de la pluma.[3].

Está conformado en su mayoría por estructuras metálicas unidas por soldadura, sus movimientos funcionan mediante motores eléctricos dispuestos en los componentes principales del gancho, del carro y en el giro de su tornameza.

Posee mecanismos de seguridad que permiten detener el equipo cuando alguno es activado, estos han sido instalados para ayudar al operador en el manejo seguro del equipo.

Tipos de grúas torre: Todas las grúas cumplen una misma función, ser equipos de transporte vertical, horizontal y combinado. Visualmente pueden ser muy similares, pero existen diferencias fundamentales entre ellas.

Las grúas torre se pueden clasificar en tres tipos:

- **Según su forma de giro.**

Giro basal: El giro de la torre grúa se produce en la parte inferior, su altura de trabajo es limitada debido a la longitud de los templadores, estos templadores están compuestos de cables de acero y fijadores metálicos unido mediante pines, todo diseñado especialmente para soportar el peso de la pluma y la carga de trabajo, los contrapesos que posee son de concreto y se encuentran también en la parte inferior colocados en una base especial que gira en conjunto con la grúa torre.

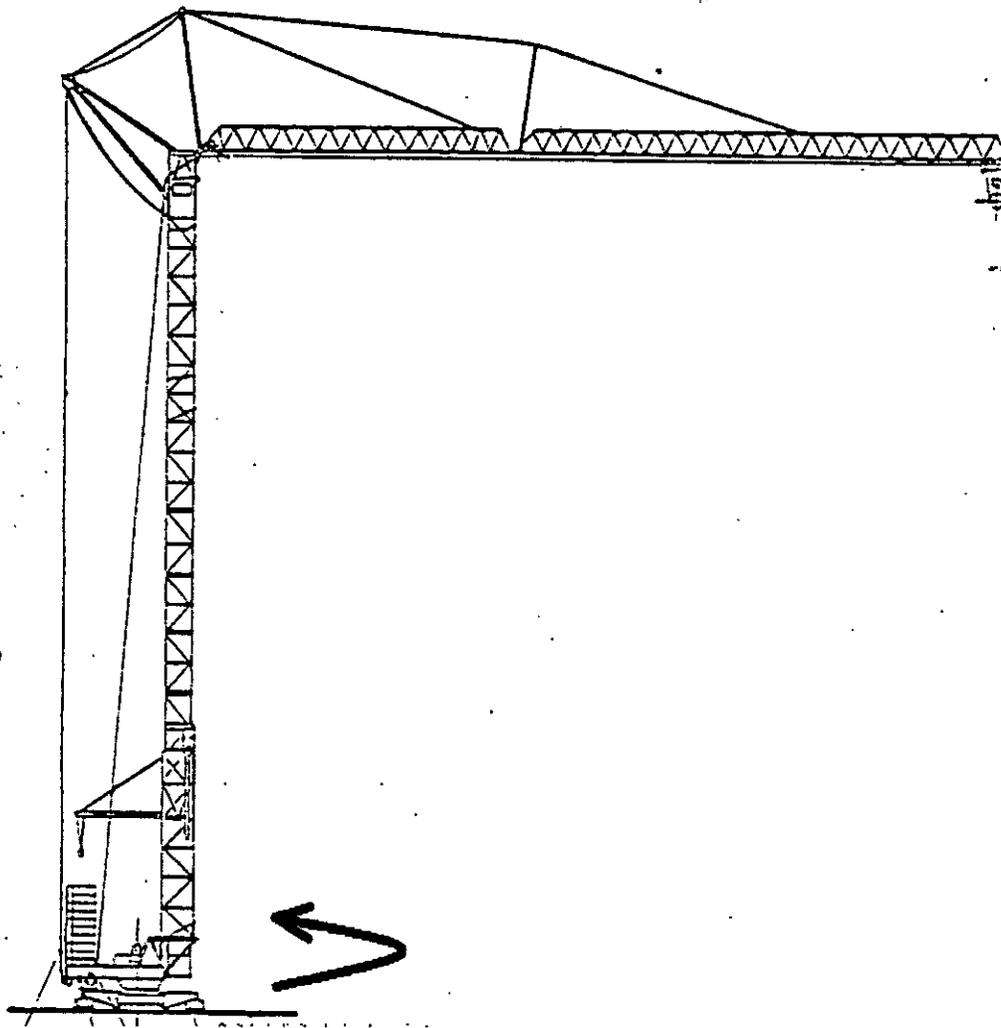


FIGURA N° 5.2 : TORRE GRÚA MODELO 77K LIEBHERR DE GIRO BASAL.

Fuente: Manual de grúa torre Liebherr 77K.

Giro superior: Es la de uso más frecuente, su giro se produce en la parte superior a nivel de la cabina, su altura no está limitada, por lo que puede elevarse con mayor altura, esta altura depende de la cantidad de cuerpos y arriostres que la grúa torre tenga, es posible utilizarla para edificios de gran altura. Los contrapesos de concreto se encuentran en la contraflecha.

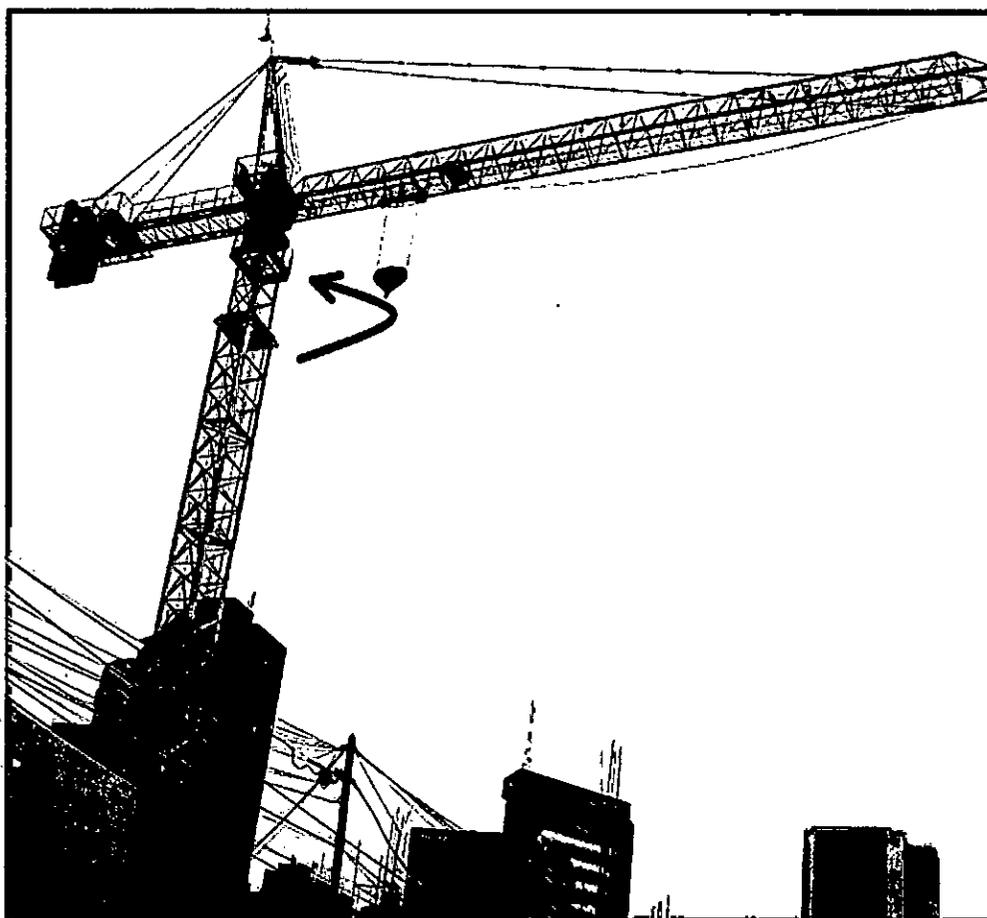


FIGURA N° 5.3 : TORRE GRÚA MODELO PC 1400 DE GIRO SUPERIOR.

Fuente: Propia.

- **Según su forma de montaje.**

Existen varias formas de montaje, las cuales la podemos dividir en 3 grupos, la primera es por apilamiento con una grúa auxiliar y se denomina grúa torre (GT), la segunda utiliza elementos de fábrica que permiten un auto montaje sin intervención de un equipo auxiliar, se denominada grúa torre automontable (GTA) y la tercera es la combinación de las 2 anteriores pues una parte es auto montable y otra parte necesita el apoyo de un equipo auxiliar, este tipo de grúa se denomina como grúa torre semi auto montable (GTSA).

Grúa Torre (GT): Es armada por secciones ayudada por una grúa auxiliar. Luego se continúa adicionando cuerpos a través de una operación llamada telescopaje.



FIGURA N° 5.4 : GRÚA TORRE MARCA PECCO SK 135.

Fuente: Propia.

Grúa Torre Auto montable (GTA): Es aquella que viene con su torre y pluma plegadas, con las pasadas de cables preparadas y con sus contrapesos colocados. Se utiliza para su armado un sistema eléctrico hidráulico, esta operación puede realizarse en pocas horas, finalizado el montaje se procede a calibrar el equipo para luego ser puesto en operación.

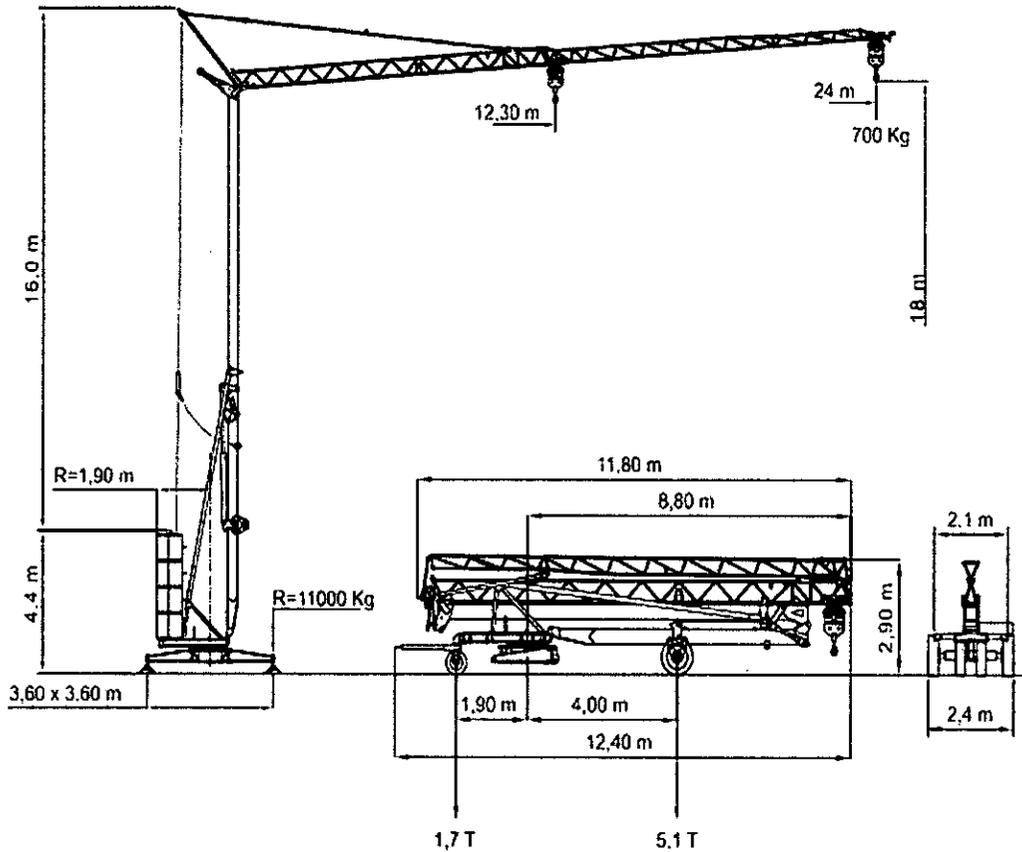


FIGURA N° 5.5 : GRÚA AUTOMONTABLE SAEZ CRANE MODELO H24.

Fuente: Especificaciones técnicas de grúa torre Saez Crane H24 MTF.

Grúa Torre Semi Auto montable (GTSA): Es la combinación de las dos anteriores pues el proceso de montaje comprende tanto un auto montaje por sistemas propios de la grúa y también es necesario la presencia de una grúa auxiliar que permita montar otros componentes necesarios para el funcionamiento del equipo, tiene una altura de trabajo y una longitud de pluma máxima ya definida por el fabricante, posee configuraciones para trabajar a altura y longitud de pluma variables, pero estas no superan la máxima definida, estas configuraciones se seleccionan de acuerdo a los requerimientos del proyecto.

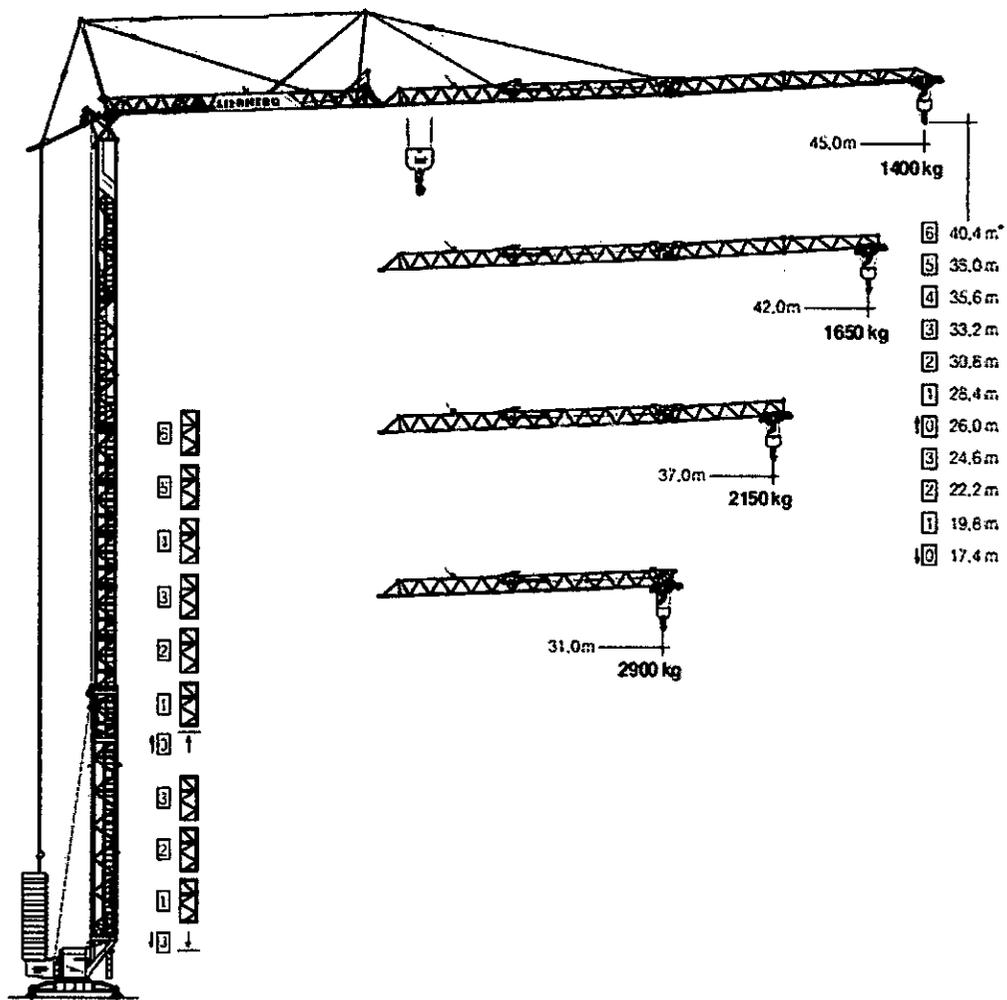


FIGURA N° 5.6 : GRÚA TORRE SEMI AUTOMONTABLE LIEBHERR 81 K.

Fuente: Especificaciones técnicas de grúa torre Liebherr 81K.

- **Según su forma de apoyo:**

La forma de apoyo la define el fabricante y actualmente las grúas vienen ya diseñadas de fábricas con distintos tipos de apoyo para una misma grúa torre, La forma de apoyo es la manera como la grúa esta fijada para iniciar su operación de manera segura. Por su forma de apoyo las podemos clasificar en 3 grupos: sobre chasis, empotrada, y con sistema trepador.

Sobre chasis: Puede ser con o sin ruedas, es decir, cuando esta con ruedas la grúa se encuentra anclada al suelo mediante rieles similares a las de un tren, esta posición permite el traslado de la grúa. La posición de la grúa sin ruedas es fija en un punto determinado de la obra, la característica común de las grúas montadas sobre chasis es que posee bloques de concreto fijados sobre su estructura baja los que permiten mantener estable la grúa al momento de la operación y evitar su volteo.

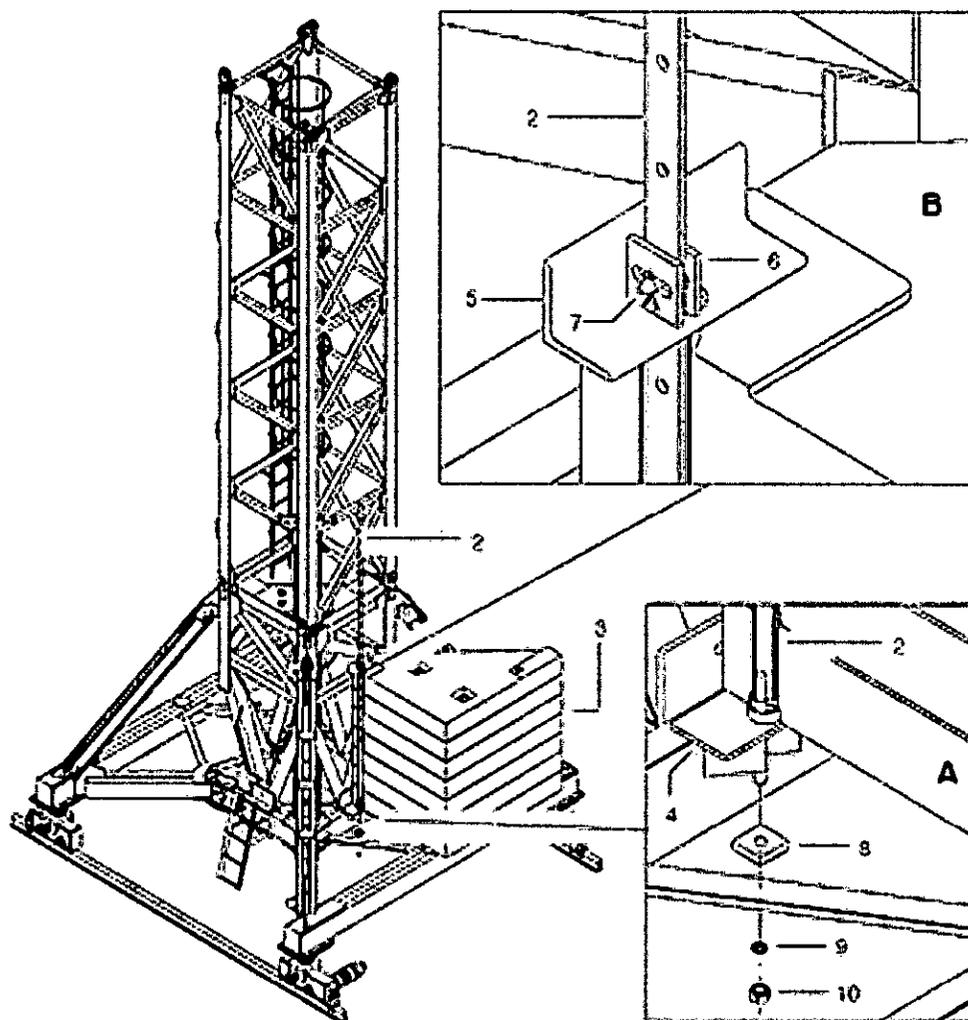


FIGURA N° 5.7 : TORRE GRÚA APOYADA SOBRE CHASIS CON RUEDAS.

Fuente: Manual Grúa Potain MC115 B.

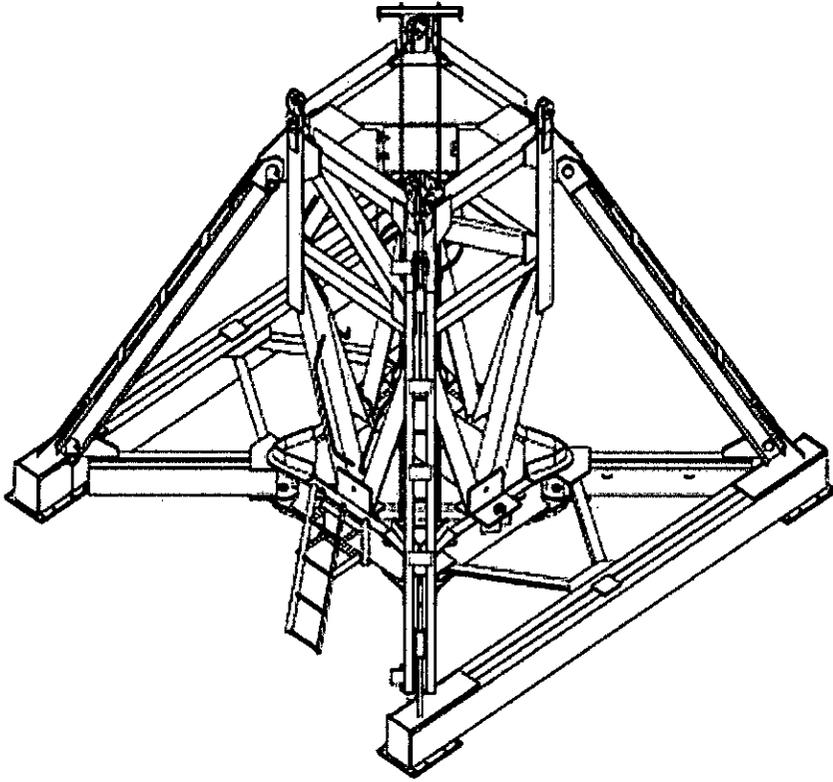


FIGURA N° 5.8 : TORRE GRÚA APOYADA SOBRE CHASIS SIN RUEDAS.

Fuente: Manual grúa torre Potain MC115 B.

Empotrada: Es aquella grúa torre donde la base de la grúa se empotra en un dado de hormigón el cual tiene unos anclajes metálicos fijos en el concreto y son unidas al cuerpo base por pernos o pines según el modelo de grúa torre, cabe señalar que este método de empotrar la grúa es más costoso que sobre chasis, debido a que el bloque de hormigón y el anclaje metálico utilizado no pueden ser reutilizados y se tendrá que dejar en la construcción.

Normalmente ésta solución se utiliza en aquellas obras en donde no se puede montar el chasis de la grúa, por falta de espacio.

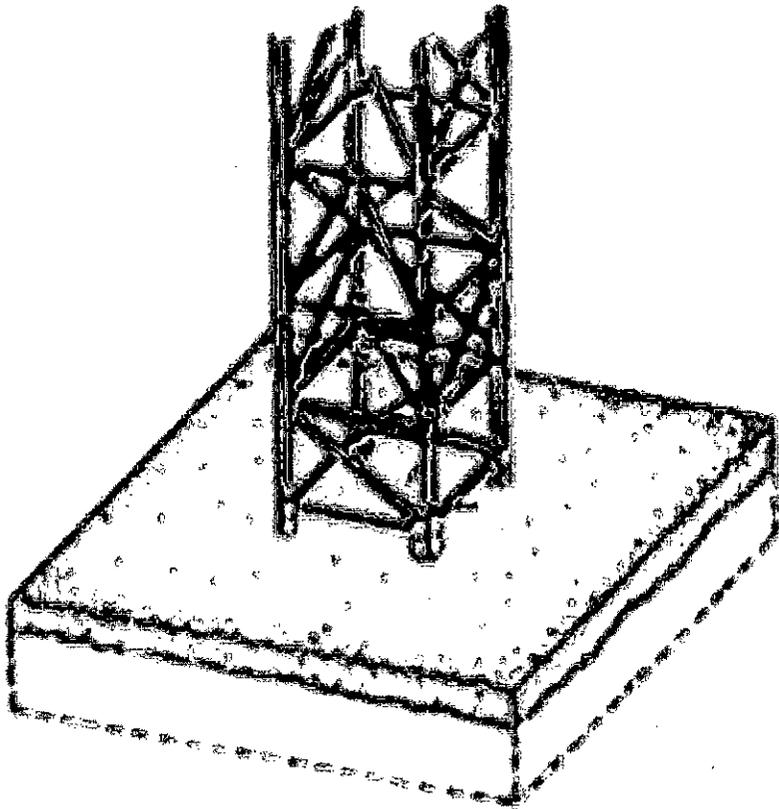


FIGURA N° 5.9 : GRÚA TORRE EMPOTRADA EN BASE DE CONCRETO.

Fuente: Manual de grúa torre Pecco PC 1400.

Sistema Trepador: Este tipo de grúa tiene su soporte en la estructura en construcción, se le utiliza en casos especiales por lo que no es muy frecuente ver este tipo de sistema en operación. La grúa posee soportes y topes especiales para esta función y la estructura de concreto también debe de cumplir con las características de resistencia que indica el manual del fabricante de la grúa torre. Para iniciar su instalación, la estructura inicial de concreto ya debe de estar terminada y tener los puntos de fijación de los soportes dispuestos para el montaje de la grúa torre. La ventaja de este sistema es que no es necesario ir incrementando cuerpos de torre

grúa, el mismo equipo utilizará en todo momento la estructura de concreto del edificio para su elevación.

El montaje y desmontaje de la grúa torre será ejecutado con una grúa auxiliar. La dificultad que afronta este tipo de apoyo es debido que la estructura del edificio debe ser diseñada para soportar la estructura del equipo, lo que hace que su uso sea poco usual.

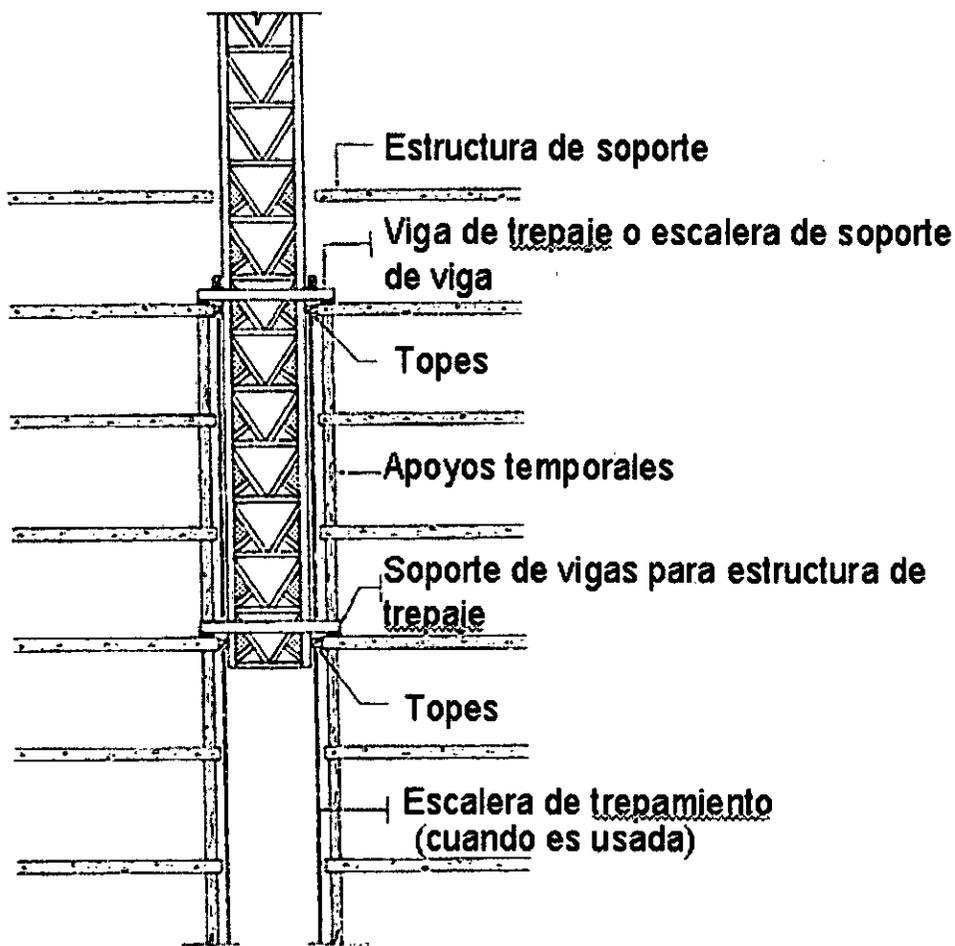


FIGURA N° 5.10 : TORRE GRÚA CON SISTEMA TREPADOR.

Fuente: Norma ASME B.30.3.

### 5.1.2.- Componentes de una Grúa Torre.

La grúa torre llega de fábrica desarmada y para su instalación se debe de montar siguiendo un procedimiento para lo que es necesario conocer los componentes que la forma.

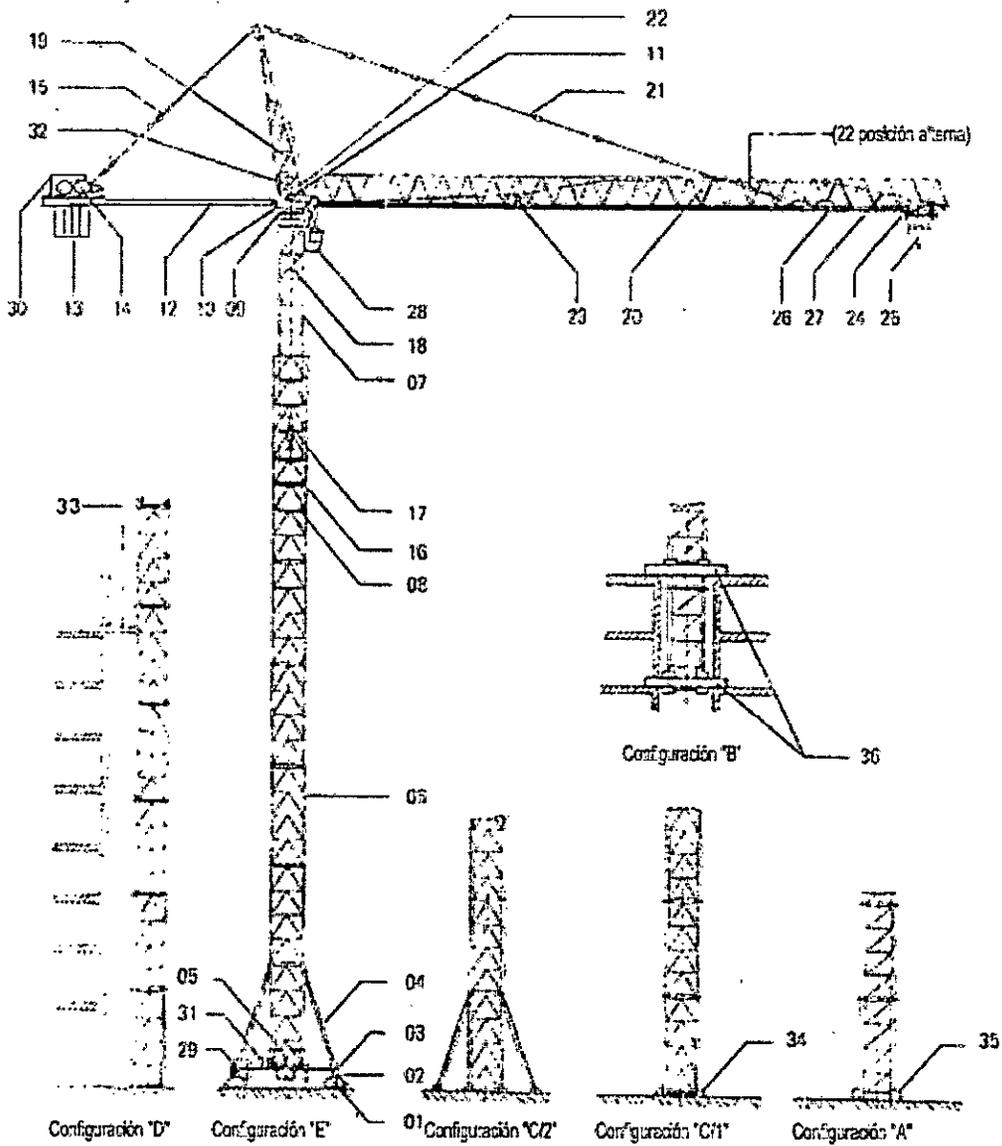


FIGURA N° 5.11 : COMPONENTES DE UNA GRÚA TORRE.

Fuente: Manual de grúa torre Pecco PC1400.

01	Bogie con abrazadera de riel.	19	Punta de torre (plumín).
02	Mecanismo de desplazamiento de la grúa sobre riel.	20	Pluma.
03	Carro inferior.	21	Barras de suspensión de la pluma
04	Chasis de grúa.	22	Dispositivo de seguridad de sobrecarga por momento.
05	Lastre.	23	Mecanismo de desplazamiento del carro.
06	Cuerpo de torre grúa.	24	Carro.
07	Cuerpo de transición.	25	Bloque de carga (Gancho).
08	Viga de cuerpo de torre para telescopaje.	26	Cable de izaje.
09	Anillo con rodamiento de bolas.	27	Cable de carro.
10	Tornamesa.	28	Cabina del operador.
11	Mecanismo de giro.	29	Unidad motriz inferior.
12	Contraflecha.	30	Tablero de control de izaje.
13	Contrapesos de pluma.	31	Tablero de control electrico.para bogies.
14	Unidad de izaje con dispositivo de seguridad de sobrecarga.	32	Unidades motrices de giro de tornamesa.
15	Barras de suspensión.	33	Arriostre de Torre.
16	Mecanismo de trepado.	34	Placas de base de torre exterior.
17	Unidad hidráulica de trepado.	35	Zapatas de base de torre interior.
18	Anillo colector.	36	Bastidor de trepado.

TABLA N°5.1 : TABLA NUMERADA DE COMPONENTES DE GRÚA TORRE.

Fuente: Manual de grúa torre Pecco PC 1400.

#### Contrapeso:

El contrapeso es el conjunto de bloques de concreto reforzado con alma de acero que descansan sobre el chasis de la contra flecha, estos permiten equilibrar la grúa de manera eficiente para evitar su volteo al momento de elevar cargas.

#### Cuerpo de grúa torre:

Es una estructura metálica formada por 4 caras rectangulares reforzadas con tirantes internos soldados al marco rectangular. Las 4 caras se unen entre si por pines o por soldadura formando un componente sólido y que soportará los esfuerzos ocasionados por el trabajo.

#### Tornamesa:

La tornamesa está diseñada como viga soldada. Permite el giro de la grúa en 360 grados, utiliza motores eléctricos como unidades motrices de giro que están instaladas en el entorno de la tornamesa.

#### Carro:

El carro está diseñado como bastidor soldado. Está suspendido de cuatro rodillos sobre rodamientos de bolas, que corren sobre la cara superior de las dos cuerdas de la pluma. Asimismo, los puntos de anclaje para el cable del carro están ubicados en bastidores especiales, uno de los cuales está construido como perno tensor y el otro como traba del desplazamiento del carro, el que tiene como función evitar el desplazamiento accidental del carro si un cable se rompe. El carro soporta al gancho y su carga.

#### Plumín:

La punta de torre o plumín, está diseñada como estructura de celosía soldada, tiene como principal función la de sostener la pluma y la contra flecha. Por su punta pasa el cable principal de izaje.

#### Contra flecha:

La contra flecha consiste de dos vigas conectadas por miembros cruzados y están fijados por pines a la tornamesa. La contra flecha sostiene la unidad de izaje, el tablero de control, los contrapesos y una pasarela para fines de servicio.

#### Pluma:

La pluma tiene una sección triangular y está diseñada como estructura de celosía soldada. Las dos cuerdas inferiores consisten de elementos de sección cuadrada que sirven también como rieles para el carro. La cuerda superior está compuesta por un tubo sin costura. Los puntales cruzados de los lados superiores están formados de tubos, y el anclaje del lado inferior está formado por barras planas y perfiles de ángulo. Las secciones de pluma individuales están conectadas en las cuerdas inferiores y superiores mediante conexiones empernadas y por pines con seguros, en su extremo tiene un conjunto amortiguador de seguridad para evitar un desplazamiento indebido del carro de carga.

La pluma está formado en su mayoría por perfiles y tubos, diseñados para soportar los esfuerzos producidos por el trabajo. Estos tubos y perfiles son de aceros estructurales, para realizar cualquier reparación del equipo es necesario consultar

al fabricante sobre los procedimientos que se deben de ejecutar. Se debe de solicitar los materiales a fábrica y en algunos casos estos pueden ser conseguidos localmente siempre y cuando cumplan con las características técnicas del material.

Como ejemplo se puede mencionar que un tubo dañado de una de las grúas torres de GYM S.A. código 18-012, fue sometido a pruebas dando como resultados:

Fluencia: 301 MPa.

Tracción: 369 Mpa.

Por estos resultados se seleccionó para su reemplazo, el tubo API 5L PSL1 Gr52.

Fluencia: 360 Mpa.

Tracción : 460 Mpa.

COMPOSICIÓN QUÍMICA						
Fracción de masa, basado en el calor y el análisis del producto de una						
Tubos sin costura						
C	Minnesota	P	S	V	Nb	Ti
max	max	máx.	máx.	máx.	máx.	máx.
0.28	1.20	0.030	0.030	c, d	c, d	d
Tubos con costura						
0.26	1.20	0.030	0.030	c, d	c, d	d

Requisitos mecánicos		
YS	TS	ALARGAMIENTO
Mpa (psi)	Mpa (psi)	
mm	mm	mm
360 (52 200)	460 (66 700)	20%

FIGURA N° 5.12 : ESPECIFICACIONES API 5L PSL1 Gr 52.

Fuente: Web site Steel Tubes India.

## 5.2.- Antecedentes y Descripción del Problema.

GYM S.A. es actualmente la empresa constructora mas importante del Perú y tiene una Central de Equipos CEQ, que administra los equipos de todos los proyectos, esta a su vez se ha subdividido en áreas especializadas de acuerdo a los equipos con los que trabaja, como es el caso del área de Equipos de Izaje que está constituida por una flota de 21 camiones grúas, 14 grúas hidráulicas, 3 grúas de celosilla sobre camión, 18 plataformas elevadoras, 3 fajas transportadoras y 12 grúas torres.

La TABLA N° 5.2 detalla la flota de 12 grúas torres de GYM S.A.

Item	Código GYM	Descripción	Marca	Modelo
1	0001800002	GRÚA TORRE	LIEBHERR	77K
2	0001800003	GRÚA TORRE	PECCO	SK-135
3	0001800004	GRÚA TORRE	PECCO	PC1400
4	0001800005	GRÚA TORRE	PECCO	PC1400
5	0001800006	GRÚA TORRE CON PLUMA ARTICULADA	KAISER	HBK
6	0001800007	GRÚA TORRE	PECCO	SK-135
7	0001800008	GRÚA TORRE	PECCO	SK-135
8	0001800009	GRÚA TORRE	LIEBHERR	301C
9	0001800010	GRÚA TORRE	PECCO	PC1400
10	0001800011	GRÚA TORRE	PECCO	PT900
11	0001800012	GRÚA TORRE CON PLUMA ARTICULADA	PECCO	SKK 140
12	0001800013	TORRE GRUA	POTAIN	MCI15B

TABLA N° 5.2 : TABLA NUMERADA DE GRÚAS TORRES DE GYM S.A.

Fuente: Propia.

La instalación de una grúa torre en el proyecto al que será designado, comprende una serie de procesos y trabajos, los que deben ser planificados y ejecutados de manera eficiente.

En el Perú aun no tenemos una normativa gubernamental para este tipo de trabajos especiales y la bibliografía de estos equipos es restringida para alguien que quiere investigar sobre este tema, también son escasos los profesionales especialistas en trabajos con grúas torres. En los últimos años hemos visto un crecimiento significativo en la construcción por lo que se hace muy necesario tener una base sólida de conocimientos por parte del ingeniero a cargo.

Muchas empresas internacionales se han constituido en el Perú en estos últimos años debido al amplio mercado que se ha generando en la utilización de grúas torres, solo por mencionar, empresas como Grúas Etac Perú S.A.; Ibergrúas Perú S.A.C.; Redcrane Perú S.A.C. entre otras.

Esta información nos refleja que hay demanda, pero también nos refleja la realidad en la que vivimos. Perú no tiene aún desarrollado esta área y para cubrir las necesidades de nuestro mercado los capitales extranjeros han visto muy atractiva su incursión en nuestro país por no tener competencia.

Los peligros y riesgos que lleva realizar estos trabajos son muy altos por lo que es necesario tener amplio conocimiento y experiencia, falta de esto, ocasionaría accidentes, como los que han ocurrido a lo largo del tiempo con estos equipos.

Las grúas torres por su trabajo están expuestos a diversos tipos de fallas entre los que podemos mencionar:

**Fallas en la estructura:** Al ser la grúa torre una estructura metálica formada por secciones, estas están expuestas a daños por el trabajo y deterioros por el medio

ambiente, como por ejemplo golpes, fisuras, corrosión, fatiga por movimientos repetitivos, etc.

**Fallas por un incorrecto montaje y desmontaje:** Estos puede ser ocasionado por caídas imprevistas de cargas, inclinaciones o volteo por sobre carga de los equipos de apoyo, ocasionados por la falta de experiencia del personal involucrado debido a que no se han establecido un adecuado control en la capacitación del personal basada en procedimientos ya establecidos y que todo el personal que interviene en el trabajo conozca claramente.

**Fallas por mala operación:** Estas fallas pueden ser ocasionadas por un sobre esfuerzo en el equipo debido a la poca experiencia o conocimiento del operador hacia el funcionamiento adecuado de la máquina, una utilización incorrecta produce un rápido deterioro de cualquiera de sus componentes, lo cual es un peligro latente que puede concluir en fallas, como por ejemplo, elevar una carga de manera inclinada ocasiona el daño de la polea guía y del cable, otro daño común por mala operación es trasladar una carga de manera rápida lo que ejerce una fuerza mayor en el sistema de izaje. El cable, la caja de cambios y los frenos se ven afectados, es por eso necesario tener operadores altamente calificados para este tipo de equipos.

**Fallas por falta mantenimiento:** Dejar de hacer un correcto plan de mantenimiento provocará que el equipo quede inoperativo y estas fallas pueden ser leves o graves de acuerdo al tipo de componente dañado. Tipos comunes de

fallas son el deterioro del cable por falta de lubricación, problemas eléctricos por falta de mantenimiento, etc.

Todas estas fallas tienen consecuencias negativas y son consideradas como pérdidas para la empresa, no controlar los tiempos, los recursos, ni las posibles fallas que se presentan en los trabajos repercutirá negativamente en la gestión que se realiza.

Todos estos factores negativos que se presentan en el trabajo deben ser necesariamente controlados.

### 5.3.- Planteamiento y Alcance del Problema:

Actualmente nuestro país está atravesando una gran actividad en la industria de la construcción lo que ha generado una gran demanda de grúas torres, GYM S.A. ha tenido la necesidad de importar grúas torres llegando a adquirir una flota de 12 equipos, los mismos que deben encontrarse en plenas condiciones operativas y por tanto la necesidad de tener personal altamente capacitado para realizar un correcto trabajo de operar y administrar de manera eficiente esta flota.

En nuestro medio no hay el suficiente personal capacitado para atender estas necesidades crecientes, tampoco hay la normativa estatal específica para regular los trabajos con estos equipos, por lo que se hace necesario establecer procedimientos de la empresa para resolver estos problemas y establecer los programas de mantenimiento y control que garanticen el trabajo eficiente del personal involucrado y un desempeño correcto del equipo.

#### 5.4.- Análisis y Solución del Problema.

##### 5.4.1.- Normativa y Legislación internacional aplicada a las grúas torres.

El Perú aun no dicta una normativa específica para el uso de grúas torres, por lo que es necesario para nosotros apoyarnos y aplicar una normativa internacional, estaremos utilizando la norma ASME y legislaciones para el trabajo según OSHA.

Ítem	Sección	Descripción
1	B30.1	Sistemas hidráulicos.
2	B30.2	Grúas puente, de arco y voladizas.
3	B30.3	Grúas torres de construcción.
4	B30.4	Grúas de portal, torre y grúa del pilar.
5	B30.5	Grúas móviles y locomotoras.
6	B30.6	Grúas de brazo móvil.
7	B30.7	Tambor de elevación montada sobre base.
8	B30.8	Grúa flotantes.
9	B30.9	Eslingas.
10	B30.10	Ganchos.
11	B30.11	Mono riel y grúas suspendidas.
12	B30.12	Manejo de cargas suspendidas desde roto planos
13	B30.13	Máquina de almacenaje / Recuperación y equipos asociados.
14	B30.14	Tractores de pluma lateral.
15	B30.15	Grúas móviles hidráulicas.
16	B30.16	Izajes elevados (Suspendidos).
17	B30.17	Grúas puente, arco y voladizas.
18	B30.18	Grúa apiladora.
19	B30.19	Cables transportadores.
20	B30.20	Dispositivos de elevación debajo del gancho.
21	B30.21	Tambores operados manualmente.
22	B30.22	Grúas con plumas articuladas.
23	B30.23	Personal de Sistemas de elevación.
24	B30.24	Contenedor de grúas.
25	B30.25	Manipuladores de chatarra y material.
26	B30.26	Equipo de maniobra.
27	B30.27	Sistemas de colocación de materia.
28	B30.28	Unidades de balance de elevador.

TABLA N° 5.3 : TABLA DE LA NORMA ASME B.30.

Fuente: Norma ASME B.30[3].

ASME y OSHA son instituciones internacionales norteamericanas y han generado códigos especiales, en el caso de ASME para la construcción, inspección y pruebas de diferentes equipos. La norma ASME B 30 está relacionada directamente a los equipos grúas torres. Por otra parte OSHA es una agencia del departamento de trabajo de los Estados Unidos y se encarga de hacer cumplir las leyes para asuntos de salud y seguridad ocupacional. Tiene establecido una sección especial para el personal que trabaja con grúas la cual tocaremos.

<b>Grúas y Torres articuladas en la Construcción OSHA 29 CFR 1926</b>		
<b>Ítem</b>	<b>Sección:</b>	<b>Descripción.</b>
<b>1</b>	1400	Alcance.
<b>2</b>	1401	Definiciones.
<b>3</b>	1402	Las condiciones del terreno.
<b>4</b>	1403	Montaje / Desmontaje - selección de los procedimientos del fabricante.
<b>5</b>	1404	Montaje / Desmontaje - generales
<b>6</b>	1405	Desmontaje- desmantelamiento de las plumas y plumines.
<b>7</b>	1406	Montaje / Desmontaje - procedimientos empleados.
<b>8</b>	1407	Seguridad de la línea de alimentación (hasta 350 Kw) montaje y desmontaje.
<b>9</b>	1408	Seguridad de la línea de alimentación (hasta 350 Kw) Operación de Equipos.
<b>10</b>	1409	Seguridad de la línea de alimentación (sobre 350 Kw).
<b>11</b>	1410	Seguridad de la línea de alimentación ( todas las tensiones )
<b>12</b>	1411	Seguridad de la línea de alimentación- líneas vivas.
<b>13</b>	1412	Inspecciones.
<b>14</b>	1413	Inspección de cables.
<b>15</b>	1414	Criterios de selección e instalación de cables.
<b>16</b>	1415	Dispositivos de seguridad.
<b>17</b>	1416	Ayudas operacionales.
<b>18</b>	1417	Operación.
<b>19</b>	1418	Autoridad para detener la operación.

TABLA N° 5.4 : TABLA DE LA LEGISLACIÓN OSHA 29 CFR 1926 CC.

Fuente: OSHA[11].

En la TABLA N° 5.3 estamos enumerando el contenido de la norma ASME B30, la que contiene 28 secciones de las que resaltamos:

La sección B 30.1 trata sobre sistemas hidráulicos y es aplicable para nosotros en el equipo pues hace referencia al sistema hidráulico de la grúa torre, el que posee una bomba, conexiones, válvulas, mangueras y un pistón todos accionados hidráulicamente y que permiten el ascenso y descenso de la grúa torre.

La sección B 30.3 se aplica directamente a las grúas torres como equipo, nos muestra su clasificación, descripción de componentes, operación, seguridad entre otros.

La sección B 30.7 trata sobre tambores de elevación, estos tambores forman parte de la grúa torre pues son los que poseen los cables que permitan trasladar la carga utilizando un conjunto de poleas y cables, esta sección nos permite conocer cuales son los puntos de evaluación y ver que características deben de cumplir para que trabajen correctamente. La grúa torre posee estos tambores de elevación y son también conocidos como winches, tenemos el winche principal de carga y el winche de funcionamiento del carro de la grúa.

Las secciones B 30.9 y B 30.10 contienen información sobre los ganchos y eslingas que son elementos ampliamente utilizados en las maniobras de operación con la grúa torre.

La sección B 30.19 aplica para los cables, estos se utilizan tanto para el movimiento del carro como para el movimiento del gancho. En algunos casos para el movimiento de grúas torres que poseen una pluma articulada.

En la TABLA N° 5.4 se enumera una parte del contenido de la sección OSHA CFR 1926 CC la cual se dedica exclusivamente a tocar los temas de las grúas utilizadas para la construcción.

La sección 1926.1401 trata sobre la definición y tipos de grúas torres.

La sección 1926.1402 indica las condiciones que debe de tener el terreno donde se va a montar el equipo para que trabaje de manera segura.

La sección 1926.1407 indica las consideraciones que se debe de tener cuando se instala una grúa torre cerca de líneas eléctricas. De manera similar cada sección hasta la 1926.1442 desarrollan puntos específicos en la operación con grúas y son de gran apoyo para nuestro trabajo.

Estas secciones de ASME como OSHA se crearon con la finalidad que se ejecuten trabajos regulados y son aplicados en nuestro trabajo para la seguridad tanto del equipo como para el trabajador, teniendo como objetivo evitar daños y muertes.

5.4.2.- Mejoramiento del sistema para la correcta operación de las grúas.

5.4.2.1.- Evaluación de grúa torre mediante protocolos de inspección.

Para iniciar las inspecciones de los componentes que conforman el equipo dividiremos estos componentes en grupos, para esto necesitamos un ambiente amplio e iluminado para poder evaluar adecuadamente cada sección que forma la grúa.

El trabajo de evaluación se documenta mediante protocolos de inspección y se van llenando conforme se realizan las evaluaciones de cada parte que comprende la grúa torre. Al adquirir una flota de 12 equipos donde hay modelos de grúas torres iguales

se tienen que codificar necesariamente cada componente para poder realizar un correcto control, esto lo realizamos con una placa metálica que se fija a la estructura del componente, es recomendable que sea metálica, porque resiste de buena manera el paso del tiempo. La placa metálica no debe ser soldada a la estructura debido a que puede alterar la composición del metal y podría ocasionar un debilitamiento en la parte soldada, lo que produciría una falla al momento de la operación, se recomienda una fijación por medio de abrazaderas.

Códificación de Componentes de Grúa Torre							
Código GYM	Marca	Modelo	Tornamesa	Plumin	contra flecha	Pluma	Pluma
1800004	PECCO	PC1400	18-004 TORNAMESA	18-004 PLUMIN	18-004 CONTRA FLECHA	18-004 PLUMA SECCIÓN I	18-004 PLUMA SECCIÓN II
1800005	PECCO	PC1400	18-005 TORNAMESA	18-005 PLUMIN	18-005 CONTRA FLECHA	18-005 PLUMA SECCIÓN I	18-005 PLUMA SECCIÓN II
1800010	PECCO	PC1400	18-010 TORNAMESA	18-010 PLUMIN	18-010 CONTRA FLECHA	18-010 PLUMA SECCIÓN I	18-010 PLUMA SECCIÓN II

TABLA N° 5.5 : TABLA DE CONDIFICACIÓN DE GRÚAS TORRES.

Fuente: Propia.

La tabla N° 5.5 es un fragmento de cómo se realiza la codificación de las grúas torres. Para secciones que solo están conformadas por un solo componente las hemos clasificado con el código del equipo y el nombre del componente. Para secciones como la pluma, esta las subdividimos para un mejor control, la codificación se realiza como mejor se adecue a la organización.

Los protocolos de inspección deben de ser llenados por personal capacitado y deben ser firmados tanto por el personal que ejecuta la labor como por la supervisión. Estos documentos deben ser archivados en el histograma del equipo.

- Evaluación por el procedimiento de inspección visual:

La inspección visual es un método que se utiliza para ver daños, producidos por golpes, corrosión, deformaciones que son ocasionados por un incorrecto trabajo, manipulación o almacenamiento de los componentes de la grúa torre.

La inspección visual apuntará para identificar estos daños y evitar que puedan volverse en posibles fallas al momento de que entre en operación el equipo.

Las técnicas de inspección visual y su efectividad dependen de la experiencia del personal designado para este trabajo, este personal debe estar capacitado y autorizado por la empresa GYM S.A. para realizar este tipo de inspección.

Como ejemplo, el inspector designado evalúa visualmente la rectitud de los tubos que forman la estructura de la grúa torre, la norma ASME indica que al observar golpes o abolladura de algún tubo y este golpe muestre signo de doblez, el tubo dañado debe ser evaluado siguiendo parámetros establecidos por el fabricante.

Esta prueba de rectitud de los tubos se realiza con una regla metálica de acero de 2 metros de longitud la cual va a ser colocada paralela a la longitud del tubo y se medirá la desviación. En un tubo de una longitud  $L$ , la desviación no debe exceder  $0,0015 L$ . Así mismo si la longitud es menor de 2 metros, la desviación no debe exceder los 3

milímetros por cada metro. Para tubo que presenten una desviación mayor a la máxima permitida por el fabricante se procederá a cambiar el tubo.

La corrosión es un daño que se puede evitar con inspecciones visuales continuas y son necesarias para detectar las fallas antes de que pueda producir un daño severo, si se encuentra indicios de corrosión, el procedimiento de reparación consiste en realizar una limpieza superficial y luego aplicando un recubrimiento de pintura. Visualmente también podemos detectar daños en los pines, seguros, pernos, engranajes, poleas.

La inspección visual de cables de acero de una grúa torre se realiza periódicamente debido a que la condición del cable de acero puede cambiar rápidamente si no se detecta a tiempo algún daño como corrosión, golpe, torcedura, torones rotos, adelgazamiento de diámetro nominal. La recopilación de esta información permitirá evaluar como va cambiando las condiciones del cable conforme pasa el tiempo de utilización y si estas condiciones son aceptables para seguir trabajando.

Un cable de acero está formado por un alma, torones y alambres; el alma es el eje central donde se enrollan los torones, esta puede ser de acero, fibras naturales o sintéticas. El torón está formado por un número determinado de alambres que de acuerdo a su construcción se enrolla helicoidal mente alrededor de un centro de una o varias capas, el alambre es el componente principal del cable de acero el cual es fabricado de diversas calidades dependiendo del uso al que se destine el cable.

Todo estas inspecciones serán detalladas en los protocolos de inspección que van en los anexos de este trabajo.

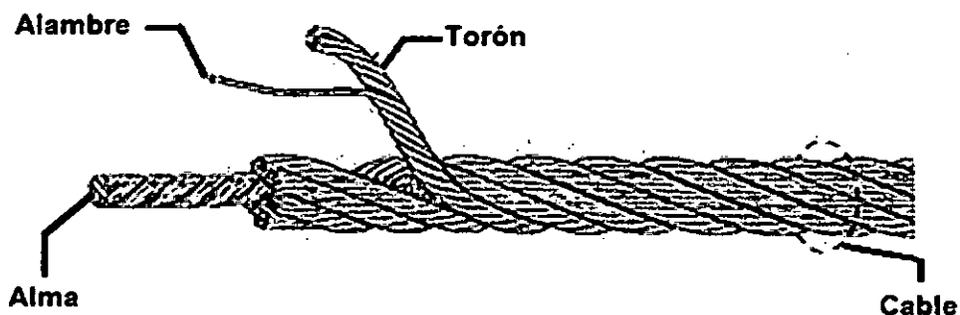


FIGURA N° 5.13 : PARTES DE CABLE DE ACERO.

Fuente: Manual de cables de Procables S.A.

Para detectar posibles fallas por estiramiento, aplastamiento o torcedura se procede con medir el diámetro del cable usando un calibrador o micrómetro por la parte más ancha del cable. Esta medida debe ser igual a lo largo del cable y comparada con la medida que indica el fabricante del cable.

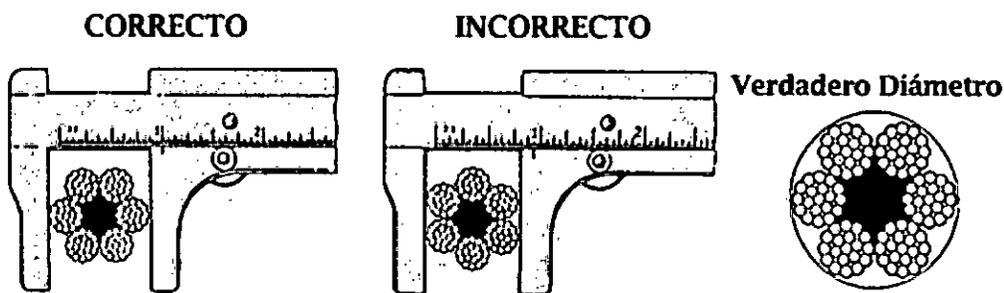


FIGURA N° 5.14 : MEDICIÓN DE DIÁMETRO DE CABLE.

Fuente: Manual de cables de Procables S.A.

Al momento de realizar la evaluación del cable se deben de buscar daños por la abrasión excesiva de los alambres exteriores, buscar alambres rotos, una reducción marcada en el diámetro del cable, evidencia de corrosión severa o daño físico de

cualquier tipo. Se procede al cambio de cable si tiene como máximo 2 alambres rotos en un torón.

La inspección visual bien realizada nos permitirá prevenir fallas de manera oportuna y poder evaluar el cambio de alguna sección o de algún componente de la grúa torre, este cambio se debe de realizar consultando con el fabricante, en algunas ocasiones no es necesario cambiar todo el componente sino reparar solo una parte, para esto es necesario igualmente consultar a fábrica.

En la empresa se han ejecutado reparaciones y fabricaciones de componentes previo estudio del material para conocer su composición y características físicas y químicas, con el objetivo de reemplazarlo por uno igual al original, se han fabricado piezas como engranajes, pines y también se han reparado tubos.

Para reemplazos de engranajes y pines especiales se les realizó adicionalmente un tratamiento térmico para conseguir la dureza y características de la pieza original.

Para el caso de tubos dañados que fueron reemplazados se realizó un procedimiento de soldadura bajo norma ASME, en algunos equipos los procedimientos de soldadura está en su manual de servicio.

Todo los trabajos de reparaciones fueron ejecutados por personal competente y calificado en la materia.

Todos estos trabajos deben ser debidamente registrados y validados por el área técnica de la empresa y la información debe ser incluida en el histograma de mantenimiento del equipo para cualquier consulta.

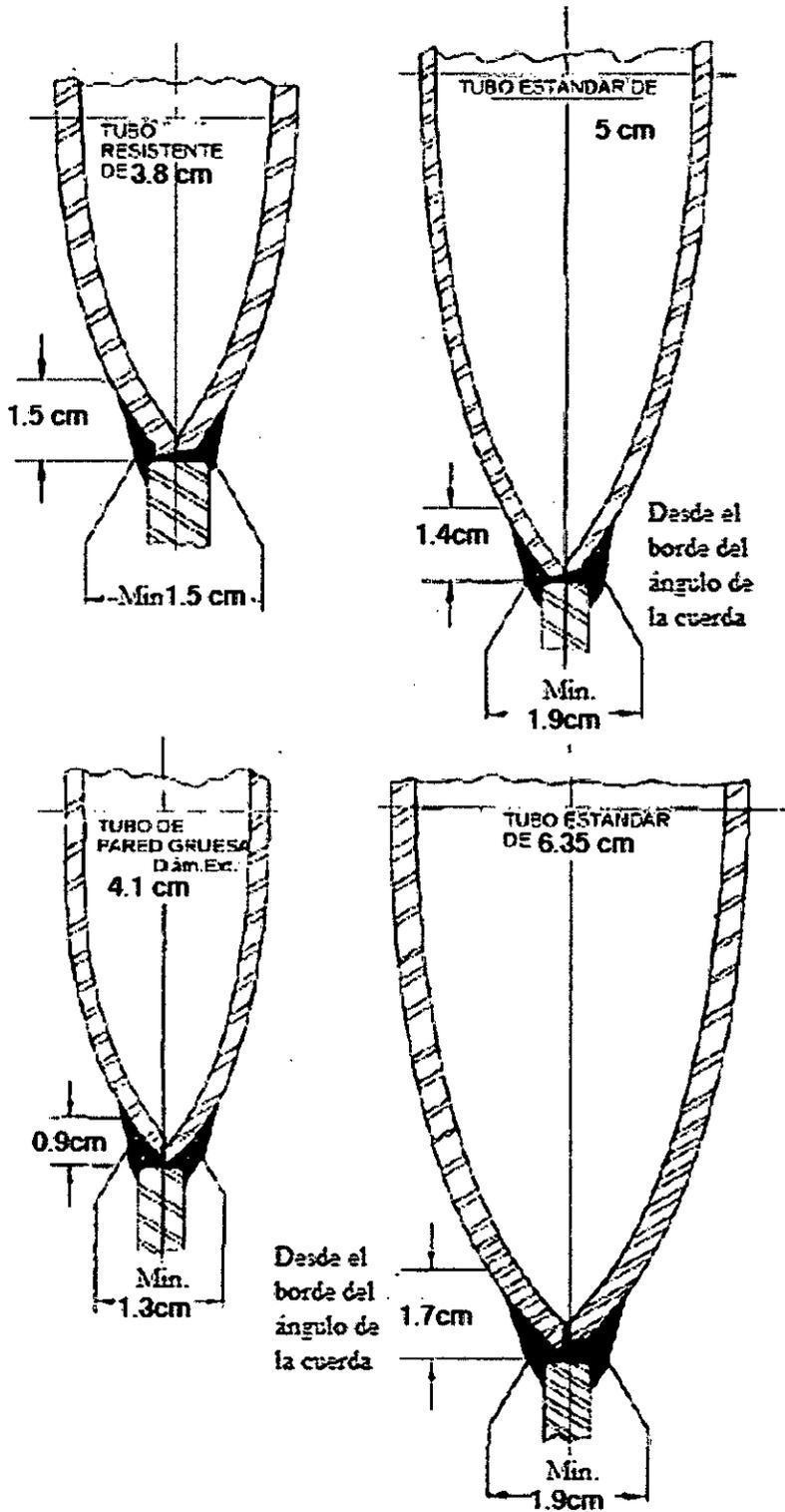


FIGURA N° 5.15 : SOLDADURA DE MIEMBROS ANGULARES DE PLUMA.

Fuente: Manual de grúa American 7530.

La inspección visual es como hemos visto un procedimiento sencillo y que nos permite detectar varias posibles fallas en la grúa torre, pero para poder detectar fallas imperceptibles a simple vista, es necesario utilizar otros tipos de técnicas como son: procedimiento de líquidos penetrantes, procedimiento de partículas magnéticas, procedimiento de ultrasonido.

- Evaluación por el procedimiento de Líquidos Penetrantes:

Esta evaluación se basa en un proceso químico, para detectar defectos superficiales en los materiales, las sustancias líquidas que son aplicadas al material de estudio sirven para detectar grietas y otras discontinuidades, esto puede ser realizado en cualquier material no poroso metálico o no metálico. Los líquidos penetrantes detectan fallas en la unión de soldaduras, fisuras en el material producido por fatiga o por rotura.

1	Habilidad para penetrar orificios y aberturas muy pequeñas y estrechas.
2	Habilidad de permanecer en aberturas amplias.
3	Habilidad de mantener color o la fluorescencia.
4	Habilidad de extenderse en capas muy finas.
5	Resistencia a la evaporación.
6	De fácil remoción de la superficie.
7	De difícil eliminación una vez dentro de la discontinuidad.
8	De fácil absorción de la discontinuidad.
9	Atóxico.
10	Inoloro.
11	No corrosivo.
12	Anti inflamable.
13	Estable bajo condiciones de almacenamiento recomendadas por el fabricante.

TABLA N° 5.6 : CARACTERÍSTICAS DE LOS LÍQUIDOS PENETRANTES.

Fuente: Libro Ensayo no destructivos Nivel II.

Ventajas	Desventajas
Muy económico.	Solo detecta fallas superficiales
Fácil aplicación.	Difficil establecimiento de patrones
Inspección a simple vista	La superficie a inspeccionar debe estar limpia y sin recubrimientos
No se destruye la pieza	No se puede inspeccionar materiales demasiado porosos.
Se obtiene resultados inmediatos	En superficie metálica se debe volver a pintar para evitar la oxidación.

TABLA N° 5.7 : VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

Fuente: Libro Ensayo no destructivos Nivel II.

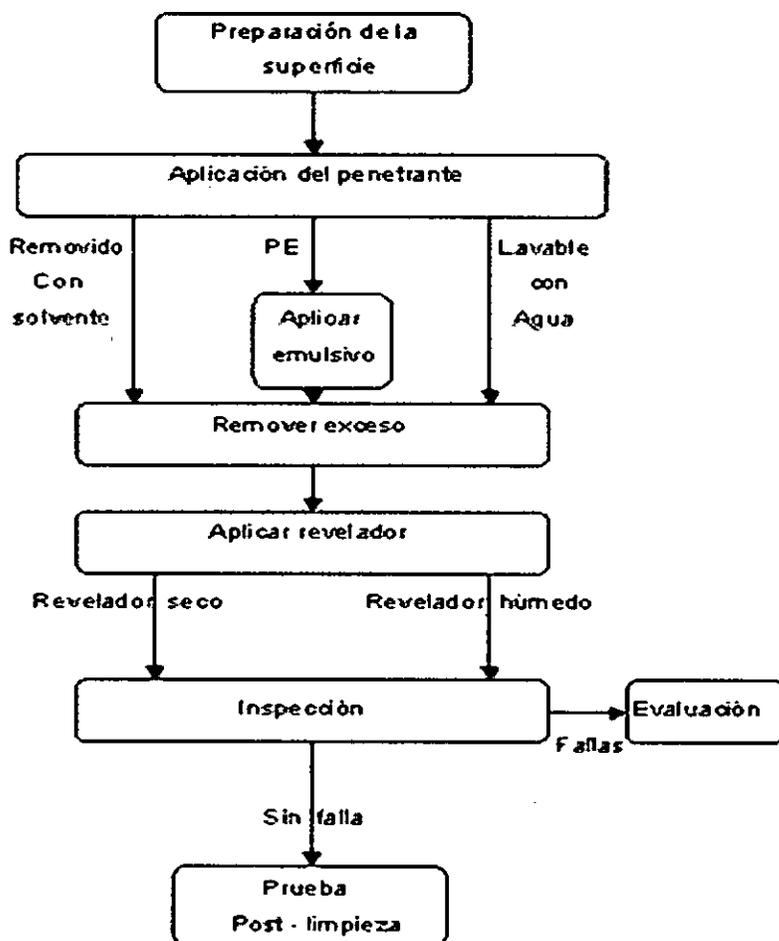


GRÁFICO N° 5.1 : ETAPAS DEL ENSAYO CON LÍQUIDOS PENETRANTES.

Fuente: Apuntes para el laboratorio de pruebas no destructivas.

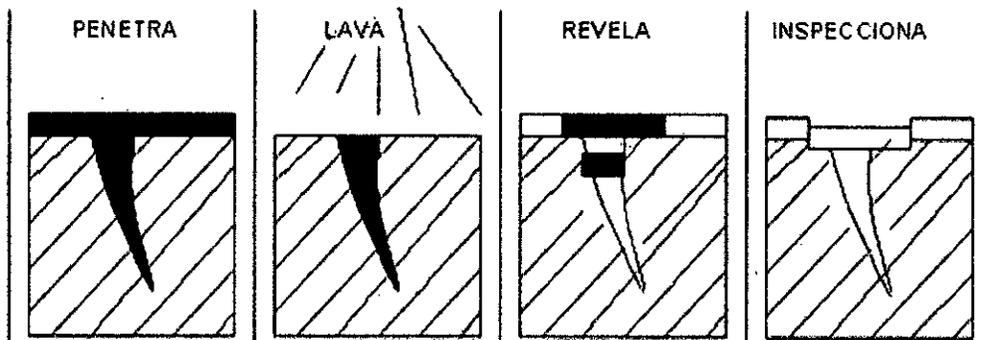


FIGURA N° 5.16 : APLICACIÓN DEL TINTE LÍQUIDO PENETRANTE.

Fuente: Apuntes para el laboratorio de pruebas no destructivas.

Antes de iniciar los trabajos se debe de leer las instrucciones en el envase de cada tinte, como recomendaciones generales se debe rociar el tinte penetrante a una distancia entre 10cm y 20cm sobre la pieza, utilizar el tinte penetrante en lugares ventilados, evitando el contacto directo con el cuerpo y la ropa, utilizar elementos de protección personal como lentes y guantes para su manipulación, el personal designado para realizar las evaluaciones debe ser un personal autorizado y calificado en este proceso de inspección.

Las partes de la grúa que mayormente se inspeccionan por este método son: uniones de soldadura, ganchos, soportes, etc.

Este procedimiento nos permitirá detectar grietas o fisuras producidas por una mala utilización o por la fatiga del componente por un uso constante, dándonos la posibilidad de programar con suficiente anticipación la reparación o cambio del componente dañado determinado por el resultado de la evaluación con los líquidos penetrantes.

- Evaluación con el procedimiento de Partículas Magnéticas

Comparado al procedimiento de comprobación por líquidos penetrantes, El procedimiento por partículas magnéticas revelará imperfecciones que no sean grietas abiertas.

El procedimiento por partículas magnéticas generalmente es más rápido que la evaluación con líquidos penetrantes pero se tiene como condición que sólo se aplica a materiales ferromagnéticos.

El manejo del equipo de prueba en el campo puede consumir tiempo y es costoso.

La evaluación por partículas magnéticas no es fiable para el hallazgo de imperfecciones profundas, las dimensiones de las grietas deben ser del orden de 0.5 milímetros.

Los elementos de la grúa que más se han evaluados con este tipo de inspección son los ganchos, los engranajes y la corona de rotación.

- Evaluación con el procedimiento de Ultrasonido

El procedimiento de ultrasonido puedes descubrir imperfecciones tanto superficiales y sub superficiales, el tamaño de una discontinuidad en la pieza inspeccionada, define la ubicación y orientación de la imperfección. Se descubren fallas del orden de 0.1 milímetros en tamaño.

La forma o geometría del artículo y su aspereza superficial podría dificultar el acoplamiento del transductor a la superficie.

Se tiene que tener en cuenta que el tamaño bruto granular de ciertos metales básicos y metales soldados causará que el sonido se esparza, dando resultados incorrectos. Las evaluaciones ultra sónicas pueden localizar mejor imperfecciones que se encuentran perpendiculares a la onda de sonido, para artículos pequeños o delgados son difíciles de inspeccionar. El personal debe estar calificado y normalmente se requiere más entrenamiento y experiencia para la interpretación de los resultados del ultrasonido que para cualquier otro proceso común de evaluación. Los elementos evaluados en la grúa con este procedimiento son los pines, pernos, ejes, pues permiten detectar fisuras interiores que a simple vista no se notan. Conociendo estos procedimientos de inspección se procederá a su aplicación inspeccionando las partes que forman el equipo grúa torre y serán documentadas mediante los protocolo de inspección. Se han creado protocolo de inspección para diferentes partes de la estructura de la torre grúa con el fin de llevar un adecuado control.

- Protocolo de Inspección de Cuerpo de Torre.
- Protocolo de Inspección de Cuerpo de Trepador.
- Protocolo de Inspección de Cuerpo de Transición.
- Protocolo de Inspección de Tornamesa y Cabina.
- Protocolo de Inspección de Plumín y Pluma.
- Protocolo de Inspección de Contra Flecha.

En la FIGURA N° 5.17 se muestra un protocolo de inspección, los protocolos adicionales están en los anexos.



Se ha creado también el protocolo de inspección de motores y generadores eléctricos.

Este protocolo es de mucha ayuda pues se evalúan parámetros de funcionamiento y nos permite corregir fallas y programar reparaciones, estas evaluaciones se realizan antes y durante la operación del equipo y nos permite evaluar de manera ordenada, correcta y eficiente. También nos permite registrar estas evaluaciones para un adecuado control. Con estas pruebas se garantiza el correcto funcionamiento de los motores y generadores eléctricos del equipo.

Los motores y generadores eléctricos que posee el Equipo PC 1400 son:

Sistema de Izaje: 02 Motores de 177 y 140 HP.; 01 Generador de 152 HP.

Sistema de Giro: 02 Motores de 6.5 HP.

Sistema de Carro: 01 Motor de 12 HP.

Sistema de Trepado: 01 Motor de 10 HP.

Una vez identificados los defectos se procede a la programación de las reparaciones. Se tiene que tener en cuenta también que el costo de reparación no supere el costo de mantenimiento proyectado para evitar pérdidas económicas, no conviene reparar un motor o generador eléctrico que pudo ser reemplazado por uno nuevo a un costo similar. Es por tanto necesario calcular los costos previos a la reparación y tener la aceptación de la gerencia de la empresa antes de iniciar el proceso de reparación.

		<b>PROTOCOLO DE PRUEBAS DE MOTORES Y GENERADORES ELECTRICOS</b>			
		CODIGO DE EQUIPO : ..... DENOMINACION DE MOTOR : ..... O.T. : .....			
<b>DATOS DE PLACA</b>					
MARCA :	MODELO :	FRECUENCIA :	F.S		
POTENCIA :	TIPO :	VELOCIDAD :	CLASE AISL :		
VOLTIOS :	SERIE :	COS Ø :	CONEXION		
AMPERIOS :	NUMERO :	FECHA :			
<b>OBSERVACIONES</b>					
Nº DE SALIDAS		CONEXION DE RECEPCION			
<b>PRUEBAS</b>					
<b>1. PRUEBAS DE RECEPCION</b>					
<b>1.1 PRUEBAS POR PARTES AL ESTATOR</b>					
<b>1.1.1 CONTINUIDAD</b>					
<b>1.1.2 MEDICION DE AISLAMIENTO</b>					
<b>1.1.3 MEDICION DE IMPEDANCIA</b>					
<b>2. PRUEBAS DEL NUCLEO MAGNETICO</b>					
2.1 La / mm :		2.5 Nº de Vueltas :			
2.2 Hc / mm :		2.6 Corriente :			
2.3 Tension de Gt espira :		2.7 Volt / Espira :			
2.4 Densidad de flujo / Gauss :		2.8 Tiempo / Prueba :			
RESULTADO :					
<b>ROTOR</b>					
JAULA DE ARDILLA					
ANILLO ROZANTE					
<b>3. PRUEBAS PREVIAS</b>					
3.1 MEDICION DE CONTINUIDAD :					
3.2 MEDICION DE AISLAMIENTO :					
BOSINA VS MASA :					
ENTRE FASES :					
3.3 MEDICION DE IMPEDANCIAS :					
<b>TRIFASICA</b>					
FASES	U-V	V-W	U-W		
VOLTIOS					
AMPERIOS					
JAULA DE PRUEBA					
<b>MONOFASICA</b>					
FASES	U-V	V-W	U-W		
VOLTIOS					
AMPERIOS					
Nº DE POLOS					

FIGURA Nº 5.18 : PROTOCOLO DE PRUEBA DE MOTORES Y GENERADORES ELÉCTRICOS

Fuente: Propia.

	<b>PROTOCOLO DE PRUEBAS DE MOTORES Y GENERADORES ELECTRICOS</b>																		
CODIGO DE EQUIPO : ..... DENOMINACION DE MOTOR : ..... O.T. : .....																			
<b>CONEXION :</b> V% : ..... Vr : .....																			
<b>4. PRUEBAS FINALES</b>																			
<b>4.1 MEDICION DE CONTINUIDAD :</b>																			
<b>4.2 MEDICION DE AISLAMIENTO :</b>																			
EOSINA VS MASA :																			
<b>4.3 PRUEBA DE VACIO</b>																			
<b>ESTATOR</b>																			
FASES	U-V	V-W	W-U																
VOLTIOS																			
AMPERIOS																			
RPM																			
Vr :																			
I%																			
<b>CONEXION :</b>																			
<b>ROTOR</b>																			
FASES	U-V	V-W	W-U																
VOLTIOS																			
AMPERIOS																			
<b>OBSERVACIONES :</b>																			
Personal Técnico/Mecánico GyM S.A.							Operador de Equipo GyM S.A.							Imprenta Área de I+D+i GyM S.A.					

FIGURA Nº 5.19 : CONTINUACIÓN DE PROTOCOLO DE PRUEBA.

Fuente: Propia.

5.4.2.2- Seleccionar y ubicar de forma correcta las grúas torres en el proyecto.

Para realizar un correcto trabajo de selección y ubicación de las grúas torres en el proyecto se debe tener en cuenta los puntos del flujo grama del GRÁFICO N° 5.2.

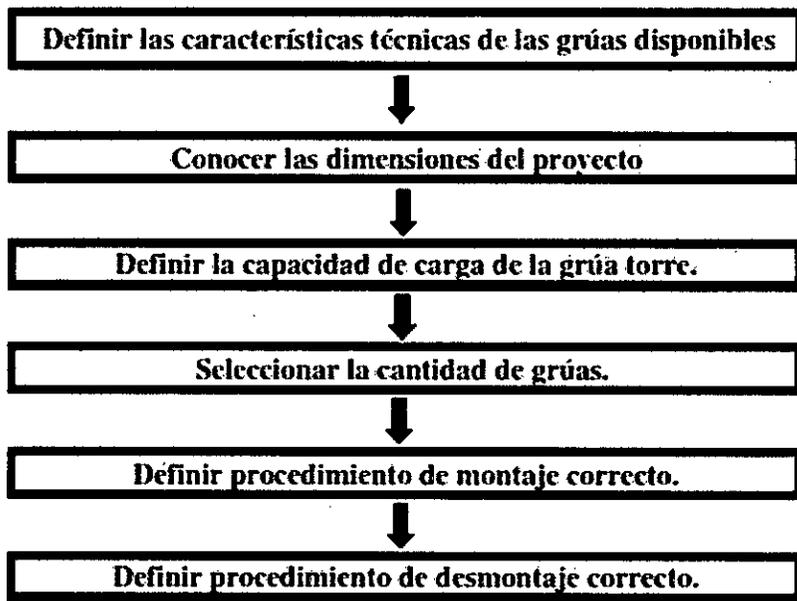


GRÁFICO N° 5.2 : FLUJOGRAMA DE SELECCIÓN Y UBICACIÓN DE GRÚAS TORRES.

Fuente: Propia.

- Definir las características técnicas de las grúas disponibles según su manual técnico y su diagrama de carga. Se tiene que conocer principalmente la longitud máxima de pluma, carga máxima, mínima y altura máxima de trabajo así como el tipo de sistema de alimentación de energía.
- Conocer las dimensiones del proyecto, sus medidas tanto largo, ancho, alto, así como las dimensiones de las áreas libres donde se podrían colocar las grúas.

- Definir la capacidad de carga a la que trabajará las grúas torres según las necesidades del proyecto.
- Seleccionar la cantidad de grúas necesarias para cubrir el área total del proyecto.
- Asegurar el correcto procedimiento de montaje, definiendo el área de trabajo.
- Asegurar el correcto procedimiento de desmontaje, definiendo el área de trabajo.

Estaremos realizando los trabajos de la construcción del Gran Teatro Nacional de Lima por ser una obra representativa y en la que GYM S.A. fue ejecutora.

Para seleccionar un equipo de izaje como es una grúa torre, debemos de conocer su capacidad de carga máxima y mínima de trabajo, ya que la capacidad de carga en una grúa es variable y esta varía de acuerdo del radio de trabajo.

Para el caso del Teatro Nacional hemos considerado un listado de algunos productos comunes en la construcción y sus respectivos pesos según la TABLA N° 5.8.

Se está considerando pesos que van desde 120 Kg. a 2400 Kg. de materiales.

El peso promedio es de 1008.22 Kg y la mayoría de artículos pesan menos de 2000 Kg., por lo que se definió con el proyecto que la carga a la que la grúa estaría sometida sería de 1500 Kg. La capacidad de carga en una grúa torre se define conociendo los pesos de los materiales que vamos a estar movilizando diariamente durante toda la construcción.

Item	Descripción	Peso (Kg)	Cantidad	Total (Kg)
1	Perfiles galvanizados de 6mtrs config. 2X2X0.85	4.8	25	120.0
2	Perfiles galvanizados de 6mtrs config. 2X10X1.6	27.8	25	696.0
3	Planchas de Fibrocemento 1.22 x 2.44 x 6mm	24.7	20	494.4
4	Planchas de Fibrocemento 1.22 x 2.44 x 10mm.	43.2	20	864.0
5	Mastique Suddenbond 2T	22.5	50	1125.0
6	Masilla en Polvo para base de juntas	30.0	30	900.0
7	Auto nivel ante Acabado SDT	22.6	20	452.0
8	Cemento en Bolsa	50.0	25	1250.0
9	Chute de Concreto de 1 m3	370.0	1	370.0
10	Concreto 1 m3	2400.0	1	2400.0
11	Fierro Corrugado de 3/8" x 9 metros	5.0	200	1008.0
12	Fierro Corrugado de 1/2" x 9 metros	8.9	112	1002.0
13	Fierro Corrugado de 5/8" x 9 metros	14.0	72	1005.7
14	Fierro Corrugado de 3/4" x 9 metros	20.1	50	1005.8
15	Ladrillo 13x9x22 cm	4.5	50	225.0
16	Ladrillo 9x19x39 cm	10.4	50	520.0
17	Ladrillo 12x19x39 cm	11.8	50	590.0
18	Ladrillo 14x19x39 cm	12.3	50	615.0
19	Azulejos Cerámicos 15x15 cm	18.1	96	1737.6
20	Azulejos Cerámicos 15x20 cm	17.3	90	1557.0
21	Revestimientos Cerámicos 20x20 cm	17.8	90	1602
22	Revestimientos Cerámicos 20x25 cm	17.8	80	1424.0
23	Revestimientos Cerámicos 25x35 cm	21.1	80	1688.0
24	Revestimientos Cerámicos 30x30 cm	22.4	72	1612.8
25	Revestimientos Cerámicos 31x47 cm	33.1	24	794.4
26	Pisos Cerámicos 20x20 cm	18.6	80	1488.0
27	Pisos Cerámicos 25x25 cm	24	63	1512.0
28	Pisos Cerámicos 30x30 cm	24.1	60	1446.0
29	Pisos Cerámicos 45x45 cm	24.4	64	1561.6
30	Pre cortes 10x10 cm	22.9	48	1099.2
31	Pre cortes 41x11 cm	8.5	120	1020.0
32	Pre cortes 44x15 cm	11.4	96	1094.4

TABLA N° 5.8 : PESOS EN KILOGRAMOS DE MATERIALES.

Fuente: Propia.

De nuestra flota tenemos que la capacidad de la grúa torre Pecco, modelo SK 135 tienen las capacidad máxima de 4000 Kilogramos y mínima de 2150 Kilogramos cumpliendo la solicitud de carga solicitada por el proyecto y al encontrarse disponible se selecciona.

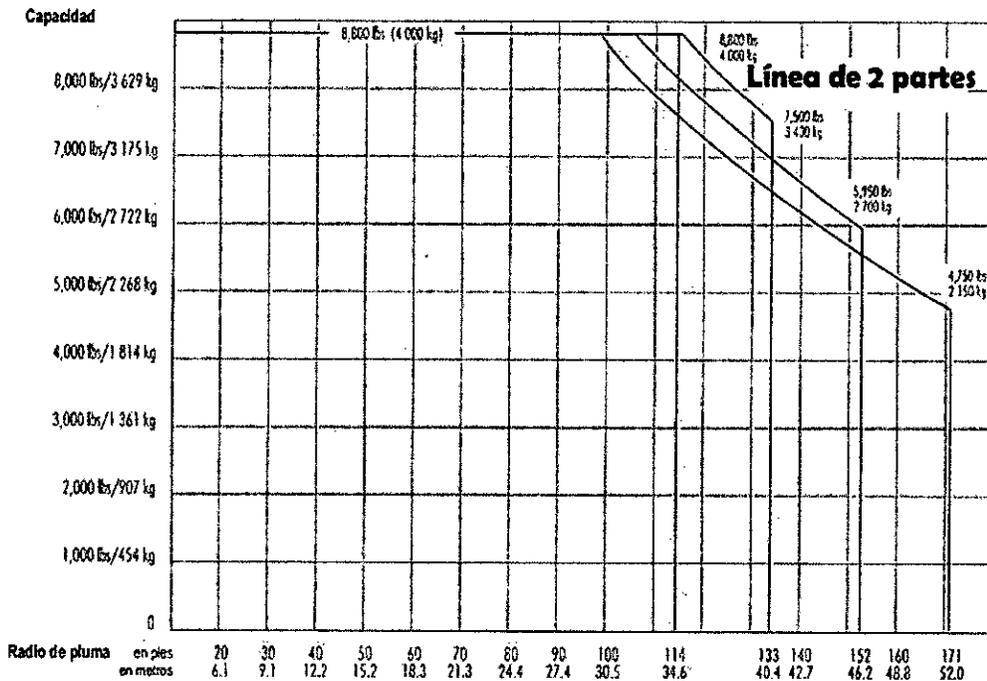


GRÁFICO N° 5.3 : TABLA DE CARGA GRÚA TORRE PECCO SK 135.

Fuente: Manual de grúa torre Pecco SK 135.

El diagrama de carga de la grúa SK 135 del GRÁFICO 5.3 se observa que tiene una longitud de pluma máxima 52 metros de radio de acción.

Al posicionar el radio de acción en el plano de la obra notamos que no cubre la totalidad del proyecto, como se muestra en la FIGURA N° 5.20, se advierte que solo cubre la mitad del área.

Se tiene que tener en cuenta que no se considera colocar la grúa en la parte central de la obra, debido a que interrumpiría el proceso de construcción y una vez finalizado el proyecto, el desmontaje de la grúa torre sería dificultoso por lo que se tiene que optar por colocar la grúa en la parte exterior y así evitar estos inconvenientes.

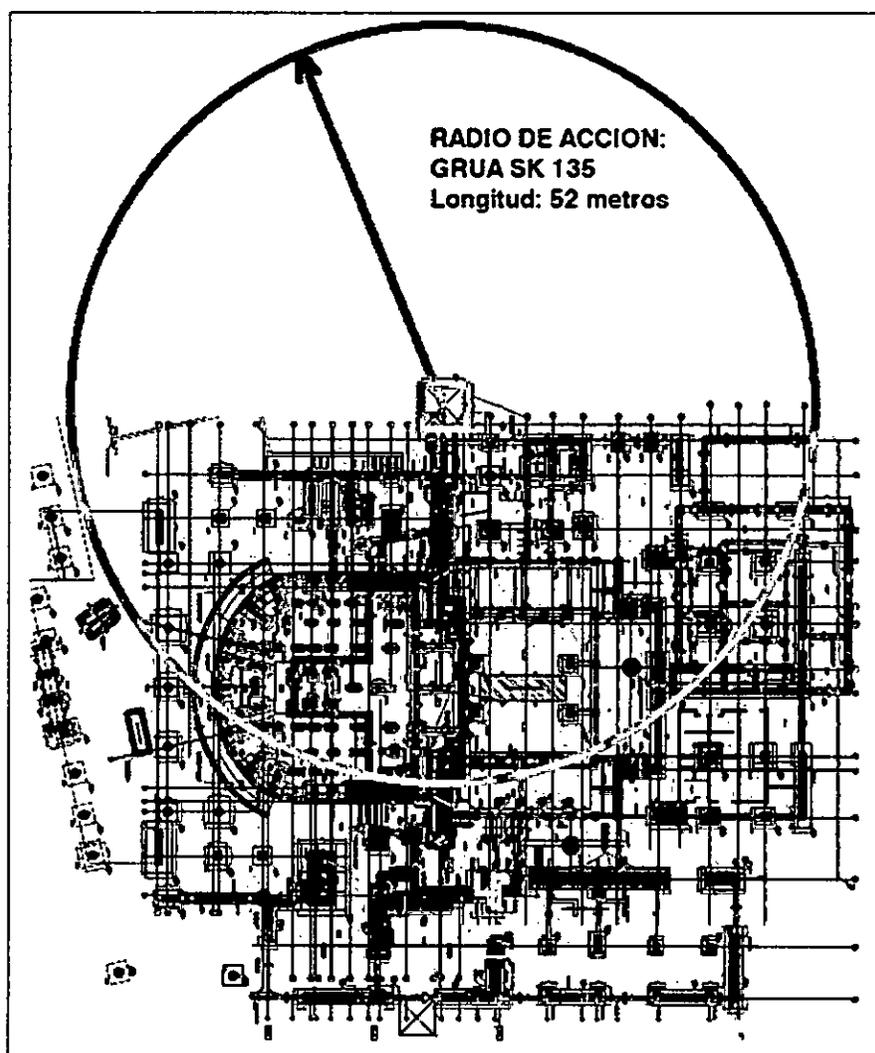


FIGURA N° 5.20 : POSICIONAMIENTO DE LA GRÚA TORRE SK 135.

Fuente: Propia.

Al observar el plano se determinó que sería necesario utilizar una grúa torre adicional para cubrir el área faltante del proyecto.

Se seleccionó una grúa torre PC 1400 debido a que su capacidad de carga mínima es de 2096 Kilogramos cumpliendo con lo solicitado por el proyecto. Esta grúa tiene una longitud de pluma máxima de 46.41 metros y al encontrarse disponible se selecciona.

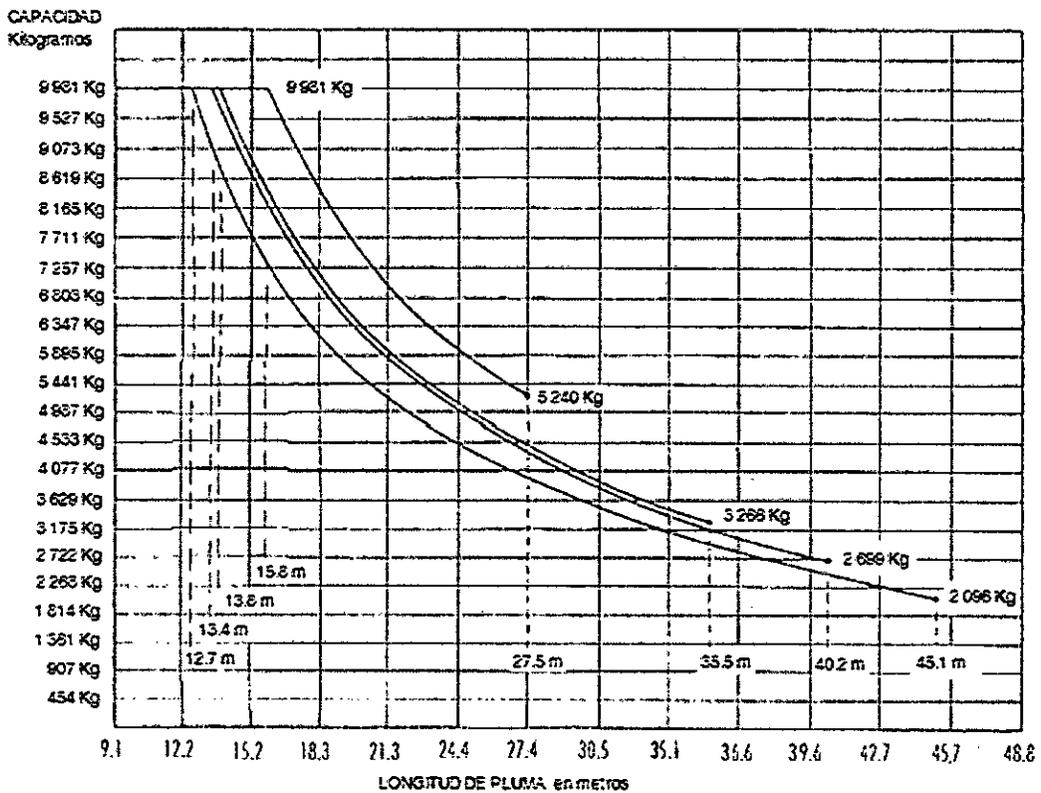


GRÁFICO N° 5.4 : TABLA DE CARGA GRÚA TORRE PECCO PC1400.

Fuente: Manual de grúa torre Pecco PC 1400.

Con las 02 grúas se pudo lograr cubrir el area total del proyecto destinado para la construcción del Gran Teatro Nacional. Para casos en que la obra tenga mayor área se usa el mismo criterio hasta cubrir el área total, si no se contare con equipos propios se procederá a arrendar los equipos que faltan de acuerdo a la disponibilidad del mercado.

Una vez definida las 02 grúas que se van a utilizar para la obra, código 18-003 Modelo SK 135 y la grúa código 18-010 Modelo PC 1400 tenemos que ubicar las posiciones exactas de cada equipo dentro de la obra.

Se consideraron 4 posibles posiciones y se seleccionó la mas ventajosa, la posición 4 fue la mas ventajosa según la TABLA N° 5.9, puesto que esta posición cubría el área total del proyecto y en esa misma posición para ambas grúas torres se definieron que las áreas de trabajo tanto para el montaje como para el desmontaje eran las mejores.

Posición	Status	Criterio de selección de posición:	SI	NO
1	Desaprobada	Cubre el área total del proyecto		X
		Mejor Ubicación para el montaje		X
		Mejor Ubicación para el desmontaje		X
2	Desaprobada	Cubre el área total del proyecto	X	
		Mejor Ubicación para el montaje		X
		Mejor Ubicación para el desmontaje		X
3	Desaprobada	Cubre el área total del proyecto	X	
		Mejor Ubicación para el montaje		X
		Mejor Ubicación para el desmontaje		X
4	Aprobada	Cubre el área total del proyecto	X	
		Mejor Ubicación para el montaje	X	
		Mejor Ubicación para el desmontaje	X	

TABLA N° 5.9 : CRITERIO DE SELECCIÓN SEGÚN FIGURA N° 5.21.

Fuente: Propia.

La FIGURA N° 5.21 nos muestra las mismas 4 posibles posiciones descritas en la TABLA N° 5.9, en la figura se está resaltando con círculos amarillos el radio de giro para ambas grúas torres y resaltando con círculos rojos el área que no es cubierta por los equipos.

Uno a uno cada posición se va evaluando hasta seleccionar la que mejor cumpla los criterios de selección.

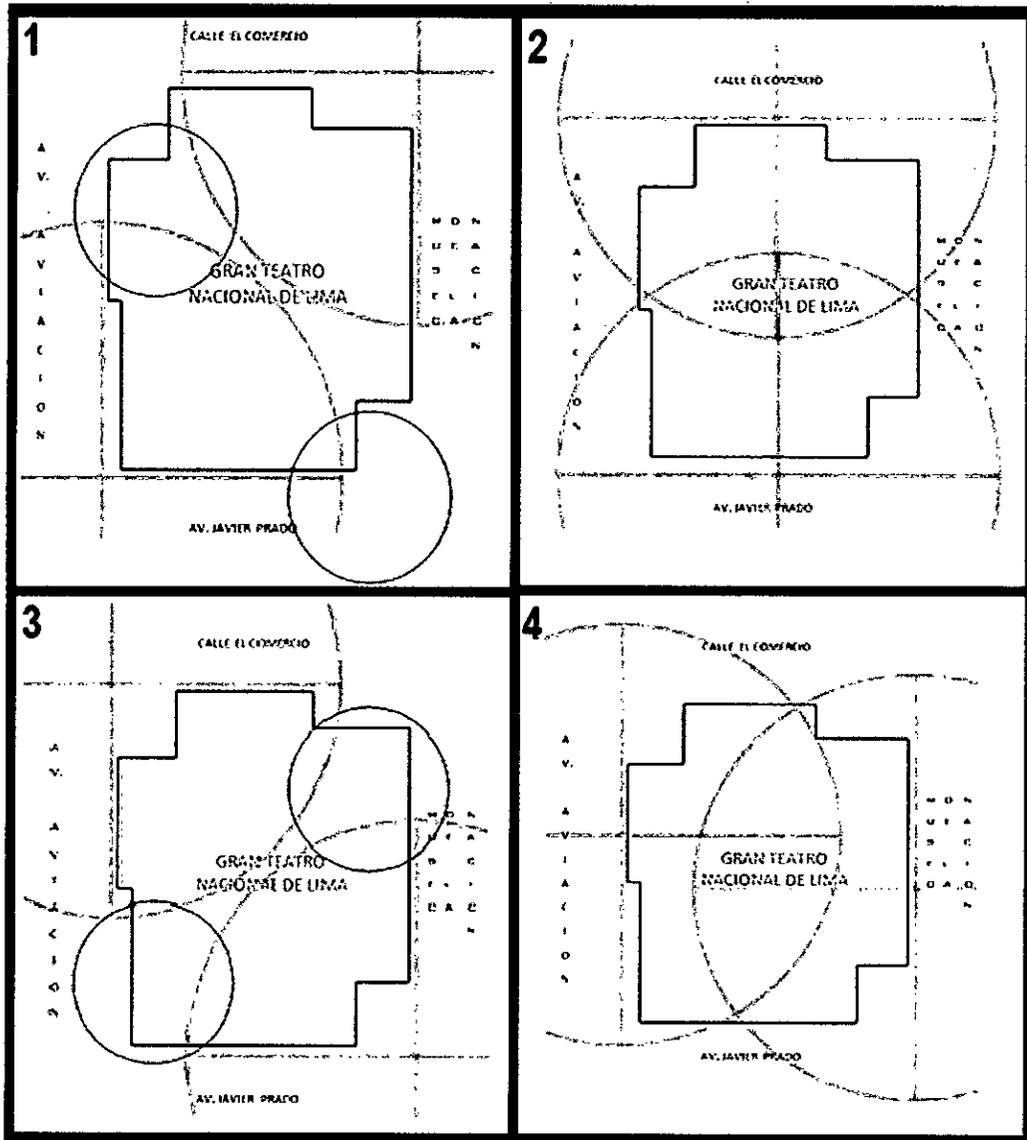


FIGURA N° 5.21 : LAS 4 POSIBLES POSICIONES DE LAS GRÚAS.

Fuente: Propia.

En la posición 4 se observa que las 02 grúas cubren el total del área del proyecto, Se puede observar también la ubicación del área que se utilizará para el montaje y para el desmontaje una vez finalizado la construcción, la acción de considerar el proceso de desmontaje permitirá no cometer errores comunes, esto debido a que ya han habido

casos en que no se consideró el área del desmontaje al principio del proyecto y una vez concluido el mismo, los equipos habían quedado atrapados dentro de la estructura construida debiendo realizar un mayor gasto para ejecutar el desmontaje.

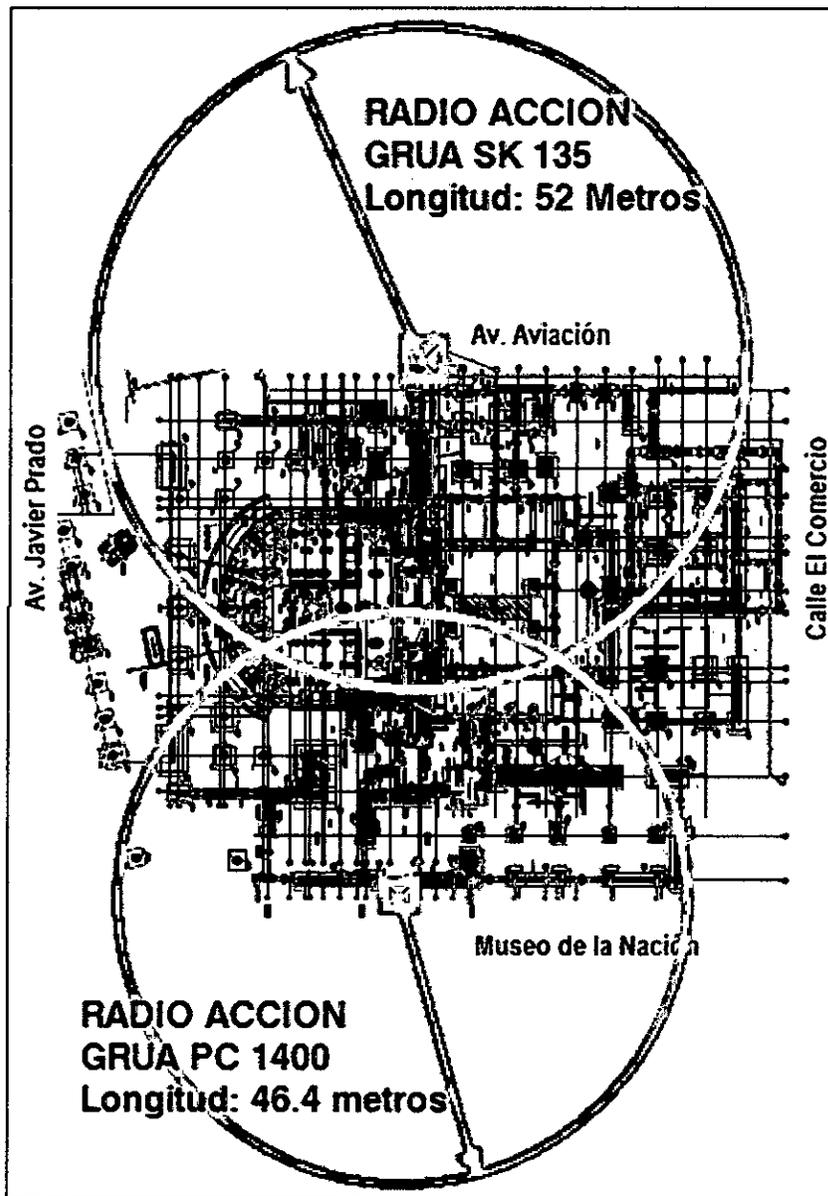


FIGURA N° 5.22 : POSICIÓN FINAL DE LAS GRUAS TORRES.

Fuente: Propia.

Los modelos de grúas Pecco SK 135 y PC 1400 tiene entre una de sus características técnicas que la altura a la que pueden trabajar es variable, para estas grúas la máxima altura es la que está definida por la cantidad de cuerpos de torre y la cantidad de arriostres de torre que posee la empresa.

GYM S.A. posee 8 grúas de la marca Pecco las cuales utilizan los mismos cuerpos haciendo un total de 85 cuerpos de torre, cada cuerpo mide 4.55 metros, dando un total de 386.75 metros.

Ya que elegimos la ubicación ahora debemos seleccionar la altura, para nuestro caso es de 23 metros la altura máxima del Teatro Nacional.

Las alturas independiente de la grúa sin usar arriostre de torre, es de 65 metros según el manual de operación del equipo, esta altura es mayor comparándola con los 23 metros de la altura máxima de la obra, esto quiere decir que no utilizaran arriostres de torre para dar estabilidad a la grúa.

Se tiene en consideración también que las grúas torres no deben de chocar entre sí al momento de girar su pluma.

Se establece entonces que una grúa torre será montada con 9 cuerpos y la otra con 7 cuerpos. La grúa modelo PC 1400 código 18-010 fue armada con 9 cuerpos mientras que la segunda grúa modelo SK 135 código 18-003 fue montada con sólo 7 cuerpos, teniendo 2 cuerpos de diferencia consiguiendo una distancia de separación de 9.1 metros con respecto a las horizontales que forman las plumas cuando están en la misma línea vertical.

#### 5.4.2.3.- Utilización de estándares de seguridad y procedimientos de trabajo.

GYM S.A. a elaborado mediante su departamento de Prevensión de Riesgo 35 estándares de seguridad para los trabajos que se realizan en toda la empresa, estos estándares nos dan los lineamientos para la ejecución de los trabajos en la que participa todo el personal.

La TABLA N° 5.10 nos muestra el listado de los 35 estándares, estos deben ser difundidos y de conocimiento de todo el personal que trabaja en la empresa. Las charlas de difusión deben de estar debidamente llenadas con el nombre y la firma de los participantes para que quede constancia del conocimiento de la capacitación brindada.

Adicional a estos estándares, se han creado los procedimientos de trabajo, el área de Equipos de Izaje, por tener trabajos específicos ha realizado procedimientos de montaje y desmontaje de grúas torres, con el fin de garantizar la seguridad del personal. Son 15 los procedimientos de montajes y desmontaje de grúa torres, un procedimiento para cada modelo de grúa con la que cuenta la empresa y están enumerados en la TABLA N° 5.11. Lo que se busca con la ejecución y difusión de los procedimientos de trabajo es de tener un documento que detalle de manera clara los pasos que se deben seguir al momento de realizar el montaje o desmontaje de los equipos, El procedimiento es difundido al personal antes de iniciar las labores teniendo todos la misma información y evitar estar realizando trabajos incorrectamente o sin una previa preparación, esto nos garantiza tener trabajos seguros y eficientes, cumpliendo los compromisos del cronograma ya establecido.

ESTANDAR	DESCRIPCION DE ESTANDAR DE GYM S.A.
GYM Pdrga N° 1	ESTÁNDAR BÁSICO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS
GYM Pdrga N° 2	TRABAJOS CON ENERGÍA ELÉCTRICA
GYM Pdrga N° 3	ESCALERAS, RAMPAS, ANDAMIOS Y PLATAFORMAS DE TRABAJO
GYM Pdrga N° 4	TRABAJOS EN ALTURA
GYM Pdrga N° 5	OPERACIONES DE IZAJE DE CARGAS
GYM Pdrga N° 6	PREVENCIÓN DE RIESGOS VIALES
GYM Pdrga N° 7	TRÁNSITO EN TROCHAS Y VÍAS NO PAVIMENTADAS
GYM Pdrga N° 8	EQUIPAMIENTO BÁSICO DE EQUIPO.
GYM Pdrga N° 9	MANEJO DE CILINDROS DE OXÍGENO Y GAS COMBUSTIBLE
GYM Pdrga N° 10	OPERACIONES DE ESMERILADO, CORTE, PULIDO Y DESBASTE
GYM Pdrga N° 11	OPERACIONES DE CORTE Y SOLDADURA OXIACETILÉNICA
GYM Pdrga N° 12	OPERACIONES DE SOLDADURA ELÉCTRICA
GYM Pdrga N° 13	TRABAJOS DE ARENADO
GYM Pdrga N° 14	TRABAJOS EN CALIENTE
GYM Pdrga N° 15	ORDEN Y LIMPIEZA EN ÁREAS DE TRABAJO
GYM Pdrga N° 16	REVISIÓN DE HERRAMIENTAS MANUALES Y EQUIPOS PORTÁTILES
GYM Pdrga N° 17	USO DE HERRAMIENTAS MANUALES Y EQUIPOS PORTÁTILES
GYM Pdrga N° 18	USO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL
GYM Pdrga N° 19	TRABAJOS EN ESPACIOS CONFINADOS
GYM Pdrga N° 20	TRABAJOS DE EXCAVACIÓN
GYM Pdrga N° 21	USO DE HACHAS Y MACHETES
GYM Pdrga N° 22	MONTAJE DE TORRES Y TENDIDO DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA
GYM Pdrga N° 23	CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA CON POSTES
GYM Pdrga N° 24	MANEJO DE EXPLOSIVOS
GYM Pdrga N° 25	MANIPULACIÓN, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE EXPLOSIVOS
GYM Pdrga N° 26	ESTÁNDAR DE PREVENCIÓN DE RIESGOS PARA SEÑALEROS
GYM Pdrga N° 27	PREVENCIÓN DE RIESGOS PARA CUADRADORES DE DESCARGA
GYM Pdrga N° 28	TRABAJOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS
GYM Pdrga N° 29	RESCATE DE EQUIPOS ATASCADOS
GYM Pdrga N° 30	PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE
GYM Pdrga N° 31	MANEJO DE MATERIALES PELIGROSOS
GYM Pdrga N° 32	RESPONSABILIDADES DE LA LÍNEA DE MANDO Y AREA ADMINISTRATIVA DE OBRA
GYM Pdrga N° 33	FUNCIONES DEL JEFE DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y GESTIÓN AMBIENTAL DE LA OBRA
GYM Pdrga N° 34	RESPONSABILIDADES DE EMPRESAS SUBCONTRATISTAS O PRESTADORAS DE SERVICIOS
GYM Pdrga N° 35	OPERACIÓN DE IZAJE DE CARGAS CON GRUA TORRE

TABLA N° 5.10 : ESTÁNDARES DE TRABAJO SEGURO DE GYM.

Fuente: Propia.

Ítem	Descripción de Procedimientos de Grúas Torres
1	Procedimiento de Montaje de Grúa Torre Liebherr 77K
2	Procedimiento de Montaje de Grúa Torre Pecco SK 135
3	Procedimiento de Montaje de Grúa Torre Pecco PC 1400
4	Procedimiento de Montaje de Grúa Torre Kaiser HBK
5	Procedimiento de Montaje de Grúa Torre Liebherr 301 C
6	Procedimiento de Montaje de Grúa Torre Pecco SKK 140
7	Procedimiento de Montaje de Grúa Torre Potain MC115B
8	Procedimiento de Desmontaje de Grúa Torre Liebherr 77K
9	Procedimiento de Desmontaje de Grúa Torre Pecco SK 135
10	Procedimiento de Desmontaje de Grúa Torre Pecco PC 1400
11	Procedimiento de Desmontaje de Grúa Torre Kaiser HBK
12	Procedimiento de Desmontaje de Grúa Torre Liebherr 301 C
13	Procedimiento de Desmontaje de Grúa Torre Pecco SKK 140
14	Procedimiento de Desmontaje de Grúa Torre Potain MC115B
15	Procedimiento de Telescopaje de Grúa Torre Pecco

**TABLA N° 5.11 : PROCEDIMIENTOS DE GRÚAS DE GYM S.A.**

Fuente: Propia.

#### 5.4.2.4.- Ejecución de planes de izaje.

El plan de izaje o rigging plan se realiza para maniobras críticas, se tiene que preparar antes de ejecutar las maniobras de montaje o desmontaje y nos permite realizar los cálculos previos necesarios que nos permitirán hacer un montaje y desmontaje seguro.

El plan de izaje permite conocer la ubicación en terreno de la GHDA para el armado de la grúa torre, el ángulo de inclinación a la que estará trabajando su pluma al momento del montaje o desmontaje, conociendo los valores máximos de capacidad de carga soportados por la GHDA, con el plan de izaje podemos seleccionar adecuadamente los elementos de izaje, como eslingas, estobos, grilletes y demás, con respecto al peso y medida de la carga.

El plan de izaje permite documentar adecuadamente todos los trabajos de izaje.

Permite detectar posibles complicaciones en las maniobras debido a que se realizan con las medidas exactas en terreno obteniendo un buen control y manejo de la situación antes de ejecutar las labores de montaje y desmontaje.

El plan de izaje lo realizaremos cuando:

- La capacidad bruta del equipo de izaje está comprendida entre el 60 y 80 % según el estándar de GYM S.A.
- El potencial de pérdida valorado de acuerdo a la matriz de riesgo esta considerado como igual o mayor a un trabajo con potencial significativo.
- El valor de la carga supera los US \$200.000.
- La pérdida de la carga puede afectar en más de un 50 % la producción del área donde se realiza el izaje.
- El izaje se hace por encima de equipos o líneas presurizadas.
- El izaje de una carga se hace con dos o más GHDA.
- Cuando se levanta personas en canasta con grúas.
- Cuando la carga es grande en volumen y difícil de maniobrar.
- El contenido de la carga es de alto riesgo (químicos, explosivos, etc.).
- Cuando se realiza un levantamiento de carga por debajo de las distancias mínimas de separación establecidas con respecto a líneas eléctricas vivas.

- Cuando se utilicen elementos no convencionales (Fabricados para un movimiento en particular).
- Cuando se realiza izajes por debajo del nivel cero (el nivel cero en izajes se presenta cuando por las condiciones del área de izaje; la pasteca con carga izada se encuentra por debajo del nivel de los estabilizadores del equipo de izaje).

En nuestro caso realizaremos plan de izaje para:

- Montaje de Plumín, Se considera Plan de izaje debido a que el volumen del componente es considerable, tiene 9.5 metros de largos, 1.7 alto y 1.7 de ancho.

El plumín es el componente de la grúa que se encuentra a mayor altura para montar.

- Montaje de Contra flecha: Se considera Plan de izaje debido a que el volumen y el peso son considerables, tiene 13.16 metros de largo, 1.8 de ancho y 2.23 de alto. Su peso es de 9170.82 Kilogramos. La capacidad bruta de la GHDA se calculó en 74.67%, para una GHDA de 75 Toneladas de capacidad.

- Montaje de la Pluma: Se considera Plan de izaje debido a que el volumen y el peso son considerables, tiene 46.4 metros de largo, 1.75 de ancho y 2.08 de alto. Su peso es de 8702.26 Kilogramos. La capacidad bruta de la GHDA se calculó en 71.27%, para una GHDA de 75 Toneladas de capacidad.

Como indica la FIGURA N° 5.23 el plan de izaje contiene los datos del proyecto, los datos técnicos de la grúa que hará el montaje y las características de la

posición del equipo para hacer la maniobra, longitud del boom, ángulo de trabajo, radio de giro.

Se detalla también la carga total que será izada la cual es la suma de los pesos conformados por el peso de la carga del componente, peso del gancho, peso del cable, peso de los estrobos y de la bola del gancho auxiliar.

Para casos especiales se pueden considerar más cargas adicionales como son el viento, plumín del equipo si es que este se encuentra montado, etc.

Un dato importante en el plan de izaje es el porcentaje de maniobra, el cual es el resultado de dividir la carga de izaje total entre la capacidad de carga con el radio y la altura indicada al 100%. Si el porcentaje de maniobra es mayor al 80% la maniobra no se ejecuta por ser un tema de seguridad avalado por la empresa.

El plan de izaje nos muestra un diagrama de carga donde se representa el componente a montar en su tamaño a escala, esto nos permite identificar cómo se ejecutaría la maniobra dándonos una imagen general.

El no realizar un plan de izaje dejaría la responsabilidad total de la maniobra en el operador, la supervisión no va a poder evaluar si el movimiento de la GHDA es el correcto o incorrecto, tampoco conocerá la posición segura de trabajo del equipo, ni se podrán definir claramente las áreas seguras de trabajo de carga y descarga de los componentes de la grúa torre, es por tanto necesario ejecutar este procedimiento de trabajo realizando el plan de izaje antes de ejecutar la maniobra guiando adecuadamente al operador y que este no cometa errores.

Proyecto Gran Teatro Nacional	N° Proyecto 1710	Fecha de izaje 04/11/2010	Hora de izaje 03.00 pm	Lugar de izaje: Av Javier Prado Este cuadra 41 - San Borja
fabricante de equipo GROVE	Modelo RT-880 E	N° de serie 80005124	Longitud de pluma telescópica 39.02 Mt	Longitud de plumin : N/A
Radio máximo durante el izaje (RECOJO, OSCILACION Y COLOCACION) 9.1 Mt	Altura de montaje 21.72Mt	Angulo Máximo de BOOM 77°	Capacidad de grúa según fabricante 75 T	
Se utilizara Plumin si                      no X	Capacidad de carga con el radio y altura indicada Al 100% 9,975 Kg. Al 80% 7,980 Kg		colocación del componente nivel 0 a nivel 21.72mt	
Pesos a maniobrar en Kg.			Descripción de carga y peso Montaje	
peso de componente	1.554.75	de 01 Plumin PC 1400		
peso de plumin	0.00	Quien determino el peso de la carga a izar		
peso de gancho	598.30	EL FABRICANTE		
peso de punto superior de pluma	0.00	Carga de izaje total 2,724.34 Kg		
peso de bola	257.64	Porcentaje de maniobra 27.30 %		
estrobo y equipos de izaje diversos	59.87	Línea de cable a utilizar 04 línea cable 19mm		
Cable de acero	253.78	Area de maniobra: la maniobra se realizara dentro del terreno de la obra. No será necesario cerrar ninguna vía.		
viga de izaje o barras	0.00			
Total		2,724.34		

FIGURA N° 5.23 : SECCIÓN DE PLAN DE IZAJE.

Fuente: Propia.

#### 5.4.2.5.- Ejecución de cronograma de movilización y montaje de componentes.

Se debe de realizar un cronograma de movilización y montaje de componentes ya que todos los equipos se encuentran en la Central de Equipos CEQ. Km 19.5 Antigua Panamericana Sur, de ahí serán derivados a los distintos proyectos del País.

Para nuestro caso práctico en el Gran Teatro Nacional se realizan despachos parciales para evitar acumulación de los componentes de la grúa y posibles daños debido a que el espacio con el que se contaba en el Teatro Nacional era reducido, algo común para las obras de construcción en Lima.

El cronograma se realiza para definir los tiempos de trabajo, el personal, los equipos y las herramientas necesarias para ejecutar un correcto trabajo. El montaje y puesta en operación de las 02 grúas en obra, estarán dados en 09 días.

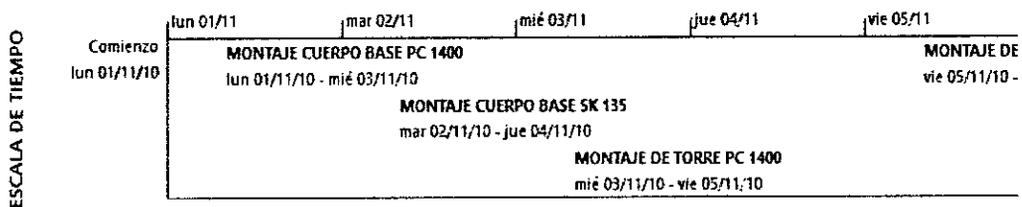


FIGURA N° 5.24 : CRONOGRAMA DE TRABAJOS USANDO MS PROJECT.

Fuente: Propia.

El desarrollo de los trabajos según la escala de tiempo es como sigue:

- **MONTAJE CUERPO BASE PC 1400:** Tiempo de duración 03 días desde el Lunes 01 al Miércoles 03 comprendiendo el carguío, transporte, montaje, nivelación y fraguado del cuerpo base de la grúa torre PC 1400.
- **MONTAJE CUERPO BASE SK 135:** Tiempo de duración 03 días, desde el Martes 02 al Jueves 04 comprendiendo el carguío, transporte, montaje, nivelación y fraguado del cuerpo base de la grúa torre SK 135.
- **MONTAJE DE TORRE PC 1400:** Tiempo de duración 03 días, desde el Miércoles 03 al Viernes 05 comprendiendo el carguío y transporte de los componentes verticales formado por 02 cuerpos de torre, trepador, cuerpo de transición, tornamesa, cabina y plumín; montaje de los componentes verticales; carguío y transporte de los componentes horizontales formados por la contra

flecha, contrapesos, pluma, carro, gancho, ejecución de las instalación de conexión eléctrica, carguío y transporte de 06 cuerpos para el telescopaje.

- **MONTAJE DE TORRE SK 135:** Tiempo de duración 03 días, desde el Viernes 05 al Domingo 07, comprendiendo el carguío y transporte de los componentes verticales formado por 02 cuerpos de torre, trepador, cuerpo de transición, tornamesa, cabina y plumín; montaje de los componentes verticales; carguío y transporte de los componentes horizontales formado por la contra flecha, contrapesos, pluma, carro, gancho; Instalación de conexión eléctrica, carguío y transporte de 04 cuerpos para el telescopaje.

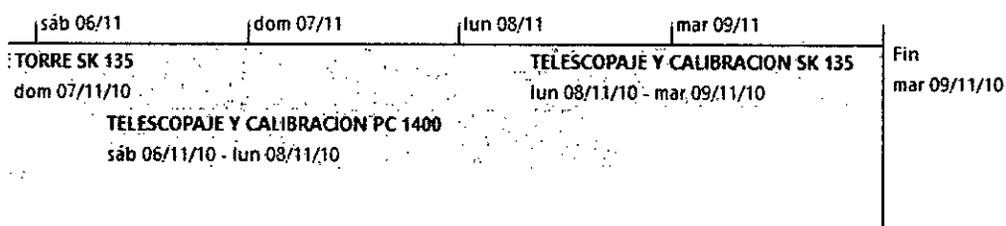


FIGURA N° 5.25 : CONTINUACIÓN DE CRONOGRAMA.

Fuente: Propia.

- **TELESCOPAJE Y CALIBRACIÓN PC 1400:** Tiempo de duración 03 días, desde el Sábado 06 al Lunes 08, comprende Telescopaje de 06 cuerpos, calibración de sistemas de seguridad, prueba de carga y certificación.
- **TELESCOPAJE Y CALIBRACIÓN SK 135:** Tiempo de duración 02 días, desde el Lunes 08 al Martes 09, comprende Telecopaje de 04 cuerpos, calibración de sistemas de seguridad, prueba de carga y certificación.

<b>CRONOGRAMA DE MONTAJE GRUA TORRE PECCO PC 1400</b>			
Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
<b>MONTAJE CUERPO BASE PC 1400</b>	<b>24 horas</b>	<b>lun 01/11/10</b>	<b>mié 03/11/10</b>
CARGUIO EN ALMACEN	1 hora	lun 01/11/10	lun 01/11/10
TRANSPORTE A OBRA	1 hora	lun 01/11/10	lun 01/11/10
MONTAJE Y NIVELACION	2 horas	lun 01/11/10	lun 01/11/10
VACIADO CONCRETO	1 hora	lun 01/11/10	lun 01/11/10
FRAGUADO	15 horas	lun 01/11/10	mié 03/11/10
FECHA FINAL PC1	0 días	mié 03/11/10	mié 03/11/10
<b>MONTAJE DE TORRE PC 1400</b>	<b>24 horas</b>	<b>mié 03/11/10</b>	<b>vie 05/11/10</b>
CARGUIO 2 CUERPOS TORRE	1 hora	mié 03/11/10	mié 03/11/10
CARGUIO TREPADOR	1 hora	mié 03/11/10	mié 03/11/10
CARGUIO CUERPO TRANSICION	1 hora	mié 03/11/10	mié 03/11/10
CARGUIO TORNAMESA Y CABINA	1 hora	mié 03/11/10	mié 03/11/10
CARGUIO DE PLUMIN	1 hora	mié 03/11/10	mié 03/11/10
TRANSPORTE A OBRA	2 horas	mié 03/11/10	mié 03/11/10
MONTAJE 2 CUERPOS	2 horas	jue 04/11/10	jue 04/11/10
MONTAJE TREPADOR	1 hora	jue 04/11/10	jue 04/11/10
MONTAJE CUERPO TRANSICION	1 hora	jue 04/11/10	jue 04/11/10
MONTAJE TORNAMESA Y CABINA	1 hora	jue 04/11/10	jue 04/11/10
MONTAJE PLUMIN	1 hora	jue 04/11/10	jue 04/11/10
TORQUEO DE PERNOS	2 horas	jue 04/11/10	jue 04/11/10
CARGUIO CONTRAFLECHA	1 hora	jue 04/11/10	jue 04/11/10
CARGUIO CONTRAPESO	1 hora	jue 04/11/10	jue 04/11/10
CARGUIO DE SECCIONES DE PLUMA	2 horas	jue 04/11/10	jue 04/11/10
CARGUIO DE CARRO Y GANCHO	1 hora	jue 04/11/10	jue 04/11/10
TRANSPORTE A OBRA	2 horas	jue 04/11/10	jue 04/11/10
MONTAJE CONTRAFLECHA	1 hora	vie 05/11/10	vie 05/11/10
MONTAJE DE PLUMA	2 horas	vie 05/11/10	vie 05/11/10
MONTAJE DE CONTRAPESOS	1 hora	vie 05/11/10	vie 05/11/10
INSTALACION ELECTRICA	1 hora	vie 05/11/10	vie 05/11/10
CARGUIO DE 6 CUERPOS	3 horas	vie 05/11/10	vie 05/11/10
TRANSPORTE A OBRA	2 horas	vie 05/11/10	vie 05/11/10
FECHA FINAL PC2	0 horas	vie 05/11/10	vie 05/11/10
<b>TELESCOPAJE Y CALIBRACION PC 1400</b>	<b>15 horas</b>	<b>sáb 06/11/10</b>	<b>lun 08/11/10</b>
MONTAJE DE 3 CUERPOS	7 horas	sáb 06/11/10	sáb 06/11/10
MONTAJE DE 3 CUERPOS	7 horas	dom 07/11/10	dom 07/11/10
CALIBRACION Y PRUEBA	3 horas	lun 08/11/10	lun 08/11/10
CERTIFICACIÓN	3 horas	lun 08/11/10	lun 08/11/10
FECHA FINAL PC3	0 días	lun 08/11/10	lun 08/11/10

FIGURA N° 5.26 : CRONOGRAMA DE MONTAJE DE GRÚA PC 1400.

Fuente: Propia.

<b>CRONOGRAMA DE MONTAJE GRUA TORRE PECCO SK 135</b>			
Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
<b>MONTAJE CUERPO BASE SK 135</b>	<b>24 horas</b>	<b>mar 02/11/10</b>	<b>jue 04/11/10</b>
CARGUIO EN ALMACEN	1 hora	mar 02/11/10	mar 02/11/10
TRANSPORTE A OBRA	1 hora	mar 02/11/10	mar 02/11/10
MONTAJE Y NIVELACION	2 horas	mar 02/11/10	mar 02/11/10
VACIADO CONCRETO	2 horas	mar 02/11/10	mar 02/11/10
FRAGUADO	18 horas	mar 02/11/10	jue 04/11/10
FECHA FINAL SK1	0 días	jue 04/11/10	jue 04/11/10
<b>MONTAJE DE TORRE SK 135</b>	<b>16 horas</b>	<b>vie 05/11/10</b>	<b>dom 07/11/10</b>
CARGUIO 2 CUERPOS TORRE	1 hora	vie 05/11/10	vie 05/11/10
CARGUIO TREPADOR	1 hora	vie 05/11/10	vie 05/11/10
CARGUIO CUERPO TRANSICION	1 hora	vie 05/11/10	vie 05/11/10
CARGUIO TORNAMESA Y CABINA	1 hora	vie 05/11/10	vie 05/11/10
CARGUIO DE PLUMIN	1 hora	vie 05/11/10	vie 05/11/10
TRANSPORTE A OBRA	2 horas	vie 05/11/10	vie 05/11/10
MONTAJE 2 CUERPOS	2 horas	sáb 06/11/10	sáb 06/11/10
MONTAJE TREPADOR	1 hora	sáb 06/11/10	sáb 06/11/10
MONTAJE CUERPO TRANSICION	1 hora	sáb 06/11/10	sáb 06/11/10
MONTAJE TORNAMESA Y CABINA	1 hora	sáb 06/11/10	sáb 06/11/10
MONTAJE PLUMIN	1 hora	sáb 06/11/10	sáb 06/11/10
TORQUEO DE PERNOS	1 hora	sáb 06/11/10	sáb 06/11/10
CARGUIO CONTRAFLECHA	1 hora	sáb 06/11/10	sáb 06/11/10
CARGUIO CONTRAPESO	1 hora	sáb 06/11/10	sáb 06/11/10
CARGUIO DE SECCIONES DE PLUMA	1 hora	sáb 06/11/10	sáb 06/11/10
CARGUIO DE CARRO Y GANCHO	1 hora	sáb 06/11/10	sáb 06/11/10
TRANSPORTE A OBRA	2 horas	sáb 06/11/10	sáb 06/11/10
MONTAJE CONTRAFLECHA	1 hora	dom 07/11/10	dom 07/11/10
MONTAJE 2 CONTRAPESOS	2 horas	dom 07/11/10	dom 07/11/10
MONTAJE DE PLUMA	2 horas	dom 07/11/10	dom 07/11/10
MONTAJE 3 CONTRAPESOS	1 hora	dom 07/11/10	dom 07/11/10
INSTALACION ELECTRICA	2 horas	dom 07/11/10	dom 07/11/10
CARGUIO DE 4 CUERPOS	2 horas	sáb 06/11/10	dom 07/11/10
TRANSPORTE A OBRA	2 horas	dom 07/11/10	dom 07/11/10
FECHA FINAL SK2	0 horas	dom 07/11/10	dom 07/11/10
<b>TELESCOPEAJE Y CALIBRACION SK 135</b>	<b>16 horas</b>	<b>lun 08/11/10</b>	<b>mar 09/11/10</b>
MONTAJE DE 3 CUERPOS	7 horas	lun 08/11/10	lun 08/11/10
MONTAJE DE 1 CUERPO	2 horas	mar 09/11/10	mar 09/11/10
CALIBRACION Y PRUEBA	3 horas	mar 09/11/10	mar 09/11/10
CERTIFICACIÓN	3 horas	mar 09/11/10	mar 09/11/10
FECHA FINAL SK3	0 días	mar 09/11/10	mar 09/11/10

FIGURA N° 5.27 : CRONOGRAMA DE MONTAJE DE GRÚA SK 135.

Fuente: Propia.

ESCALA DE TIEMPO

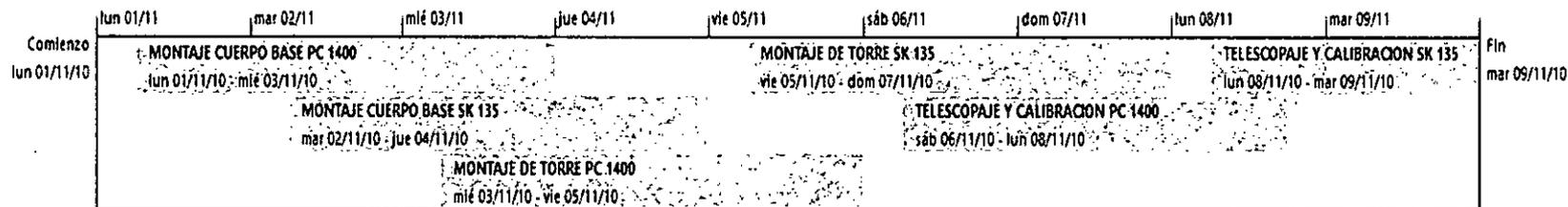


FIGURA N° 5.28 : CUADRO COMPLETO DE MONTAJE USANDO ESCALA DE TIEMPO.

Fuente: Propia.

N°	Modo de tarca	Nombre de	jun 09/11		mar 09/11		mai 10/11	
			12	12	12	12	12	12
1	✂	MONTAJE						
2	✂	CARGU						
3	✂	TRANS						
4	✂	MONT						
5	✂	VACIA						
6	✂	FRAGU						
7	✂	FECHA						
8	✂	MONTAJE						
9	✂	CARGU						
10	✂	CARGU						
11	✂	CARGU						
12	✂	CARGU						
13	✂	CARGU						
14	✂	TRANS						
15	✂	MONT						
16	✂	MONT						
17	✂	MONT						
18	✂	MONT						
19	✂	MONT						
20	✂	TORQU						
21	✂	CARGU						
22	✂	CARGU						
23	✂	CARGU						
24	✂	CARGU						
25	✂	TRANS						
26	✂	MONT						
27	✂	MONT						
28	✂	MONT						
29	✂	INSTAL						
30	✂	CARGU						
31	✂	TRANS						
32	✂	FECHA						
33	✂	TELESCOP						
34	✂	MONT						
35	✂	MONT						
36	✂	CALIBR						
37	✂	CERTIF						
38	✂	FECHA			08/11			
39	✂	MONTAJE						
40	✂	CARG						
41	✂	TRAN						
42	✂	MONT						
43	✂	VACIA						
44	✂	FRAGU						
45	✂	FECHA						
46	✂	MONTAJE						
47	✂	CARG						
48	✂	CARG						
49	✂	CARG						
50	✂	CARG						
51	✂	CARG						
52	✂	TRANS						
53	✂	MONT						
54	✂	MONT						
55	✂	MONT						
56	✂	MONT						
57	✂	MONT						
58	✂	TORQ						
59	✂	CARG						
60	✂	CARG						
61	✂	CARG						
62	✂	CARG						
63	✂	TRANS						
64	✂	MONT						
65	✂	MONT						
66	✂	MONT						
67	✂	MONT						
68	✂	INSTA						
69	✂	CARG						
70	✂	TRAN						
71	✂	FECHA						
72	✂	TELESCOP						
73	✂	MONT						
74	✂	MONT						
75	✂	CALIBR						
76	✂	CERTIF						
77	✂	FECHA			09/11			

Proyecto: Cronograma de Montaje

— Cronograma de Montaje

#### 5.4.2.6.- Ejecución correcta del montaje de las grúas torres.

Las grúas torres del Gran Teatro Nacional, serán montadas sobre bases de concreto con soportes descartables configuración C/1 según la FIGURA N° 5.11, para poder ejecutar correctamente el proceso de montaje, se han establecidos procedimientos de trabajo, análisis de riesgo y AST, según se muestra en los anexos. los cuales deben ser seguidos por todo el personal involucrado.

Para hacer un correcto montaje de la estructura es necesario contar con los planes de izajes respectivos aprobados por el área técnica y la supervisión, también debe de tener aprobado el cronograma de montaje definido con el proyecto con el fin de tener el área libre de trabajo y no se interrumpa con cruces de trabajos por una incorrecta programación. Para nuestro trabajo en el montaje de las grúas torres del Gran Teatro Nacional tendremos el apoyo de 2 equipos, el primero es un camión grúa de 18 Toneladas de capacidad que se utilizará para el montaje del cuerpo base y su nivelación en terreno, el segundo equipo es una GHDA de una capacidad de 75 Toneladas. Los planos de cimentación los encontramos en el manual del equipo, estos serán ejecutados por el área de ingeniería civil de la empresa. El plano final autorizado debidamente firmado debe ser archivado en el histograma del equipo.

Para iniciar los trabajos debemos tener:

- El plan de izaje , procedimiento de montaje , seguro SCTR del personal y el ATS debidamente firmado y autorizados para la ejecución de los trabajos.
- Certificado del camión grúa y del operador vigente, el operador debe estar calificado para el equipo que está operando.

- Certificado de la GHDA y del operador, el operador debe estar calificado para el equipo que está operando.
- Certificación del maniobrista rigger vigente..
- Certificación de los elementos de izaje como son eslingas, estrobos, grilletes, etc.

La TABLA N° 5.12 describe los trabajos de montaje utilizando los dos equipos de apoyo, una vez terminados estos trabajos de montaje se procederá a dar energía a todo el sistema y realizar el cableado tanto del winche principal y del winche del carro calibrados para el trabajo, esto nos permitirá preparar el equipo para el telescopaje, este último paso se realiza con la misma grúa torre y permite auto elevarse hasta su posición final de trabajo.

Ítem	Trabajo efectuado montaje PC 1400	Equipo de apoyo
1	Armado de enmallado de cimentación	Camión grúa
2	Colocación de cuerpo base con los anclajes metálicos.	Camión grúa
3	Fijación y nivelación del cuerpo base	Camión grúa
4	Vaciado de concreto y fragua.	----
5	Montaje de dos cuerpos de torre.	GHDA
6	Montaje de cuerpo de transición.	GHDA
7	Montaje de tornamesa, cabina y plumín	GHDA
8	Montaje de contra flecha	GHDA
9	Montaje de pluma de grúa torre.	GHDA
10	Montaje de los contrapesos.	GHDA
11	Instalación eléctrica y prueba para el telescopaje	----

TABLA N° 5.12 : DESCRIPCIÓN DE TRABAJOS DE MONTAJE.

Fuente: Propia.

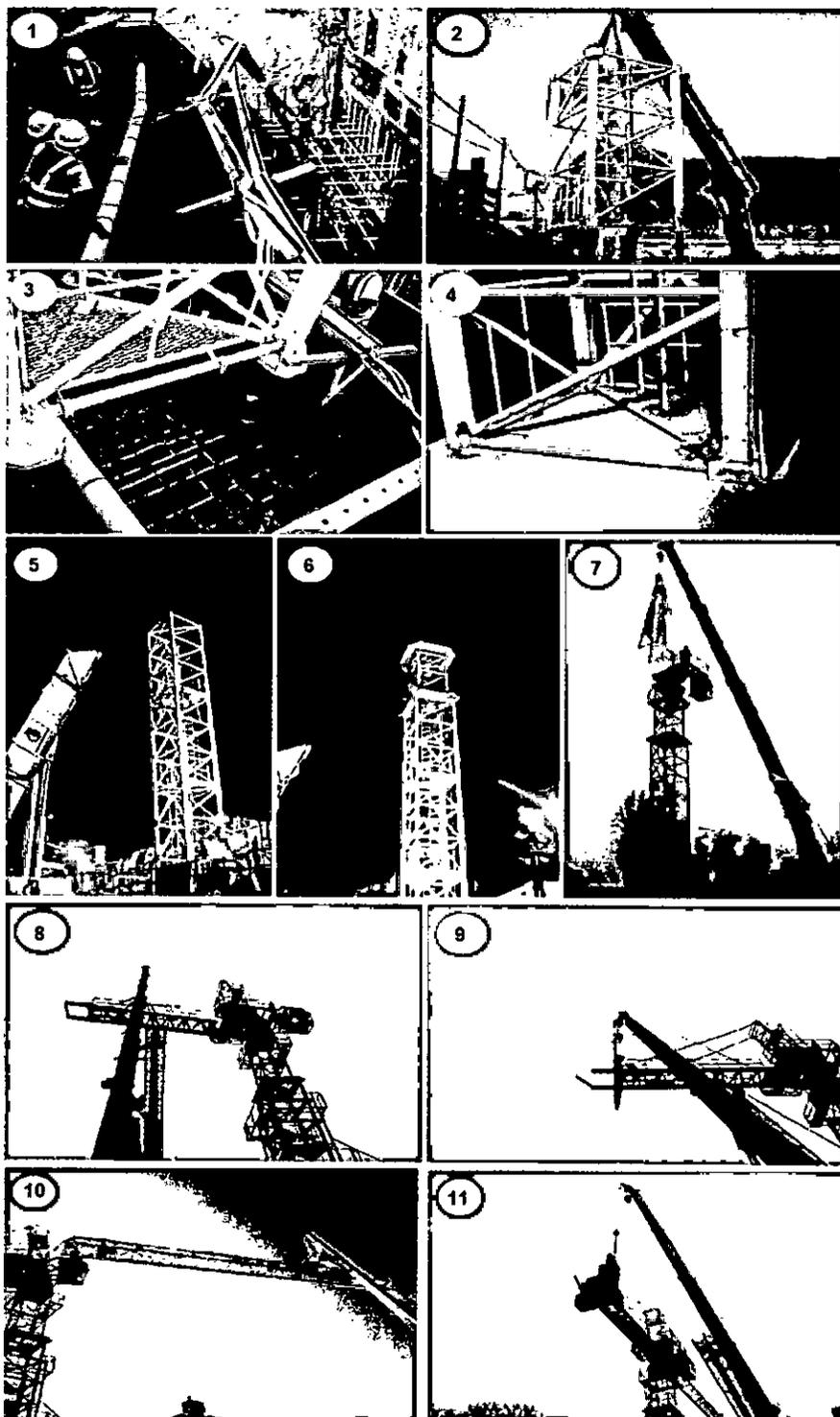


FIGURA N° 5.30 : DESCRIPCIÓN FOTOGRÁFICA DE LA TABLA N° 5.12.

Fuente Propia.

### Telescopaje de grúa torre.

El proceso consiste en que la misma grúa posicione uno de sus cuerpos sobre el mecanismo de trepado, este mecanismo deja una sección libre para que ingrese el cuerpo de torre dentro de la estructura. La grúa torre debe estar debidamente verticalizada para una rápida elevación, si la grúa se encuentra ligeramente desviada se puede utilizar el carro desplazándolo sobre la pluma haciendo las veces de contrapeso, esto facilita la subida del trepador, el cual utiliza un pistón hidráulico que permite soportar y elevar toda la grúa torre sobre el cuerpo de transición, esto lo realiza de manera secuencial hasta alcanzar la altura de trabajo, debido a que ya se definió que los equipos del proyecto no superarían la altura independiente no se considera la utilización de arriostres de torre.

El ajuste y torqueo de los pernos se realiza cada vez que se coloca un cuerpo y antes de posicionar el siguiente.

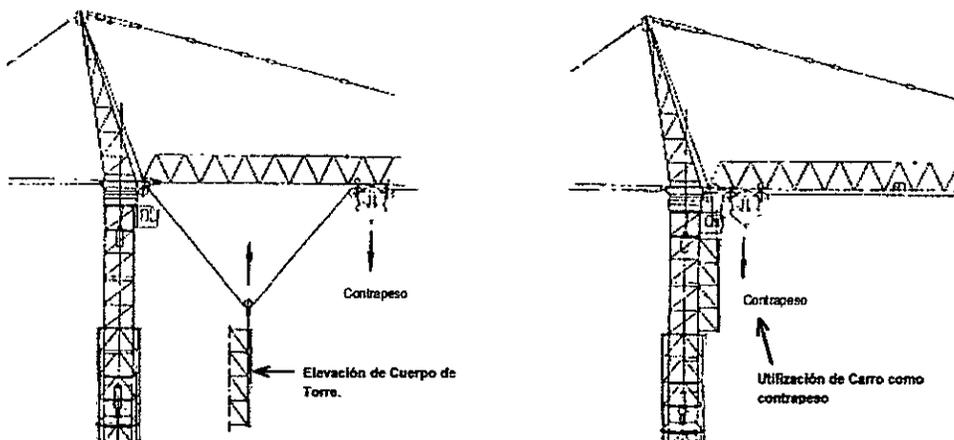


FIGURA N° 5.31 : PROCEDIMIENTO DE TELESCOPAJE.

Fuente: Manual de la grúa torre Pecco PC 1400.

#### 5.4.2.7.- Ejecución correcta para el funcionamiento de la grúa torre.

Al finalizar el montaje y proceder con el funcionamiento del equipo se debe de hacer una revisión general antes de su puesta en operación y así asegurar un correcto funcionamiento.

Ítem	Documentación.
1	Certificación de los anclajes descartables
2	Plano de Cimentación
3	Protocolos de Inspección
4	Procedimiento de Montaje
5	Histograma del Equipo.
6	certificación estructural
7	Manual de Operación
8	Tabla de Carga del equipo
9	Ficha Técnica del equipo
10	Hoja del vida del operador
11	Certificación del operador
12	Hoja de vida del maniobrista
13	Certificación del maniobrista
14	Protocolo de operación
15	Certificación de operación del equipo
16	Reporte diario del operador.

TABLA N° 5.13 : LISTADO DE DOCUMENTACIÓN.

Fuente: Propia.

Se ha enumerado una lista de puntos que se deben de revisar antes de poner en operación el equipo, se verán 7 partes importantes para evaluar la operatividad de la grúa torre, esta revisión se realiza antes de la certificación de operación del equipo. La certificación de operación del equipo contiene los mismos puntos pero ya es ejecutado por un ente externo autorizado.



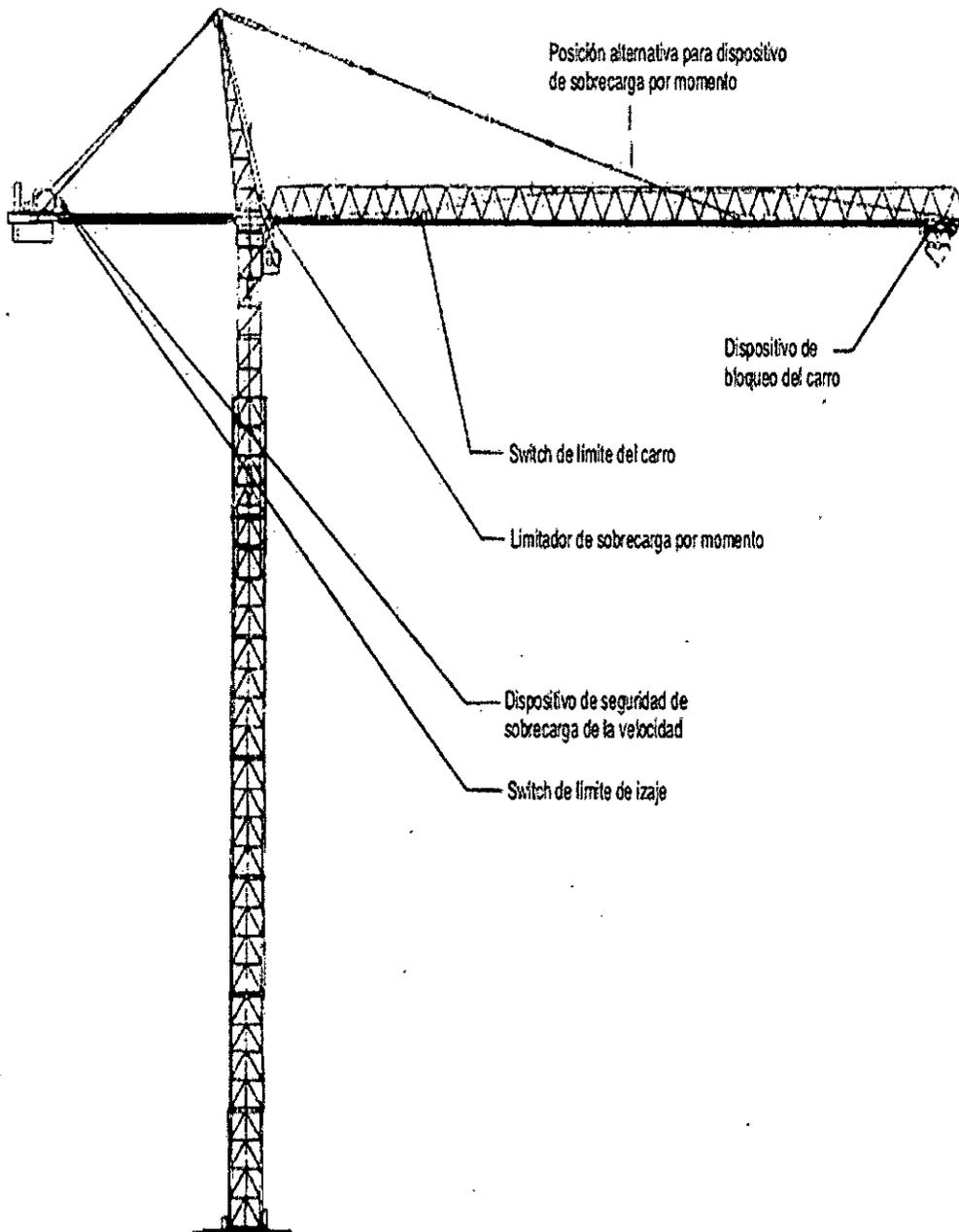


FIGURA N° 5.32 : UBICACIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD EN LA GRÚA TORRE PC 1400.

Fuente: Manual grúa torre Pecco PC 1400.

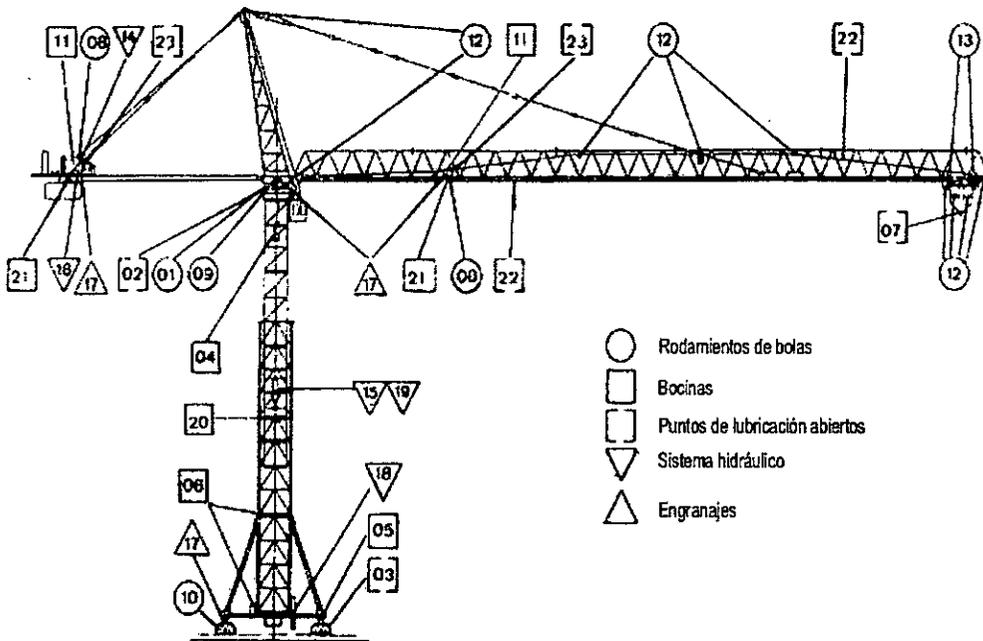
#### 5.4.3.- Control de operación y mantenimiento de las grúas torres.

Finalizado el montaje se procede a la operación del equipo durante todo el tiempo que dure el proyecto. Este control debe ser manejado de manera correcta para conseguir una alta disponibilidad y utilización del equipo.

El fabricante en su manual de cada equipo nos da las recomendaciones de mantenimiento siendo estas utilizadas como base para la creación de planos de mantenimiento fáciles de seguir por el personal técnico.

El fabricante en sus especificaciones de mantenimiento nos proporciona la combinación de tiempos dado en semanas y horas, las cuales son detalladas en las FIGURAS N° 5.33, N° 5.34.

En ambos casos tanto para la grúa torre modelo PC 1400 como para la grúa torre SK 135, el servicio de mantenimiento según su manual, no contempla un protocolo detallado y específico para cada tipo de mantenimiento, esto puede deberse a la antigüedad de estos equipos, la flota que posee GYM S.A. de 12 equipos ha sido adquirida por la empresa a lo largo de los años de trabajo, todos estos equipos han sido comprados de segunda mano, específicamente para los equipo 18-003 y 18-010 utilizados en el Teatro Nacional estos tienen 32 y 28 años de antigüedad respectivamente, para máquinas de solo 2 o 3 años de antigüedad se puede notar que los planos de mantenimiento son mejor elaborados para una fácil aplicación. Debido a que identificamos esta deficiencia para estos equipos se procede a crear protocolos de fácil utilización.



Intervalo de lubricación: períodos intermedios más largos	Puntos de lubricación		Observación	Tipo de lubricación	
	Índice y tipo	No.			
Semanal	01	○	16	Anillo de giro con rodamiento de bolas	Grasa para rodamiento de bolas
	02	□	1	Dientes engranaje de anillo de giro con rodamiento de bolas	Grasa rueda engranaje
	03	□	2	Dientes de engranaje en ruedas de bogue	Grasa rueda engranaje
	04	□	1	Anillo colector	Grasa para buje
Cada dos semanas	05	□	12	Fin de pivote en bogue	Grasa para buje
	06	□	8	Rodamiento para ríostra corta y puntales móviles	Grasa para buje
Cada seis semanas	07	□	1	Puntos de pivote para gancho de carga	Grasa rodamiento bolas
	08	○	4	Rodamientos de tambor y engranaje	Grasa rodamiento bolas
	09	○	4	Ejes para engranajes de giro	Grasa rodamiento bolas
	10	○	8	Ruedas de bogue	Grasa rodamiento bolas
	11	□	4	Frenos doble zapata de unidades de izaje, giro y carro	Grasa para buje
Antes de cada montaje, por lo menos anualmente	12	○	10	Poleas de cable de izaje y cable de carro	Grasa rodamiento bolas
	13	○	4	Rodillos de carro	Grasa rodamiento bolas
Por lo menos anualmente	14	▽	2	Cambio aceite - de switch límite emergencia de izaje y desplazamiento de carro	Aceite para engranajes
	15	▽	1	Cambio aceite sistema hidráulico	Aceite hidráulico
	16	▽	1(2)	Cambio de aceite - bombas de aceite a presión	Aceite hidráulico
Después de 2000 horas por lo menos anualmente	17	△	6	Cambio de aceite de transmisión de izaje, giro, desplazamiento de carro y desplazamiento de grúa	Aceite para engranajes
Después de 5000 h.	18	▽	1	Cambio de aceite - turbo-acoplamiento / tambor cable potencia	Aceite hidráulico
Antes de o/ trapado	19	▽	1	Revisar nivel aceite de planta hidráulica	Aceite hidráulico
	20	□	4	Trapado y soporte de mecanismo de trapado	Grasa para buje
Después de 3000 cambios de veloc.	21	□	(1)	Control renobo de cambio velocidad de unidad de izaje Raco	Grasa Calypsol
	21	□	1	Control renobo de cambio velocidad de unidad de carro Raco	Tipo Wácal XVF
	22	□	3	Engrasar todos los cables	Grasa para cable
Cuando sea requerido	23	□	2	Cadenas de transmisión de switches de límite de emergencia en unidades de izaje y carro	Grasa libre de ácido
	24	□	-	Montar todos los pivotes y guías aceitados	Aceite de máquina
Antes de o/ montaje	25	□	-	Inserte todos los pines engrasados	Grasa para buje

Sección de tipo de lubricación de acuerdo a recomendaciones en el manual

FIGURA N° 5.33 : PLAN DE LUBRICACIÓN DE GRÚA TORRE PC 1400.

Fuente: Manual de grúa torre Pecco PC 1400.

No.		Según necesidad				Lubricantes (ver recomendación de lubricantes)			
		por lo menos una vez al año	cada 500 horas	cada 6 semanas	cada 2 semanas semanal				
1						Dientes de engranaje de anillo de giro	S4	Lubricante adhesivo	
2						Dientes de engranaje de ruedas de bogie	S4		
3						Eje guía de dispositivo de enrollamiento	S4		
4						Cadenas de rodillo y rodamientos de tensionador de cadena	S2	Múltipropósito	
5						Cadenas de eslabones y uniones	S2		
6						Anillo de giro	S2		
7						Rodillo deslizante de punta de torre	S2		
8						Anillo colector	S2		
9						Ruedas de bogie	S2		
10						Pin bisagra de bogie de desplazamiento	S3		
11						Rodamientos para eslabones de brazo pivote	S3		
12						Frenos de equipo de izaje	S3		
13						Cuando están instalados en pines de engrase	Eje motriz de transmisión de giro		S2
14						Rodamiento de engranaje y tambor eje de piñón unidad de desplazamiento	S2		
15						Rodamientos de rodillo de engranaje	S2		
16						Rodamientos axiales de bloque de carga	S2		
17						Antes de cada montaje	Poleas de cable		S3
18						Ruedas de desplazamiento de carro	S2		
19						Travesaño de bloque de carga	S2		
20						Antes de cada montaje (cuando están instalados pines de engrase)	Articulación de cilindro hidráulico*		S3
21						Rodamientos de puntales móviles*	S3		
22						Cubra todos los pines con grasa nueva	S2		
23						Accionamiento por cadena de switches de límite en unidad de desplazamiento de carro	S2		
24						Engrase todos los cables	S4	Lubricante adhesivo	
25						Mantenga todas las juntas y guías en condiciones de funcionamiento	S5	Acete lubricante ligero	

\* Watzrol FM

FIGURA N° 5.34 : PLAN DE LUBRICACIÓN DE GRÚA TORRE SK 135.

Fuente: Manual grúa torre SK 135.

Para llevar un adecuado control del equipo, GYM S.A. está utilizando el programa SISME para todas las áreas de Central de Equipos. El Sistema de Mantenimiento de Equipos SISME, es un programa desarrollado por la empresa GMD la cual es parte del grupo de la corporación Graña y Montero dando un soporte de primer nivel en lo que es programas informáticos.

Se ingresa entonces al SISME los protocolos o planos de mantenimiento los cuales serán dados en horas, con su similar en días y semanas, lo que ocurra primero.

La TABLA N° 5.15 describe los tiempos que se van a programar los mantenimientos de las grúas torres en obra, El SISME controla las horas recorridas tanto inicial y final trabajadas durante el día por el equipo, esto es controlado por un horómetro instalado en la cabina del operador.

El SISME puede proyectar según la utilización de la grúa, la fecha de los próximos mantenimientos que se le deben de realizar al equipo.

<b>Descripción de Trabajo</b>	<b>Días</b>	<b>Semana</b>	<b>Horas</b>
Trabajo Diario Programado	1	0	10
Trabajo Semanal Programado	7	1	60
Trabajo Quincenal Programado	14	2	125
Trabajo Mensual Programado	28	4	250
Trabajo Semestral Programado	168	24	1000
Trabajo Anual Programado	336	48	2000

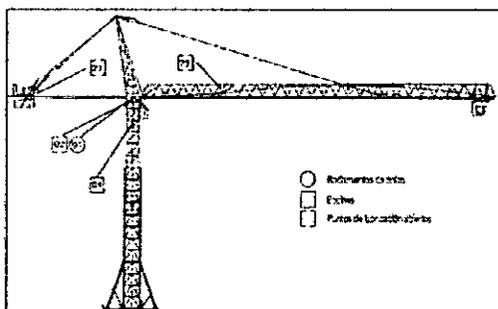
**TABLA N° 5.15 : TIEMPOS PROGRAMADOS DE INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO PARA EL SISME.**

Fuente: Propia.

<b>Gym</b>	<b>CENTRAL DE EQUIPOS</b>	<b>10 HRS</b>
	<b>REGISTRO DE INSPECCIONES DIARIAS</b>	<b>DIARIO</b>
<b>TORRE GRUA PECCO PC 1400</b>		
CODIGO DEL EQUIPO: _____ OBRA: _____ TURNO: _____		
FECHA: _____ HOROMETRO INICIAL: _____ HOROMETRO FINAL: _____		
NOMBRE DEL OPERADOR : _____ DNI: _____		
HORAS REPARACION : _____ HORAS STAND BY : _____ HORAS PARADAS POR FACTORES CLIMATICOS: _____		
<b>1.- TRABAJOS A EJECUTAR</b>		<b>SI</b> <b>NO</b>

1	Revisar correcto funcionamiento de llave general de abastecimiento de energía.		
2	Revisar correcto funcionamiento del cable retráctil para caídas.		
3	Revisar correcta fijación a la estructura del cable retráctil para caídas.		
4	Revisar documentación del equipo. Manual del Fabricante, Tabla de Carga, Certificación Vigente del equipo y Operador.		
5	Revisar visualmente correcto enrollamiento del cable del gancho		
6	Revisar visualmente correcto enrollamiento del cable del carro.		
7	Revisar visualmente correcto estado de poleas guías de cables de gancho.		
8	Revisar visualmente correcto estado de poleas guías de cables de carro.		
9	Revisar visualmente posibles fugas de aceite de los equipos móviles.		
10	Revisar visualmente ningún defecto en los engranajes de izaje, verificar que se encuentren lubricados.		
11	Revisar visualmente ningún defecto en los engranajes de giro, verificar que se encuentren lubricados		
12	Revisar libre acceso al extintor y que este se encuentre operativo		
13	Revisar controlando desde la cabina el correcto movimiento del gancho y sus cambios sean adecuados.		
14	Revisar controlando desde la cabina el correcto movimiento del carro		
15	Revisar controlando desde la cabina el correcto movimiento de giro de la grúa		
16	Revisar controlando desde la cabina el correcto funcionamiento del freno del gancho.		
17	Revisar controlando desde la cabina el correcto funcionamiento del freno del carro.		
18	Revisar controlando desde la cabina el correcto funcionamiento del freno de giro.		
19	Revisar correcto funcionamiento de la lengüeta del gancho.		
20	Mantener Orden y Limpieza en el equipo.		

2.- RECOMENDACIONES	
1	De encontrar algún daño o incorrecto funcionamiento del equipo no se opera la grúa torre hasta luego de una evaluación por el personal calificado.
2	Para equipos que han estado parados más de 1 semana, realizar la evaluación en conjunto con el personal de mantenimiento.
3	Si al momento de la inspección por efectos ambientales como lluvia, excesivo polvo, etc, la grasa de lubricación de engranajes o poleas está deteriorada, comunicar al personal de mantenimiento para su lubricación antes de la operación.



ITEM	TIPO	UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE LUBRICACIÓN
1	○	Anillo de giro con rodamiento de bolas
2	□	Dientes engranaje de anillo de giro con rodamiento de bolas
4	□	Anillo colector
23	□	Cadenas de transmisión de switches de izaje y carro

ITEM	TIPO	TIPO LUBRICANTE
1	○	Mobilux EP 2
2	□	Shell Malleus GL 300
4	□	Mobilux EP 2
23	□	Shell Malleus GL 300

<b>OBSERVACIONES Y JUSTIFICACIONES DE TRABAJOS NO EJECUTADO:</b>		
<div style="border-bottom: 1px dashed black; margin-bottom: 5px;"></div>		
FIRMA OPERADOR	FIRMA MECANICO	FIRMA INGENIERO

FIGURA Nº 5.35 : PLAN DE MANTENIMIENTO DIARIO PC 1400.

Fuente: Propia.





<b>Gym</b>	<b>CENTRAL DE EQUIPOS</b>	<b>250 HRS</b>
<b>PLAN DE LUBRICACION Y MANTENIMIENTO MECANICO</b>		<b>MENSUAL</b>
<b>TORRE GRUA PECCO PC 1400</b>		
OBRA : _____		
NOMBRE DEL OPERADOR: _____		DNI: _____
FECHA DE EJECUCION : / /		HOROMETRO _____
<b>1.-SERVICIO A EJECUTAR</b>		
<b>TORNAJES</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
Engrasar rodamientos de bobas		
Revisar los dientes de corona y piñon de ataque de giro, que no tengan fisuras o desgaste visible		
Engrasar dientes de corona y piñon de ataque de giro		
<b>FRENOS</b>		
Lubricar mecanismo de freno de disco de unidad de caja		
Darle mantenimiento a los forros y a los tambores, utilizar lija de fierro para evitar ensalcaldo.		
Revisión de los guarda cables, correcta ubicación y cambio si se encuentran deteriorados.		
Lubricación de rodamiento de gancho		
<b>TEMPLADORES</b>		
Realizar inspección visual del cable y de los terminales.		
<b>CUERPO DE TORRE</b>		
Resorqueo de pernos de cuerpos de torre.		
<b>TABLERO ELECTRICO DE CONTROL.</b>		
Limpieza con aire de tablero de control eléctrico		
Ajuste de pernos y bornas eléctricas		
Limpieza con aire de los contactores eléctricos.		
<b>MOTORES ELÉCTRICOS.</b>		
Limpieza con aire comprimido los motores eléctricos		
Verificar que los espacios de ventilación de los motores eléctricos no estén obstruidos.		
<b>ANILLO COLECTOR</b>		
Ajustar las conexiones eléctricas del anillo colector		
Verificar el correcto funcionamiento del anillo colector		
Lubricar los pivotes porta escobillas del anillo colector		
<b>CONJUNTO DE CAJA DE CAMBIOS</b>		
Realizar ajustes del cambio de velocidades eléctricos, verificar su correcto funcionamiento.		
<b>MUESTREO DE ACEITE</b>		
Muestreo de aceite de Switch límite de emergencia de caja		
Muestreo de aceite de Switch límite de desplazamiento del carro.		
Muestreo de aceite del sistema hidráulico		
Muestreo de aceite de bombas de presión.		
Muestreo de aceite de transmisión de caja		
Muestreo de aceite de transmisión de giro		
Muestreo de aceite de transmisión de desplazamiento de carro.		
Muestreo de aceite del turbo acoptamiento.		
<b>ESTRUCTURA</b>		
Evaluar visualmente daños por golpes en la estructura, de encontrarse uno evaluar si afecta operatividad del equipo.		
Evaluar visualmente daños por corrosión, realizar mantenimiento y pintado del área afectada por el orido.		
<b>TRABAJOS ADICIONALES</b>		
Cumplir con todos los puntos del registro de inspección diaria.		
Cumplir con todos los puntos del plan de mantenimiento semanal.		
Cumplir con todos los puntos del plan de mantenimiento quincenal.		
<b>2.- RECOMENDACIONES</b>		
1	De encontrar algún daño o incorrecto funcionamiento del equipo no se opera la grúa torre hasta su reparación y evaluación de prueba.	
<b>OBSERVACIONES Y JUSTIFICACIONES DEL SERVICIO NO EJECUTADO:</b>		
..... ..... ..... ..... .....		
FIRMA OPERADOR	FIRMA MECANICO	FIRMA INGENERO

FIGURA Nº 5.38 : PLAN DE MANTENIMIENTO MENSUAL PC 1400.

Fuente: Propia.





El correcto funcionamiento del programa SISME nos permite realizar varios procesos como:

**Creación de Maestros:** Este proceso se encarga de crear los archivos maestros: Equipos, Familias, Marcas, Modelos, Propietario, Proveedor, Trabajador, etc.

**Datos de Equipo:** Este proceso se encarga de realizar el ingreso de datos generales, tarifa y programa de mantenimiento diferenciando el equipo si es de GYM S.A. o de un tercero.

**Control de Tareo:** Este proceso se encarga de realizar el control de tareo de los equipos y del personal.

**Valorización:** Este proceso se encarga de hacer el cálculo de la valorización de los equipos, los datos necesarios con la fecha de inicio de valorización, horas mínimas de trabajo y fecha fin de valorización. En caso de que las horas trabajadas sean mayores a las horas mínimas, entonces se calculará una tarifa de reintegro.

El SISME es un programa que funciona con la información que se introduce de manera manual tanto del reporte diario del operador, tareas de los equipos, costos, periodos de trabajo etc., con la información actualizada el programa nos brinda un soporte efectivo para realizar una adecuada gestión.

El SISME es utilizado para tener:

- Maestro de Equipos y de Personal.

- Costos de Mantenimiento.
- Costo de Mano de Obra y Repuestos.
- Programación de trabajos de mantenimientos.
- Valorizaciones Mensuales.
- Reporte de Consumo de Combustible.
- Generación de Ordenes de trabajo y de servicio.
- Informes de Gestión de Mantenimiento, operatividad, disponibilidad, utilización, tiempo medio entre fallas, tiempo promedio entre reparaciones, exactitud del servicio y precisión del servicio.
- Almacenar datos externos como certificados e informes de análisis de aceite.

La información ingresada al SISME por el tareo de equipos es, fecha de tareo, turno, que puede ser día o noche, horometro del equipo inicial y final del turno de trabajo, datos del operador, datos de la obra, chequeo diario del equipo, informe del algún tipo de falla o problema en el equipo en una sección de observaciones mecánicas adicionales.

Para dar validez al tareo diario brindado por el operador, se requiere la firma del ingeniero encargado de los trabajos con la grúa, la firma del personal mecánico y la firma del operador, así se garantiza la operatividad del equipo.



dándole un valor a la frecuencia, cuanto mayor es el número de veces que falla el componente, mayor valor se le da.

Impacto Operacional: Se entiende como se ve afectada directamente la producción una vez ocurrida la falla del componente.

Flexibilidad Operacional: Definida como la posibilidad de realizar un cambio rápido para continuar con la producción sin incurrir en costos o pérdidas considerables.

Costos de Mantenimiento: Se considera solo los costos incurridos en el mantenimiento, reparación o cambio de componentes, excluyendo los costos de pérdida de producción por la parada del equipo.

Impacto de Seguridad y Medio Ambiente: Considera cual es el impacto que tiene en las personas y el medio ambiente la falla producida.

La importancia de realizar un trabajo adecuado, identificando los peligros y riesgos nos permite programar correctamente los servicios, brindándole a la obra donde se ejecuta el proyecto, un equipo seguro y confiable, queda demostrado por la matriz de criticidad que el deterioro o falla de algún componente que conforma la grúa torre ocasionará la paralización de un sector de la producción volviendo a la grúa torre en un equipo crítico para la obra, por tanto la importancia de ejecutar un buen plan de trabajo tanto para la reparación del equipo antes de ser llevado a la obra así como para el montaje y para los trabajos de mantenimiento durante el periodo en que se encuentre operando.



..

-

.

.

## 6.- EVALUACIÓN TÉCNICO ECONÓMICA.

6.1.- Costos para la puesta en operación de las 02 grúas torres.

El costo generado por la reparación de las 02 grúas torres hicieron un total de US\$ 32,043.11 según la TABLA N° 6.1.

DESCRIPCIÓN	CODIGO	REPARACIONES	CERTIFICACIONES	TOTAL
GRUA TORRE	18-003	\$15,916.50	\$3,930.00	\$19,846.50
GRUA TORRE	18-010	\$8,266.61	\$3,930.00	\$12,196.61
				<b>\$32,043.11</b>

TABLA N° 6.1 : COSTOS INCURRIDOS EN REPARACIONES Y CERTIFICACIONES.

Fuente: Propia.

El costo de reparaciones de las 02 grúas torres está desarrollado en las TABLAS N° 6.3 y 6.4, en ellas se encuentra el detalle del costo de las reparaciones de los equipos antes de ser enviados al proyecto del Teatro Nacional. La grúa 18-003 y la grúa 18-010, tienen cada uno su cuadro de costos donde se coloca la distribución por orden de servicio O.S. incluyendo la descripción del trabajo ejecutado, así como el nombre del proveedor que efectuó la reparación. Estos datos se encuentran en la base del SISME.

La TABLA N° 6.5 muestra la distribución de costos relacionados con el montaje de las 02 grúas torres desarrollado de acuerdo a la numeración del Diagrama de Gantt de la FIGURA N° 5.29.

En la TABLA N° 6.2. Se detalla los recursos tanto de equipos como de personal por día, son en total 9 días de trabajo haciendo un costo total de S/. 75,462.17 nuevos soles, equivalente en dólares de US \$ 26,950.77.

El diagrama de Gantt nos permite definir cada punto del montaje y con ello también calcular el personal necesario para cada actividad, así como los equipos que se utilizaran por actividad optimizando los costos de alquiler y controlándolos para evitar sobre valoraciones o tiempos perdidos que afectarían económicamente a la empresa.

RECURSOS SEGÚN DÍA DE TRABAJO	COSTO DIARIO	
	Soles	Dólares
TOTAL DE RECURSOS LUNES 01/11	S/. 2,380.50	\$850.18
TOTAL DE RECURSOS MARTES 02/11	S/. 2,380.50	\$850.18
TOTAL DE RECURSOS MIERCOLES 03/11	S/. 5,652.00	\$2,018.57
TOTAL DE RECURSOS JUEVES 04/11	S/. 14,637.83	\$5,227.80
TOTAL DE RECURSOS VIERNES 05/11	S/. 16,609.50	\$5,931.96
TOTAL DE RECURSOS SABADO 06/11	S/. 16,526.17	\$5,902.20
TOTAL DE RECURSOS DOMINGO 07/11	S/. 13,009.83	\$4,646.37
TOTAL DE RECURSOS LUNES 08/11	S/. 2,953.33	\$1,054.76
TOTAL DE RECURSOS MARTES 09/11	S/. 1,312.50	\$468.75
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>S/. 75,462.17</b>	<b>\$26,950.77</b>

TABLA N°6.2 : COSTOS DIARIOS DE TRABAJO EQUIPO Y PERSONAL

Fuente: Propia.

0001800010	GRÚA TORRE	03033	L Y H COT:4381 // ENDEREZADO DE ANGULO DE SOPORTE DE FRENO	L & H MECANICA EN GENERAL S.R.L.	110.00				110.00
0001800010	GRÚA TORRE	03034	L Y H COT:4380 // SERVICIO DE PINTADO DE GRUA: FLECHA, CONTRAFLECHA, PLUMIN, TRANSICION, TORNAMEZA, GANCHO Y 05	L & H MECANICA EN GENERAL S.R.L.	1,960.00				1,960.00
0001800010	GRÚA TORRE	03041	L Y H COT:4388 // CADENA CON CANDADO PARA LIMITADOR DE CARRERA	L & H MECANICA EN GENERAL S.R.L.				40.00	40.00
0001800010	GRÚA TORRE	02971	J Y A COT:P/020-2010 // FABRICACIÓN DE SOPORTE DE EXTINTOR Y SEÑALIZACIÓN	J Y A FABRICACIONES METALICAS S.A.C.	45.00				85.00
0001800010	GRÚA TORRE	02972	J Y A COT:P/038-2010 // REPARACIÓN DE VIDRIOS DE CABINA	J Y A FABRICACIONES METALICAS S.A.C.	280.00				280.00
0001800010	GRÚA TORRE	02682	L Y H MECANICA EN GENERAL SRL N 4249 - CONOS DE LOSAS	L & H MECANICA EN GENERAL S.R.L.			232.00		232.00
0001800010	GRÚA TORRE	03614	REPARACIÓN DE ESCALERAS METALICA DE CUERPOS.	AHORRO DE ENERGIA Y MANTENIMIENTO IND SAC			864.00		864.00
0001800010	GRÚA TORRE	03583	FUSIBLES	MOGOLLON YRIGOYEN BRUNO EDUARDO				48.00	48.00
0001800010	GRÚA TORRE	03533	MANTENIMIENTO DE JUNTAS METALICAS DE SOPORTE	L & H MECANICA EN GENERAL S.R.L.	200.00			180.00	380.00
0001800010	GRÚA TORRE	01839	CERTIFICACION DE ANCLAJES DE GRUA TORRE	LEON Y RUSSO INGENIEROS S.A.			380.00		380.00
0001800010	GRÚA TORRE	03511	RETES DE MOTOR DE GIRO	L & H MECANICA EN GENERAL S.R.L.				14.00	14.00
0001800010	GRÚA TORRE	03348	MATERIALES ELECTRICOS	MECATRONICA PERUANA E.I.R.L.					
0001800010	GRÚA TORRE	03344	REPARACION DE PROTECTOR Y GUIADOR DE CABLE PRINCIPAL	J Y A FABRICACIONES METALICAS S.A.C.	95.00				95.00
0001800011	GRÚA TORRE	03347	CERTIFICACION ESTRUCTURAL DE JUEGO DE ANCLAJES	LEON Y RUSSO INGENIEROS S.A.					
0001800011	GRÚA TORRE	03347	CERTIFICACION ESTRUCTURAL DE GRUA TORRE	LEON Y RUSSO INGENIEROS S.A.			2800		2,800.00
0001800010	GRÚA TORRE	03286	REPARACIÓN DE CUBIERTA DE TABLERO ELECTRICO	L & H MECANICA EN GENERAL S.R.L.	155.00				155.00
0001800010	GRÚA TORRE	03279	MICROSWITCHS	INVESUX SRL				292.50	292.50
					5,054.40	4,794.00	782.20	1,526.01	12,196.61

TABLA N° 6.3 : CUADRO DE COSTOS DE GRÚA 18-010 EN REPARACIONES Y CERTIFICACIONES.

Fuente: Propia.

Código	Equipo	O.S.	Descripción O.S	Proveedor	Intervalo (US\$)				
					MANO DE OBRA	GASTOS GENERALES	VARIOS	REPUESTOS*	Total
0001800010	GRÚA TORRE	01221	7113 - SERVICIO SUMINISTRO DE TOMACORRIENTES INDUSTRIALES, ENCHUFES INDUSTRIALES, LLAVE TERMOMAGNETICA	INVESUX SRL				75.50	75.50
0001800010	GRÚA TORRE	01480	003791 SERVICIO DE FABRICACION DE RESISTENCIAS ESPIRALES Y LOSAS	L & H MECANICA EN GENERAL S.R.L	94.40		283.20		377.60
0001800010	GRÚA TORRE	02500	LYH 4221 LIMPIEZA Y PINTADO DE TRES CUERPOS	L & H MECANICA EN GENERAL S.R.L	315.00		135.00		450.00
0001800010	GRÚA TORRE	02484	LYH 4237 // RECTIFICADO EN TORNO DE RUEDAS METALICAS, CAMBIO DE RODAMIENTOS, REVISION DE POLEA Y PINTADO DE CARRITO TROLEY	L & H MECANICA EN GENERAL S.R.L	380.00				380.00
0001800010	GRÚA TORRE	02175	010-00043174 INSTALACION DE RODAMIENTOS PARA CARRITO TROLEY	CORPORACION RODASUR S.A.C				429.32	429.32
0001800010	GRÚA TORRE	03705	FABRICACION DE TERMINALES MATERIALES ELECTRICOS VARIOS	INVESUX SRL	97.00			104.90	201.90
0001800010	GRÚA TORRE	03203	RODAMIENTOS SKF PARA CARRITO TROLEY	CORPORACION RODASUR S.A.C				181.79	181.79
0001800010	GRÚA TORRE	03159	SOLDADO DE FISURAS, MONTAJE DE ZAPATAS, PERMOS G8	L & H MECANICA EN GENERAL S.R.L	250.00			20.00	270.00
0001800010	GRÚA TORRE	03320	LIMPIEZA LIJADO Y PINTADO DE CAJONES DE EVACUACION Y CAJON DE HERRAMIENTAS	TS SERVICIOS GENERALES SAC	33.00		132.00		165.00
0001800010	GRÚA TORRE	03271	CERTIFICACIÓN DE TORRE GRÚA	ABS GROUP DEL PERU SOCIEDAD ANONIMA CERRADA		750.00			750.00
0001800010	GRÚA TORRE	03020	FAREEL COT:1027-2010 // FABRICACION DE UN TRANSFORMADOR MONOFASICO, INTERRUPTORES TERMICOS Y 01 TABLERO	FAREEL INDUSTRIALES S.A.C.	375.00			130.00	505.00
0001800010	GRÚA TORRE	02988	FAREEL PRESUP. 1028-2010 // MANTENIMIENTO ELECTRICO DE TABLERO PRINCIPAL Y CABINA DE CONTROL	FAREEL INDUSTRIALES S.A.C.	650.00				650.00
0001800010	GRÚA TORRE	03028	L Y H COT:4380 // DESMONTAJE DE ZAPATAS DE FRENO (02)	L & H MECANICA EN GENERAL S.R.L	15.00				15.00

Código	Equipo	O.S.	Descripción O.S	Proveedor	Intervalo (US\$)				
					MANO DE OBRA	GASTOS GENERALES	VARIOS	REPUESTOS	Total
			TRANSFORMADOR						
000180004	GRÚA TORRE	02405	INSPECCION ESTRUCTURAL	LEON Y RUSSO INGENIEROS S.A.		2800			2.800.00
000180003	GRÚA TORRE	02441	REPARACION DE CABINA, PLUMA Y BARANDAS 4177 L&H	L & H MECANICA EN GENERAL S.R.L	497.00		213.00		710.00
000180003	GRÚA TORRE	02528	LYH 4178 LIJADO,ESMERILADOY PINTADO DE 05 CUERPOS DE GRUA	L & H MECANICA EN GENERAL S.R.L	525.00		225.00		750.00
000180003	GRÚA TORRE	02561	LYH 4210 IMPLEMENTOS PARA CABINA(MICA JEBE SILICONA	L & H MECANICA EN GENERAL S.R.L				90.00	90.00
					8.234.27	3.930.00	1.663.70	5.057.33	19.846.50

TABLA N° 6.4 : CUADRO DE COSTOS DE GRÚA 18-003 EN REPARACIONES Y CERTIFICACIONES.

Fuente: Propia.

COSTO DIJAOO	
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
10	10
11	11
12	12
13	13
14	14
15	15
16	16
17	17
18	18
19	19
20	20
21	21
22	22
23	23
24	24
25	25
26	26
27	27
28	28
29	29
30	30
31	31
32	32
33	33
34	34
35	35
36	36
37	37
38	38
39	39
40	40
41	41
42	42
43	43
44	44
45	45
46	46
47	47
48	48
49	49
50	50
51	51
52	52
53	53
54	54
55	55
56	56
57	57
58	58
59	59
60	60
61	61
62	62
63	63
64	64
65	65
66	66
67	67
68	68
69	69
70	70
71	71
72	72
73	73
74	74
75	75
76	76
77	77
78	78
79	79
80	80
81	81
82	82
83	83
84	84
85	85
86	86
87	87
88	88
89	89
90	90
91	91
92	92
93	93
94	94
95	95
96	96
97	97
98	98
99	99
100	100

Fuente: Propia.

La TABLA N° 6.6 nos muestra los costos de alquiler de los equipos calculado en días y horas, esto nos permitirá calcular el costo asumido por la empresa en el alquiler de equipos utilizados para el montaje de las 02 grúas torres.

La TABLA N° 6.7 nos muestra el costo asumido por la empresa en alquiler de equipos para el montaje de las 02 grúas torres del Teatro Nacional, incluye los días que se utilizó cada equipo según el Diagrama de Gantt del cronograma ejecutado.

Equipos	COSTO DIARIO		COSTO HORA	
	Soles	Dólares	Soles	Dólares
CAMIÓN GRUA DE 18 TON	S/. 1,568.00	\$560.00	S/. 196.00	\$70.00
GRUA HIDRAULICA DE 80 TON	S/. 4,480.00	\$1,600.00	S/. 560.00	\$200.00
GRUA HIDRAULICA DE 30 TON	S/. 1,904.00	\$680.00	S/. 238.00	\$85.00
PLATAFORMA DE 30 TN	S/. 560.00	\$200.00	S/. 70.00	\$25.00
CAMABAJA DE 30 TN	S/. 784.00	\$280.00	S/. 98.00	\$35.00

TABLA N°6.6 : COSTOS DE ALQUILER EQUIPO CALCULADO EN 8 HORAS POR DÍA.

Fuente: Propia.

Equipos	Soles	Dólares	Cantidad Total	Total
CAMIÓN GRUA DE 18 TON	S/. 1,568.00	\$560.00	2	\$1,120.00
GRUA HIDRAULICA DE 80 TON	S/. 4,480.00	\$1,600.00	4	\$6,400.00
GRUA HIDRAULICA DE 30 TON	S/. 1,904.00	\$680.00	5	\$3,400.00
PLATAFORMA DE 30 TN	S/. 560.00	\$200.00	46	\$9,200.00
CAMABAJA DE 30 TN	S/. 784.00	\$280.00	8	\$2,240.00
			<b>Total</b>	<b>\$22,360.00</b>

TABLA N°6.7 : COSTOS TOTAL INCURRIDOS EN EQUIPOS PARA EL MONTAJE.

Fuente: Propia.

La TABLA N° 6.8 nos muestra los costos de personal calculado en meses y días, según la planilla de GYM S.A.

La TABLA N° 6.9 nos muestra el costo asumido por la empresa en pago a personal por días que se encontraron laborando en el montaje de las 02 grúas torres del Teatro Nacional, según el cronograma ejecutado.

PERSONAL	COSTO MENSUAL		COSTO DIARIO	
	Soles	Dólares	Soles	Dólares
INGENIERO EQUIPOS IZAJE	S/. 5,000.00	\$1,785.71	S/. 208.33	\$74.40
INGENIERO PDRGA	S/. 5,000.00	\$1,785.71	S/. 208.33	\$74.40
SUPERVISOR DE MONTAJE	S/. 4,000.00	\$1,428.57	S/. 166.67	\$59.52
TECNICO MONTAJISTA	S/. 2,500.00	\$892.86	S/. 104.17	\$37.20
TECNICO ELECTRICO	S/. 3,500.00	\$1,250.00	S/. 145.83	\$52.08
MANIOBRISTA	S/. 3,000.00	\$1,071.43	S/. 125.00	\$44.64

TABLA N°6.8 : COSTOS DE PERSONAL MENSUAL CALCULADO EN 24 DIAS POR MES.

Fuente: Propia.

PERSONAL	Soles	Dólares	Cantidad Días	Total
INGENIERO EQUIPOS IZAJE	S/. 208.33	\$74.40	8	\$595.23
INGENIERO PDRGA	S/. 208.33	\$74.40	8	\$595.23
SUPERVISOR DE MONTAJE	S/. 166.67	\$59.52	14	\$833.32
TECNICO MONTAJISTA	S/. 104.17	\$37.20	35	\$1,302.13
TECNICO ELECTRICO	S/. 145.83	\$52.08	8	\$416.66
MANIOBRISTA	S/. 125.00	\$44.64	19	\$848.21
			<b>Total</b>	<b>\$4,590.77</b>

TABLA N°6.9 : COSTOS TOTAL INCURRIDOS EN PERSONAL PARA MONTAJE.

Fuente: Propia.

## 6.2.-Costo por accidente de trabajos con una grúa torre.

### Accidente:

Volteo de grúa hidráulica de apoyo en el desmontaje de una grúa torre.

Descripción del accidente: El día sábado 01/03/2008 siendo las 12.00am sucedió un accidente mientras se realizaba trabajos de desmontaje de 01 grúa torre código 18-004 propiedad de GYM S.A., en la Obra Novotel, dicho suceso se produjo cuando el operador de la grúa móvil alquilada ejecutó una mala operación saliendo del radio de trabajo seguro justo cuando estaba desmontando la pluma de la grúa torre, llevando esta acción a un desbalance de la grúa hidráulica, perdiendo estabilidad, esto produjo el volteo de la grúa hidráulica impactando su brazo hidráulico sobre la pluma de la grúa torre produciendo daños en la estructura y en partes móviles del equipo.

Los daños producidos por el volteo de la grúa fueron solo materiales, todo el personal que estaba realizando las labores en esos momentos se encontraba en lugares que no afectaron su integridad física, por lo que no hubo ninguna muerte, el operador solo sufrió golpes los cuales no fueron considerados graves.

Al realizar la investigación se determinaron varias fallas ya que el operador sobrepasó el límite de trabajo seguro con su equipo, no hubo una supervisión adecuada del trabajo, no se realizó el plan de izaje correspondiente para limitar la maniobra de la grúa hidráulica y los elementos de seguridad de la grúa hidráulica fueron manipulados por el operador.

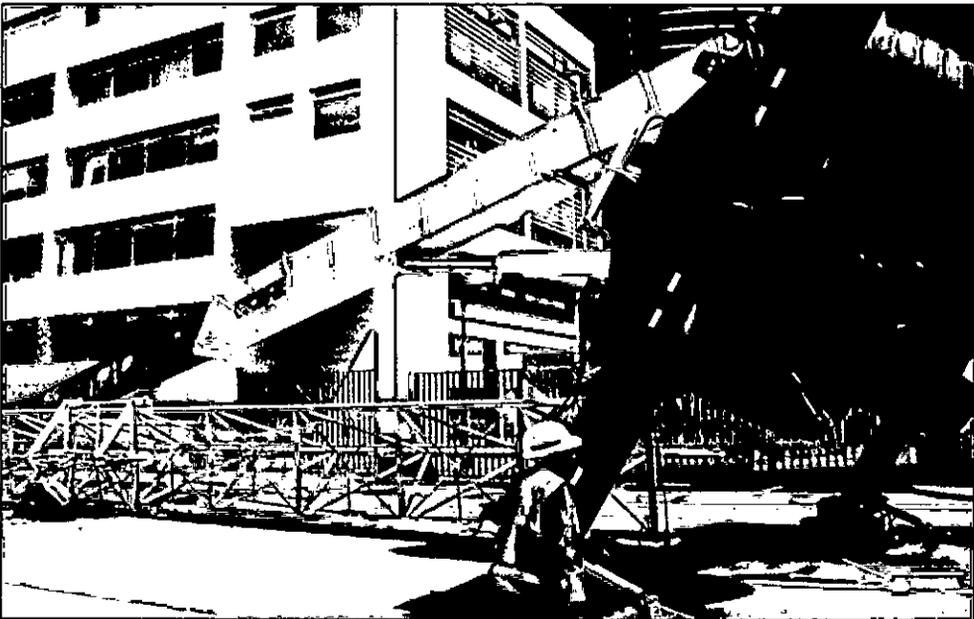
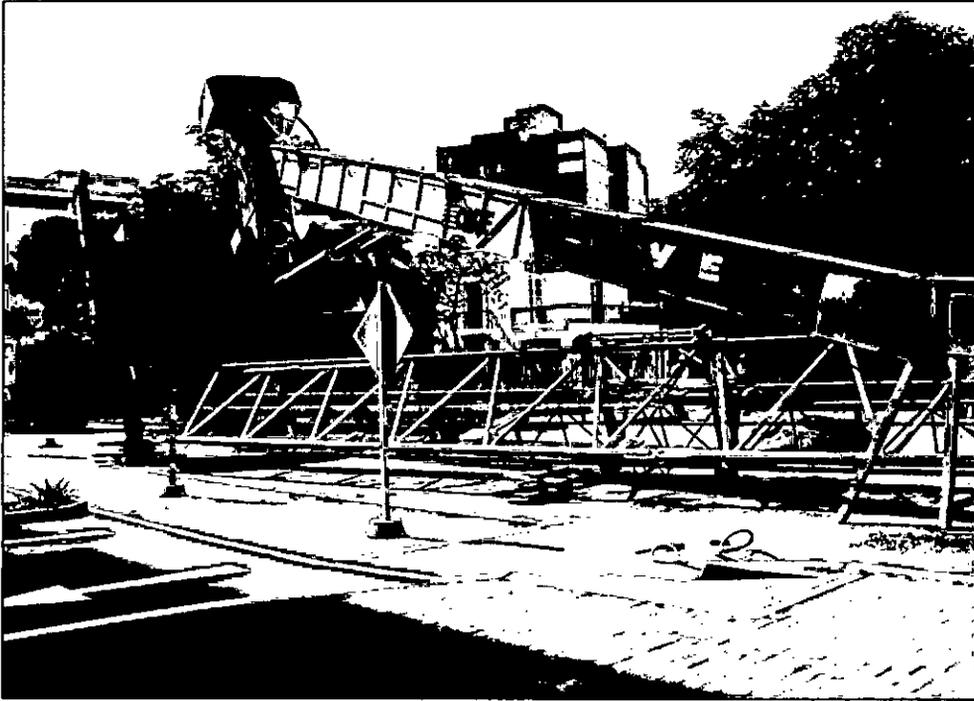


FIGURA N° 6.1 : FOTOGRAFÍAS DEL IMPACTO DE LA GRÚA  
HIDRÁULICA SOBRE LA PLUMA DE LA GRÚA TORRE.

Fuente: Propia.

O.S.	Descripción	Proveedor	Costo
916559	CORRECCION DE CUERPO DE PLUMA II	HAUG S.A.	\$2,132.10
916560	CORRECCION DE CUERPO DE PLUMA III	HAUG S.A.	\$4,890.71
915925	FABRICACION DE PASTECA PARA GRUA TORRE	CONSORCIO MECANICO COMERCIAL S.A.C.	\$4,950.00
10003555	TUBO DE CUERPO PRINCIPAL DE GRUA TORRE	PYS	\$2,770.00
10003555	TRANSPORTE VIA AEREA	TAMPA	\$18,570.00
10003555	IMPUESTOS DE IMPORTACIÓN	ADUANA	\$4,092.00
10003555	GASTOS DE IMPORTACIÓN	ADUANA	\$597.01
916011	INSPECCION ESTRUCTURAL POR ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	LEON Y RUSSO INGENIEROS S.A.	\$851.81
916332	RE-INSPECCION ESTRUCTURAL POR ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	LEON Y RUSSO INGENIEROS S.A.	\$519.39
		<b>Costo Total</b>	<b>\$39,373.03</b>

TABLA N°6.10 : COSTOS DIRECTOS DE REPARACIÓN DE GRÚA TORRE 18-004.

Fuente: Propia.

Descripción	Proveedor	Costo
MOVILIZACIÓN DE EQUIPOS DE RESCATE	ORE TRANS / GYM	\$1,200.00
ALQUILER DE EQUIPOS DE RESCATE	ORE TRANS / GYM	\$2,400.00
PERSONAL PARA LA MANIOBRA DE RESCATE	GYM S.A.	\$483.39
REPARACIÓN DE GRÚA HIDRÁULICA	ORE TRANS	\$53,000.00
	<b>Costo Total</b>	<b>\$57,083.39</b>

TABLA N°6.11 : COSTOS INDIRECTOS DE ACCIDENTE DE GRÚA TORRE 18-004.

Fuente: Propia.

La TABLA N° 6.10 representa los costos reales con las ordenes de servicio O.S. generadas para la reparación de la grúa torre 18-004 luego del accidente, la TABLA N° 6.11 representa los costos indirectos aproximados producto del accidentes, estos no son los exactos pues la empresa Oré Trans dueña del equipo alquilado los mantuvo en reserva.

**COSTOS POR RETRASOS PRODUCIDOS EN EL MONTAJE**

Costo día de montaje = Costo total de montaje / días totales de montaje = \$26.950.77 / 9 = \$2.994.53

Costo hora de montaje = Costo día de montaje / horas diarias de trabajo = \$2.994.53 / 8 = **\$374.32**

Descripción	Tiempo	Costo	
	Perdido en horas	Hora	Total
Documentación insuficiente para el área de seguridad para autorizar inicio de montaje	3	374.32	1122.96
Retrasos en el ingreso inadecuado de las unidades con los componentes de la grúa	2	374.32	748.64
Retraso en el posicionamiento de la grúa para montaje en cada maniobra	3	374.32	1122.96
Retraso por una inadecuada selección de los elementos de izaje incorrectos.	2	374.32	748.64
Retraso por falla en el sistema de telescopaje	2	374.32	748.64
Retraso por número insuficiente de plataformas y camabajas para el traslado de material	4	374.32	1497.28
	<b>Total hora</b>	<b>16</b>	<b>Total costo \$5,989.12</b>

**COSTOS INCURRIDOS POR PERSONAL IMPRODUCTIVO POR FALLA DE 1 HORA DE EQUIPO EN OPERACIÓN.**

Se considera que cada grúa torre inoperativa, paraliza 3 cuadrillas formada por el personal descrito.

Personal improductivo	Cantidad	Salario			Costo total
		Mes	Día	Hora	Hora
Capataz	3	4000	166.67	20.83	62.50
Obrero	18	2500	104.17	13.02	234.38
Supervisor de Campo	1	4500	187.50	23.44	23.44
Ingeniero de Campo	1	7000	291.67	36.46	36.46
Supervisor de Montaje	1	4000	166.67	20.83	20.83
Mecánico de Mantenimiento	2	3500	145.83	18.23	36.46
Electricista de mantenimiento	1	3500	145.83	18.23	18.23
Operador de grúa	1	4500	187.50	23.44	23.44
Rigger de grúa	2	3000	125.00	15.63	31.25
				<b>Costo Total Soles.</b>	<b>S/. 486.98</b>
				<b>Costo Total Dólares.</b>	<b>\$173.92</b>

TABLA N°6.12 : COSTOS POR TIEMPOS MUERTOS Y FALLA EN EQUIPO TORRE GRUA POR HORA.

Fuente: Propia.

La TABLA N° 6.13. Es un resumen de los costos desarrollados en este capítulo, se determina que los costos por la no ejecución de una correcta metodología de trabajo pueden traer pérdidas económicas considerables.

El costo realizado para la correcta operación con grúas torres cuyo valor fue de \$ 58,993.88 dólares, el cual al ser comparado con los sobre costos por un accidente valorado en \$ 45,536.07 dólares dan como resultado un 77.2% adicionales en costos para la empresa. Se concluye entonces que la utilización del método de control ejecutado es beneficioso económicamente para la empresa.

<b>RESUMEN COSTO DE MANTENIMIENTO Y MONTAJE</b>	
Costo de reparaciones de Grúa Torres	\$32,043.11
Sub Total reparaciones 02 grúas torres	<b>\$32,043.11</b>
Costo asumido por alquiler de equipos en el montaje	\$22,360.00
Costo asumido por pago de personal en el montaje	\$4,590.77
Sub Total costos de montaje 02 grúas torres	<b>\$26,950.77</b>
Total	<b>\$58,993.88</b>
<b>RESUMEN COSTO ACCIDENTE Y TIEMPOS MUERTOS</b>	
Costo directo de reparación de grúa torre por accidente.	\$39,373.03
Sub Total reparación 01 grúas torres	<b>\$39,373.03</b>
Costos por retrasos producidos en el montaje.	\$5,989.12
Costos producidos por personal improductivo.	\$173.92
Sub Total producto de controles inadecuados	<b>\$6,163.04</b>
Total	<b>\$45,536.07</b>

TABLA N°6.13 : RESUMEN DE COSTOS.

Fuente: Propia.

## 7.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

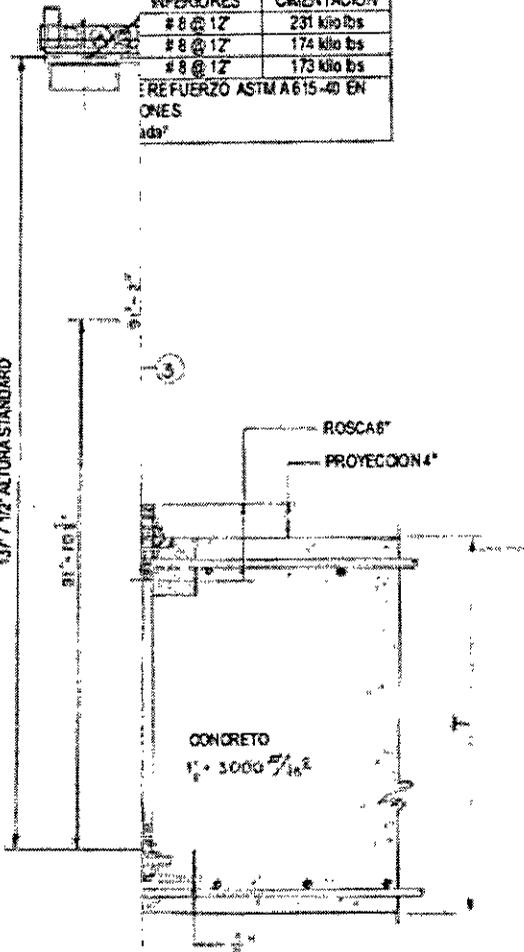
### Conclusiones.

- El Estado Peruano aun no define normas para los trabajos con grúas torres, es por tanto necesario recurrir a instituciones internacionales con el fin de estandarizar los procesos mencionados en este trabajo. La normativa ASME B30 [3] y legislación OSHA 29 CFR 1926CC [11] revisadas en el presente trabajo, son adecuadas para las labores ejecutadas con grúas torres y es aceptada en nuestro país por empresas certificadoras como SGS del Perú, Bureau Veritas del Perú, ABS Consulting entre otras.
- Se ha logrado mejorar los procesos de operación de las grúas torres mediante la creación de protocolos de control como protocolos de inspección, plan de izaje, planos de mantenimiento, procedimientos y cronogramas de trabajo, los que son ejecutados por personal capacitado y autorizado por GyM S.A. garantizando un trabajo eficiente y seguro.
- El programa informático denominado SISME se está utilizando con éxito como programa informático de mantenimiento, que nos permite controlar correctamente el mantenimiento de las grúas torres. Los datos almacenados en el SISME permiten administrar eficientemente el control en las grúas torres debido a que se tiene la información sistematizada y en el momento.
- El costo realizado para la correcta operación con grúas torres cuyo valor fue de \$ 58,993.88 dólares comparado con los costos por accidentes y tiempos muertos

LISTA DE MATERIALES
<b>OBSERVACIONES</b>
requieren 8 agujeros de 1 9/16" diam. anclajes con los agujeros de la placa de montación
Altura = Dimensión "T" (Tabla "C")
Placa de 1 1/2" diam, requerida para el anclaje

TABLA DE CIMENTACION	
REFUERZOS INFERIORES*	PESO DE CIMENTACION
# 8 @ 12"	231 kilo lbs
# 8 @ 12"	174 kilo lbs
# 8 @ 12"	173 kilo lbs

\* REFUERZO ASTM A 615-40 EN  
CONCRETO



72011001

1041

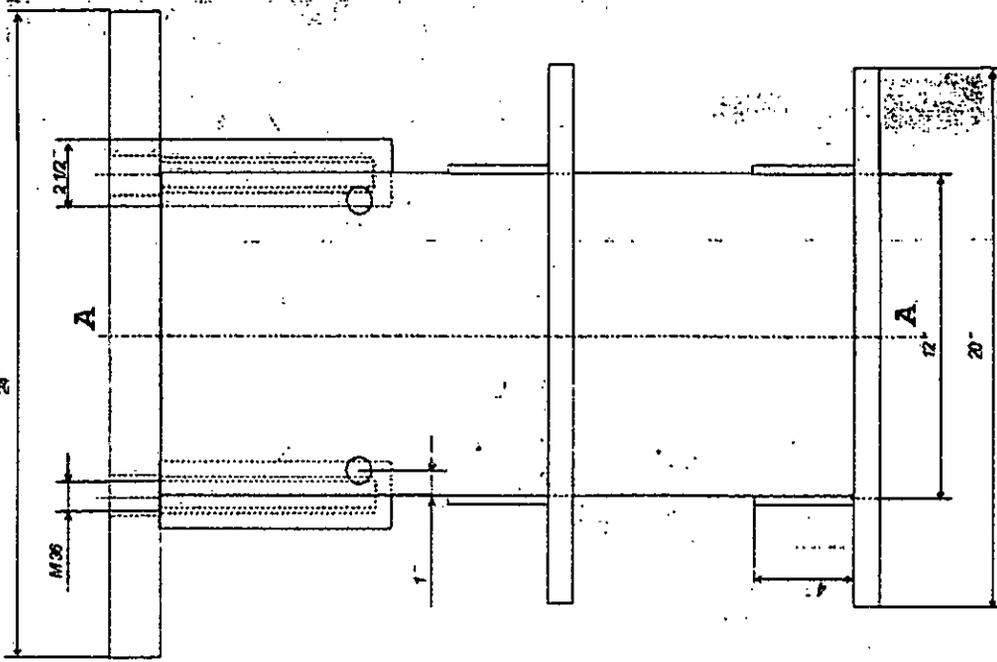
**CIMENTACION Y FUERZAS DE REACCION**

**REFUERZOS EXTERIORES**

APROBADO POR	<i>[Signature]</i>
ELABORADO POR	
NOTA	NOT TO SCALE
FECHA	MARCH 1974
CONV. NO.	
OT/PC	1400

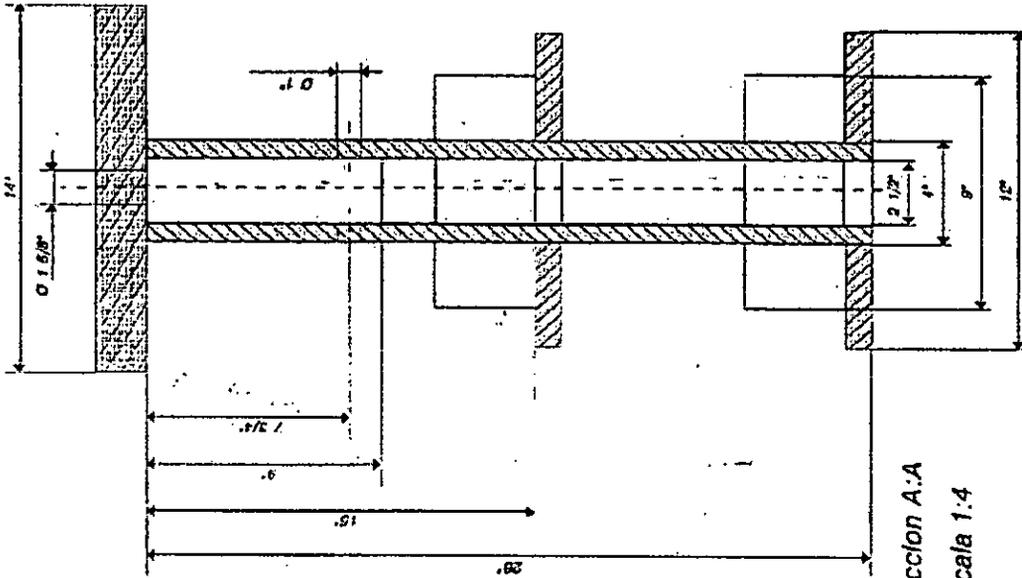


Anclaje Grúa Torre Peiner



Escala 1:4

Anclaje Grúa Torre Peiner



Seccion A:A

Escala 1:4

# Lista de Componentes

# Pecco PC 1400

Descripción	Dimensiones L x A x Alt.	Peso	Descripción	Dimensiones L x A x Alt.	Peso
Punta de torre	31'-2" x 5'-8" x 5'-9" 9.5m x 1.7m x 1.75m	3500 Lb 1 585 Kg	Sección de pluma (1)	26'-9" x 5'-8" x 6'-10" 8.15m x 1.73m x 2.08m	3430 Lb 1 555 Kg
Tomamesa (Completa) <sup>1</sup>	8'-0" x 7'-9" x 6'-4" 2.43m x 2.36m x 1.93m	9300 Lb 4 220 Kg	Sección de pluma (2)	32'-1" x 5'-9" x 6'-3" 9.78m x 1.75m x 1.91m	3640 Lb 1 650 Kg
Tomamesa <sup>2</sup>	8'-0" x 7'-9" x 3'-9" 2.43m x 2.36m x 1.14m	5600 Lb 2 540 Kg	Sección de pluma (3)	26'-10" x 5'-7" x 6'-3" 8.18m x 1.7m x 1.91m	2300 Lb 1 045 Kg
Tomamesa <sup>3</sup>	6'-3" x 6'-1" x 2'-7" 1.9m x 1.85m x 0.79m	3700 Lb 1 680 Kg	Sección de pluma (4)	32'-1" x 5'-7" x 6'-3" 9.78m x 1.7m x 1.91m	2310 Lb 1 050 Kg
Soporte de anillo de giro	7'-10" x 7'-10" x 4'-8" 2.4m x 2.4m x 1.42m	4,100 lbs 1 860 kg	Sección de pluma (5)	16'-5" x 5'-7" x 6'-3" 5.0m x 1.7m x 1.91m	1255 Lb 570 Kg
Unidad de izaje (60 hp/45 kW) <sup>4</sup>	15'-6" x 8'-1" x 3'-5" 4.72m x 2.46m x 1m	11645 Lb 6 985 Kg	Sección de pluma (6)	5'-11" x 5'-7" x 6'-8" 1.8m x 1.7m x 2.03m	650 Lb 295 Kg
Cabina del operador	4'-11" x 3'-11" x 5'-5" 1.5m x 1.2m x 1.65m	770 Lb 350 Kg	Conjunto de pluma <sup>5</sup> (45.1 m)	152'-2" x 5'-9" x 6'-10" 46.4m x 1.75m x 2.08m	17785 Lb 8 070 Kg
Plataforma de acceso a cabina con cubierta de toma mesa adjunta	43'-2" x 5'-11" x 7'-4" 13.16m x 1.8m x 2.23	16500 Lb 7 485 Kg	Conjunto de pluma <sup>5</sup> (40.3 m)	136'-6" x 5'-9" x 6'-10" 41.6m x 1.75m x 2.08m	16530 Lb 7 500 Kg
Contrafluma <sup>6</sup>	43'-2" x 5'-11" x 7'-4" 13.16m x 1.8m x 2.23	20255 Lb 9 190 Kg	Conjunto de pluma <sup>5</sup> (35.5 m)	120'-8" x 5'-9" x 6'-10" 36.8m x 1.75m x 2.08m	15075 Lb 6 840 Kg
Contrafluma <sup>6</sup>	43'-2" x 5'-11" x 7'-4" 13.16m x 1.8m x 2.23	20255 Lb 9 190 Kg	Conjunto de pluma <sup>5</sup> (27.5 m)	94'-6" x 5'-9" x 6'-10" 28.8m x 1.75m x 2.08m	12777 Lb 5 795 Kg
Sección de torre S16	14'-11" x 7'-7" x 7'-7" 4.55m x 2.3m x 2.3m	5,500 lbs 2 500 kg	Unidad trepado superior con sist. hidráulico (S16)	23'-6" x 9'-9" x 9'-3" 7.16m x 2.97m x 2.82m	13,200 lbs 5 990 kg
Sección de trepado inferior con sistema hidráulico (P14)	18'-0" x 6'-3" x 6'-2" 5.5m x 1.9m x 1.88m	11,355 lbs 5 150 kg	Contrapeso Bloque A	9'-10" x 0'-8" x 7'-4" 3.0m x 0.2m x 2.24m	5060 Lb 2295 Kg
Sección de torre L14	19'-10" x 6'-2" x 6'-2" 6.05m x 1.88m x 1.88m	5,300 lbs 2,410 kg	Contrapeso Bloque B	9'-10" x 0'-8" x 6'-4" 3.0m x 0.2m x 1.93m	4180 Lb 1895 Kg
Sección de torre P14	14'-0" x 6'-2" x 6'-2" 4.27m x 1.88m x 1.88m	3,800 lbs 1 160 kg	Pasteca con gancho	2'-5" x 1'-2" x 5'-7" 0.74m x 0.36m x 1.7m	420 Lb 190 Kg
Sección de transición S16/L14	8'-7" x 8'-7" x 2'-0" 2.6m x 2.6m x 0.61m	4,000 lbs 1 815 kg	Carro de 2 partes (exterior)	9'-6" x 6'-9" x 3'-6" 2.9m x 2.06m x 1.07m	980 Lb 445 Kg

NOTA: Los pesos y dimensiones son aproximados. Pese los componentes antes de levantarlos.

<sup>1</sup> La tomamesa (completa) incluye la unidad de izaje, el tablero eléctrico, el anillo de giro, el soporte de anillo de giro, la cabina, los pasamanos y plataforma de acceso a la cabina. No incluye cable.

<sup>2</sup> La tomamesa incluye la unidad de izaje, tablero eléctrico, anillo de giro y soporte de anillo de giro. No incluye la cabina, pasamanos, plataforma de acceso a la cabina ni cable.

<sup>3</sup> La tomamesa incluye unidad de izaje, tablero eléctrico y anillo de giro. No incluye soporte de anillo de giro, cabina, pasamanos, plataforma de acceso a la cabina ni cable.

<sup>4</sup> La contrafluma posee motor de 105 HP (78 kW)

<sup>5</sup> La contrafluma posee motor de 140 HP (105 kW)

<sup>6</sup> Los conjuntos de pluma incluyen secciones de pluma, cables tirantes, unidad motriz del carro, cable del carro, carro de 2 partes (exterior) y pasteca con gancho. Si se usa la aplicación de 4 partes, el peso aumenta en 920 lbs (415 kg) por el carro adicional (interior) y la pasteca con gancho.



**Morrow Equipment**  
COMPANY, L. L. C.

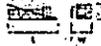
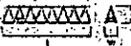
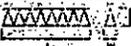
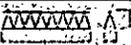
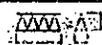
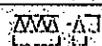
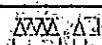
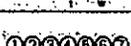
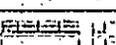
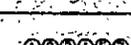
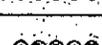
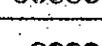
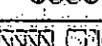
3218 Pringle Road SE • P O Box 3306 • Salem OR 97302 USA • 503/585 5721 • Fax 503/363 1172

The American Home of  
**LIEBHERR**  
PECCO

Branch Offices: Atlanta, GA • Chicago, IL • Denver, CO • Honolulu, HI • Houston, TX • Los Angeles, CA  
Millwood, NY • San Francisco, CA • Seattle, WA • Tampa, FL • Washington, DC • Sydney, Australia  
Wellington, New Zealand • Vancouver, BC, Canada • Mexico City, Mexico • Monterrey, Mexico

# Lista de Componentes

# Pecco SK 135=US

Descripción	Dimensiones LxAxAl	Peso	Descripción	Dimensiones LxAxAl	Peso
Punta de torre 	22'-10" x 4'-11" x 5'-1" 6.95m x 1.5m x 1.55m	3,000 lbs 1,360 kg	Sección de pluma (1) 	38'-3" x 5'-0" x 6'-0" 11.66m x 1.52m x 1.83m	4,200 lbs 1,905 kg
Tomamesa (Completa) <sup>1</sup> 	19'-3" x 11'-4" x 10'-11" 5.87m x 3.46m x 3.34m	18,400 lbs 8,350 kg	Sección de pluma (2) 	38'-9" x 4'-10" x 5'-11" 11.8m x 1.47m x 1.8m	3,200 lbs 1,450 kg
Tomamesa <sup>2</sup> 	12'-1" x 9'-0" x 10'-11" 4.0m x 2.75m x 3.34m	16,200 lbs 7,350 kg	Sección de pluma (3) 	38'-9" x 4'-10" x 5'-11" 11.8m x 1.47m x 1.8m	3,200 lbs 1,450 kg
Tomamesa <sup>3</sup> 	11'-11" x 8'-8" x 6'-8" 3.65m x 2.65m x 2.02m	12,100 lbs 5,490 kg	Sección de pluma (4) 	19'-8" x 4'-10" x 5'-10" 6.0m x 1.47m x 1.78m	1,000 lbs 455 kg
Soporte de anillo de giro 	7'-10" x 7'-10" x 4'-8" 2.4m x 2.4m x 1.42m	4,100 lbs 1,860 kg	Sección de pluma (5) 	19'-8" x 4'-10" x 5'-10" 6.0m x 1.47m x 1.78m	1,000 lbs 455 kg
Unidad de izaje (60 hp/ 45 kW) 	9'-0" x 5'-11" x 4'-2" 2.75m x 1.8m x 1.27m	6,000 lbs 2,720 kg	Sección de pluma (6) 	19'-8" x 4'-10" x 5'-10" 6.0m x 1.47m x 1.78m	1,000 lbs 455 kg
Cabina del operador 	4'-5" x 3'-7" x 6'-3" 1.35m x 1.1m x 1.9m	800 lbs 365 kg	Sección de pluma (7) 	3'-3" x 5'-4" x 7'-6" 1.0m x 1.63m x 2.27m	350 lbs 160 kg
Plataforma de acceso a cabina con cubierta de tomamesa adjunta 	4'-5" x 3'-7" x 6'-3" 1.35m x 1.1m x 1.9m	1,400 lbs 635 kg	Conjunto de pluma <sup>4</sup> 171 pies (52.0m) 	172'-6" x 5'-0" x 6'-0" 52.6m x 1.52m x 1.83m	16,100 lbs 7,300 kg
Contrapluma <sup>5</sup> 	35'-8" x 5'-1" x 4'-0" 10.86m x 1.55m x 1.2m	4,200 lbs 1,905 kg	Conjunto de pluma <sup>4</sup> 152 pies (46.2m) 	153'-6" x 5'-0" x 6'-0" 46.8m x 1.52m x 1.83m	15,100 lbs 6,850 kg
Sección de torre S16 	14'-11" x 7'-7" x 7'-7" 4.55m x 2.3m x 2.3m	5,500 lbs 2,500 kg	Conjunto de pluma <sup>4</sup> 133 pies (40.4m) 	134'-6" x 5'-0" x 6'-0" 41.0m x 1.52m x 1.83m	14,100 lbs 6,400 kg
Sección de trepado inferior con sistema hidráulico (P14) 	18'-0" x 6'-3" x 6'-2" 5.5m x 1.9m x 1.88m	11,355 lbs 5,150 kg	Conjunto de pluma <sup>4</sup> 114 pies (34.6m) 	115'-6" x 5'-0" x 6'-0" 35.2m x 1.52m x 1.83m	13,100 lbs 5,940 kg
Sección de torre L14 	19'-10" x 6'-2" x 6'-2" 6.05m x 1.88m x 1.88m	5,300 lbs 2,410 kg	Unidad trepado superior con sist. hidráulico (S16) 	23'-6" x 9'-9" x 9'-3" 7.16m x 2.97m x 2.82m	13,200 lbs 5,990 kg
Sección de torre P14 	14'-0" x 6'-2" x 6'-2" 4.27m x 1.88m x 1.88m	3,800 lbs 1,760 kg	Contrapeso Bloque A 	8'-0" x 7" x 10'-3" 2.44m x 0.18m x 3.1m	5,400 lbs 2,450 kg
Sección de transición S16/L14 	8'-7" x 8'-7" x 2'-0" 2.6m x 2.6m x 0.61m	4,000 lbs 1,815 kg	Contrapeso Bloque B 	4'-0" x 7" x 9'-2" 1.22m x 0.18m x 2.79m	2,100 lbs 950 kg
Carro de 2 partes (exterior) 	4'-4" x 5'-9" x 2'-10" 1.33m x 1.75m x 0.87m	420 lbs 190 kg	Pasteca con gancho 	1'-5" x 10" x 4'-9" 0.44m x 0.25m x 1.45m	500 lbs 225 kg

NOTA: Los pesos y dimensiones son aproximados. Pese los componentes antes de levantarlos.

<sup>1</sup> La tomamesa (completa) incluye la unidad de izaje, el tablero eléctrico, el anillo de giro, el soporte de anillo de giro, la cabina, los pasamanos y plataforma de acceso a la cabina. No incluye cable.

<sup>2</sup> La tomamesa incluye la unidad de izaje, tablero eléctrico, anillo de giro y soporte de anillo de giro. No incluye la cabina, pasamanos, plataforma de acceso a la cabina ni cable.

<sup>3</sup> La tomamesa incluye unidad de izaje, tablero eléctrico y anillo de giro. No incluye soporte de anillo de giro, cabina, pasamanos, plataforma de acceso a la cabina ni cable.

<sup>4</sup> No incluye cable.

<sup>5</sup> Incluye pasamanos y suspensión.

<sup>6</sup> Los conjuntos de pluma incluyen secciones de pluma, cables tirantes, unidad motriz del carro, cable del carro, carro de 2 partes (exterior) y pasteca con gancho. Si se usa la aplicación de 4 partes, el peso aumenta en 920 lbs (415 kg) por el carro adicional (interior) y la pasteca con gancho.



## Morrow Equipment

COMPANY, L.L.C.

3218 Pringle Road, SE • P.O. Box 3306 • Salem, OR 97302, USA • 503/585-5721 • Fax 503/363-1172

The American Home of  
**LOBBEWEIER**  
PECCO

Brand Offices: Atlanta, GA • Chicago, IL • Denver, CO • Honolulu, HI • Houston, TX • Los Angeles, CA  
 Millwood, NY • San Francisco, CA • Seattle, WA • Tampa, FL • Washington, DC • Sydney, Australia  
 Wellington, New Zealand • Vancouver, BC, Canada • Mexico City, Mexico • Monterrey, Mexico



# PROTOCOLO DE INSPECCION DE CUERPO DE TRANSICION

FECHA:    /    /

PROYECTO: \_\_\_\_\_

**DATOS GENERALES**

Equipo : \_\_\_\_\_

Código Equipo : \_\_\_\_\_

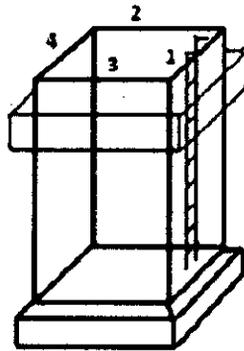
Horómetro Inicio : \_\_\_\_\_

Horómetro Final : \_\_\_\_\_

## PUNTOS DE INSPECCIONAR

Certificación vigente de estructura  SI  NO Fecha de Inspeccion : \_\_\_\_\_

Descripcion de componentes	OK	KO	Valores
Columna Principal Frontal Derecho			
Columna Principal Frontal Izquierdo			
Columna Principal Posterior Izquierdo			
Columna Principal Posterior Izquierdo			
Articostres Frontales			
Articostres Laterales Derechos			
Articostres Laterales Izquierdos			
Articostres Posteriores			
Bases de Anclaje Frontal Superior			
Bases de Anclaje Frontal Inferior			
Bases de Anclaje Posterior Superior			
Bases de Anclaje Posterior Inferior			
Pernos de Anclaje Frontal Superior			
Pernos de Anclaje Frontal Inferior			
Pernos de Anclaje Posterior Superior			
Pernos de Anclaje Posterior Inferior			
Tuercas de Anclaje Frontal Superior			
Tuercas de Anclaje Frontal Inferior			
Tuercas de Anclaje Posterior Superior			
Tuercas de Anclaje Posterior Inferior			
Escalera de acceso			
Baranda de acceso			
Piso de Cuerpo de Transición			
Pernos de Escalera, Baranda y Piso			
Torque de Pernos Frontal Superior			
Torque de Pernos Frontal Inferior			
Torque de Pernos Posterior Superior			
Torque de Pernos Posterior Inferior			



- Vista Frontal 1
- Vista Lateral Derecha 1
- Vista Lateral Izquierda 1
- Vista Superior 1



Observaciones:

---



---



---

Conclusiones:  SI  NO  
 Equipo Apto para Operacion

---

\_\_\_\_\_  
 NOMBRE Y FIRMA TECNICO MONTAJISTA

\_\_\_\_\_  
 NOMBRE Y FIRMA CAPATAZ

\_\_\_\_\_  
 NOMBRE Y FIRMA INGENIERO



# PROTOCOLO DE INSPECCION DE PLUMIN

FECHA: / /

PROYECTO: \_\_\_\_\_

**DATOS GENERALES**

Equipo : \_\_\_\_\_

Código Equipo : \_\_\_\_\_

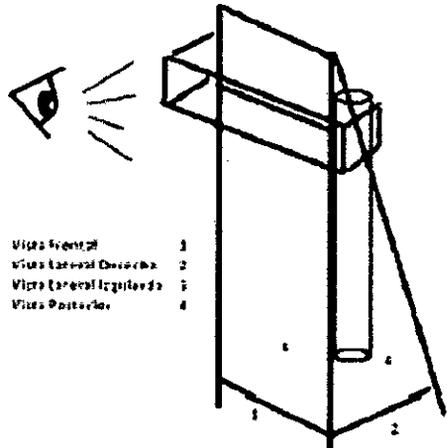
Horómetro Inicio : \_\_\_\_\_

Horómetro Final : \_\_\_\_\_

## PUNTOS DE INSPECCIONAR

Certificación vigente de estructura  SI  NO Fecha de Inspección : \_\_\_\_\_

Descripción de componentes	OK KO Valores	
	OK	KO
Columna Principal Frontal Derecho		
Columna Principal Frontal Izquierdo		
Columna Principal Posterior Izquierdo		
Columna Principal Posterior Izquierdo		
Amiosres Frontales		
Amiosres Laterales Derechos		
Amiosres Laterales Izquierdos		
Amiosres Posteriores		
Bocina Inferior frontal derecha		
Bocina Inferior frontal izquierda		
Bocina Inferior posterior derecha		
Bocina Inferior posterior izquierda		
Escalera de acceso		
Baranda de acceso		
Piso de Cuerpo de Plumin		
Pernos de Escalera, Baranda y Piso		
Polea de Cable		
Bocina y Pines de templadores		
Seguro de Pines		
Templadores de Pluma		
Templadores de Contratecha		



Observaciones:

---



---



---

Conclusiones:

Equipo Apto para Operacion  SI  NO

---

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA TECNICO MONTAJISTA

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA CAPATAZ

\_\_\_\_\_  
NOMBRE Y FIRMA INGENIERO

# PROTOCOLO DE INSPECCION DE CONTRAFLECHA

FECHA: / / PROYECTO: \_\_\_\_\_

**DATOS GENERALES**

Equipo : \_\_\_\_\_

Código Equipo : \_\_\_\_\_

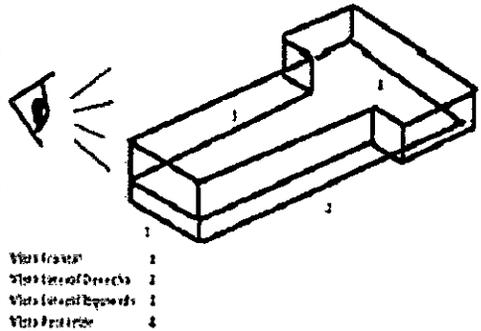
Horómetro Inicio : \_\_\_\_\_

Horómetro Final : \_\_\_\_\_

## PUNTOS DE INSPECCIONAR

Certificación vigente de estructura  SI  NO Fecha de Inspección : \_\_\_\_\_

Descripción de componentes	OK	KO	Valores
Columna Principal Frontal Derecho			
Columna Principal Frontal Izquierdo			
Columna Principal Posterior Izquierdo			
Columna Principal Posterior Izquierdo			
Templadores Laterales Derechos			
Templadores Laterales Izquierdos			
Pines de Templadores			
Pines de contraflecha con tornamesa			
Barandas Laterales Derechas			
Barandas Laterales Izquierdas			
Barandas posteriores			
Piso metálico central			
Piso metálico Lateral Derecho			
Piso metálico Lateral Derecho			
Piso metálico posterior			
Base de motores de giro			
Base de winche principal			
Pernos de Anclaje de winche			
Soporte de Motores Electricos.			
Soporte de Tableros Electricos.			
Soporte de los contrapesos			
Pines de sujeción de contrapesos			
Seguro de pines			
Cable de acero de winche			



Observaciones:

---



---



---

Conclusiones:  SI  NO  
 Equipo Apto para Operación

---

\_\_\_\_\_  
 NOMBRE Y FIRMA TECNICO MONTAJISTA

\_\_\_\_\_  
 NOMBRE Y FIRMA CAPATAZ

\_\_\_\_\_  
 NOMBRE Y FIRMA INGENIERO





<b>DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y GESTIÓN AMBIENTAL</b>	<b>TRABAJOS EN ALTURA</b>	Código : GyM PdRGA ES 04
		Versión: v01
		Página: 1 de 2

## RECOMENDACIONES GENERALES

En general, se deberá evitar la permanencia y circulación de personas y/o vehículos debajo del área sobre la cual se efectúan trabajos en altura, debiendo acordonarse con cintas de peligro color rojo y señalizarse con letreros de prohibición de ingreso: "CAIDA DE OBJETOS - NO PASAR"

Toda herramienta de mano deberá amarrarse al cinturón del trabajador con una soga de nylon (3/8") y de longitud suficiente para permitirle facilidad de maniobra y uso de la herramienta. Así mismo, la movilización vertical de materiales, herramientas y objetos en general, deberá efectuarse utilizando sogas de nylon de resistencia comprobada cuando no se disponga de medios mecánicos de izaje (winche). El ascenso y descenso del personal a través de andamios y escaleras debe realizarse con las manos libres (ver estándar de uso de escaleras).

## SISTEMA DE DETENCIÓN DE CAÍDAS

Todo trabajador que realice trabajos en altura debe contar con un sistema de detención de caídas compuesto por un amés de cuerpo entero y de una línea de enganche con amortiguador de impacto con dos mosquetones de doble seguro (como mínimo), en los siguientes casos:

- ✓ Siempre que la altura de caída libre sea mayor a 1.80 m.
- ✓ A menos de 1.80 m. del borde de techos, losas, aberturas y excavaciones sin barandas de protección perimetral.
- ✓ En lugares donde, independientemente de la altura, exista riesgo de caída sobre elementos punzo cortantes, contenedores de líquidos, instalaciones eléctricas activadas y similares.
- ✓ Sobre planos inclinados o en posiciones precarias (tejados, taludes de terreno), a cualquier altura.

La línea de enganche deberá acoplarse, a través de uno de los mosquetones, al anillo dorsal del amés, enganchando el otro mosquetón a un elemento estable y resistente ubicado sobre la cabeza del trabajador, o a una línea de vida horizontal (cable de acero de 1/2" o soga de nylon de 5/8" sin nudos ni empates), fijada a una estructura sólida y estable, y tensada a través de un tirfor o sistema similar. La instalación del sistema de detención de caída debe ser realizada por una persona capacitada y certificada por el Departamento de Prevención de Riesgos y Gestión Ambiental y verificada por el prevencionista de obra.

La altura del punto de enganche debe ser calculado tomando en cuenta que la distancia máxima de caída libre es de 1.80 m., considerando para el cálculo de dicha distancia, la elongación de la línea de vida horizontal y la presencia de obstáculos existentes adyacentes a la zona de trabajo.

<b>Elaborado/Modificado por:</b> José Carlos Bartra Asmat Jefe de PdRGA GyM S.A.	<b>Revisado por:</b> Luis Vinatea Villacorta Gerente Técnico GyM S.A.	<b>Aprobado por:</b> Carlos Montero Graña Vicepresidente Corporativo
<b>Fecha:</b> 25 de julio de 2010	<b>Fecha:</b> 25 de julio de 2010	<b>Fecha:</b> 25 de julio del 2010
<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>	<b>Firma:</b>



<b>DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y GESTIÓN AMBIENTAL</b>	<b>TRABAJOS EN ALTURA</b>	<b>Código :</b> GyM PdRGA ES 04
		<b>Versión:</b> v01
		<b>Página:</b> 2 de 2

El equipo personal de detención de caídas, compuesto por arnés y línea de enganche, debe ser inspeccionado por el trabajador antes de usarlo, verificando el perfecto estado de costuras, hebillas, remaches, líneas de enganche y mosquetones. Si se observaran cortes, abrasiones, quemaduras o cualquier tipo de daño, el equipo debe ser inmediatamente descartado y reemplazado por otro en buen estado.

Todo arnés y línea de vida que haya soportado la caída de un trabajador, deberá descartarse de inmediato. Los demás componentes del sistema de "arresto" (frenos de soga, bloques retráctiles, etc.) deben ser revisados por el distribuidor, antes de ponerse nuevamente en operación.

Los componentes del sistema de arresto se almacenarán en lugares aireados y secos, alejados de objetos punzo-cortantes, aceites y grasas. Los arneses y líneas de enganche se guardarán colgados en ganchos adecuados.

Los arneses y líneas de enganche que se encuentren en uso, deben ser revisados periódicamente por el prevencionista de obra. La periodicidad de revisión se establecerá a través de un programa de inspecciones desarrollado en base a la frecuencia y condiciones de uso de los equipos, debiendo mantener el registro de las inspecciones hasta el término de la obra.

#### **TRABAJOS SOBRE ANDAMIOS**

Sólo se permitirá fijar la línea de enganche a la estructura del andamio cuando no exista otra alternativa, en cuyo caso debe garantizarse la estabilidad del andamio con anclajes laterales de resistencia comprobada (arriostres), para evitar su desplazamiento o volteo, en caso deba soportar la caída del trabajador. La línea de enganche debe conectarse al andamio, a través de una eslinga de nylon o carabinero (componentes certificados), colocado en alguno de los elementos horizontales del andamio que se encuentre sobre la cabeza del trabajador. Nunca debe conectarse directamente la línea de enganche, a ningún elemento del andamio.

En andamios colgantes, la línea de enganche deberá estar permanentemente conectada, a través de un freno de soga, a una línea de vida vertical (cuerda de nylon de 5/8") anclada a una estructura sólida y estable independiente del andamio. En este caso, siempre debe contarse con una línea de vida vertical independiente por cada trabajador.

#### **ALTO RIESGO DE CAÍDA**

En trabajos que presenten alto riesgo de caída, deben instalarse sistemas de "arresto" que garanticen el enganche permanente del personal durante el desarrollo de las operaciones.

En trabajos de montaje, mantenimiento y reparación de torres de telecomunicaciones o alta tensión, la línea de enganche debe estar acoplada a un sistema de línea de vida vertical (cuerda de nylon de 5/8") y freno de soga o sistema retráctil. El ascenso y descenso a través de las torres, durante la instalación del sistema de detención de caídas, se hará con doble línea de enganche con amortiguador de impacto.

Para ascenso o descenso de grúas torre con escaleras verticales continuas, se usará un sistema de "arresto" compuesto de una línea de vida vertical y freno de soga.



<b>DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y GESTIÓN AMBIENTAL</b>	<b>OPERACIÓN DE IZAJE DE CARGAS CON GRUA TORRE</b>	<b>Código :</b> GyM PdRGA ES 35
		<b>Versión:</b> V01
		<b>Página:</b> 2 de 4

del viento y sin freno, situando el gancho en la parte superior, sin carga, y lo más próximo a la torre.

#### **Funcionamiento de la Grúa Torre**

Antes de iniciar el funcionamiento:

1. El operador de la grúa torre debe probar el buen funcionamiento de todos los movimientos y de los dispositivos de seguridad.

Durante el funcionamiento:

1. El operador de la grúa debe saber que no se han de utilizar las contramarchas para el frenado de la maniobra.
2. Siempre se debe de mantener el cable tensado, para ello no se debe dejar caer el gancho al suelo.
3. El operador de la grúa no puede abandonar el puesto de mando mientras se mantenga una carga sostenida del gancho.
4. En los relevos de operador, el saliente debe indicar el estado en el que deja la grúa al operador entrante (se debe volver a realizar un nuevo check list de pre uso).
5. Los movimientos de elevación, traslación y giro deben realizarse sin sacudidas debiéndose tener en cuenta para ello los efectos de inercia. Si estando izando una carga se produce una perturbación en la maniobra de la grúa, se pondrá inmediatamente a cero el mando del mecanismo de elevación. Deberá de realizarse cada maniobra a la velocidad requerida para tal fin, el traslado de elementos dentro de cajones, parihuelas y materiales peligrosos deberá de realizarse en la mínima velocidad de traslado. Las cargas sujetadas para el izaje en si mismas (no colocadas en cajones) puede realizarse en cualquiera de las velocidades.
6. Los interruptores y mandos no deben sujetarse jamás con cuñas o ataduras. Sólo se deben utilizar los aparatos de mando previstos para este fin.
7. El conductor debe observar la carga durante el traslado. Dará señales de aviso antes de iniciar cualquier movimiento. Se recomienda colocar una señal sonora la cual se activará previo al inicio de cada izaje.
8. Se debe evitar que la carga pase por encima de las personas.
9. Estará totalmente prohibido subir personas con la grúa así como hacer pruebas de sobrecarga a base de personas.

#### **Dispositivos de seguridad**

##### **1. Limitadores**

Aparte de los sistemas mecánicos de seguridad, existen en la grúa limitadores electromecánicos, los cuales estarán siempre reglados y constantemente vigilados.



<b>DEPARTAMENTO DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y GESTIÓN AMBIENTAL</b>	<b>OPERACIÓN DE IZAJE DE CARGAS CON GRUA TORRE</b>	<b>Código :</b> GyM PdRGA ES 35
		<b>Versión:</b> V01
		<b>Página:</b> 3 de 4

- 1.1 Limitador de par máximo o de momento: corta el avance del carro y la subida del gancho cuando se eleva una carga superior a la prevista para cada alcance. Permite bajar el gancho y retroceder el carro.
- 1.2 Limitador de carga máxima: corta la subida del gancho cuando se intenta levantar una carga que sobrepasa la máxima en un 10%. Permite bajar el gancho.
- 1.3 Limitadores en recorrido en altura del gancho: son dos fines de carrera superior e inferior, de los movimientos de elevación y descenso, que actúan sobre el mecanismo tanto en la subida como en la bajada, pudiendo efectuar el movimiento contrario.
- 1.4 Limitador de traslación del carro: corta el avance del carro de distribución, antes de llegar a los topes de goma, en los extremos de la flecha.
- 1.5 Limitador del número de giros de la torre: actúa sobre el mecanismo de orientación y limita el número de vueltas, dos o tres, de la parte giratoria en uno y otro sentido, con el fin de no dañar la manguera eléctrica.

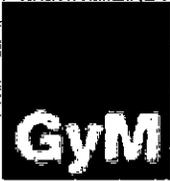
**SE VERIFICARÁN LOS LIMITADORES EXISTENTES EN CADA TIPO DE GRÚA TORRE. DE DICHA INFORMACIÓN SE PREPARARÁ EL FORMATO DE CHECK LIST DIARIO.**

## 2. Indicadores de Carga y Alcance

Se pondrá en un lugar visible de la Grúa el Diagrama de Cargas y Alcances de la grúa.

## Operador de la Grúa

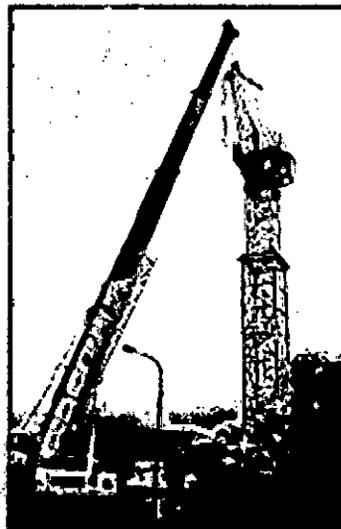
1. El operador de la grúa tiene que ser una persona responsable y capacitada.
2. Se recomienda que el operador de la grúa cuente con una certificación de "Operador de grúas torre" por una entidad reconocida (ASME B30).
3. El operador de la Grúa deberá hacer pausas periódicamente dado que los reflejos son muy importantes para manejar adecuadamente
4. El operador de la Grúa deberá verificar diariamente:
  - a. Registro documentado en Check List diario de la inspección pre uso.
  - b. Correcto funcionamiento de los frenos.
  - c. Observar la normalidad de funcionamiento de la grúa, si se perciben ruidos o calentamientos anormales.
  - d. Verificar el comportamiento del lastre en caso los tuviera (bloques en piso).
  - e. Colocar la carga de nivelación para evitar que el cable de elevación quede destensado y enrolle mal en el tambor de elevación.
  - f. Al terminar el trabajo subir el gancho hasta el carrito, amarrar la grúa a los carriles, dejar la pluma en dirección al viento, con el freno liberado y cortar la corriente.
5. El operador de la Grúa deberá Verificar Semanalmente:
  - a. Verificar el ajuste de todos los tornillos y principalmente los de la torre, pluma y corona giratoria.
  - b. Verificar la tensión del cable del carro, así como el cable de carga y su engrase.
  - c. Comprobar el buen funcionamiento del pestiño de seguridad del gancho.

	<b>Procedimiento</b> <b>MONTAJE DE GRÚA TORRE</b> <b>PECCO PC1400</b>	<b>Área de Responsabilidad</b> <b>CEQ</b>
		<b>Categoría de Riesgo</b> <b>Alto</b>
		<b>Versión: 04</b>

6.5. Montaje de cuerpo transición 4.50m de largo y 3.745kg y de la tornamesa 2.50m y 4.220kg.



6.6. Montaje de plúmin 9.30m de largo y 1.600kg.



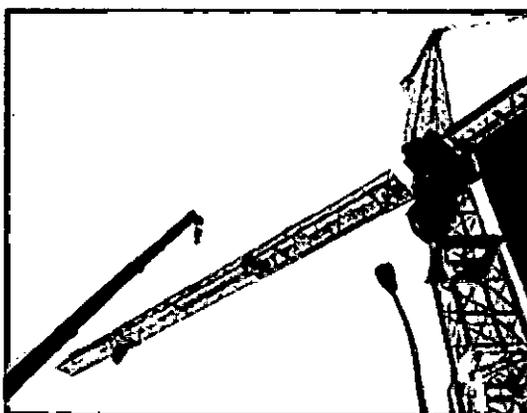
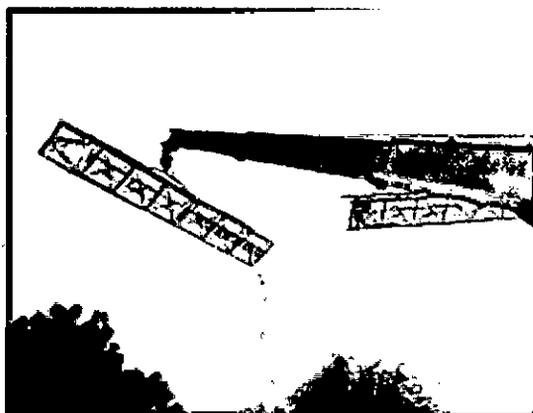
<b>ELABORADO POR:</b> Jefe de Equipos de Izaje y Grúas	<b>REVISADO POR:</b> PdRGA	<b>APROBADO POR:</b> Gerente de Mantenimiento
<b>FECHA: 15-09-10</b>	<b>FECHA: 20-09-10</b>	<b>FECHA: 25-08-10</b>

	<b>Procedimiento</b> <b>MONTAJE DE GRÚA TORRE</b> <b>PECCO PC1400</b>	<b>Área de Responsabilidad</b> <b>CEQ</b>
		<b>Categoría de Riesgo</b> <b>Alto</b>
		<b>Versión: 04</b>

6.7. Montaje de contra flecha retirando las conexiones del tablero principal y limitadores en general medidas completas 13 m de largo y peso 9,600 kg. Se procede a instalar los contrapesos.



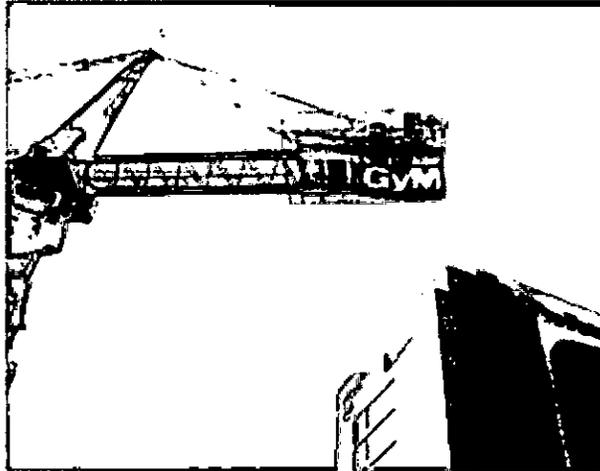
6.8. Se Montará la flecha en 02 tramos (1° tramo del templador hacia delante 12m y 2,000kg. 2° tramo del templador hacia atrás 34m y 5,200 Kg.)



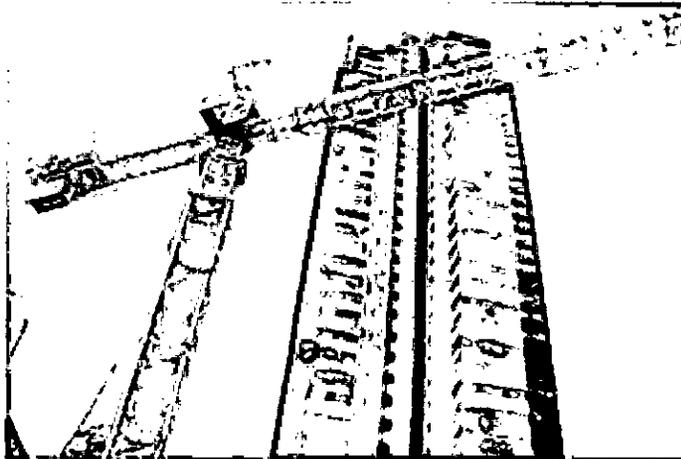
<b>ELABORADO POR:</b> Jefe de Equipos de Izaje y Grúas	<b>REVISADO POR:</b> PdRGA	<b>APROBADO POR:</b> Gerente de Mantenimiento
FECHA: 15-09-10	FECHA: 20-09-10	FECHA: 25-09-10

	Procedimiento <b>MONTAJE DE GRÚA TORRE          PECCO PC1400</b>	<b>Área de Responsabilidad          CEQ</b>
		<b>Categoría de Riesgo          Alto</b>
		<b>Versión: 04</b>

6.9. Se instalan los contrapesos en la contra flecha.



6.10. Se procede a realizar las pruebas de operación del equipo.



6.4. Instalar trepador o cuerpo de telescopaje (ver procedimiento de telescopaje), para realizar la elevación de la grúa torre hasta llegar a la altura de trabajo.

<b>ELABORADO POR:</b> Jefe de Equipos de Izaje y Grúas	<b>REVISADO POR:</b> PdRGA	<b>APROBADO POR:</b> Gerente de Mantenimiento
FECHA: 15-09-10	FECHA: 20-09-10	FECHA: 25-08-10

	Procedimiento <b>MONTAJE DE GRÚA TORRE          PECCO PC1400</b>	<b>Área de Responsabilidad          CEQ</b>
		<b>Categoría de Riesgo          Alto</b>
		<b>Versión: 04</b>

**7. REGISTROS:**

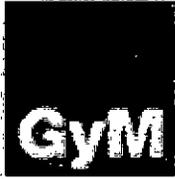
- ATS
- Plan de izaje
- Registro de asistencia a charla de 10 minutos

**8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:**

Se realizará de acuerdo al programa de prevención de riesgos específico para el proyecto adjuntándose el análisis de riesgos respectivo y aplicándose los siguientes estándares de GyM:

GyM PdRGA ES 01	Estándar básico de prevención de riesgos.
GyM PdRGA ES 02	Estándar de trabajos con energía eléctrica.
GyM PdRGA ES 03	Estándar de trabajos con escaleras portátiles, rampas provisionales, andamios y plataformas de trabajo
GyM PdRGA ES 04	Estándar de trabajos en altura.
GyM PdRGA ES 05	Estándar de izaje de cargas.
GyM PdRGA ES 08	Estándar de prevención de riesgos viales.
GyM PdRGA ES 14	Estándar de trabajos en caliente.
GyM PdRGA ES 15	Estándar de Orden y Limpieza.
GyM PdRGA ES 17	Estándar para uso de herramientas, equipos
GyM PdRGA ES 18	Estándar de uso de equipo de protección individual
GyM PdRGA ES 29	Estándar de rescate de equipos atascados. Protección del medio ambiente.
GyM PdRGA ES 30	Estándar de manejo de materiales peligrosos.
GyM PdRGA ES 31	Estándar de Operaciones de izaje de carga con grúa torre
GyM PdRGA ES 35	

<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Jefe de Equipos de Izaje y Grúas	PdRGA	Gerente de Mantenimiento
FECHA: 15-08-10	FECHA: 20-08-10	FECHA: 25-08-10

	<b>Procedimiento</b>  <b>Telescopaje de cuerpos S16</b> <b>Grúa torre Pecco</b>	<b>Área de Responsabilidad</b> <b>CEQ</b>
		<b>Categoría de Riesgo</b> <b>Alto</b>
		<b>Versión: 03</b>

### 1. OBJETIVO

El presente procedimiento tiene por objetivo establecer las actividades que GyM S.A. Realizará antes, durante y después del desmontaje de la grúa torre Pecco, a ser usada en las diferentes obras donde es requerido el equipo.

### 2. ALCANCE

El presente procedimiento es aplicable al desmontaje de la grúa torre Pecco con cuerpo Modelo S16 que se utilizará en los proyecto.

### 3. RECURSOS

Estos recursos pueden variar de acuerdo a la ubicación de la grúa torre instalada

EQUIPOS	SUPERVISIÓN	MANO DE OBRA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grúa torre</li> <li>• Aparejos de Izaje.</li> <li>• Sogas de direccionamiento.</li> <li>• Torquímetro.</li> <li>• Multiplicador de Torque.</li> <li>• Llave de Golpe.</li> <li>• 5 radios Handy.</li> <li>• Herramientas de grúa</li> </ul>	01 Ingeniero de Campo. 01 PdRGA de obra 01 Jefe de equipos de izaje 01 PdRGA - CEO 01 Supervisor de montaje.	01 Operador de grúa torre (obra) 02 Maniobristas (obra) 04 ayudantes con conocimiento de trabajos en altura (obra) 01 Operador de camión grúa (obra)

### 4. DEFINICIONES Y/O ABREVIATURAS:

La grúa torre se define como una máquina de funcionamiento electromecánico de levante vertical y horizontal combinado para la elevación y el desplazamiento de materiales desde un punto a otro. Está constituida esencialmente por una torre metálica reticulada, con un brazo horizontal giratorio (pluma), y los motores de orientación, elevación y distribución, traslación de la carga.

### 5. RESPONSABILIDADES

#### JEFE DE EQUIPOS DE IZAJE

Debe verificar y controlar la ejecución y cumplimiento del presente procedimiento de acuerdo a los estándares establecidos y secuencia de trabajos..

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
Jefe de Equipos de Izaje y Grúas	PdRGA	Gerente de Mantenimiento
FECHA: 15-08-10	FECHA: 20-08-10	FECHA: 25-08-10

	<b>Procedimiento</b>  <b>Telescopaje de cuerpos S16</b> <b>Grúa torre Pecco</b>	<b>Área de Responsabilidad</b> <b>CEQ</b>
		<b>Categoría de Riesgo</b> <b>Alto</b>
		<b>Versión: 03</b>

**PREVENCIONISTA DE CEQ**

- Verificar que se lleve a cabo las charlas de 10 minutos antes de empezar los trabajos.
- Verificar el correcto llenado del AST.
- Identificar, determinar y controlar los riesgos asociados al trabajo tomando las medidas preventivas correspondientes a éste, coordinando los recursos necesarios para prevenir interferencias causadas por omisión.

**PREVENCIONISTA DE OBRA**

- Verificara la entrega de herramientas en buen estado al personal de montaje
- Verificar y hará cumplir el procedimiento
- Ejecutará observación preventiva en todo momento

**SUPERVISOR DE GRUA**

- o Realizara la charla de 10 minutos antes de realizar los trabajos
- o Señalizara el área de trabajo (cierre de vías), coordinara apoyo policial
- o Coordinará con el equipo de montaje y el personal de obra las actividades necesarias para la correcta ejecución de los trabajos aquí descritos.
- o Velará por el cumplimiento efectivo de las especificaciones y recomendaciones dadas por el proveedor del equipo durante la ejecución de los trabajos.
- o Dirigirá en campo las maniobras de acuerdo a los planes de izaje elaborados.

**INGENIERO DE CAMPO**

- o coordinara todos los permisos que ameriten para realizar el trabajo
- o Coordinara con el área de almacén para el equipamiento necesario para el trabajo (cables, eslingas, fajas y estrobos).
- o Informara al personal de obra los trabajos a realizar

**PERSONAL ESPECIALISTA EN EL MONTAJE (operador de grúa torre y maniobristas)**

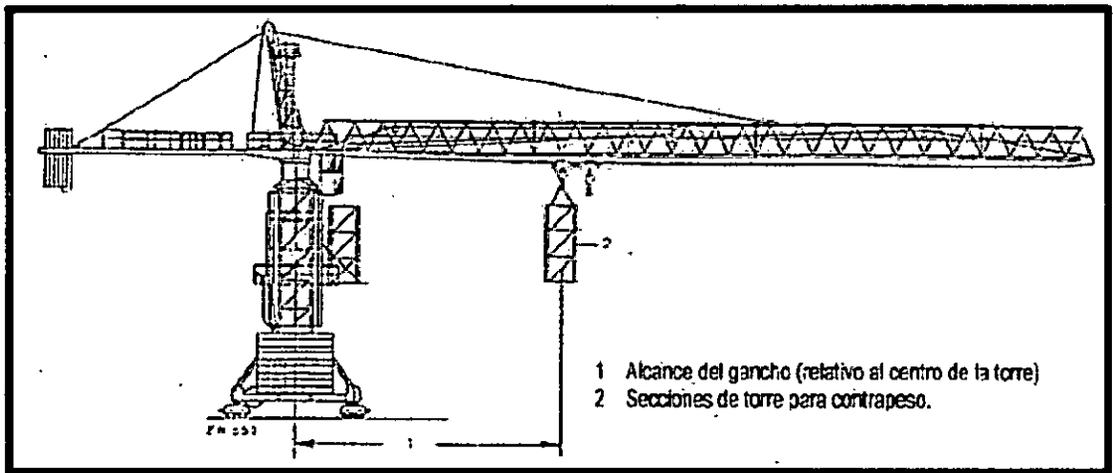
- o Estará formado por 3 personas, los mismos que tendrán la experiencia necesaria para esta labor.
- o Coordinará con el supervisor de montaje el cronograma y la secuencia de desmontaje.

<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Jefe de Equipos de Izaje y Grúas	PdRGA	Gerente de Mantenimiento
<b>FECHA: 15-08-10</b>	<b>FECHA: 20-08-10</b>	<b>FECHA: 25-08-10</b>

	<b>Procedimiento</b> <b>Telescópaje de cuerpos S16</b> <b>Grúa torre Pecco</b>	<b>Área de Responsabilidad</b> <b>CEQ</b>
		<b>Categoría de Riesgo</b> <b>Alto</b>
		<b>Versión: 03</b>

## 6. SECUENCIA DE TRABAJOS

- 6.1 Descarga de camión con Tramos de Grúa Torre
- 6.2 Activar el sistema hidráulico y descender el pistón para subir el cuerpo de telescópaje y acoplarla a la transición
- 6.3 Desacoplar la torre en el mismo sector a fin de liberar el conjunto superior de la grúa (Cabina, Contra flecha y flecha), de tal forma de permitir su ascenso sin obstáculos.
- 6.4 Telescópaje de los Tramos de Torre para completar la autonomía sobre el edificio. ( incremento de altura mediante sistema hidráulico autónomo)



- 6.5 Cierre . ( acoplar nuevamente la torre, desacoplar la Jaula de Telescópaje y bajarla al nivel del arriostre o dejarla cerca al nivel cero
- 6.6 Pruebas de carga, calibración de recorrido del gancho.
- 6.7 Entrega a la Operación.

<b>ELABORADO POR:</b> Jefe de Equipos de Izaje y Grúas	<b>REVISADO POR:</b> PdRGA	<b>APROBADO POR:</b> Gerente de Mantenimiento
FECHA: 15-08-10	FECHA: 20-08-10	FECHA: 25-08-10

	<b>Procedimiento</b> <b>Telescopaje de cuerpos S16</b> <b>Grúa torre Pecco</b>	<b>Área de Responsabilidad</b> <b>CEQ</b>
		<b>Categoría de Riesgo</b> <b>Alto</b>
		<b>Versión: 03</b>

**7. REGISTROS:**

- ATS
- Registro de asistencia a charla de 10 minutos

**8. DOCUMENTOS DE REFERENCIA:**

Se realizará de acuerdo al programa de prevención de riesgos específico para el proyecto adjuntándose el análisis de riesgos respectivo y aplicándose los siguientes estándares de GyM:

- GyM PdRGA ES 01 Estándar básico de prevención de riesgos.
- GyM PdRGA ES 02 Estándar de trabajos con energía eléctrica.
- GyM PdRGA ES 03 Estándar de trabajos con escaleras portátiles, rampas provisionales, andamios y plataformas de trabajo elevadas.
- GyM PdRGA ES 04 Estándar de trabajos en altura.
- GyM PdRGA ES 05 Estándar de izaje de cargas.
- GyM PdRGA ES 06 Estándar de prevención de riesgos viales.
- GyM PdRGA ES 14 Estándar de trabajos en caliente.
- GyM PdRGA ES 15 Estándar de Orden y Limpieza.
- GyM PdRGA ES 17 Estándar para uso de herramientas, equipos
- GyM PdRGA ES 18 Estándar de uso de equipo de protección personal
- GyM PdRGA ES 29 Estándar de rescate de equipos atascados.
- GyM PdRGA ES 30 Protección del medio ambiente.
- GyM PdRGA ES 31 Estándar de manejo de materiales peligrosos.
- GyM PdRGA ES 35 Estándar de Operaciones de izaje de carga con grúa torre

<b>ELABORADO POR:</b>	<b>REVISADO POR:</b>	<b>APROBADO POR:</b>
Jefe de Equipos de Izaje y Grúas	PdRGA	Gerente de Mantenimiento
FECHA: 15-08-10	FECHA: 20-08-10	FECHA: 25-08-10

GyM

# A T S

<b>TRABAJO:</b>					
<b>FRENTE:</b>					
<b>INGENIERO:</b>				<b>Fecha:</b>	
<b>CAPATAZ:</b>				<b>Hora:</b>	
<b>PELIGROS</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>	
Alta Presión					
Atrapamientos					
Atropello					
Contacto con temperaturas extremas					
Contacto con energía eléctrica					
Contacto con sustancias nocivas					
Cortes					
Incendio					
Golpes					
Inhalación de sustancias nocivas					
Explosión					
Ingestión de sustancias nocivas					
Proyección de partículas					
Radiación					
Resbalones					
Ruido					
Sobre esfuerzos					
Tropezones					
Poca Iluminación					
Caída de objetos					
Caídas de altura					
Choques					
<b>EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL (EPI) Y SISTEMAS/EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA (SPC)</b>					
<b>EPI Básico (casco, lente, botines con puntera de acero) obligatorio en todo trabajo</b>					
<b>EPI</b>		<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>SPC</b>	
		<b>SI</b>	<b>NO</b>		
Lentes de oxigenista / soldador				Sistema de Líneas de vida Horizontal	
Escudo facial				Barandas / Acordonamiento / Mallas	
Tapones de oído				Entibados	
Respirador doble vía				Malla anticaídas	
Guantes: CUERO / JEBE / NITRILO / HILO				Señalización	
Mangas de cuero-cromo				Otros (especificar):	
Escarpinos de cuero-cromo				<b>EQUIPOS DE EMERGENCIA</b>	
Mandil de cuero-cromo				Extintor	
Arnés (certificación ANSI)				Botiquín	
Línea de enganche doble				Camilla: RÍGIDA / FLEXIBLE	
Línea de enganche con amortiguador				Otros (especificar):	
Freno de soga				Botiquín	
Bloque retráctil				RADIO	

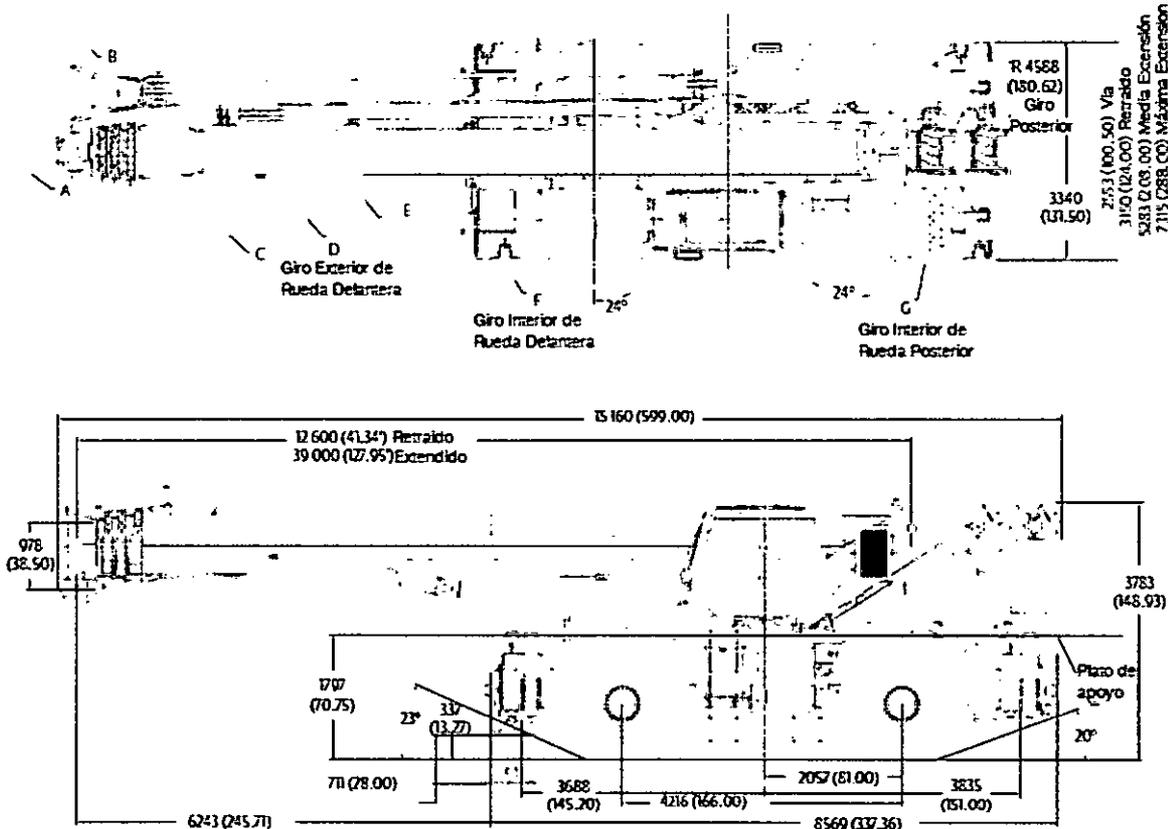
NOMBRES Y APELLIDOS		FIRMA
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
<b>OBSERVACIONES ADICIONALES</b>		
<b>PROCEDIMIENTOS Y/O PERMISOS ESPECIALES</b>		<b>Marcar</b>
Manejo de productos químicos peligrosos		
Bloqueo & señalización		
Ingreso a espacios confinados		
Trabajos en caliente		
Izaje de cargas críticas		
Otros (especificar)		
<b>CONSIDERACIONES ADICIONALES</b>		
¿Se requiere entrenamiento especial?		SI NO
ESPECIFIQUE:		
¿Las condiciones del clima pueden afectar el trabajo?		SI NO
ESPECIFIQUE:		
<b>FIRMA DEL CAPATAZ</b>		<b>FIRMA DEL INGENIERO</b>

# Grove RT880E

# Dimensiones y Pesos

## Dimensiones

Neumático	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G
29.5 X 25	16.6 m (54.5)	17.2 m (56.4)	13.6 m (44.7)	12.9 m (42.4)	12.5 m (41.0)	12.5 m (33.2)	8.2 m (28.8)	11.1 m (36.5)	11.6 m (38.7)	8.4 m (28.0)	7.8 m (25.7)	7.3 m (24.0)	4.9 m (16.2)	4.1 m (13.5)
Tracción simple							Tracción doble							



Todas las misiones estan en mm (pulg)

## PESOS

	Total kg (lb)	Frontal kg (lb)	Posterior kg (lb)
Maquina Básica: Incluye 39, 0m (128 pies) de boom principal, el winche principal y auxiliar con 182.8 m (800 pies) de cable. Con todos los contrapesos carga, 9.1T(10Ton) en gancho auxiliar y 75T(80Ton) en el gancho principal, aire acondicionado.	49 588 (109,321)	24 474 (53,956)	25 114 (55,365)
Retirado: Contrapeso y winche auxiliar	40 428 (89,128)	28 850 (63,602)	11 579 (25,526)
Retirado: Contrapeso, winche auxiliar y plumin	39 229 (86,483)	26 692 (58,845)	12 537 (27,638)

## Especificaciones

### Superestructura

#### Pluma

Pluma mecánica de cuatro secciones de secuencia sincronizada, de 12.6 a 39.0 m.

Altura máxima a la punta: 41.9 m.

#### Extensión articulada de plegado doble

Extensión articulada de celosía de plegado doble descentrable, de 10.0 m a 17.1 m. Se descentra 0°, 20° y 40°. Se almacena al lado de la sección de base de la pluma.

Altura máxima de la punta: 58.6 m.

#### Insertos de extensión de la pluma

Insertos de extensión de celosía de 2 x 6.1 m. Se instala entre la punta de la pluma y la extensión de plegado doble, no se almacena. Altura máxima de la punta: 70.6 m.

#### Elevación de pluma

Un cilindro hidráulico de doble acción con válvula de retención incorporada proporciona elevación de -3° a +78°.

#### Momento de carga y sistema de prevención del contacto entre bloques

Momento de carga con "pantalla gráfica" estándar y sistema de prevención del contacto entre bloques con advertencia sonora y visual y bloqueo de palancas de control. Estos sistemas proporcionan un desplegado electrónico del ángulo de la pluma, largo, radio, altura a la punta, momento de carga relativo, carga máxima admisible, indicación de carga y advertencia de la condición inminente del contacto entre bloques. El sistema de definición de la zona de trabajo estándar permite al operador preseleccionar y definir zonas de trabajo seguras. Si la grúa se aproxima a los límites preestablecidos, unas señales de advertencia sonoras y visuales ayudan al operador a evitar las obstrucciones en la obra.

#### Cabina

Inclinación hasta 20°, vista panorámica, fabricada enteramente de acero con forro acústico y cristal inastillable oscurecido. El asiento de lujo incorpora palancas de control hidráulicas de eje único. Volante de dirección inclinable/telescópico con diversos controles incorporados en la columna de dirección. Otras características estándar incluyen: calentador de agua, ventilador de circulación de aire de la cabina, ventanas de corredera laterales y trasera, luna de corredera con limpiacristal y visera eléctricos, lava/limpiaparabrisas eléctrico, extintor de incendios, cinturón de seguridad, acondicionador de aire y luces de trabajo dobles montadas en la cabina.

#### Inclinación

Mando de giro planetario de dos velocidades con freno de discos múltiples en baño de aceite accionado por pedal. Freno de giro aplicado por resorte, liberado hidráulicamente. Bloqueo mecánico de caja de una sola posición, accionado desde la cabina. Velocidad máxima: 2.0 rpm.

#### Contrapeso

8165 kg, instalado y retirado hidráulicamente.

#### Malacate

Reducción planetaria con freno automático de discos múltiples en baño de aceite aplicado por resorte. Indicadores electrónicos de rotación del tambor de malacate, y seguidores de cable del tambor de malacate.

Tracción máxima de cable sencillo:

1ª capa: 9185 kg

3ª capa: 7716 kg

5ª capa: 6650 kg

Tracción máxima admisible del cable:

7620 kg con cable de clase 6x37.

7620 kg con cable de 35x7 resistente a la rotación.

Velocidad máxima de cable sencillo: 156 m/min.

Construcción del cable: 6x36 EIPS IWRC, flexible especial 35x7 resistente a la rotación

Diámetro del cable: 19 mm

Longitud del cable: Malacate principal: 183 m

Malacate auxiliar: 183 m

Almacenamiento máximo de cable en tambor: 256 m

# Alcance de trabajo

## Alcance de trabajo



12,6 - 39,0 m



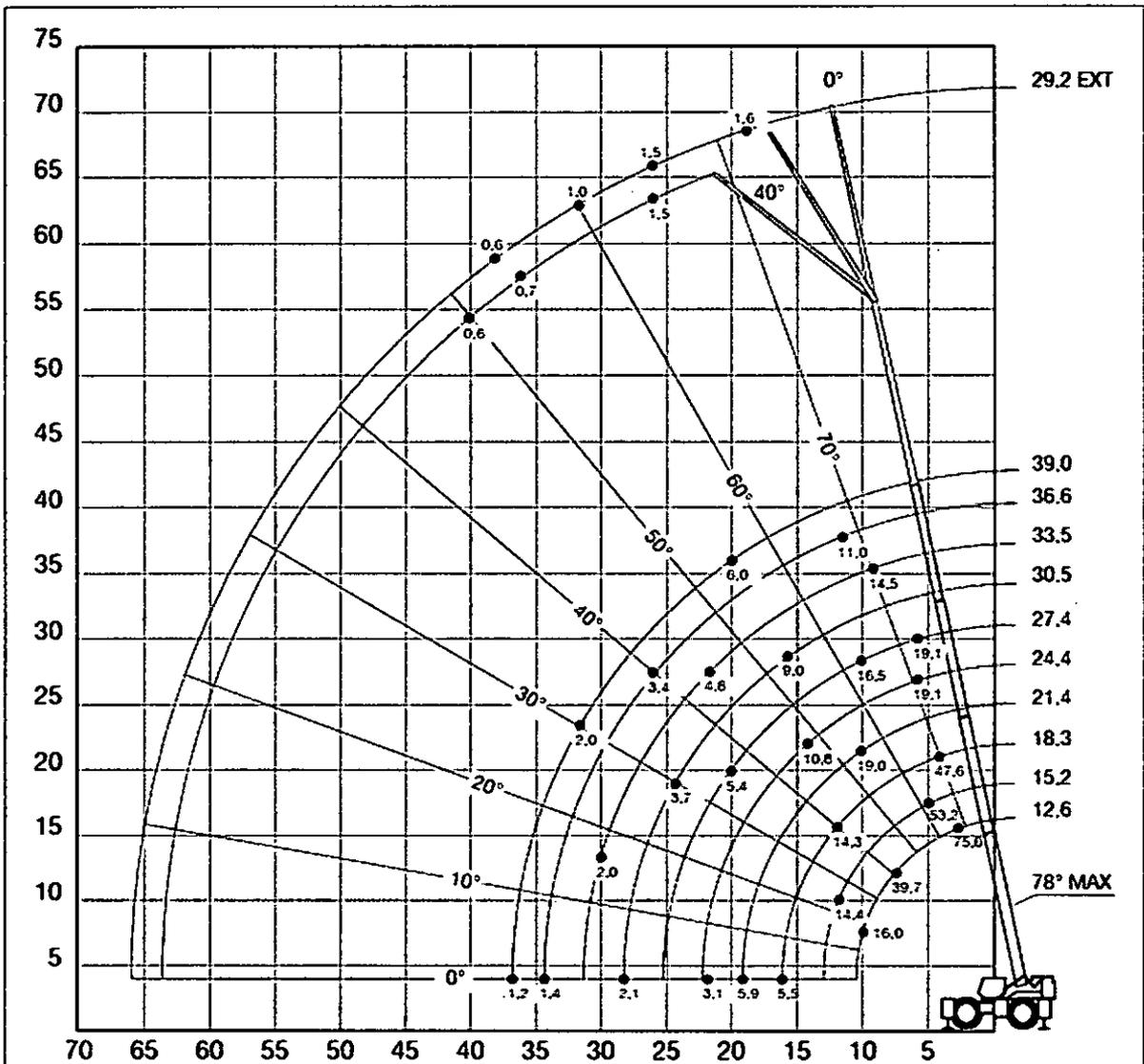
100%



360°



8,2 t



	H (mm) (t)
	3020

# Tabla de carga

## Pluma telescópica

 12,6 - 39,0 m
  100%
  360°
  8,2 t



DIN/ISO

m	12,6	15,2	18,3	21,4	24,4	27,4	30,5	33,5	36,6	39,0	m
3,0	75,000	56,225	47,850	-	-	-	-	-	-	-	3,0
3,5	68,075	56,225	47,850	-	-	-	-	-	-	-	3,5
4,0	64,625	56,225	47,575	26,975	-	-	-	-	-	-	4,0
4,5	59,675	56,225	47,225	26,975	19,075	-	-	-	-	-	4,5
5,0	55,125	53,150	44,850	26,975	19,075	19,050	-	-	-	-	5,0
6,0	46,075	45,975	39,475	26,975	19,075	19,050	17,975	-	-	-	6,0
7,0	39,750	38,600	35,350	26,325	19,075	19,050	17,975	14,475	-	-	7,0
8,0	32,775	30,925	28,600	25,000	19,075	18,700	17,575	14,475	11,675	9,975	8,0
9,0	25,650	25,200	23,850	22,450	19,075	17,825	16,525	14,475	11,675	9,975	9,0
10,0	15,975	20,475	20,200	19,000	18,075	16,450	15,150	13,800	11,675	9,975	10,0
12,0	-	14,375	14,275	14,050	14,225	13,825	12,650	11,600	10,925	9,975	12,0
14,0	-	-	10,500	10,300	10,825	11,150	10,825	10,075	9,530	9,170	14,0
16,0	-	-	5,500	7,725	6,335	6,675	9,020	8,770	8,210	7,880	16,0
18,0	-	-	-	5,855	6,480	6,835	7,245	7,340	7,145	6,830	18,0
20,0	-	-	-	-	5,080	5,415	5,730	5,910	6,125	5,955	20,0
22,0	-	-	-	-	-	3,125	4,300	4,610	5,020	5,160	22,0
24,0	-	-	-	-	-	-	3,405	3,695	3,925	4,275	24,0
26,0	-	-	-	-	-	-	-	2,950	3,180	3,550	26,0
28,0	-	-	-	-	-	-	-	2,120	2,555	2,775	28,0
30,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,025	2,245	30,0
32,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,790	32,0
34,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,395	34,0
36,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,210	36,0



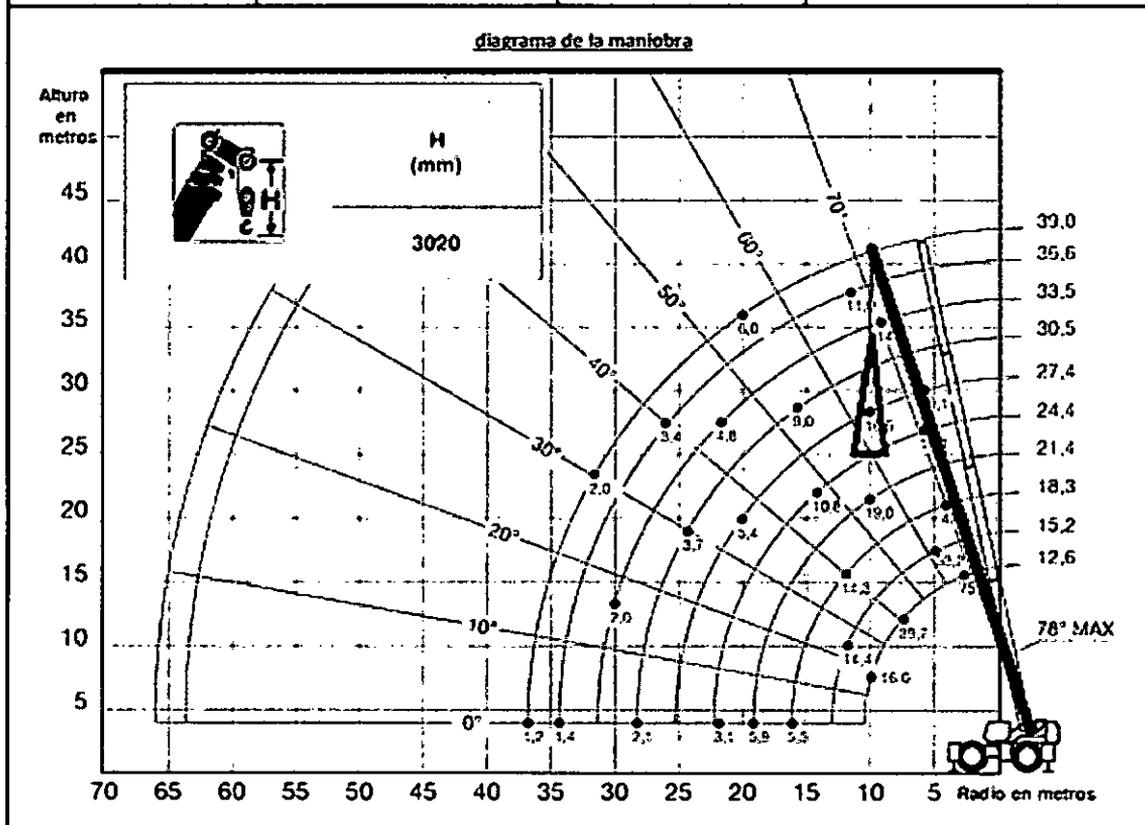
85%

m	12,6	15,2	18,3	21,4	24,4	27,4	30,5	33,5	36,6	39,0	m
3,0	75,000	56,225	47,850	-	-	-	-	-	-	-	3,0
3,5	68,075	56,225	47,850	-	-	-	-	-	-	-	3,5
4,0	64,625	56,225	47,575	26,975	-	-	-	-	-	-	4,0
4,5	59,675	56,225	47,225	26,975	19,075	-	-	-	-	-	4,5
5,0	55,125	53,150	44,850	26,975	19,075	19,050	-	-	-	-	5,0
6,0	46,075	45,975	39,475	26,975	19,075	19,050	17,975	-	-	-	6,0
7,0	39,750	39,625	35,350	26,325	19,075	19,050	17,975	14,475	-	-	7,0
8,0	34,800	34,450	31,750	25,000	19,075	18,700	17,575	14,475	11,675	9,975	8,0
9,0	27,650	27,200	27,075	22,675	19,075	17,825	16,525	14,475	11,675	9,975	9,0
10,0	15,975	22,200	22,075	20,675	18,075	16,450	15,150	13,800	11,675	9,975	10,0
12,0	-	15,700	15,625	15,400	15,550	13,825	12,650	11,800	10,925	9,975	12,0
14,0	-	-	11,600	11,425	11,950	11,875	10,825	10,075	9,530	9,170	14,0
16,0	-	-	5,500	8,675	9,295	9,635	9,425	8,720	8,210	7,880	16,0
18,0	-	-	-	6,690	7,325	7,680	7,990	7,610	7,145	6,830	18,0
20,0	-	-	-	-	5,835	6,170	6,465	6,680	6,275	5,955	20,0
22,0	-	-	-	-	-	3,125	4,985	5,295	5,510	5,540	22,0
24,0	-	-	-	-	-	-	4,035	4,325	4,550	4,760	24,0
26,0	-	-	-	-	-	-	-	3,510	3,760	4,330	26,0
28,0	-	-	-	-	-	-	-	2,120	3,095	3,315	28,0
30,0	-	-	-	-	-	-	-	-	2,530	2,755	30,0
32,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,270	32,0
34,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,395	34,0
36,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,645	36,0

Proyecto Gran Teatro Nacional	N° Proyecto 1710	Fecha de Izaje 04/11/2010	Hora de Izaje 03.00 pm	Lugar de Izaje: Av Javier Prado Este cuadra 41 - San Borja
fabricante de equipo GROVE	Modelo RT-880 E	N° de serie 80005124	Longitud de pluma telescópica 39.02 Mt Longitud de plúmín : N/A	
Radio máximo durante el izaje (RECOJO, OSCILACION Y COLOCACION) 9.1 Mt		Altura de montaje 21.72Mt	Angulo Máximo de BOOM 77°	Capacidad de grúa según fabricante 75 T
Se utilizara Plúmín si no X	Capacidad de carga con el radio y altura indicada Al 100% 9.975 Kg. Al 80% 7.980 Kg		colocación del componente nivel 0 a nivel 21.72mt	

Pesos a maniobrar en Kg.		Descripción de carga y peso Montaje de 01 Plúmín PC 1400	
peso de componente	1,554.75	Quien determino el peso de la carga a izar EL FABRICANTE	
peso de plúmín	0.00	Carga de izaje total 2,724.34 Kg	
peso de gancho	598.30	Porcentaje de maniobra 27.30 %	
peso de punto superior de pluma	0.00	Línea de cable a utilizar 04 línea cable 19mm	
peso de bola	257.64	Área de maniobra: la maniobra se realizara dentro del terreno de la obra. No será necesario cerrar ninguna vía.	
estrobo y equipos de izaje diversos	59.87		
Cable de acero	253.78		
viga de izaje o barras	0.00		
Total		<b>2,724.34</b>	

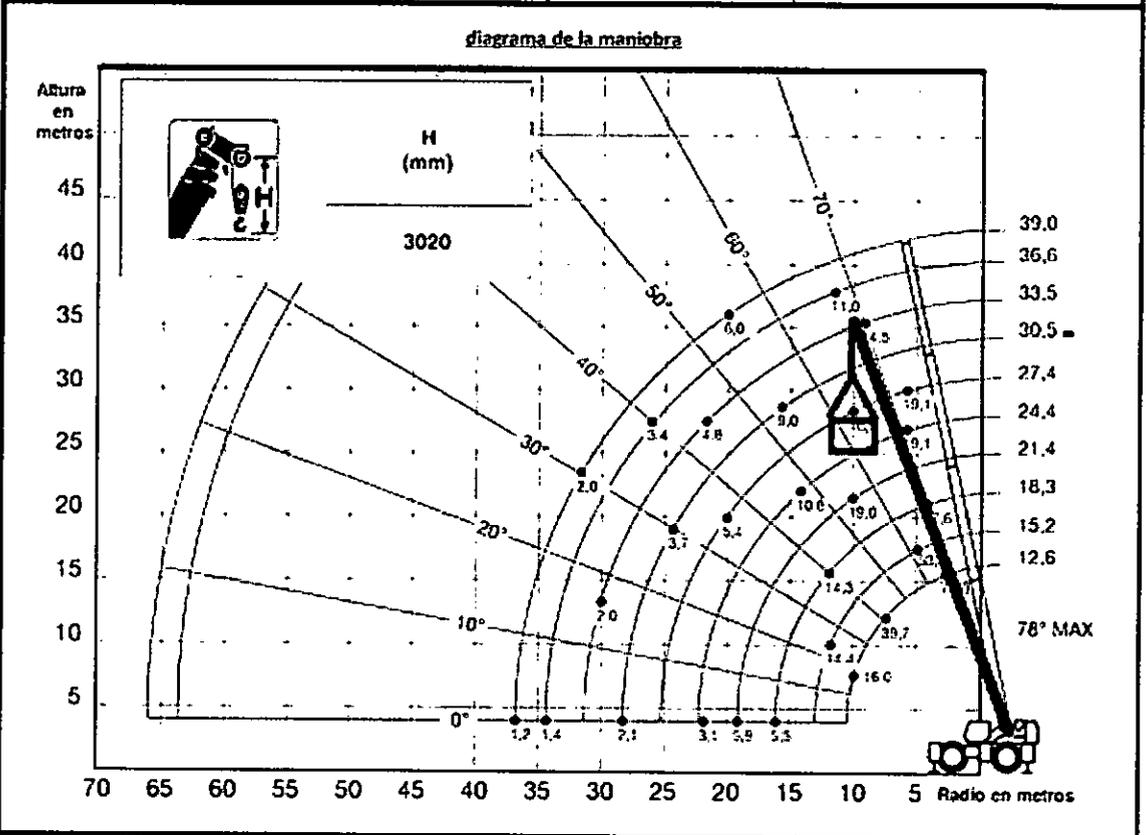
Condiciones del clima (viento, lluvia etc) NORMAL	Condiciones del suelo Aceptables	El izamiento será dirigido Si	
Peligros eléctricos (si es así explique) .- No se presenta Peligros Eléctricos.		Área de trabajo Libre y señalizado	
Firma de operador	Firma del jefe de equipos	Firma del Supervisor	Firma de PDR



Proyecto Gran Teatro Nacional	N° Proyecto 1710	Fecha de izaje 05/11/2010	Hora de izaje 08.00 am	Lugar de Izaje: Av Javier Prado Este cuadra 41 - San Borja
fabricante de equipo GROVE	Modelo RT-880 E	N° de serie 80005124	Longitud de pluma telescópica 33.5 Mt Longitud de plumín : N/A	
Radio máximo durante el izaje (RECOJO, OSCILACION Y COLOCACION) 9.1 Mt		Altura de montaje 21.72Mt	Angulo Máximo de BOOM 74°	Capacidad de grúa según fabricante 75 T
Se utilizara Plumín si                      no X	Capacidad de carga con el radio y altura indicada Al 100% 13,800 Kg. Al 80% 11,040 Kg		colocación del componente nivel 0 a nivel 21.72mt	

Pesos a maniobrar en Kg.		Descripción de carga y peso Montaje de 01 Contra Flecha PC 1400	
peso de componente	9,170.82	Quien determino el peso de la carga a izar <b>EL FABRICANTE</b> Carga de izaje total 10,304.45 Kg  Porcentaje de maniobra 74.67 %  Línea de cable a utilizar 04 línea cable 19mm  Área de maniobra: la maniobra se realizara dentro del terreno de la obra. No será necesario cerrar ninguna vía.	
peso de plumín	0.00		
peso de gancho	598.30		
peso de punto superior de pluma	0.00		
peso de bola	257.64		
estrobo y equipos de izaje diversos	59.87		
Cable de acero	217.80		
viga de izaje o barras	0.00		
<b>Total</b>		<b>10,304.45</b>	

Condiciones del clima (viento, lluvia etc) NORMAL	Condiciones del suelo Aceptables	El izamiento será dirigido Si	
Peligros eléctricos (si es así explique) - No se presenta Peligros Eléctricos.		Área de trabajo Libre y señalizado	
Firma de operador	Firma del jefe de equipos	Firma del Supervisor	Firma de PDR



Report N°	Project N°	Date	Office
10-0254-PE-Rev 02	-----	Noviembre 2 010	LIMA - PERU

## INFORME TÉCNICO 10-0254-PE-R Rev 02

### INSPECCIÓN DE TORRE GRÚA (TOWER CRANE) AUTOELEVADORA MARCA PECCO PC-1400 DE 8 000 Kg DE CAPACIDAD

PARA: GyM S.A.

#### 1. INTRODUCCIÓN

En atención a la orden de trabajo, personal de la Compañía ABS GROUP DEL PERU S.A.C se apersonó a las instalaciones de la Obra Teatro Nacional ubicadas en el cruce de Av. Javier Prado y Av. Aviación -- Lima, en fecha 08 de noviembre de 2 010 con el propósito de efectuar la inspección de la GRUA ESTACIONARIA AUTOELEVADORA (TORRE), cuyas características son las siguientes:

Marca	: PECCO
Modelo	: PC-1400
Fabricante	: Morrow Equipment Company L.L.C.
Tipo de Pluma	: De tipo estructural
Año de Construcción	: 1 985
Numero de serie	: 1410
Numero interno	: 18-010

#### 2. OBJETIVO

Verificar las condiciones de operatividad y capacidad de carga de acuerdo a las especificaciones del fabricante bajo las normatividad específica para Grúa-Torre.

#### 3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS PARA CONDICIONES DE MÁXIMA CRITICIDAD

Capacidad de carga máxima	: 8 000 Kg
Longitud de pluma	: 45.1 m
Radio de acción Mínimo	: 3.4 m
Altura de Torre / Área de trabajo	: 42.0 m / 360°



252750-P-0122-10-01 Rev 02

This report is granted subject to the condition that it is understood and agreed that nothing herein contained shall be deemed to relieve any designer, manufacturer, seller, supplier, repairer or operator of any warranty, express or implied and ABSG Consulting, Inc.'s liability shall be limited to the acts or omissions of its employees, agents and subcontractors, under no circumstances whatsoever shall ABSG Consulting, Inc. be liable for any injury or damage to any person or property occurring by reason of negligent operation or any defect in materials, machinery, equipment or other items other than defects ascertainable by normally accepted testing standards and only upon those items actually inspected by ABSG Consulting, Inc. and which are covered by this certificate or report.

Report N°	Project N°	Date	Office
10-0054-PE-Rev 02	---	Noviembre 2 010	LIMA -

PERU

Trolley Principal	: Buen estado
Tomamesa	: Buen estado
Cabina de Operador	: Buen estado
Contra flecha	: Buen estado
Alarma de Operación	: No tiene alarma (Rec.2)
Estado de Pintura Grúa	: Buen estado
Estado del Jib (Sobre Tomamesa)	: Buen estado
<b>RESULTADO OBTENIDO</b>	: <b><u>SATISFACTORIO</u></b>

## 8. PRUEBA EN VACÍO:

Sistema de Traslación TROLLEY	: Buen estado
Sistema de rotación	: Buen estado
Sistema de frenos	: Buen estado
<b>RESULTADO OBTENIDO</b>	: <b><u>SATISFACTORIO</u></b>

## 9. PRUEBA DE DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD (según Manual Fabricante y Normas)

### 9.1. Interruptores de Fin de Carrera.

De elevación del Gancho Principal	: Buen estado
De desplazamiento de Trolley	: Buen estado
De Sobrecarga eléctrica	: Buen estado

### 9.2. Limitador de Capacidad de Carga.

Eléctrico	: Buen estado
-----------	---------------

### 9.3. Topes Mecánicos.

De Desplazamiento de Trolley	: Buen estado
Por falta de Operador	: Buen estado
<b>RESULTADO OBTENIDO</b>	: <b><u>SATISFACTORIO</u></b>

## 10. PRUEBA CON CARGA

Registro de carga realizada según diagrama del fabricante y coordinadas con el funcionario de GyM (Sr. Ceferino Maza)

252750-P-0122-10-01 Rev 02

This report is granted subject to the condition that it is understood and agreed that nothing herein contained shall be deemed to relieve any designer, contractor, seller, supplier, repairer or operator of any warranty, express or implied and ABSG Consulting, Inc.'s liability shall be limited to the acts and omissions of its employees, agents and subcontractors, under no circumstances whatsoever shall ABSG Consulting, Inc. be liable for any injury or damage to any person or property occurring by reason of negligent operation or any defect in materials, machinery, equipment or other items other than those ascertained by normally accepted testing standards, and only upon those items actually inspected by ABSG Consulting, Inc. and which are mentioned in the certificate or report.



Report N°	Project N°	Date	Office
10-3254-PE-Rev 02	---	Noviembre 2 010	LIMA

PERU

## 10.1. PRIMERA PRUEBA.

Largo de Pluma : 45 m  
Peso Total a izar : 2 000 Kg  
Tiempo de izado : 15 minutos  
Altura de izado : 1 m

RESULTADO OBTENIDO : SATISFACTORIO

## 11. OBSERVACIONES:

Ninguna.

## 12. RECOMENDACIONES

- 12.1 Realizar a mediano plazo, END en las zonas representativas del equipo.: Tomamesa, arriostres de pluma, estructura de cuerpo, Jib, entre otros.
- 12.2 La alarma de operación no se encontró encendida. Es recomendable su uso, aunque en algunas ocasiones es prohibida por la ubicación de la obra (zona urbana).
- 12.3 Mantener el formato Pre-Use Check-List siempre en el equipo. Así mismo el manual de operación deberá aparecer en cabina.

## 13. CONCLUSIONES GENERALES:

### CONCLUSIÓN:

**La Grúa Estacionaria Autoelevadora (TORRE) Marca Pecco, Modelo PC-1400, con N° de Serie 1410, Número Interno: 18-010, SE ENCUENTRA APTA para operar hasta un límite de 8 000 Kg de capacidad incluidos accesorios de carga e izaje (Ver capacidades máximas según configuración actual).**

Lima, 24 de noviembre de 2 010 (2da visita Diciembre 2 010)

ING. VICTOR MILTON MARTINEZ



252750-P-0122-10-01 Rev 02

This report is granted subject to the condition that it is understood and agreed that nothing herein contained shall be deemed to relieve any designer, manufacturer, seller, supplier, repairer or operator of any warranty, express or implied and ABSG Consulting, Inc.'s liability shall be limited to the acts and omissions of its employees, agents and subcontractors under no circumstances whatsoever shall ABSG Consulting, Inc. be liable for any injury or damage to any person or property occurring by reason of negligent operation or any defect in materials, machinery, equipment or other items other than defects ascertainable by normally accepted testing standards, and only upon those terms actually inspected by ABSG Consulting, Inc. and which are covered by this certificate or report.

Report N° 18-4254-PE-Rev 02 PERU	Project N° ---	Date Noviembre 2010	Office LIMA -
----------------------------------------	-------------------	------------------------	------------------



Templadores del tipo estructural.



Trolley y block del gancho.



252750-P-0122-10-01 Rev 02

This report is granted subject to the condition that it is understood and agreed that nothing herein contained shall be deemed to relieve any designer, manufacturer, seller, supplier, repairer or operator of any warranty, express or implied and ABSG Consulting, Inc. liability shall be limited to the acts and omissions of its employees, agents and subcontractors, under no circumstances whatsoever shall ABSG Consulting, Inc. be liable for any injury or damage to any person or property occurring by reason of negligent operation or any defect in materials, machinery, equipment or other items other than defects ascertainable by normally accepted testing standards, and only upon those items actually inspected by ABSG Consulting, Inc. and which are covered by this certificate or report.

No. de Cuenta : 239124  
 Nombre de la Cuenta : GyM Obra Teatro Nacional OBRA: 1692  
 Fecha : 10-jul-2011  
 Número Signum : 40221245

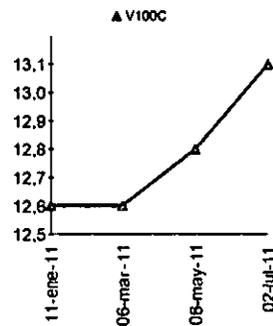
Descripción : 1800010 GT  
 Componente : Transmisión  
 Fabricante : PECCO  
 Modelo : PC 1400  
 Lubricante registrado : SAE 90

Por favor consulte la página siguiente para obtener comentarios completos.

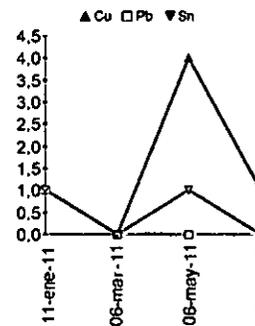
**Información de la Muestra**

ID de Muestra	3189191330	3157653320	2291223337	2291223305
Fecha Muestra	02-jul-2011	06-may-2011	06-mar-2011	11-ene-2011
Fecha del Informe	10-jul-2011	13-may-2011	13-mar-2011	19-ene-2011
Marca	MOBIL	MOBIL	MOBIL	MOBIL
Lub. Analizado	SAE 90	SAE 90	SAE 90	SAE 90
Equipo, Horas	11510	11275	10750	10500
Acelte Horas	235	275	250	250
Temp. del Dep.				
Relleño				
Acelte cambiado			S	S
Filtro Cambiado			S	S

**Viscosidad**



**Elementos**



**Información de la Muestra**

ID de Muestra	3189191330	3157653320	2291223337	2291223305
Fecha Muestra	02-jul-2011	06-may-2011	06-mar-2011	11-ene-2011

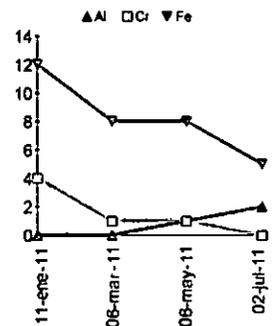
  

Elemento	02-jul-2011	06-may-2011	06-mar-2011	11-ene-2011
Ag (Plata)	0	0	0	0
Al (Aluminio)	2	1	1	4
Cr (Cromo)	0	1	0	1
Cu (Cobre)	1	4	0	1
Fe (Hierro)	5	8	8	12
Mo (Molibdeno)	2	0	1	0
Ni (Niquel)	0	0	0	0
Pb (Plomo)	0	0	0	1
Sn (Estaño)	0	1	0	1

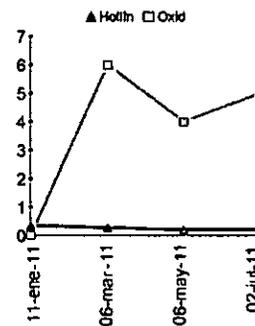
**Datos del lubricante**

Ev. de Contamin.	Normal	Normal	Normal	Normal
Evaluación Equipo	Normal	Normal	Normal	Normal
Ev. del Aceite	Normal	Normal	Normal	Normal
Viscosidad @ 100C	13.1	12.8	12.6	12.6
Viscosidad SAE	40	40	40	40
Ind. de Refrigerante	NoDetectado	NoDetectado	NoDetectado	NoDetectado
Oxidación (Ab/cm)	5	4	6	0
Hollin (%p/p)	0.19	0.21	0.27	0.34
Agua (%vol)	NoDetectado	NoDetectado	NoDetectado	NoDetectado

**Elementos**



**Lubricante**



**Elementos contaminantes - ppm (mg/kg)**

Elemento	02-jul-2011	06-may-2011	06-mar-2011	11-ene-2011
B (Boro)	0	0	0	15
K (Potasio)	0	4	3	4
Na (Sodio)	0	2	0	0
Si (Silicio)	4	6	3	2
V (Vanadio)	0	0	0	0

**Elementos aditivos - ppm (mg/kg)**

Elemento	02-jul-2011	06-may-2011	06-mar-2011	11-ene-2011
Ba (Bario)	0	0	0	0
Ca (Calcio)	2631	2786	2321	2743
Mg (Magnesio)	268	25	265	54
P (Fósforo)	1200	1181	1285	1367
Zn (Zinc)	1273	1357	1213	1248

Los resultados y comentarios de este análisis son sólo recomendaciones; la validez de la información puede ser afectada por la toma de una muestra no representativa o por información incorrecta. Este análisis se provee como información confidencial para quien lo manda. Su uso por cualquier otra persona queda estrictamente prohibido. © Derechos Reservados 2003 Exxon Mobil Corporation, Exxon, Esso, Mobil, ExxonMobil y Signum son marcas registradas de Exxon Mobil Corporation o alguna de sus subsidiarias. Afiliada de Comercialización - ExxonMobil Lubricants & Specialties.

**Normal**

**+Precaución**

**Alerta**

# Mobil

## 9.20.-Glosario:

- ASME: Son las siglas en inglés de American Society of Mechanical Engineers (Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos). Es una asociación de profesionales, que ha generado códigos de diseño, construcción, inspección y pruebas para equipos, entre otros.
- ANSI: Son las siglas en inglés de American National Standards Institute (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares). es una organización sin ánimo de lucro que supervisa el desarrollo de estándares para productos, servicios, procesos y sistemas en los Estados Unidos.
- OSHA: Son las siglas en inglés de Occupational Safety and Health Administration (Administración de Seguridad y Salud Ocupacional). es una agencia del Departamento de Trabajo de Estados Unidos y se encarga de hacer cumplir las leyes sobre la seguridad y salud de los trabajadores norteamericanos.
- Cimentación: Es la estructura formada por concreto y fierro que se utiliza para soportar las cargas de la torre grúa y distribuirlas de manera adecuada en el suelo.
- Winche: Es un dispositivo mecánico conformado por un cilindro y una unidad motriz, lo que permite con la ayuda de un cable de acero el movimiento de cargas.
- Cable de acero: Es un cable mecánico formado por un conjunto de alambres de acero o hilos de hierro conformando un cuerpo único como elemento de trabajo.
- Zapata de freno: Constituido por unas planchas de fierro recubiertas de asbesto utilizadas para detener el mecanismo que esta conformando.

- Soportes descartables: Son utilizadas para grúas montadas estáticamente, son unas estructuras de fierro que se anclan a un bloque concreto, el total de este componente se pierde para futuras instalaciones.
- Bogie: Es un conjunto de dos o más ejes configurados para permitir desplazamiento de ruedas verticales y una distribución de las carga en las ruedas.
- Pluma: Es el miembro estructural horizontal adjunto a la superestructura giratoria de una grúa en el cual el carrito de carga se desplaza cuando cambia el radio de la carga.
- Arriostre de Torre: Es un accesorio estructural puesto entre una grúa torre y una estructura adyacente para pasar las cargas a la estructura adyacente y permite que la grúa se monte a una mayor altura.
- Freno: Es un dispositivo, que no sea un motor, utilizado para retardar o detener el movimiento por fricción o por dispositivos de potencia.
- Amortiguador: Es un dispositivo que absorbe la energía reduciendo el impacto cuando una grúa en movimiento o carrito alcanza el extremo de su desplazamiento permitido.
- Cabina: Es un alojamiento proporcionado para el operador y que contiene los controles de la grúa.
- Trepado: El proceso por el cual toda la grúa se eleva en o dentro de una estructura.

- **ATS:** Se denomina así a la abreviatura de documento de Análisis de Trabajo Seguro utilizado antes de realizar algún trabajo, es un documento legal y necesario.
- **BCRP:** Se denomina así a la abreviatura del Banco Central de Reserva del Peru.
- **INEI:** Se denomina así a la abreviatura del Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- **SUNAT:** Se denomina así a la abreviatura de la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria.
- **API:** Se denomina así a la abreviatura en ingles del Instituto Americano de Petroleo, American Petroleum Institute.
- **SISME:** Se denomina así a la abreviatura del Sistema de Mantenimiento de Equipos.