

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**



**MODERNIZACIÓN DE UN PUENTE GRÚA BIRRIEL  
DEMAG DE 8T Y 17M DE LUZ**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**CHRISTIAN HÉCTOR INGAROCA PÁEZ**

**PROMOCION 2 010-II**

**LIMA-PERU**

**2 013**

## *DEDICATORIA*

*A mis padres Héctor y Ana y mis hermanos Erick y Diego  
por su incondicional apoyo en todo momento.*

## AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar a Dios y a mi familia por estar presentes en cada momento brindándome fuerza y me hayan permitido llegar hasta donde estoy ahora. Asimismo, a mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos. Finalmente un eterno agradecimiento a esta universidad, la cual abre sus puertas a jóvenes, preparándolos para un futuro competitivo y formándolos como personas de bien.*

*“El hombre se descubre cuando se mide  
contra un obstáculo.”*

***Antoine de Saint-Exupery***

## ÍNDICE

### PRÓLOGO

### CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1	Antecedentes.....	3
1.2	Planteamiento y formulación del problema.....	4
1.2.1	Descripción del problema.....	4
1.2.2	Formulación del problema.....	4
1.3	Objetivos del proyecto.....	4
1.3.1	Objetivo general.....	4
1.3.2	Objetivos específicos.....	5
1.4	Alcance del proyecto.....	5
1.5	Limitaciones.....	6
1.6	Justificación e importancia del proyecto.....	6

### CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1	Masa.....	7
2.2	Energía eléctrica.....	9
2.2.1	Corriente eléctrica.....	9
2.2.2	Fuentes de energía eléctrica.....	10
2.3	Resistencia de vigas estructurales.....	11
2.3.1	Principios básicos.....	12
2.4	Puente grúa.....	15
2.4.1	Definición.....	15

2.4.2	Esquema.....	16
2.4.3	Clasificación de los puentes grúa.....	17
2.4.4	Componentes del puente grúa.....	23

### **CAPÍTULO III: MODERNIZACIÓN DEL PUENTE GRÚA BIRRIEL**

3.1	Descripción del proceso productivo.....	35
3.2	Determinación de los parámetros para la modernización.....	37
3.3	Modernización del puente grúa.....	39
3.3.1	Modernización del sistema de izaje.....	42
3.3.2	Modernización del sistema de tracción.....	49
3.3.3	Modernización del sistema de control.....	58
3.3.4	Modernización del sistema de alimentación.....	61
3.3.5	Estado Final.....	62

### **CAPÍTULO IV: ESTRUCTURA DE COSTOS**

4.1	Generalidades.....	64
4.2	Costo de suministro de componentes.....	64
4.3	Costo por servicios.....	64
4.4	Costo total del proyecto.....	65

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## Índice de anexos

Anexo 1 Plano General de Puente grúa 8t x 17 m luz.....	72
Anexo 2 Oferta económica Set de puente grúa nuevo.....	73
Anexo 3 Sección de la viga principal recomendada para fabricación 8t x 17m luz.....	76
Anexo 4 Momentos y deflexiones máximas en vigas.....	77
Anexo 5 Revisión general y Mantenimiento grúa 8t x 17m luz Demag.....	78
Anexo 6. Criterios de selección – Clasificación FEM.....	80
Anexo 7. Componentes Línea de alimentación DCL PRO.....	81
Anexo 8. Datos técnicos Línea de alimentación DCL PRO.....	82
Anexo 9. Componentes Línea de alimentación festoon – cable plano.....	83
Anexo 10. Instrucciones montaje Línea de alimentación festoon – cable plano...	84
Anexo 11 Datos técnicos polipasto de elevación birriel DR10.....	85
Anexo 12 Instrucciones para localización de fallos Puente grúa Birriel DR10 8t..	88

## Índice de figuras

Fig. 2.1. Patrón del Kilogramo.....	8
Fig. 2.2. Central Eólica.....	10
Fig. 2.3. Central Termoeléctrica.....	10
Fig. 2.4. Central Hidroeléctrica.....	10
Fig.2.5. Condición de equilibrio.....	12
Fig.2.6. Fuerzas y momentos en corte.....	13
Fig.2.7. Resultante de esfuerzos y momentos.....	14
Fig. 2.8 Esquema del puente grúa.....	16
Fig. 2.9. Puente grúa monorriel.....	17
Fig. 2.10. Puente grúa birriel.....	18

Fig. 2.11. Grúa estándar para traslado de materiales.....	20
Fig. 2.12. Grúa estándar 3,2t.....	21
Fig. 2.13. Grúa puente especial para bobinas.....	21
Fig. 2.14. Grúa puente para ensamblado de aviones.....	22
Fig. 2.15. Grúa puente para residuos.....	22
Fig. 2.16 Grúa puente para manejo de barras de acero.....	22
Fig. 2.17 Vigas testeras.....	23
Fig. 2.18. Vigas testeras embaladas.....	24
Fig. 2.19. Topes de goma en viga testera.....	24
Fig. 2.20. Topes hidráulicos.....	25
Fig. 2.21. Placas de amarre.....	25
Fig. 2.22 Motorreductores.....	26
Fig. 2.23 Polipasto de cadena.....	27
Fig. 2.24 Polipasto de cable monorriel.....	29
Fig. 2.25 Polipasto de cable birriel.....	29
Fig. 2.26 Viga principal de un puente grúa monorriel.....	31
Fig. 2.27 Viga principal en fabricación.....	31
Fig. 2.28 Botonera colgante.....	32
Fig. 2.29 Control remoto.....	32
Fig. 2.30 Mando inalámbrico Joystick.....	32
Fig. 2.31 Cabina de mando.....	33
Fig.2.32 Sistema de alimentación por cable plano.....	34
Fig.2.33 Sistema de alimentación encapsulado.....	34
Fig.3.1 Puente grúa en producción de planchas de fibrocemento.....	36
Fig.3.2 Cronograma de actividades.....	41
Fig. 3.3 Cable de acero enrollado .....	44



Fig.3.4 Cable de acero enrollado en tambor de doble ranurado.....	44
Fig. 3.5 Guía de cable reforzada DR 10.....	45
Fig. 3.6 Límites de desgaste en poleas de cable.....	46
Fig. 3.7 Medidas de control en ganchos de carga.....	46
Fig.3.8 Gancho y poleas 8t.....	47
Fig.3.9 Motorreductor de izaje.....	48
Fig. 3.10 Limitador de sobrecarga.....	48
Fig. 3.11 Rueda a utilizar para los movimientos de traslación.....	49
Fig.3.12 Limitadores de velocidad.....	50
Fig.3.13 Limitadores de velocidad instalado.....	50
Fig. 3.14 Distribución de cargas por viga.....	51
Fig. 3.15 Dimensiones sección de la viga.....	53
Fig. 3.16 Fuerza Cortante a lo largo de la viga.....	54
Fig. 3.17 Momento flector a lo largo de la viga.....	55
Fig.3.18 Variador de velocidad.....	58
Fig.3.19 Componentes internos del tablero principal.....	59
Fig. 3.20 Botoneras.....	59
Fig. 3. 21 Botonera a reemplazar.....	60
Fig.3.22 Mando inalámbrico Joystick a instalar.....	60
Fig. 3.23 Línea de alimentación encapsulada.....	61
Fig. 3.24 Plano puente grúa.....	63

## Índice de tablas

Tabla N° 2.1. Unidades de masa.....	8
Tabla N° 2.2. Clasificación de grúas por ciclos de trabajo según normas.....	19
Tabla N° 3.1 Características del puente grúa encontrado.....	37

Tabla N° 3.2 Condiciones de los componentes encontrados en el puente grúa..	38
Tabla N° 3.3. Acciones a realizar a componentes encontrados.....	39
Tabla N° 3.4. Plan de adquisiciones.....	40
Tabla N° 3.5. Modificaciones en Sistemas.....	40
Tabla N° 3.6 Características del cable de acero.....	43
Tabla N° 3.7 Nro. de alambres que determinan la retirada del cable de acero ...	43
Tabla N° 3.8 Coeficiente de choque.....	52
Tabla N° 3.9 Coeficiente de compensación.....	52
Tabla N° 3.10 Descripción DCL.....	61
Tabla N° 3.11 Estado final del puente grúa.....	62
Tabla N° 4.1 Resumen de costos de modernización del puente grúa.....	66

## PRÓLOGO

El presente informe, tiene el propósito de presentar la modernización de un puente grúa estándar antiguo, que trabaja en el área de producción de planchas en una empresa de fabricación de productos de fibrocemento, de tipo birriel, de la marca DEMAG de 8t de capacidad de carga, 17 m de luz y de 6 m de altura, hasta su puesta en marcha y operación, teniéndose en cuenta como principales parámetros el costo y tiempo de operación. Esta máquina modernizada va a satisfacer necesidades de un trabajo más exigente y seguro.

En el Capítulo I del presente informe se presenta una descripción y formulación del problema presentado, los antecedentes, objetivos, alcances, limitaciones y justificación.

En el Capítulo II, se explica en forma general la descripción, tipos, componentes internos y funcionamiento básico de un puente grúa, así como también el fundamento teórico de conceptos básicos necesarios para este informe.

En el Capítulo III, se detallará la solución al problema planteado, presentando y desarrollando las etapas de modificaciones en los diversos sistemas de componentes del puente grúa: izaje, traslación, control y alimentación, considerando las especificaciones técnicas de componentes a cambiar o adicionar, así como las actividades: cronograma de ejecución, plan de adquisiciones, seguimiento de la llegada de los materiales y equipos, supervisión y cumplimiento de los estándares aplicables, pruebas y puesta en marcha de todo el sistema.

En el Capítulo IV, se presentará la estructura de costos en que se ha incurrido, sean estos materiales, mano de obra y servicios.

Finalizando con las conclusiones, recomendaciones y la bibliografía consultada.

# **CAPITULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

En la empresa a intervenir, donde el despacho óptimo y continuo de cargas se ha convertido en parte importante de su labor, es de suma necesidad disponer de equipos que trabajen acordes a estas necesidades, cumpliendo importantes requerimientos de confiabilidad, velocidad y precisión, así como también niveles confiables de seguridad para el usuario. Para satisfacer tales requerimientos, se plantea la modernización de un puente grúa aún operativo, de 6 años de uso, para convertirlo en un equipo de altas prestaciones de trabajo y seguridad.

En las modernizaciones se reemplazan y adicionan componentes a equipos ya existentes considerando tanto los nuevos desarrollos en las técnicas de accionamiento, como también nuevas tecnologías en control, seguridad y materiales. Así, por ejemplo, puentes grúas antiguos en general disponen frecuentemente de posibilidades de realizar una modernización bien enfocada.

### **1.1 ANTECEDENTES**

Se tiene en una empresa de fabricación de productos de fibrocemento, un puente grúa birriel de la marca DEMAG de 8t, 17m de luz y 6m de altura, que trabaja en el proceso de producción de planchas. Este puente grúa se encuentra operativo y tiene una antigüedad de 6 años, pero que en la actualidad ya no

satisface la intensidad de trabajo de la planta y la seguridad que se requiere en esa área de trabajo.

## **1.2 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1 Descripción del problema**

En el área de fabricación de planchas de fibrocemento, el puente grúa presenta un ligero desgaste general, emplea un sistema de alimentación de energía antiguo, de barras de cobre desnuda y con una botonera colgante.

Debido a la intensa demanda de productos a la empresa, ésta requiere de un mayor número de horas de trabajo, es decir, la ampliación de la jornada laboral a 3 turnos, además de esto se requiere que el puente grúa cuente con velocidades de desplazamiento variables óptimas, del uso de un mando a control remoto y botonera colgante, limitadores de velocidad en todos movimientos, uso de un limitador de sobrecarga y empleo de líneas de alimentación tipo encapsuladas para seguridad de los operadores.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Cómo incrementar la capacidad de operación y mejorar características técnicas de operación del puente grúa de la planta de fabricación de planchas de fibrocemento?

## **1.3 OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **1.3.1 Objetivo general**

Modernizar un puente grúa birriei de 8 t y 17 m de luz de marca DEMAG de 6 años de uso en una planta de fabricación de planchas de fibrocemento para incrementar la capacidad de operación y mejorar las características técnicas de trabajo.

### 1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar cómo parámetros de diseño: velocidad de operación variable óptima, control remoto del mando, capacidad nominal de carga
- Rediseñar el puente grúa incorporando limitadores de velocidad en todos los desplazamientos.
- Considerar la incorporación de un sensor de sobrecarga y empleo de líneas de alimentación tipo encapsuladas.

## 1.4. ALCANCE DEL PROYECTO

El presente proyecto va a cubrir las etapas de estudio y análisis del funcionamiento del puente grúa, desde su estado actual, determinación de los parámetros característicos necesarios a modificar en los diversos sistemas que tiene como son: izaje, traslación, control y alimentación, para el rediseño de sus componentes de acuerdo a los requerimientos de operación que se le solicitan. También comprende el estudio y selección de componentes a emplear, considerando principalmente que el puente grúa presente un buen nivel de funcionamiento y seguridad en el servicio.

La intervención concluye con la puesta en marcha y pruebas del puente grúa cumpliendo los requerimientos: velocidad variable óptima en los desplazamientos con el uso de un mando a control remoto y botonera colgante, capacidad nominal de carga, limitadores de velocidad de los tres movimientos, uso de sensor de sobrecarga y líneas de alimentación tipo encapsuladas.

### **1.5. LIMITACIONES**

El presente trabajo no incluirá el desarrollo detallado del análisis y/o modificaciones a los componentes estructurales: Vigas portantes, vigas carrieras y rieles.

Los trabajos propios desarrollados están enfocados al empleo de los componentes electromecánicos que forman parte del set de componentes de un puente grúa. Los demás trabajos serán considerados como servicios de terceras personas.

### **1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL PROYECTO**

La modernización del puente grúa del presente estudio, va a resultar muy rentable para la empresa, ya que reduce costos de inversión, porque adquirir un nuevo puente grúa para la empresa le va a demandar además de un costo mucho más elevado que el de modernizar la antigua grúa, gasto de tiempo en adquirirlo de acuerdo a las características exigidas.

Desde el punto de vista de la experiencia de aprendizaje, el personal técnico de la empresa va a capacitarse y desarrollar una metodología en el trabajo de modernizar puentes grúas o equipos similares.



## CAPITULO II

### FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1 MASA

Esta unidad es el principal parámetro a considerar en un puente grúa, ya que es la principal variable que determina la capacidad de este equipo.

La masa es la cantidad base con la que describimos cantidades de materia. Cuanta más masa tiene un objeto, más materia contiene.

La unidad de masa en el SI es el Kilogramo (kg). El kilogramo se definió originalmente en términos de un volumen específico, pero ahora se remite a un estándar físico específico: la masa de un cilindro prototipo de platino-iridio que se guarda en la Oficina Internacional de Pesos y medidas en Sevres, Francia (Ver Fig. 2.1).

En el SI, la masa es una cantidad base, pero en sistema inglés se prefiere usar el peso para describir cantidades de masa; por ejemplo, peso en libras en lugar de masa en kilogramos. El peso de un objeto es la atracción gravitacional que la Tierra ejerce sobre nosotros. Podemos usar el peso de este modo porque, cerca de la superficie terrestre, la masa y el peso son directamente proporcionales entre sí: sólo difieren en cierta constante



Fig 2.1. Patrón del Kilogramo

**Tabla 2.1 Unidades de masa**

	<b>Nombre</b>	<b>Equivalencia</b>
Submúltiplos	miligramo (mg)	0,001 de gramo
	centigramo (cg)	0,01 de gramo
	decigramo (dg)	0,1 de gramo
	gramo (gr)	0,001 de kilogramo
	decagramo (dag)	0,01 de kilogramo
	hectogramo (hg)	0,1 de kilogramo
<b>Unidad</b>	<b>kilogramo (kg)</b>	<b>1.000 gramos</b>
Múltiplo	tonelada métrica t	1000 kilogramos

La capacidad de izaje de un puente grúa, se expresa generalmente en toneladas (t), que indica el límite máximo de carga de trabajo para el que la unidad esta apropiadamente diseñada. Vale mencionar también que siempre se maneja un factor de sobrecarga en la capacidad de un puente grúa para la seguridad de la operación.

## **2.2 ENERGÍA ELÉCTRICA**

Es la forma de energía que resulta de la existencia de una diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica entre ambos cuando se los pone en contacto por medio de un conductor eléctrico. La energía eléctrica puede transformarse en muchas otras formas de energía, tales como la energía luminosa o luz, la energía térmica y la energía mecánica. Esta última es la base para todos los desplazamientos en un puente grúa.

### **2.2.1 Corriente eléctrica**

La energía eléctrica se manifiesta como corriente eléctrica, es decir, como el movimiento de cargas eléctricas negativas, o electrones, a través de un cable conductor metálico como consecuencia de la diferencia de potencial que un generador esté aplicando en sus extremos.

### **2.2.2 Fuentes de energía eléctrica**

La energía eléctrica apenas existe libre en la Naturaleza de manera aprovechable.

La generación de energía eléctrica se lleva a cabo mediante técnicas muy diferentes. Las que suministran las mayores cantidades y potencias de electricidad aprovechan un movimiento rotatorio para generar corriente continua en una dinamo o corriente alterna en un alternador. El movimiento rotatorio resulta a su vez de una fuente de mecánica directa, como puede ser la corriente de un salto de agua o la producida por el viento, o de un ciclo termodinámico. (Ver Fig. 2.2., Fig. 2.3 y Fig. 2.4.).

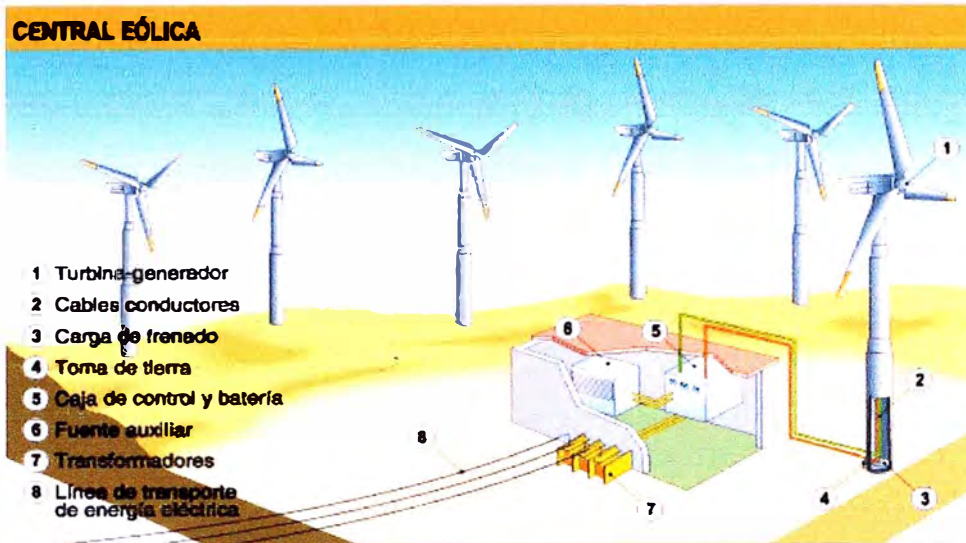


Fig. 2.2. Central Eólica

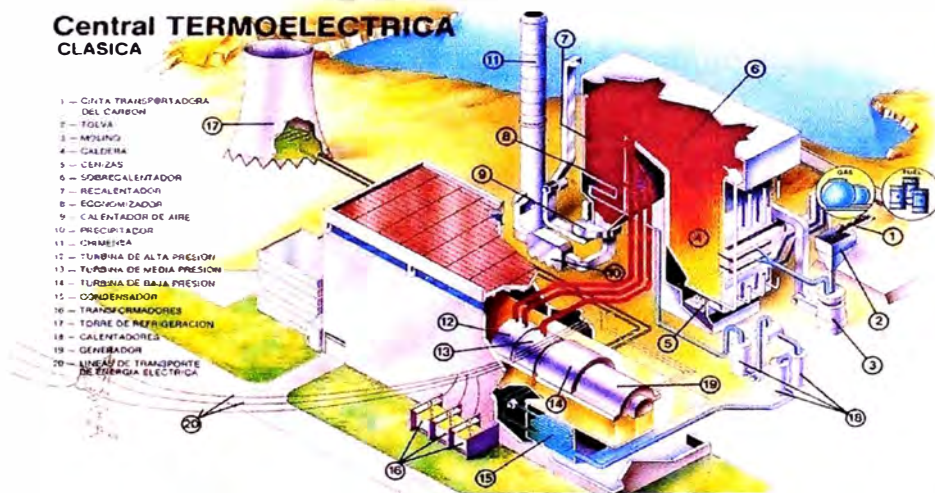


Fig. 2.3. Central Termoeléctrica

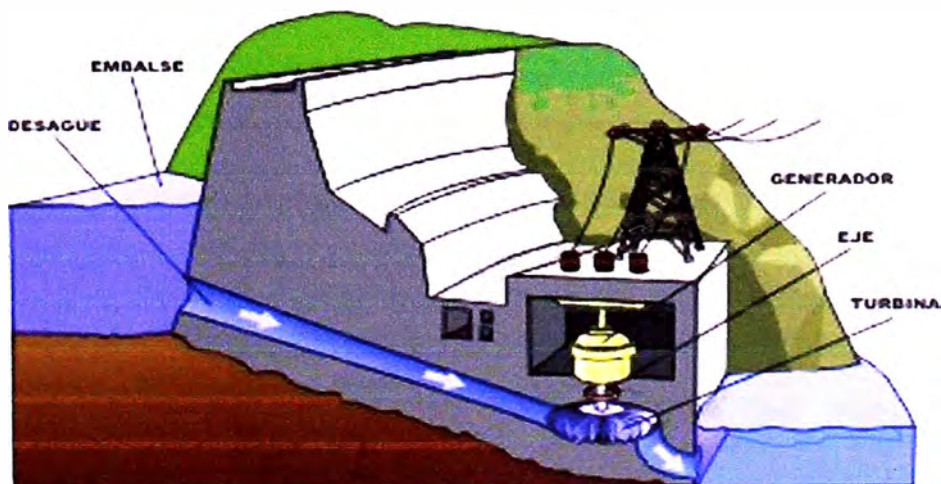


Fig. 2.4. Central Hidroeléctrica

En un puente grúa convencional, la energía eléctrica resulta parte fundamental para su funcionamiento. Mediante este recurso se genera la fuente de accionamiento de todos los movimientos de izaje y trasiación de este equipo, así como también accionan los diversos dispositivos de seguridad ya sean para protección de sobrecargas, impactos, protección en el sistema eléctrico, entre otros.

### **2.3 RESISTENCIA DE VIGAS ESTRUCTURALES**

El apropiado conocimiento de resistencia de vigas estructurales resulta pieza clave para el diseño y estudio del correcto funcionamiento de un puente grúa, ya que es el medio para diseñar o verificar que una determinada estructura (vigas) está correctamente diseñada para la capacidad y requerimientos de carga para el puente grúa.

El estudio de estas propiedades se da mediante el enfoque de la resistencia materiales de cuerpos deformables, la que trata del estudio y relación entre los esfuerzos y las deformaciones originadas en los cuerpos reales, así como de los cambios de forma y tamaño del cuerpo en relación con las cargas que actúan sobre, de sus vinculaciones y de las propiedades físicas del material de que están constituidos.

Partiendo del desarrollo proporcionado por la Teoría de la Elasticidad y de los resultados obtenidos por la experimentación, la Teoría de la Resistencia de Materiales, llega a establecer fórmulas que permiten relacionar las cargas que actúan sobre un cuerpo con sus dimensiones, teniendo en cuenta además, las vinculaciones del mismo y de las características del material del que está constituido.

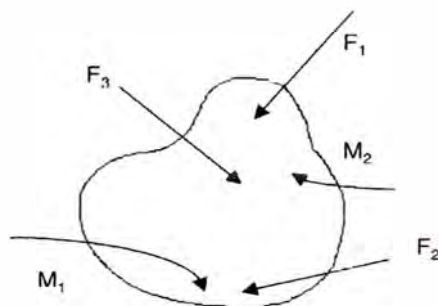
En general, la resistencia de estos materiales proporciona las bases de cálculo que permitirían junto con las condiciones de estabilidad y equilibrio, calcular y proyectar diversas obras en ingeniería, determinando las dimensiones o verificando que las ya proyectadas son idóneas para los objetivos que se desea.

En nuestro caso, si un análisis no es realizado correctamente, esto implicaría la existencia de un alto riesgo para la seguridad de operación, con consecuencias que van desde daños materiales hasta pérdida de vida humanas

### 2.3.1 Principios básicos

#### a. Equilibrio estático

Se define como aquella condición en la cual sometido el cuerpo a una serie de fuerzas y momentos exteriores se mantiene en reposo o con un movimiento uniforme. (Ver Fig.2.5.)



$$\sum F = 0$$

$$\sum M = 0$$

Fig.2.5. Condición de equilibrio

#### b. Principio de corte

Si a un cuerpo en equilibrio se le corta por una sección cualquiera sigue estando sometido a las fuerzas y momentos exteriores. Para que siga estando en equilibrio tenemos que colocar en la sección cortada una resultante de fuerzas y una resultante de momentos, que los

representaremos como  $R$  y  $M$ . En dicha sección existen unas tensiones, fuerzas por unidad de área, que dan como resultante  $R$  y  $M$ . A pesar de que dichas fuerzas son interiores si se considera todo el sistema, son exteriores cuando se aplican sobre el subsistema. El subsistema aislado con las fuerzas exteriores que actúan sobre él y las fuerzas resultantes de la interacción con el sistema total se denomina diagrama de cuerpo libre. (Ver Fig. 2.6.)

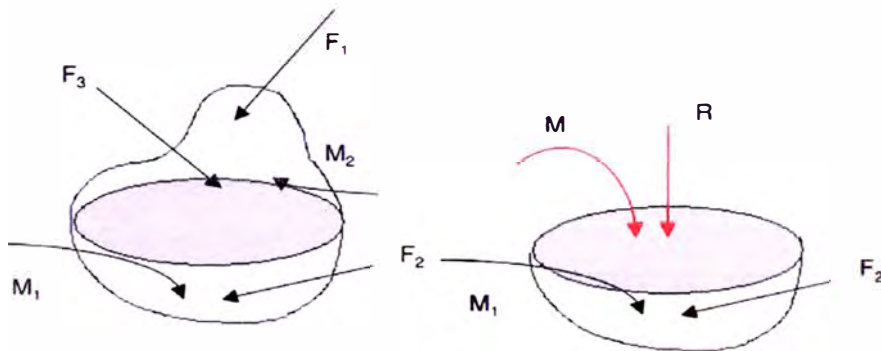


Fig.2.6. Fuerzas y momentos en corte

Dentro de cada sección de corte existirán esfuerzos y momentos para compensar los exteriores (Ver Fig.2.7.). Los tipos de sollicitaciones que encontraremos serán: Esfuerzos perpendiculares a la sección  $N$  (tracción o compresión), Esfuerzos contenidos en la sección  $T$  (cortadura) y Momentos  $M_x$ ,  $M_y$  y  $M_z$  (flexión)

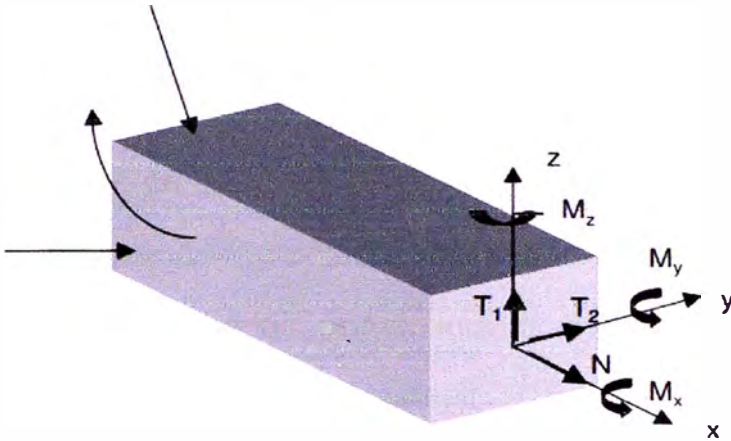


Fig.2.7. Resultante de esfuerzos y momentos

### c. Hipótesis de resistencia

#### c1. Primera hipótesis: elasticidad perfecta

Es la propiedad del material tal que le permite recuperar su forma y dimensiones originales una vez quitada la carga. La elasticidad perfecta implica el cumplimiento de la Ley de Hooke, que establece una proporcionalidad entre las tensiones ( $\sigma$ ) y las deformaciones ( $\epsilon$ ), siendo E el Módulo de Elasticidad o Módulo de Young la constante de proporcionalidad.

$$\sigma = E \cdot \epsilon$$

Un material elástico no cumple necesariamente la ley de Hooke. No obstante, todo material que cumple dicha ley es elástico.

En el caso del acero por ejemplo, se adopta un valor de  $E=210\text{Gpa}$ , en el caso del cobre  $E=105\text{Gpa}$  y en el caso del aluminio  $E=70\text{Gpa}$ .

#### c2. Segunda hipótesis: homogeneidad

Todas las piezas tienen las mismas propiedades en toda su extensión

#### c3. Tercera hipótesis: isotropía

Todas las piezas tienen las mismas propiedades en todas las direcciones



## **2.4 PUENTE GRÚA**

### **2.4.1 Definición**

Es un tipo de grúa utilizado para el traslado de cargas generalmente pesadas, grandes y/o incómodas en manipulación, usado comúnmente en fábricas e industrias, permitiendo que se puedan movilizar piezas de gran porte en forma horizontal y vertical.

Un puente grúa se compone de un par de rieles paralelos ubicados a gran altura sobre los laterales de una nave estructural con un puente metálico (viga) desplazable que cubre el espacio entre ellas. El polipasto, dispositivo de izaje de la grúa, se desplaza junto con el puente sobre el cual se encuentra; el polipasto a su vez se encuentra alojado sobre otro riel que le permite moverse para ubicarse en posiciones entre los dos rieles principales.

### **2.4.2 Esquema**

En la industria, se encuentran varios tipos de puentes grúas, algunos pueden ser monorraíl, birraíl, de proceso entre otros, los cuales facilitan el trabajo de elevación y traslado de diversas cargas. Un tipo de puente grúa convencional, de tipo birraíl, se puede observar en la Fig. 2.8 con sus respectivos elementos, el cual consta de dos vigas móviles sobre carriles, apoyadas sobre vigas fijas, a lo largo de dos paredes de un edificio o "nave".

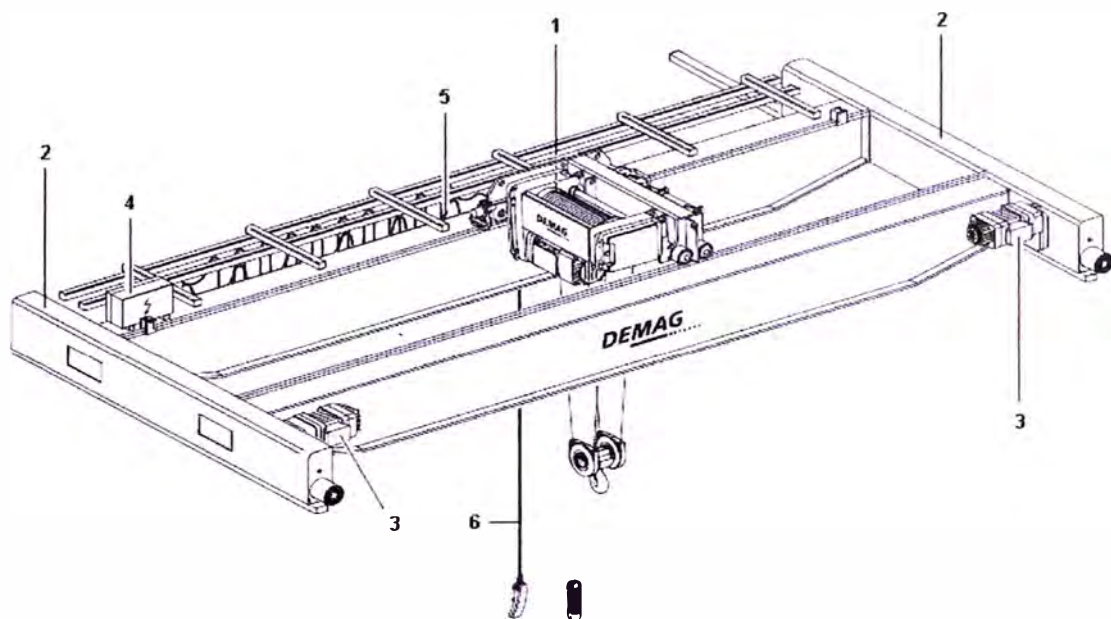


Fig. 2.8 Esquema del puente grúa

### Componentes:

1. Un (1) polipasto eléctrico a cable con carro birriel, que incluyen: motorreductores para elevación y traslación, un tambor de enrollamiento, cable de acero, guía de cable y gancho
2. Dos (2) vigas testeras, que incluyen cuatro bloques de ruedas, amortiguadores de goma y placas de sujeción para el ensamble con las vigas principales.
3. Dos (2) motorreductores de traslación longitudinal con frenos integrados y brazos de torque para su montaje a las vigas testeras.
4. Un (1) tablero eléctrico principal, cableado y listo para operar. Incluye contactores, interruptores, fusibles, y elementos de protección eléctricos o electrónicos entre otros.
5. Una (1) línea de alimentación eléctrica tipo festoon o de cable plano a lo largo del puente, incluye perfiles en acero galvanizado, empalmes, soportes, carros porta cables, cables planos extra flexibles

6. Un (1) línea de mando con botonera colgante y desplazable, la cual incluye perfiles en acero galvanizado, empalmes, soportes, carros porta cables, cable planos extra flexible y cable de mando con retenida.

Este también puede incluir como suministro opcional un mando por control remoto para control principal.

**2.4.3 Clasificación de los puentes grúa.** Se pueden aplicar diferentes formas de clasificación para estos equipos. Entre los más usados se pueden tener

**a. Según el tipo de viga**

Según este criterio se pueden clasificar de dos formas:

**1. Puente grúa monorraiel**

Es el que como su nombre lo indica utiliza una sola viga para el soporte del polipasto, ya sea esta del tipo laminado, usado para capacidades generalmente menores a 5t, o del tipo viga cajón, que soporta mayores esfuerzos de torsión y está diseñado para todo tipo de capacidades (Ver Fig.2.9)

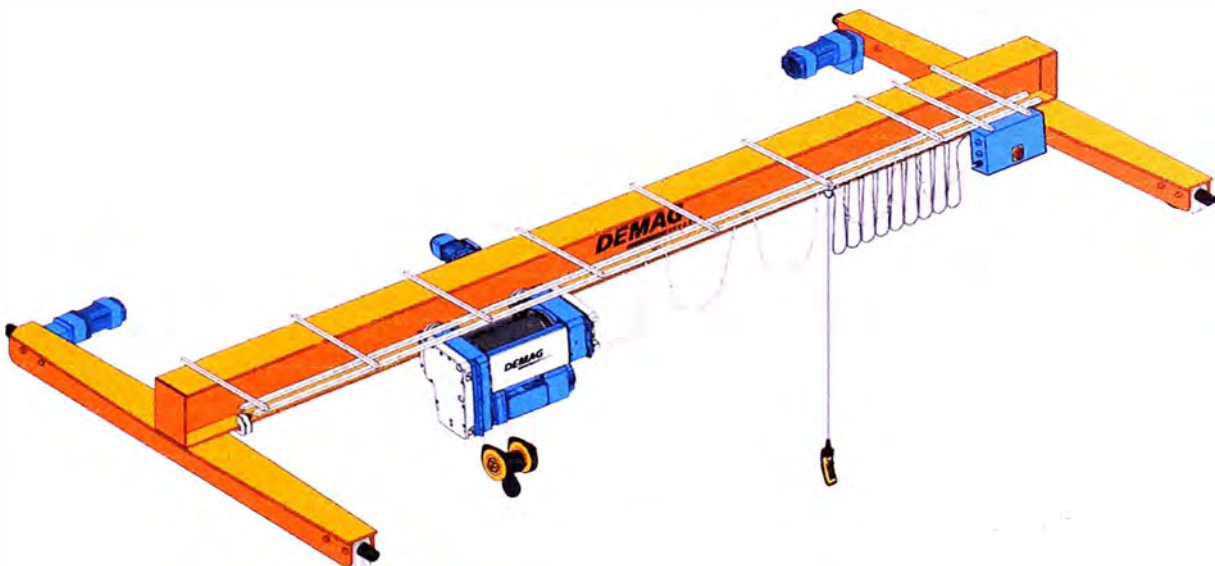


Fig. 2.9. Puente grúa monorraiel

## 2. Puente grúa birriel

Es el que utiliza dos vigas para el desplazamiento y soporte de cargas. Se usa necesariamente este tipo de grúa para capacidades grandes de cargas (mayores a 12t generalmente para grúas estándar) y también en el caso que se quiera aprovechar la mayor altura útil posible para la elevación, ya que el polipasto no se ubicaría debajo de la viga principal, como en el caso de un puente grúa monorriel, sino sobre ella (Ver Fig.2.10)

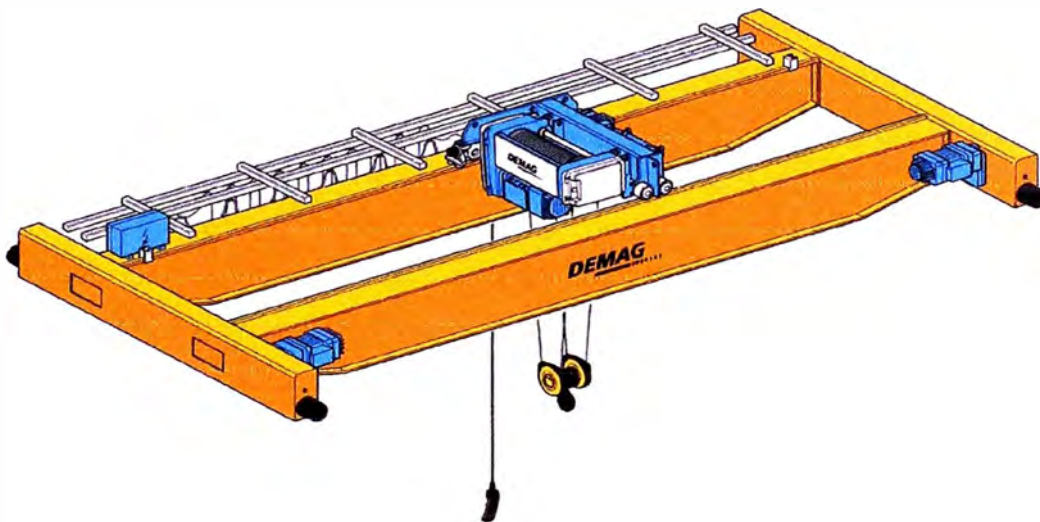


Fig. 2.10. Puente grúa birriel

### b. Según normas

Según este criterio se selecciona a los puentes grúas de acuerdo al tipo de exigencia, a un tiempo de operación determinada que debe cumplir un puente grúa. Se usan principalmente los criterios de las Normas FEM (Federación europea de manutención) y CMAA (Crane Manufacturers Association of America). (Ver Tabla 2.2.)

Tabla No 2.2 Clasificación de grúas por ciclos de trabajo según normas

CICLO DE TRABAJO	CLASIFICACIÓN NORMA CMAA	CLASIFICACIÓN NORMA HMI	CLASIFICACIÓN NORMA ISO	CLASIFICACIÓN NORMA FEM	DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO
SERVICIO NO FRECUENTE U STANDBY	A	H1	M3	1Bm	En estas grúas se pueden manejar la capacidad de carga durante la fase de instalación de las maquinarias o bien para fines de mantenimiento con períodos largos e irregulares. La grúa para este tipo de servicio no tiene un ciclo de operación definido, pero deben ser muy confiables a modo de contar con ella en cualquier momento que sea necesario. Este tipo de grúas se usan en plantas generadoras, cascos de turbinas, estación de transformadores o en áreas donde sea necesario manejar cargas de mucho valor y con mucha precisión y a muy bajas velocidades y con tiempos muertos muy largos entre cada levantamiento.
SERVICIO LIVIANO	B	H2	M4	1Aii	En esta clase de grúas el peso de las cargas por manejar puede variar desde cero hasta plena capacidad en forma ocasional. Entre 2 a 5 levantamientos por hora y una altura de levante promedio de tres metros. Este tipo de grúas se usa en talleres de reparación, ensambles, mecánicos, almacenes de baja capacidad o en otras aquellas instalaciones donde las necesidades de servicio son ligeras y las velocidades de operación son bajas.
SERVICIO MODERADO	C	H3	M5	2m	En este tipo de servicio la grúa deberá poder hacer de 5 a 10 levantamientos por hora con una carga cuyo valor promedio sea del 50 % del rango de la capacidad real de la grúa y para una altura de levante promedio de cinco metros. El número de levantamientos por hora con cargas cuyo valor sea igual al de la capacidad real de grúa, no deberá ser mayor de 50 % del número de levantamientos especificados.
SERVICIO PESADO	D	H4	M6	3m	En este tipo de servicio se incluyen grúas normalmente operadas desde la cabina y altas velocidades de operación. El número de levantamientos por hora permitidos es de 10 a 20, con cargas de un valor aproximado al 50 % del rango de capacidad de la grúa, y una altura promedio de cinco metros. Se usa en instalaciones tales como: talleres de maquinaria pesada, fundiciones, almacenes de acero, aserraderos y para operaciones normales con electroimán o almeja, en donde las necesidades del servicio para producción son pesadas, pero en las cuales no existe un ciclo de operación específico. El número de levantes por hora con cargas cuyo valor sea igual al de plena capacidad de la grúa, no deberá ser mayor del 65 % del número de levantamientos especificados.
SERVICIO SEVERO	E	H5	M7	4m	En este tipo de servicio debe especificarse siempre el ciclo de operación completo. El número de levantamientos por hora es 20 o más, con cargas cuyo valor sea igual al de la capacidad de la grúa. Para esta clase de servicios se requieren grúas capaces de manejar cargas cuyo valor sea próximo al de la capacidad de la grúa durante toda su vida útil. Las aplicaciones de este tipo de grúas incluyen servicio con electroimán, con almeja, servicio de patio de chatarras, muelles de aserraderos, plantas fertilizantes y ciertas áreas de plantas siderúrgicas.
SERVICIO CONTINUO	F	H6	M8	5m	Las grúas comprendidas dentro de esta clase de servicio deben ser capaces de manejar, continuamente, cargas cuyo valor sea igual al de la capacidad de la grúa, en condiciones de servicio muy severas durante toda su vida útil. Las grúas incluidas dentro de esta clase deben diseñarse y construirse para desarrollar trabajos específicos que normalmente afectan la producción normal de la planta. Estas grúas deben proporcionar la más alta confiabilidad durante su vida útil y permitir las máximas facilidades para su mantenimiento.

### c. Según aplicación

Según el tipo de trabajo a realizar por el puente grúa estos pueden clasificarse en grúas puente estándar y grúas puente de proceso

#### 1. Grúas puente estándar

Son las utilizadas para aplicaciones convencionales y que no requieren mucha exigencia de trabajo o manipulación, tales como despacho de materiales, almacenes, talleres de mantenimiento en general entre otros, con capacidades usualmente menores a 40t, el uso de un polipasto eléctrico de cable y empleo de botonera colgante simple en un ambiente estándar. (Ver Fig. 2.11. y Fig.2.12.)



Fig 2.11. Grúa estándar para traslado de materiales

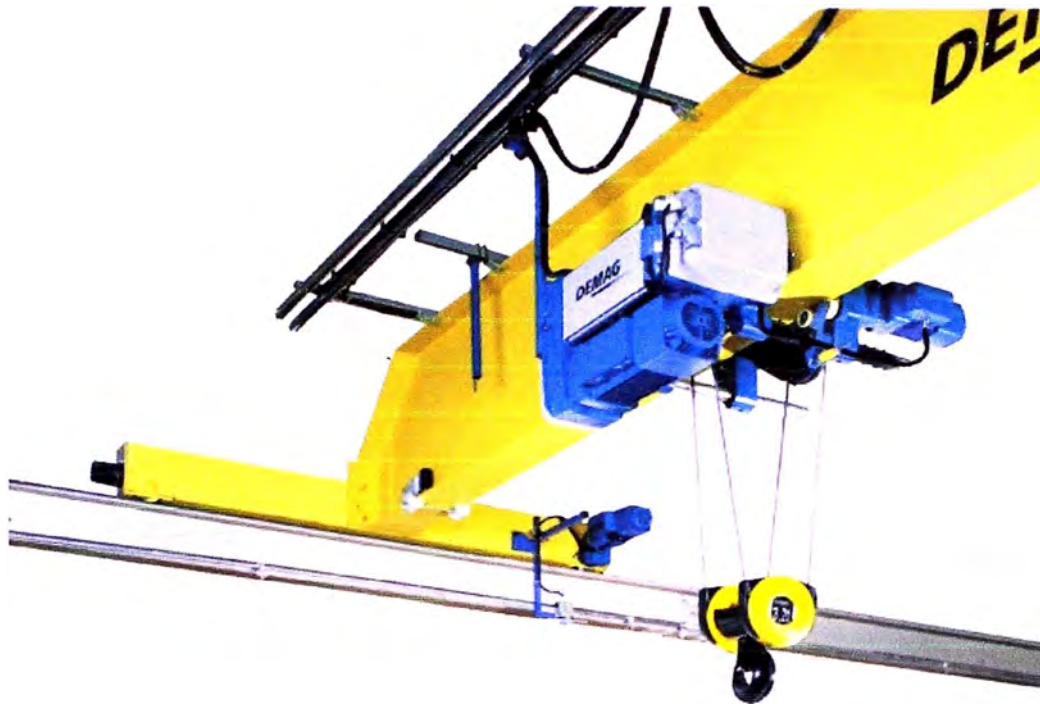


Fig 2.12. Grúa estándar 3,2t

## 2. Grúas puente de proceso

Son los utilizados para aplicaciones especiales, de altas exigencias y/o ubicados en ambientes agresivos, sean por ejemplo con el uso de ganchos especiales, velocidades de desplazamiento altas, capacidades grandes o para usos específicos: en reciclaje de materiales, fundiciones, trabajos en ambientes corrosivos, plantas de producción en serie, fabricación o mantenimiento de equipos especiales, entre otros. Ver (Fig 2.13, Fig.2.14 , Fig.2.15 y Fig.2.16)



Fig. 2.13. Grúa puente especial para bobinas



Fig 2.14. Grúa puente para ensamblado de aviones



Fig 2.15. Grúa puente para residuos



Fig. 2.16 Grúa puente para manejo de barras de acero



## 2.4.4 Componentes del puente grúa

### a. Vigas testeras

Son los componentes principales de soporte de todo el puente grúa. (Ver Fig.2.17 y Fig.2.18) Contiene las vigas de apoyo, un juego de 2 ruedas (4 en el caso de puentes grúas de grandes capacidades) accionadas generalmente por un motorreductor por cada viga testera incluyendo topes para impactos que usualmente son de goma (Ver Fig.2.19 y Fig.2.20 ) y las piacas de amarre para su unión con la viga principal (Ver Fig.2.21).



Fig. 2.17. Vigas testeras



Fig. 2.18. Vigas testeras embaladas

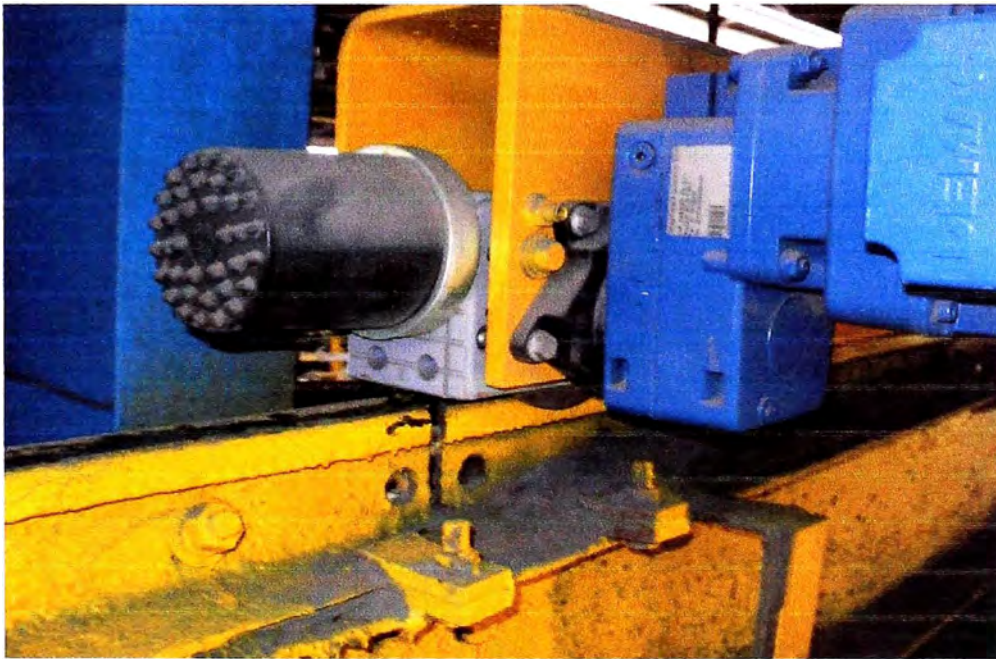


Fig. 2.19 Topes de goma en viga testera

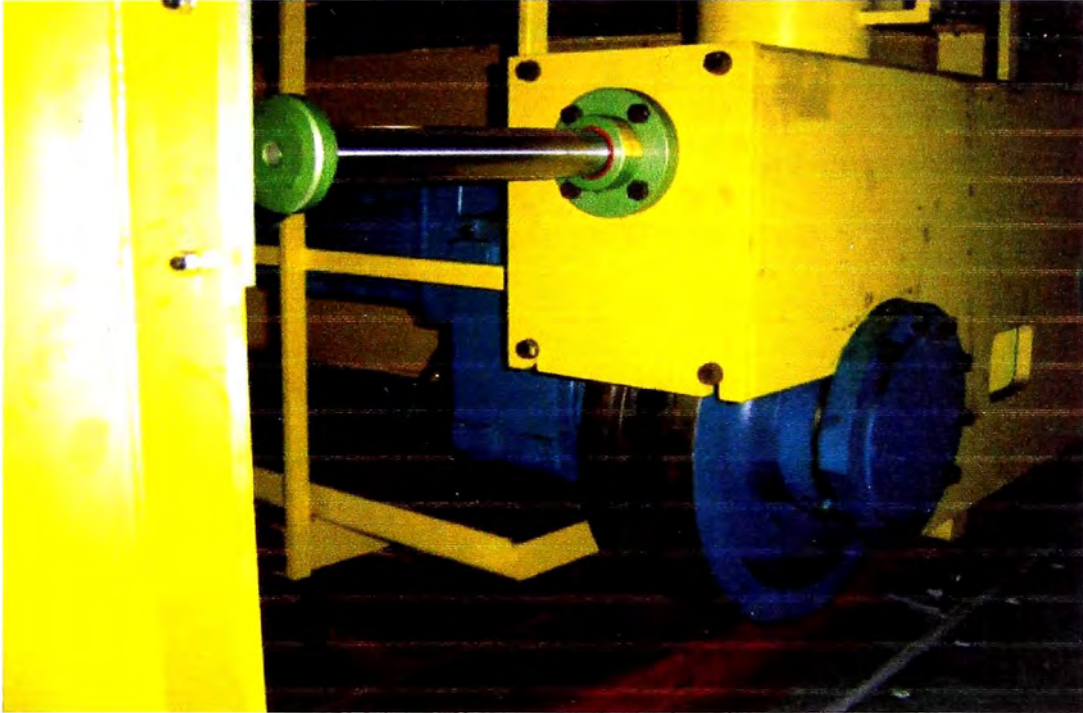


Fig. 2.20. Topes hidráulicos

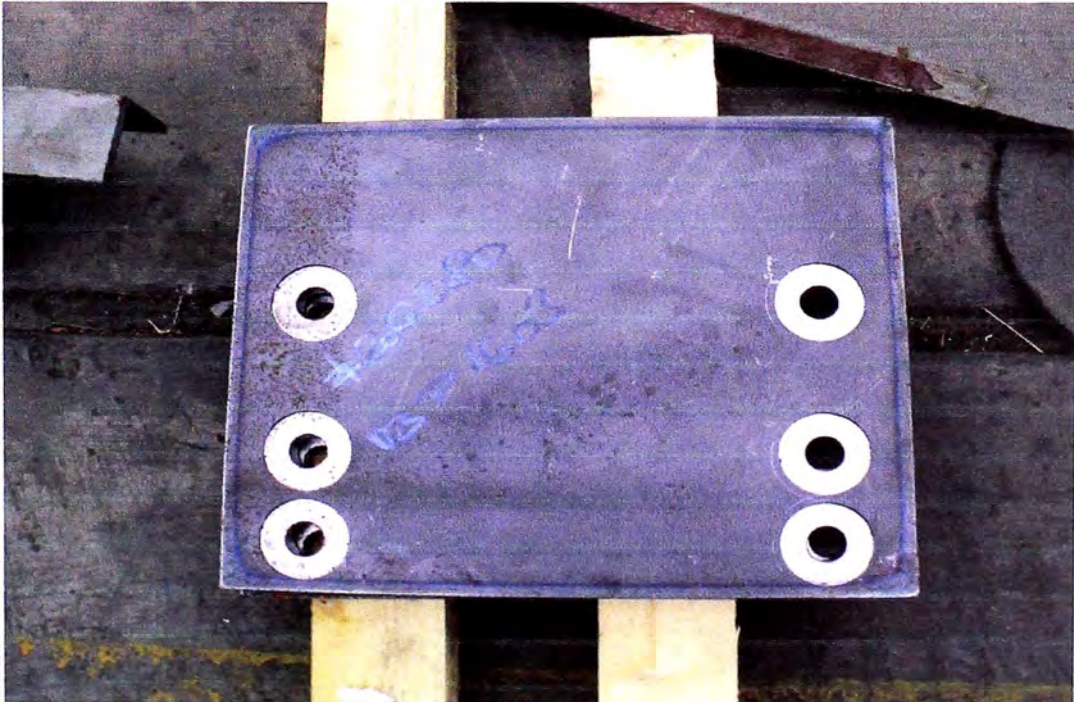


Fig. 2.21. Placas de amarre

**b. Motorreductores**

Son los medios de accionamiento principal para la elevación y traslado de todas las cargas (Ver Fig.2.22). Están presentes en las vigas testeras (para el desplazamiento longitudinal) y el polipasto eléctrico principal (para el izaje y desplazamiento vertical). Todos estos incluyen por seguridad frenos electromagnéticos, que permanecen siempre accionados e impiden cualquier movimiento libre de la carga, a menos que se reciba una señal para accionamiento por la botonera o el control correspondiente

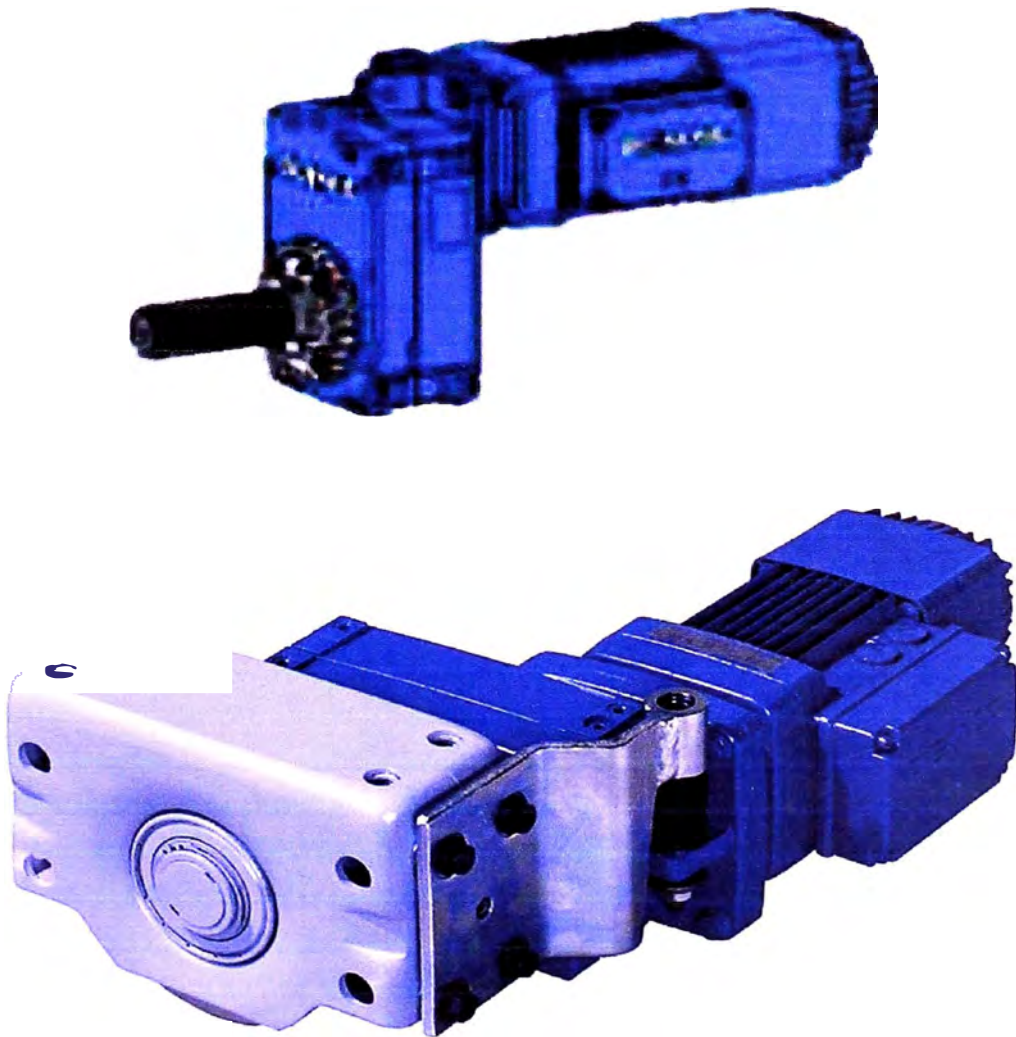


Fig 2.22. Motorreductores

### c. Polipasto

Es el componente principal para el izaje de cargas. Éste es en su mayoría del tipo eléctrico y puede ser de dos tipos: cadena o cable

#### 1. Polipasto de cadena

Este tipo de equipo está hecho para capacidades bajas (menores a 5t generalmente), y es usado para trabajos básicos. (Ver Fig.2.23). La carga es sujeta en este equipo mediante una cadena que es recojida y almacenada en el guardacadena



Fig. 2.23 Polipasto de cadena

**Ventajas:**

- Menor Costo
- Mayor robustez del equipo
- Fácil mantenimiento
- Capacidad limitada
- Fácil disposición para uso a grandes alturas de trabajo
- Diseño y funcionamiento simple

**Consta de:**

- Engranajes helicoidales
- Motorreductor con freno electromagnéticos
- Finales de carrera
- Cadena de tracción
- Guardacadena
- Guías de cadena

**2. Polipasto de cable**

Es el tipo de polipasto más usado en un puente grúa. Utilizado para todo tipo de capacidades, donde se dispone de mayores características. El elemento principal de sujeción viene a ser un cable de acero que se desplaza mediante poleas en el gancho y se enrolla en el polipasto en un tambor. (Ver Fig.2.24 y Fig.2.25)



Fig. 2.24 Polipasto de cable monorriel



Fig. 2.25 Polipasto de cable birriel

**Ventajas:**

- Disponible para todo tipo de capacidades
- Movimientos más precisos
- Mayor disponibilidad de velocidades
- Posibilidad de sistemas de monitoreo
- Altos sistemas de protección

**Consta de:**

- Engranajes helicoidales
- Dispositivo de freno electromagnéticos
- Finales de carrera
- Tambor enrollador de cable
- Cable de acero
- Guías de cable
- Gancho principal

**d. Viga principal**

Es el elemento estructural principal para el soporte de la carga a trasladar. Son fabricados en su mayoría de acero estructural A36, con granallado y acabado con pintura epóxica (Ver Fig.2.26 y Fig.2.27)

Este es conformado por vigas de perfil estructural y en su mayoría por vigas tipo cajón, que son especiales para mayor capacidad de carga y resistencia a esfuerzos de torsión.





Fig 2.26 Viga principal de un puente grúa monorraiel



Fig. 2.27 Viga principal en fabricación

#### e. **Sistemas de mando**

Estos pueden ser de diversos tipos. El más común es la botonera de mando colgante o desplazable. También es posible el uso de mandos a control

remoto o tipo Joystick para aplicaciones mucho más especiales. (Ver Fig.2.28, Fig.2.29 Fig.2.30 y Fig.2.31)



Fig. 2.28 Botonera colgante



Fig. 2.29 Control remoto



Fig. 2.30 Mando inalámbrico Joystick

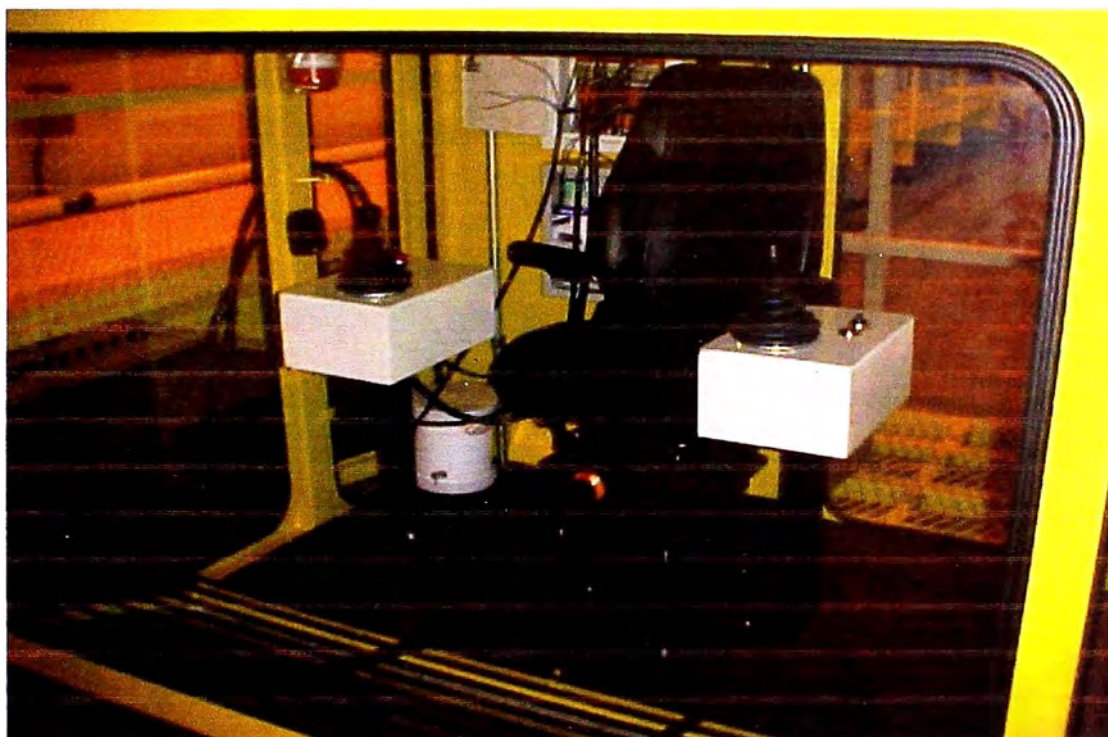


Fig. 2.31 Cabina de mando

## f. Sistemas de alimentación

Estos son actualmente de dos tipos:

### 1. Sistema de alimentación por cable plano

Utilizado para dimensiones relativamente cortas (menores a 50m). Emplea el uso de un cable de alimentación plano extra flexible que se desplaza junto al equipo en movimiento suspendidos de pequeños carros móviles en perfiles de acero. Es la forma más práctica de alimentar de energía eléctrica a componentes móviles. (Ver Fig.2.32)

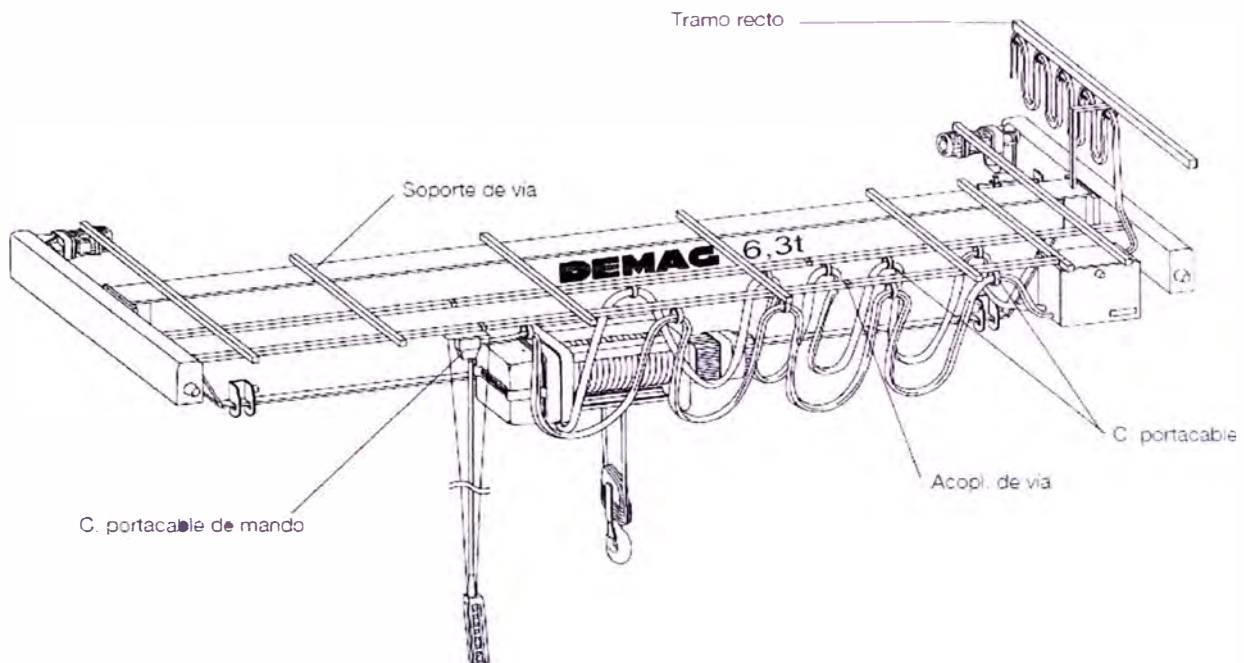


Fig.2.32 Sistema de alimentación por cable plano

## 2. Sistema de alimentación encapsulado

Es un sistema más seguro de alimentación aplicado a grandes longitudes. Está compuesto de barras de cobre encapsuladas donde se emplea un componente móvil con carbones para suministrar energía a los equipos en movimiento. (Ver fig.2.33)

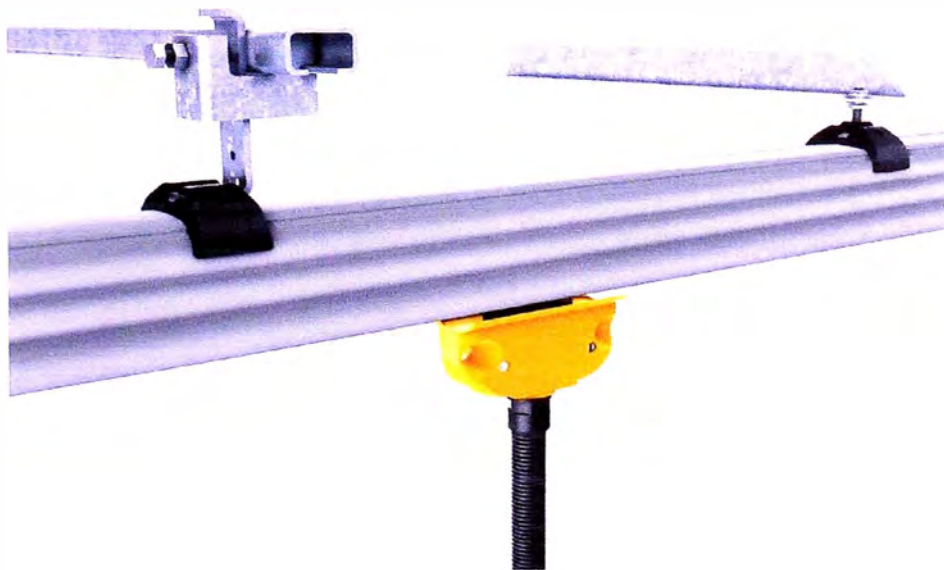


Fig.2.33 Sistema de alimentación encapsulado

## **CAPITULO III**

### **MODERNIZACION DEL PUENTE GRÚA BIRRIEL**

#### **3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO**

A diferencia de las grúas móviles o de construcción, los puentes grúa son utilizados por lo general en fábricas o galpones industriales estando limitados a operar generalmente dentro de la nave industrial donde se encuentran instalados.

El uso de este tipo de grúa se aplica en diversas industrias, entre las que destaca el acero, para desplazar productos: bobinas, tubos, perfiles y vigas, tanto para su producción, almacenamiento y transporte.

En la industria del cemento, vidrios, madera, papel y otros productos de gran peso también tiene un uso masivo.

En la producción de automóviles y todo tipo de maquinarias, los puentes grúas puentes grúa son una de las principales herramientas para el manejo de materias primas y ensamblado de grandes piezas.

Actualmente en nuestro país, las aplicaciones más comunes se encuentran en las industrias de producción de acero, metalmecánicas, vidrios, así como el mantenimiento de equipos en plantas mineras y centrales de generación eléctrica



Fig.3.1 Puente grúa en producción de planchas de fibrocemento

### 3.2 DETERMINACION DE LOS PARAMETROS PARA LA MODERNIZACION

#### Condiciones iniciales del puente grúa

Se encuentra y detalla por parte del personal de trabajo las características y el estado actual de los componentes del puente grúa para determinar las labores a realizar. (Ver Tabla 3.1. y Tabla 3.2.)

**Tabla N° 3.1 Características del puente grúa encontrado**

Marca:	DEMAG
Origen:	Alemania
Año de Fabricación:	2007
Tipo	Birriel
Ancho de trocha	1400 [mm]
Capacidad de carga:	8,000 [kg]
Luz:	17 [m]
Recorrido de gancho:	6 [m]
Longitud de nave:	98 [m] aprox.
Clasificación FEM / ISO:	4m / M7
Elevación [velocidad / potencia]:	0,4-6,0 [m/min] @ 10,10 [kW] (velocidad variable) @ 60 [%FM]
Traslación transversal [velocidad / potencia]:	6,0-30,0 [m/min] @ 1,7 [kW] (velocidad variable) @ 60 [%FM]
Traslación longitudinal [velocidad / potencia]:	5,0-60,0 [m/min] @ 2x1,5 [kW] (velocidad variable) @ 60 [%FM]
Mando:	Por botonera colgante y desplazable
Cableado puente:	Tipo cortina (cable plano)
Cableado carrilera	Mediante barras de cobre desnudo
Equipamiento eléctrico:	Control, monitoreo y diagnóstico electrónico, seguro contra sobrecargas, termo contactos, limitador de carrera para los movimientos de izaje y descenso de la carga, protección contra fallas de fase, protección IP55.
Tensión de servicio / frecuencia:	3 x 440 [VAC], 60 [Hz]
Temperatura de trabajo	-10°C - +45°C

Este equipo se localiza a 500 m.s.n.m. (Costa) con condiciones ambientales no agresivas que se pueden considerar estándar, se ubica además dentro de un galpón, protegida del polvo y no expuesto a agentes corrosivos.

Tabla N° 3.2 Condiciones de los componentes encontrados en el puente grúa

	Componentes	Descripción	Estado	Detalles
<b>Sistema de izaje</b>	Cable de acero	DR10 H20 – 42m	Ligeramente desgastado	Desgaste debido al propio uso, algunos hilos rotos
	Guía de cable	DR 10	Ligeramente desgastado	Desgaste debido al propio uso
	Gancho	Poleas y motón inferior 280	Buenas condiciones,	Ninguna deformación hallada, desgaste dentro de lo permitido.
	Tambor	-	Buenas condiciones	
	Motorreductor	EZDR 10	Ligeramente desgastado	Frenos con ligero desgaste, motorreductor en buen estado
	Limitador de carga	Tipo MGS Electromecánico	Ligeramente desgastado	No funciona en los parámetros correctos
<b>Sistema de traslación</b>	Motorreductores	ZBA 90	Ligeramente desgastado	Frenos con ligero desgaste, motorreductor en buen estado
	Ruedas	DRS 160	Ligeramente desgastado	Uso continuo debido a operación
	Limitadores de velocidad	-	inoperativos	Mala manipulación
	Vigas estructurales	Dos vigas tipo cajón, material acero A36	Buenas condiciones	Buena protección aplicada y condiciones ambientales no agresiva
<b>Sistema de control</b>	Tablero de control		Ligeramente desgastado	Contactores, tarjetas y variadores en condiciones operativas
	Botonera de mando	DSE8	Ligeramente desgastado	Algunos pulsadores en mal estado
<b>Sistema de alimentación</b>	Sistema de alimentación carro	Tipo cable plano	Buenas condiciones	
	Sistema de alimentación nave	Barras de cobre desnudo	Ligeramente desgastado	Sistema antiguo y riesgoso



### 3.3 MODERNIZACION DEL PUENTE GRÚA

A partir del estado inicial encontrado en los componentes del puente grúa se determinan las acciones a realizar según los requerimientos detallados (Ver Tabla 3.3.)

**Tabla N° 3.3 Acciones a realizar a componentes encontrados**

	<b>Componentes</b>	<b>Estado</b>	<b>Acción</b>	<b>Detalles</b>
<b>Sistema de izaje</b>	Cable de acero	Ligeramente desgastado	Reemplazo	Acción recomendada
	Guía de cable	Ligeramente desgastado	Reemplazo	Nueva guía de cable a instalar tipo reforzada
	Gancho	Buenas condiciones	Reemplazo	Acción recomendada
	Tambor	Buenas condiciones	Se mantiene	No es necesario reemplazo
	Motorreductor	Ligeramente desgastado	Mantenimiento preventivo	Reemplazo de rodamientos , aceite, sellos y freno
	Limitador de carga	Ligeramente desgastado	Reemplazo	Acción recomendada
<b>Sistema de traslación</b>	Motorreductores	Ligeramente desgastado	Mantenimiento preventivo	Reemplazo de rodamientos , aceite, sellos y frenos
	Ruedas	Ligeramente desgastado	Reemplazo	Acción recomendada
	Limitadores de velocidad	Inoperativos	Reemplazo	Nuevos limitadores de similares características
	Vigas estructurales	Buenas condiciones	Se mantiene	Se realiza validación por terceros
<b>Sistema de control</b>	Tableros de control	Ligeramente desgastado	Mantenimiento preventivo	Reemplazo de contactores, tarjetas electrónicas, variadores y cableado
	Botonera de mando	Ligeramente desgastado	Reemplazo	Nueva botonera para control de respaldo
	Mando Radio Control		Se adiciona	Recomendado para un uso más práctico y seguro
<b>Sistema de alimentación</b>	Sistema de alimentación carro	Buenas condiciones	Se mantiene	Se realiza limpieza
	Sistema de alimentación nave	Ligeramente desgastado	Reemplazo	Uso de nuevo sistema de alimentación por barras encapsuladas para mayor seguridad en la operación

En base a ello se plantea un programado y apropiado plan de adquisiciones (Ver Tabla 3.4.) para los componentes a necesitar, ya que todos estos van a ser adquiridos originales, que para este caso implica importaciones con largos tiempos de espera en algunos casos.

**Tabla N° 3.4 Plan de adquisiciones**

Componente a solicitar	Descripción	Stock	Importación	Tiempo de entrega
Cable de acero	DR 10 H20	X		Inmediata
Guía de cable reforzado	DR 10		X	4-6 semanas
Gancho	Poleas y motón inferior 6/1		X	4-6 semanas
Componentes de motorreductores	Frenos, rodamientos y sellos		X	4-6 semanas
Limitador de carga	Tipo MGS electromecánico		X	4-6 semanas
Botonera colgante	DSE8 R	X		Inmediata
Componentes de tablero	Set DR3-10		X	4-6 semanas
Ruedas	DRS160		X	4-6 semanas
Mando Radio control	DRC-J10		X	4-6 semanas
Limitadores de carrera	De cruceta	X		Inmediata
Sistema de alimentación encapsulado	DCL Pro 140A		X	8-10 semanas

Una vez que se tienen todos los componentes, se desarrollan las modificaciones.

Estos se pueden dividir en tres sistemas. (Ver Tabla 3.5.)

**Tabla N° 3.5 Modificaciones en sistemas**

	Componentes
<b>Sistema de izaje</b>	Cable de acero
	Guía de cable
	Gancho
	Motorreductor
	Limitador de carga
<b>Sistema de traslación</b>	Motorreductores
	Ruedas
	Limitadores de velocidad
<b>Sistema de control</b>	Tablero de control
	Botonera de mando
	Mando Radio Control
<b>Sistema de alimentación</b>	Sistema de alimentación nave DCL

Se desarrolla también un cronograma de actividades según las diversas etapas de proyecto (Ver Figura N° 3.2)

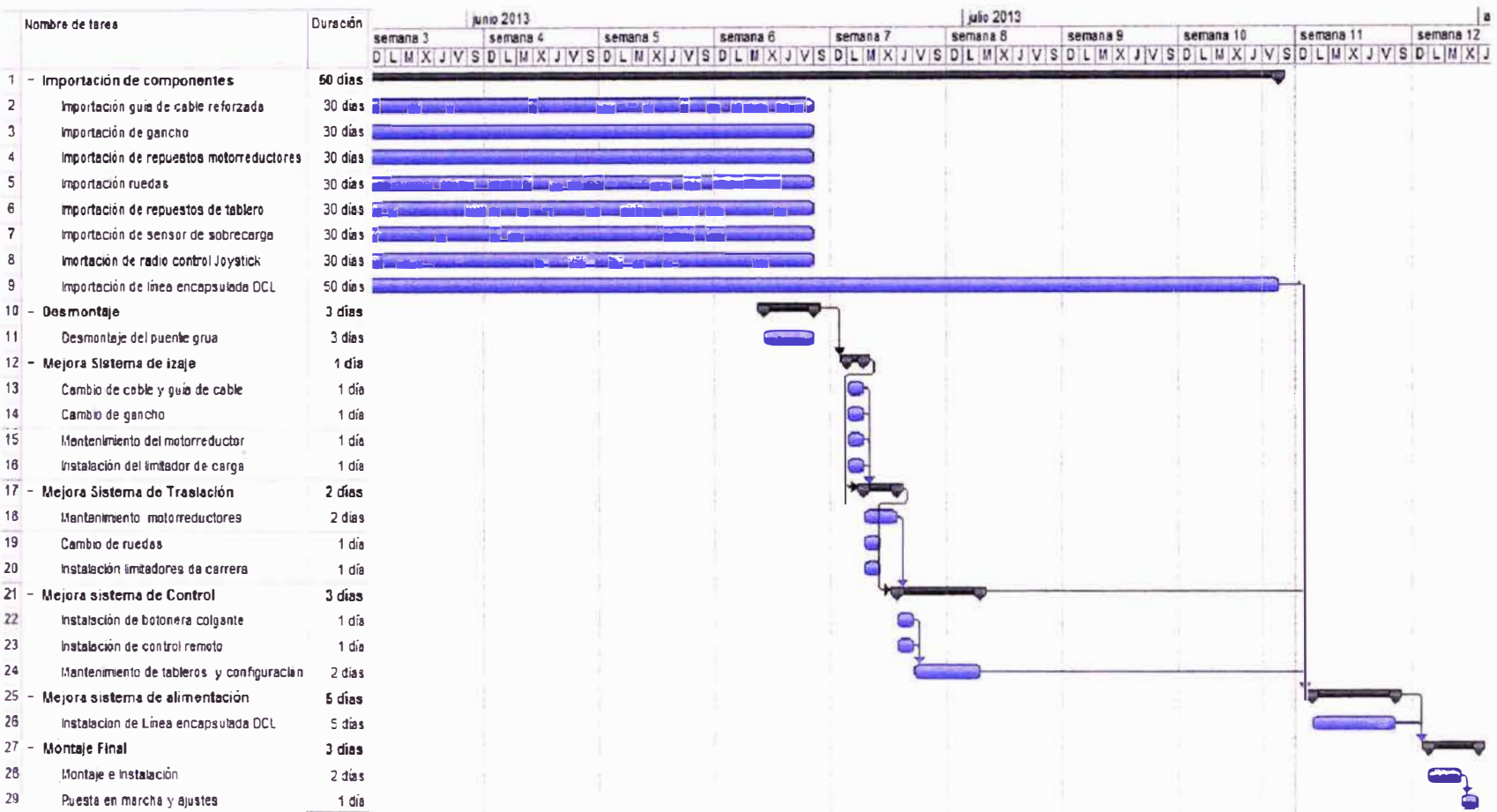


Fig.3.2 Cronograma de actividades

Como se observa en la figura anterior, gran parte del tiempo de ejecución lo consume el período de importación de los repuestos, siendo éste mucho mayor en el caso de las líneas de alimentación encapsulada. Esto se produce por el hecho de que dichas líneas ocupan grandes volúmenes y deben que ser traídas vía marítima desde la fábrica de origen. Los demás repuestos solicitados provienen vía aérea mediante pedidos consolidados.

Al final, se contabiliza un tiempo de realización de 12 semanas, es decir 3 meses aproximadamente. Comparando este tiempo con el empleado en la llegada de un set nuevo de grúa similar al requerido original (hasta 16 semanas, ver Anexo 2.), sin considerar la instalación, se tiene que el presente proyecto se realiza con un mejor tiempo de entrega (25% menor aprox.)

### **3.3.1 Modernización del sistema de izaje**

#### **1. Cable de acero**

En el polipasto de elevación se procede a cambiar el cable de acero inicial. Aunque el desgaste es mínimo, ya que se considera tener un Nro. menor de aiambres rotos al permitido por normas (Ver tabla 3.7), se recomienda el requerimiento de un cable de acero nuevo de similares características (Ver Tabla 3.6) para el trabajo requerido debido a la criticidad de este componente. Esto también ayuda a prevenir fallas en otros componentes, tales como el tambor, poleas y guía de cable. (Ver Fig. 3.3 y Fig. 3.4)

**Tabla N° 3.6 Características del cable de acero**

Serie		DR-Pro 10						
Disp. de ramales		2/1						
Grupo de mecmo. según	FEM	2m 1)	3m - 4m 3)	2m 1)	3m - 4m 3)	2m - 3m 4)	2m 1)	3m - 4m 3)
	ISO	M5	M6 - M7	M5	M6 - M7	M5 - M6	M5	M6 - M7
Recorrido de gancho	m	12		20		40	6	
Diámetro de cable	mm	13		13		13	13	
Carga de rotura teórica del cable	aprx. kN	164,93	197,9	164,93	197,9	170,3	164,93	197,9
Carga de rotura mín.	kN	132	166,2	132	166,2	129,8	132	166,2
Clase de resistencia mecánica del cable	N/mm <sup>2</sup>	1960	2160	1960	2160	1960	1960	2160
Longitud de cable	m	28,25		44,25		84,5	29,3	

**Tabla N° 3.7 Nro. de alambres que determinan la retirada del cable de acero (ISO 4309)**

Grupo de mecanismo FEM/ISO	2m / M5, 3m / M6, 4m / M7		2m / M5, 3m / M6, 4m / M7	
	Número de alambres rotos en una longitud de cable igual a 6 x su diámetro		Número de alambres rotos en una longitud de cable igual a 30 x su diámetro	
Diámetro de cable mm	Alambres rotos	Longitud de cable mm	Alambres rotos	Longitud de cable mm
7	1)	42	26	210
9		54		270
13		78		390
7	2)	42	28	210
9		54		270
13	3)	21	42	390
13	4)	10	20	390

- 1) Composición del cable: 8x19
- 2) Composición del cable: 8x21 u 8x25
- 3) Composición del cable: 10x26
- 4) Composición del cable: 16x7

Para nuestro caso se tiene un diámetro de 13mm del tipo 3) a la que correspondería un límite máximo de alambres rotos de 21 y 42 en una longitud de 78mm y 390mm respectivamente.

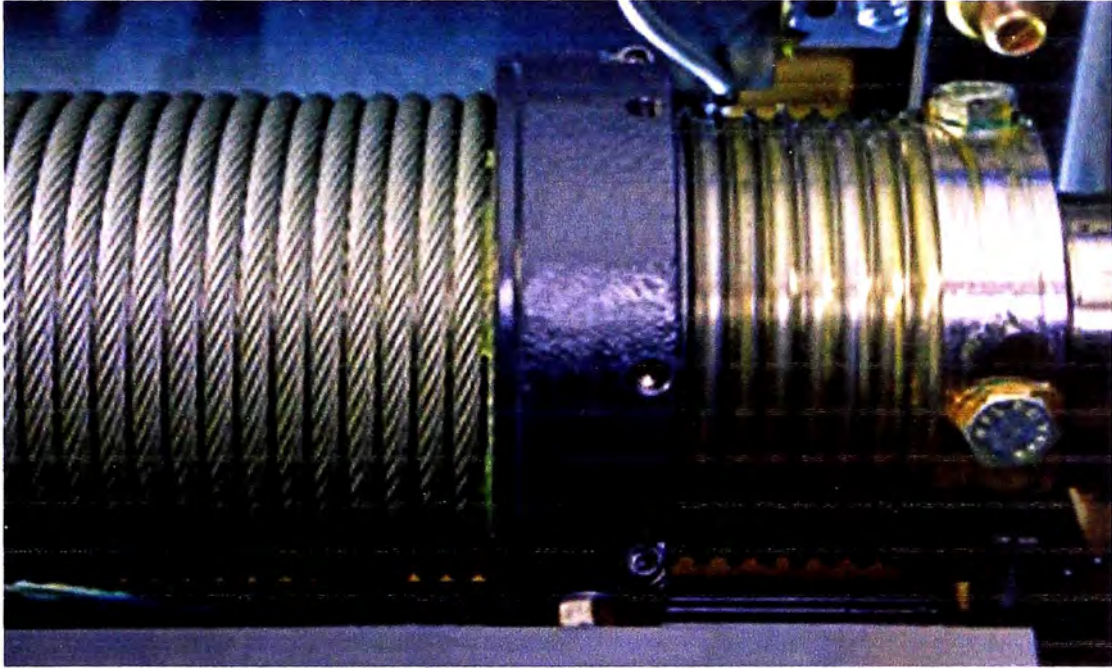


Fig.3.3 Cable de acero enrollado



Fig.3.4 Cable de acero enrollado en tambor de doble ranurado

## 2. Guía de cable

Se realiza el cambio de la guía de cable existente ya desgastada por una guía de cable reforzada para soportar mayor desgaste en el trabajo. La nueva guía de cable refuerza con acero al PVC de una guía convencional para alcanzar una mayor duración. Este reemplazo es hecho en forma conjunta con el cable de acero nuevo. (Ver Fig. 3.5)

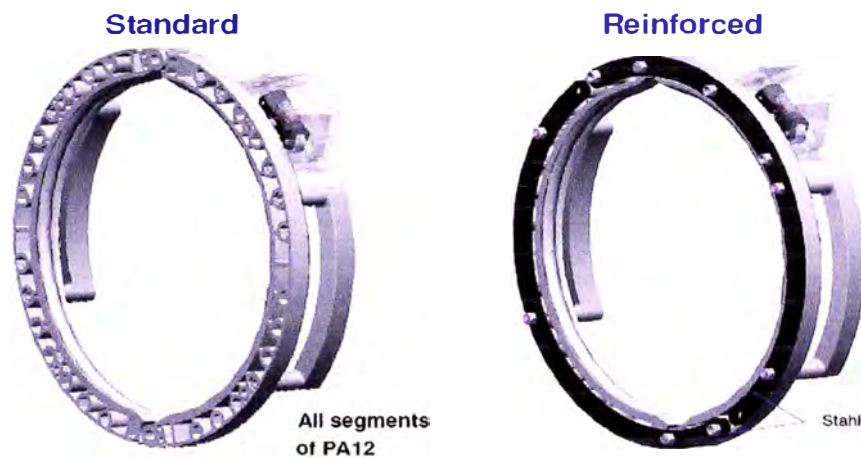
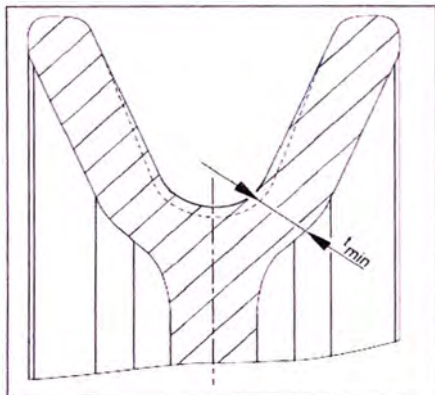


Fig. 3.5 Guía de cable reforzada DR 10

## 3. Gancho

A pesar de hallarse solo ligeros desgastes en las poleas del gancho y ninguna deformación en el gancho (ver límites según modelo DR10 y disposición de cables 6/1 en Fig. 3.6 y 3.7), se recomienda el reemplazo total del gancho para el nuevo uso, incluyendo las poleas ya que este componente, así como el motor de elevación y el cable de acero son partes críticas para el izaje de cargas y resulta de vital importancia que se encuentren siempre en óptimas condiciones. (Ver Fig. 3.8)

**Límites de desgaste en las poleas de cable**



Tamaño	Disp. de ramales	Ø fondo de la garganta	Ø cable met.	Grosor min. bro de la polea $t_{min}$	Prof. máx. huellas del cable
DR 5	2/1, 4/1	182	9	5.6	0.5
	4/2	225	11	5.3	0.4
DR 10	2/1, 4/1	230	13	5.6	0.7
		280		6.3	
	6/1	11	3.5	0.5	
	4/2		4.6		

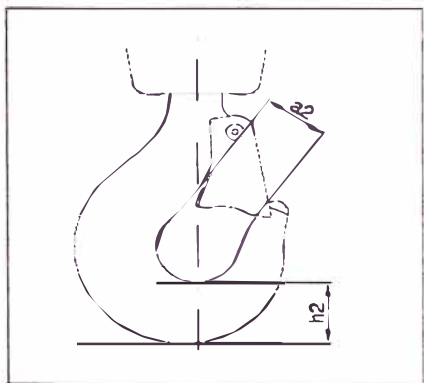


La sección de la garganta de la polea no podrá ser en ningún punto inferior a la medida mínima  $t_{min}$  indicada. Las huellas negativas en la garganta de la polea no podrán rebasar la profundidad máx. indicada.

Fig. 3.6 Límites de desgaste en poleas de cable

**Controles periódicos y medidas de control en los ganchos de carga**

Si en el control se comprueba que las medidas son inferiores o superiores a las indicadas en la figura y en la tabla debido al desgaste o si alguna de las piezas presenta deformaciones y grietas, las piezas afectadas se tienen que sustituir por piezas de repuesto originales.



Serie	DR 5		DR 10		
	2/1, 4/2	4/1, 6/1	2/1, 4/2	4/1, 6/1	
Disp. de cable	2/1, 4/2	4/1, 6/1	2/1, 4/2	4/1, 6/1	
Grupo de mec-mo.	1Am / M4	4m / M7	2m / M5	4m / M7	1Am / M4 3m / M6 4m / M7
Tam. de gancho	1.6	2.5	2.5	4	5
Cota nom. a2 1)	45	50	50	56	63
Cota máx. a2	49.5	55	55	61.6	69.3
Cota nom. h2 2)	48	58	58	67	75
Cota mín. h2	45.6	55.1	55.1	63.6	71.2

Controlar el seguro de la boca del gancho respecto a funcionamiento y deterioro. 1) Tolerancia admisible: +10% 2) Tolerancia admisible: -5%

Fig. 3.7 Medidas de control en ganchos de carga



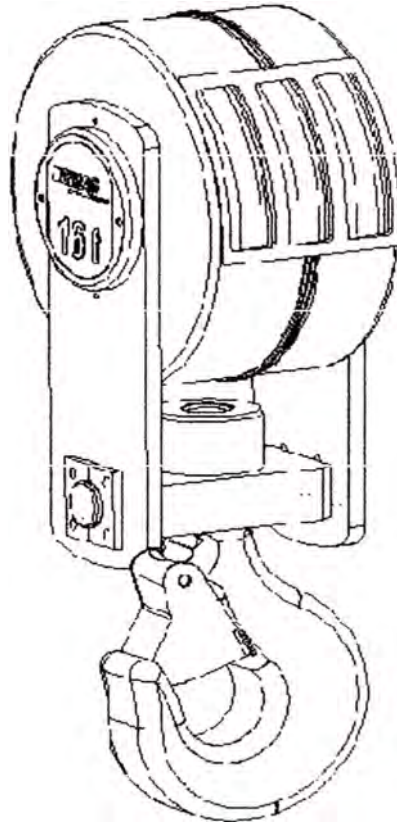


Fig.3.8 Gancho y poleas 8t

#### 4. Motorreductor

En este componente, debido al uso moderado con el que fue utilizado inicialmente y considerando el sistema de funcionamiento (electrónico) de protección presente, es recomendable solamente aplicar un mantenimiento preventivo, es decir, el reemplazo de:

- Rodamientos
- Sellos mecánicos
- Aceite

Frenos

Descripción: Trifásico, asíncrono, 10,1 kW, 440V, 50Hz (Arranque por variador), protección IP55 (Ver Fig.3.9)

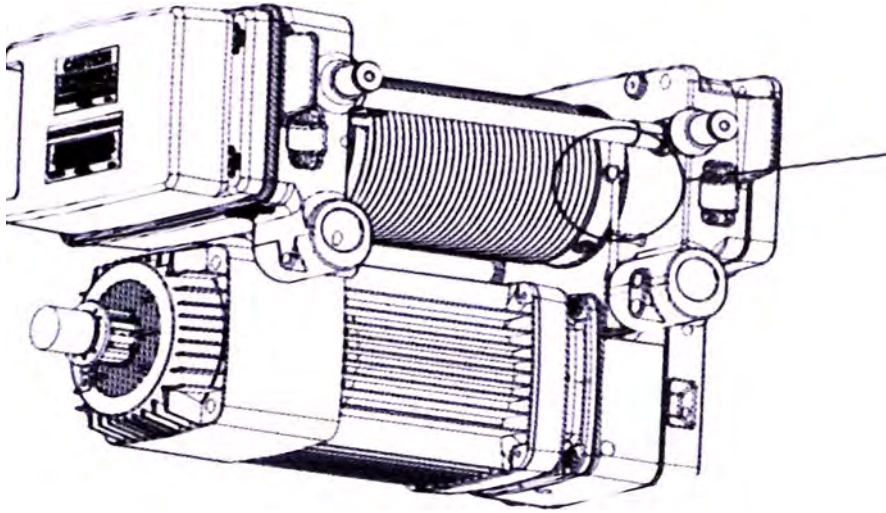


Fig.3.9 Motorreductor de Izaje

## 5. Limitador de sobrecarga

El limitador de carga existente ya no actuaba dentro del rango diseñado  $\pm 5\%$  de la carga, ya que había sufrido un ligero desgaste, motivo por el que debe reemplazado por uno nuevo de similares características. (Ver Fig.3.10) Este componente es un elemento muy importante de seguridad ya que no permite que el equipo no trabaje con mayores cargas a la que fue diseñada.

Tipo: MGS (electromecánico) capacidad 8t

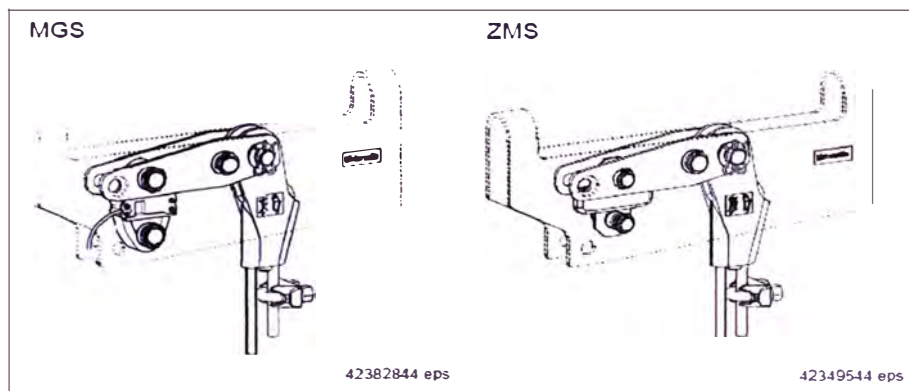


Fig. 3.10 Limitador de sobrecarga

### 3.3.2 Modernización del sistema de traslación

#### 1. Motorreductores

En este caso, ya que los motorreductores correspondientes a la traslación Longitudinal (01) y transversal de la grúa (02) también han desempeñado un trabajo moderado y contaban con arranque y protección electrónica, es necesario para este nuevo uso un mantenimiento preventivo común consistente de reemplazo de rodamientos, sellos, aceite y frenos, de forma similar al realizado al motorreductor de izaje

#### 2. Ruedas

Debido a un ligero desgaste encontrado en estos componentes y para asegurar su mayor durabilidad, se realiza el reemplazo completo de ruedas en los dos movimientos de traslación: en el polipasto (04) y en las vigas testeras (04). (Ver Fig.3.11)

Tipo: DRS 160, material: fundición modular



Fig. 3.11 Rueda a utilizar para los movimientos de traslación

### 3. Limitadores de velocidad

En los dos movimientos de traslación de puente grúa: longitudinal y transversal es necesario que se tengan operativos limitadores de carrera. Esto hace que la carga al llegar a los límites del recorrido disminuya su velocidad evitando impactos que dañen al equipo. Para este fin se reemplazan los limitadores existentes por unos de similares características. (Ver Fig. 3.12 y Fig. 3.13)

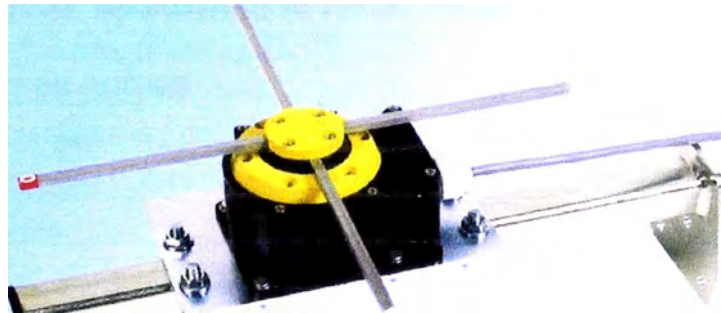


Fig.3.12 Limitadores de velocidad

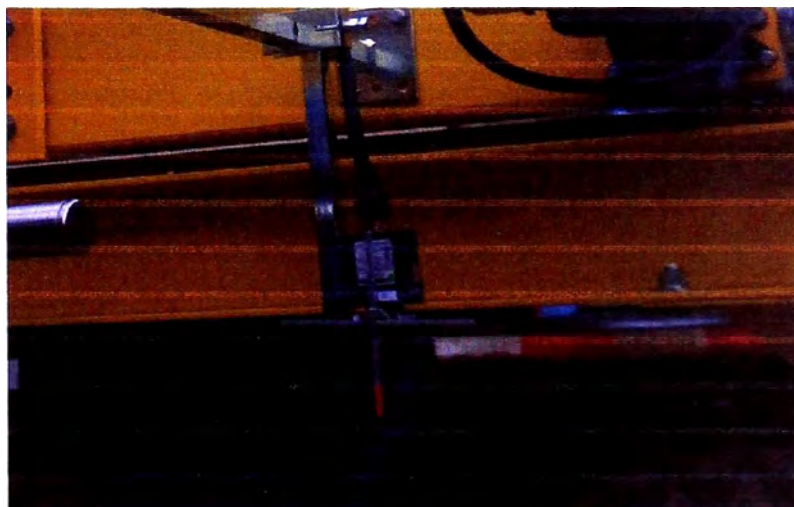


Fig.3.13 Limitadores de velocidad instalado

#### 4. Validación de la Viga Principal

Para tener un puente grúa operando en óptimas condiciones es necesaria la validación de diversos parámetros en los componentes estructurales. Los principales de ellos son los que se realizan en las vigas principales, de otra forma se podría tener un alto riesgo de seguridad en la operación de este equipo

##### Parámetros principales

Ya que existen dos vigas tipo cajón de similares características, se realizará el estudio sobre una de ellas asumiendo la mitad de las cargas totales considerando la siguiente distribución de cargas:

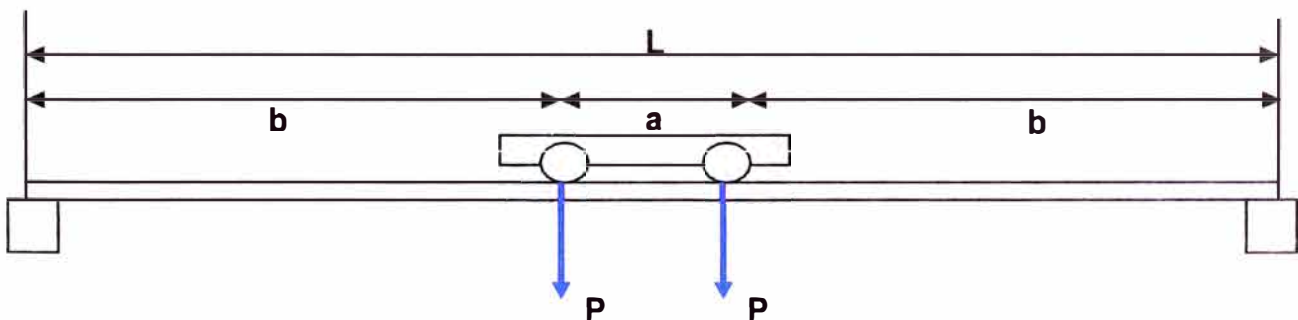


Fig. 3.14 Distribución de cargas por viga

- Carga sobre las ruedas: P

Se considera una capacidad de sobrecarga para la grúa del 25%

$$P_{carga\ móvil} = \frac{8000 \times 1.25}{4} = 2500\text{kg}$$

Peso del carro (polipasto de elevación): 647kg

$$P_{peso\ carro} = \frac{647}{4} = 161.75\text{kg}$$

- Separación mínima de ruedas a: 260mm (Ver Anexo 11)
- b: 8370mm
- Módulo de elasticidad acero A36 E: 21 000 kg/mm<sup>2</sup>

- Luz (distancia entre centro de rieles) L:17000mm
- Peso de la viga W:178 kg/m
- Coeficiente de choque

**Tabla N° 3.8 Coeficiente de choque**

Velocidad de traslación (m/seg)		Coeficiente de choque $\varphi$
Uniones de carriles normales	Uniones de carriles soldados	
$\leq 1.0$	$\leq 1.5$	1.1
$>1.0$	$>1.5$	1.2

Para nuestro caso se tiene  $\varphi = 1.2$

- Coeficiente de compensación

**Tabla N° 3.9 Coeficiente de compensación**

GRUPO de funcionamiento	Coeficiente de compensación $\mu$
I / 1m / M4	1.2
II / 2m / M5	1.4
III / 3m / M6	1.6
IV / 4m / M7	1.9

Debido al tipo de grúa que se tiene, obtenemos  $\mu=1.9$

- **Cálculo de momentos de inercia  $I_x$  e  $I_y$**

Se tiene las dimensiones de la viga cajón presente en puente grúa

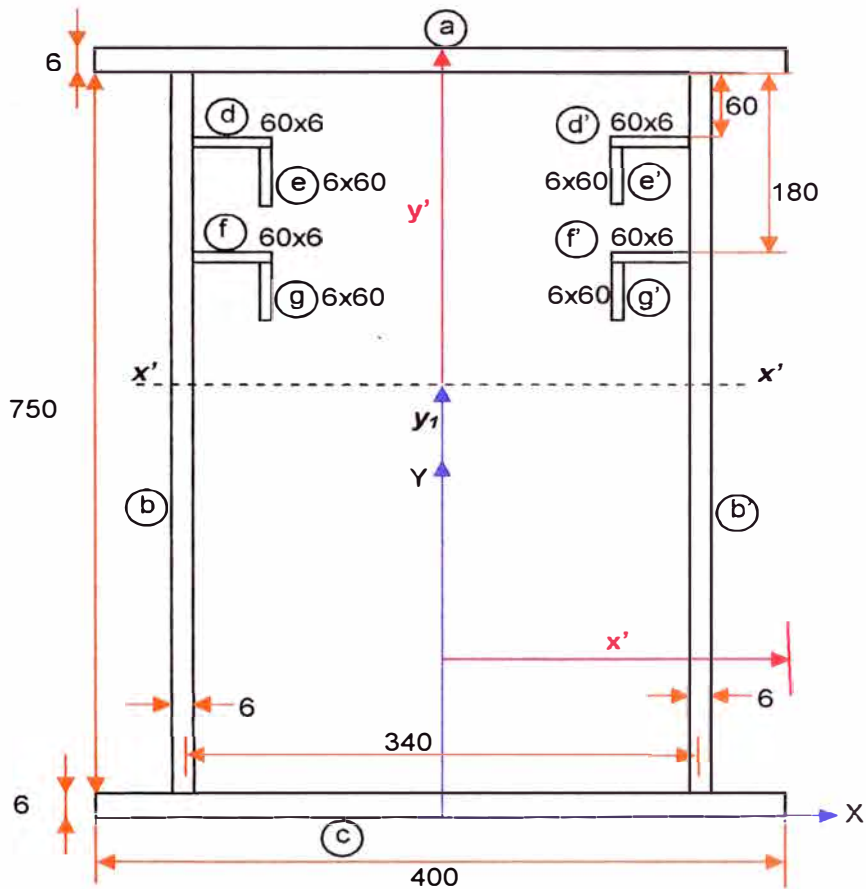


Fig. 3.15 Dimensiones sección de la viga (en mm)

### Determinación de $I_{xx}$

Ítem	$I_i$ (mm <sup>4</sup> )	$A_i$ (mm <sup>2</sup> )	$Y_i$ (mm)	$A_i \cdot Y_i$ (mm <sup>3</sup> )	$\Delta Y_i = Y_i - Y_1$ (mm)	$A_i \cdot (\Delta Y_i)^2$ (mm <sup>4</sup> )	$I_i + A_i \cdot (\Delta Y_i)^2$ (mm <sup>4</sup> )
a	112500	6000	769.5	4617000	332.04	661502104.69	661614604.7
b	421875000	9000	387	3483000	-50.46	22916192.74	444791192.7
c	57600	4800	6	28800	-431.5	893558426.61	893616026.61
d	2160	720	699	503280	261.54	49250163.99	49252323.99
e	216000	720	666	479520	228.54	37605878.28	37821878.28
f	2160	720	579	416880	141.54	14424106.85	14426266.85
g	216000	720	546	393120	108.54	8482221.13	8698221.134
		22680		9921600			$I_{xx} = 2110220514$

**Eje neutro  $Y_1$**  
$$Y_1 = \frac{\sum A_i \cdot Y_i}{\sum A_i} = \frac{9921600}{22680} = 437.46 \text{ mm}$$

**Momento de Inercia  $I_{xx}$**  (Por el teorema de Steiner)

$$I_{xx} = \sum [I_i + A_i \cdot (\Delta Y_i)^2]$$

Reemplazando:

$$I_{xx} = 2110220514 \text{ mm}^4$$

### Determinación de $I_y$

Ítem	$I_i$ ( $\text{mm}^4$ )	$\Delta X_i$ ( $\text{mm}$ )	$A_i$ ( $\text{mm}^2$ )	$A_i \cdot (\Delta X_i)^2$ ( $\text{mm}^3$ )	$I_i + A_i \cdot (\Delta X_i)^2$ ( $\text{mm}^4$ )
a	112500	0	6000	0	112500
b	421875000	170	9000	260100000	681975000
c	57600	0	4800	0	57600
d	2160	137	720	13513680	13515840
e	216000	110	720	8712000	8928000
f	2160	104	720	13513680	13515840
g	216000	77	720	8712000	8928000
					$I_y = 727032780$

**Eje neutro  $X_1$**        $X_1 = \frac{\sum A_i \cdot X_i}{\sum A_i} = 0$

**Momento de Inercia  $I_y$**  (Por el teorema de Steiner)

$$I_y = \sum [I_i + A_i \cdot (\Delta X_i)^2]$$

Reemplazando:

$$I_y = 727032780 \text{ mm}^4$$

#### a. Validación resistencia Mecánica

Realizando el análisis de fuerza cortante y momentos flectores a lo largo de la viga para el caso de carga móvil se tiene:

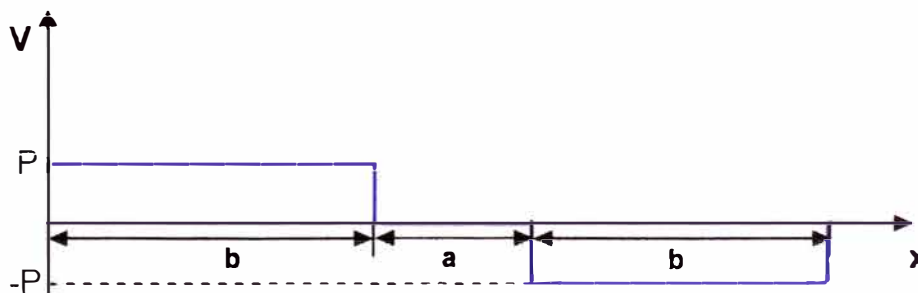


Fig. 3.16 Fuerza Cortante a lo largo de la viga



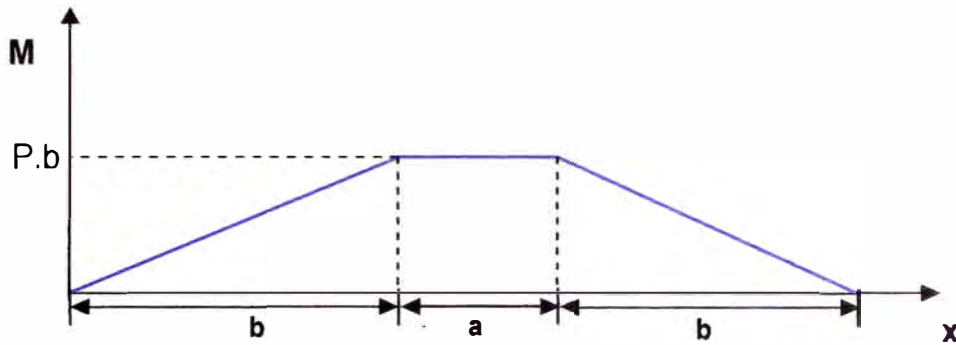


Fig. 3.17 Momento flector a lo largo de la viga

Momento flector máximo:  $M_{\text{máx}} = P \cdot b$

- **Cargas verticales**

Momento flector máximo debido a la carga móvil

$$M_1 = P_{\text{carga móvil}} \cdot b = 2500 \times 8370 = 20925000 \text{ kg. mm} \dots \dots \dots (1)$$

Momento flector máximo debido al peso de la viga (Ref. Anexo 4)

$$M_2 = \frac{w \cdot L}{8} = \frac{0.178 \times 17000^2}{8} = 6437475 \text{ kg. mm} \dots \dots \dots (2)$$

Momento flector máximo del peso propio del carro de traslación

$$M_3 = P_{\text{peso carro}} \cdot b = 161.75 \times 8370 = 1353847.5 \text{ kg. mm} \dots \dots \dots (3)$$

- **Cargas horizontales**

Momento flector máximo debido a carga móvil (Ref. Bibliografía N°1)

$$M_4 = \frac{M_1}{14}$$

$$\text{De (1), } M_4 = 1494643 \text{ kg. mm}$$

Momento flector máximo debido al peso propio de la viga

$$M_5 = \frac{M_2}{7}$$

$$\text{De (2), } M_5 = 919639 \text{ kg. mm}$$

Momento flector máximo debido al peso propio del mecanismo de traslación

$$M_6 = \frac{M_3}{7}$$

De (3),  $M_6 = 193407 \text{ kg.mm}$

- Esfuerzo debido a cargas verticales (Ref. Bibliografía N°1)

$$\sigma_1 = \frac{(\varphi \cdot (M_2 + M_3) + \mu \cdot M_1) \cdot y'}{I_{xx}}$$

Reemplazando:

$$\sigma_1 = \frac{(1.2 \times (6437475 + 1353847.5) + 1.9 \times 20925000) \times 339.54}{2110220514} = 7.9 \text{ kg/mm}^2 \dots (4)$$

- Esfuerzo debido a cargas horizontales

$$\sigma_2 = \frac{(M_4 + M_5 + M_6) \cdot x'}{I_y}$$

Reemplazando:

$$\sigma_2 = \frac{(1494643 + 919639 + 193407) \cdot 200}{727032780} = 0.72 \text{ kg/mm}^2 \dots (5)$$

- **Esfuerzo total**

$$\sigma_T = \sigma_1 + \sigma_2$$

Reemplazando de (4) y (5)

$$\sigma_T = 7.9 + 0.72 = 8.61$$

Considerando como esfuerzo máximo el 50% del  $\sigma_{admisible}$ , se tiene:

$$\sigma_T = 8.61 < 0.5(\sigma_{admisible}) = 12.65 \text{ kg/mm}^2 \dots (OK)$$

## b. Validación de estabilidad

- **Deflexión máxima por cargas móviles**

Se conoce la deflexión a lo largo del eje x en función al momento flector

$$f_1 = \frac{1}{E.I} \cdot \int_0^x dx \int_0^x M(x) dx + C_1 x + C_2 \dots \dots \dots (6)$$

Para este caso, la deflexión ocurrirá en el punto medio, por lo que consideramos:

(P: carga móvil total)

$$M(x) = P \cdot b \dots \dots \dots (7)$$

Desarrollando ecuación (6) considerando (7) y condiciones de frontera en la viga obtenemos:

$$f_1 = \frac{1}{E \cdot I_x} \cdot \frac{P \cdot b}{2} \cdot \left( x^2 - L \cdot x + \frac{b^2}{3} \right)$$

Reemplazando (considerando  $x=L/2$ )

$$f_1 = \frac{2661.75 \times 8370}{21000 \times 2110220514 \times 2} \cdot \left( 8500^2 - 17000 \times 8500 + \frac{8500^2}{3} \right) = -12.29 \text{ mm} \dots \dots (8)$$

- **Deflexión máxima por el peso de la viga principal (Ref. Anexo 4)**

$$f_2 = \frac{5 \cdot w \cdot L^4}{E \cdot I \cdot 384} = \frac{5 \times 0.1782 \times 17000^4}{21000 \times 2110220514 \times 384} = -4.37 \text{ mm} \dots \dots \dots (9)$$

Deflexión máxima:  $f_T = |f_1 + f_2|$

Reemplazando de (8) y (9)

$$f_T = |-12.29 - 4.37| = 16.66 \text{ mm}$$

Considerando deflexión admisible por el fabricante:  $L/813$ , se tiene:

$$\frac{L}{813} = \frac{17000}{813} = 20.91 \text{ mm} > 16.66 \text{ mm} \dots \dots \dots (OK)$$

### 3.3.3 Modernización del sistema de control

#### 1. Tablero de control

En estos componentes se realizan el reemplazo de todas las principales piezas internas tales como:

- Tarjetas electrónicas.
- Contactores de mando
- Variadores
- Cableado general

Todo esto para asegurar el funcionamiento futuro con mínima probabilidad de fallas. (Ver Fig. 3.18 y Fig. 3.19)



Fig.3.18 Variador de velocidad

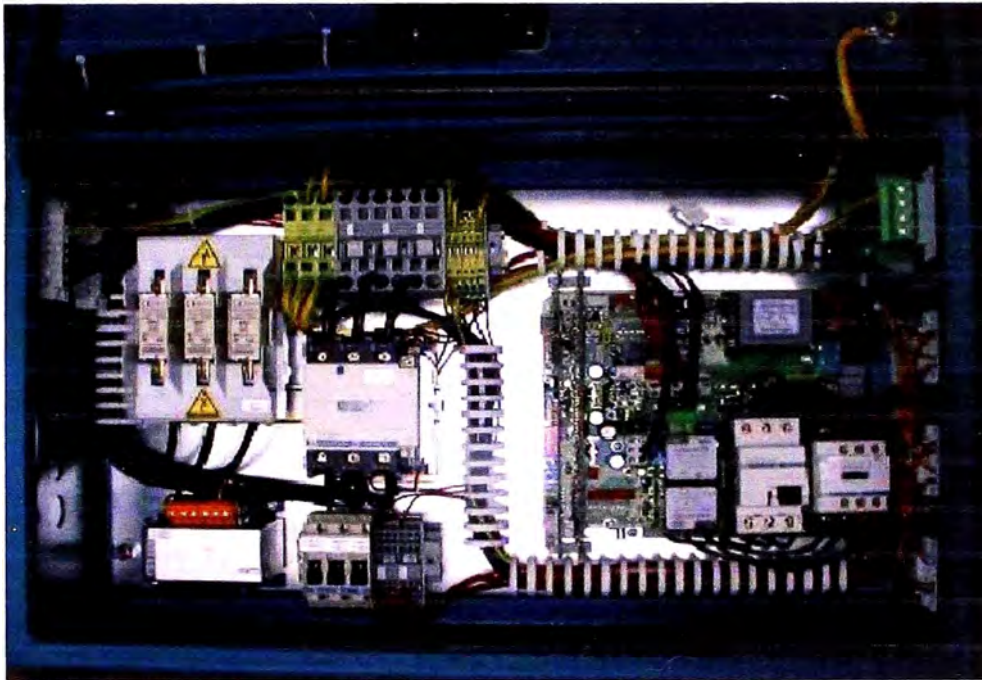


Fig.3.19 Componentes internos del tablero principal

## 2. Botonera de mando

Debido a que se requiere que se dispongan de movimientos de velocidad variable, se necesita habilitada una botonera preparada para tal fin. La botonera existente es reemplazada por una idéntica debido a fallos y deterioros en los pulsadores. Esta es del tipo DSE 8 (Ver Fig. 3.20 y Fig. 3.21) que incluye también un nuevo cable de control. La velocidad del movimiento dependerá de la presión realizada en los pulsadores.

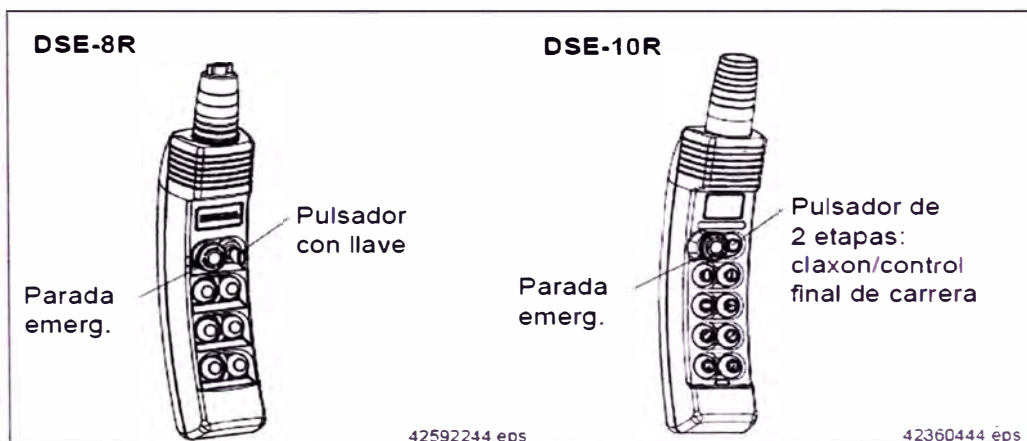


Fig. 3. 20 Botoneras



Fig. 3. 21 Botonera a reemplazar

### 3. Mando radio control

Para el manejo seguro de las cargas requeridas en este puente grúa, es necesario es empleo de un mando a control remoto tipo Joystick (Ver Fig. 3.22) como mando principal (se usará la botonera como back-up)



Fig.3.22 Mando inalámbrico Joystick a instalar

Este mando permite al usuario alejarse de la carga y aún tener total control del manipuleo de ésta, con todo el monitoreo en tiempo real de velocidad, posición, peso de la carga, entre otros. Dicho acondicionamiento consiste en la instalación de un apropiado emisor y receptor propio del modelo y marca

### 3.3.4 Modernización del sistema de alimentación

#### 1. Sistema de alimentación encapsulado

Para un nivel de exigencia de seguridad para los usuarios, se realiza el cambio de sistema de alimentación en la nave del tipo barras de cobre desnudo al tipo encapsulado. Este nuevo sistema comprende barras de cobre encapsuladas acopladas mediante uniones atornilladas en tramos de 4m con un punto de alimentación generalmente central, carros desplazables tomacorrientes y suspendidas a lo largo de la nave. (Ver Fig. 3.23 y Tabla 3.10)

**Tabla N° 3.10 Descripción DCL**

Tipo	DCL pro
Capacidad nominal	140A
Longitud	98m.
N° de barras	4 - Cobre
Cobertura	PVC con uniones atornilladas

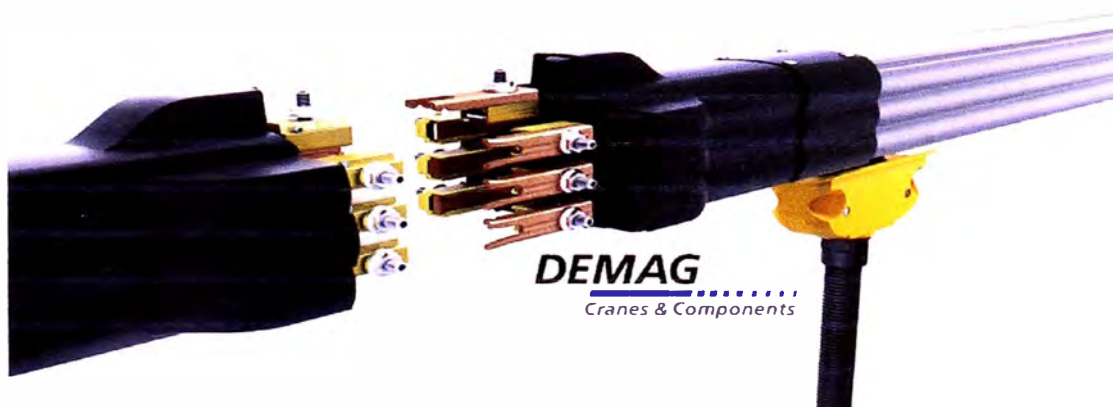


Fig 3.23 Línea de alimentación encapsulada

### 3.3.5 Estado final

Al final se logran verificar los diferentes cambios y modificaciones realizados al equipo para quedar en condiciones operativas. (Ver Tabla 3.11)

**Tabla N° 3.11 Estado final del puente grúa**

	<b>Componentes</b>	<b>Estado inicial</b>	<b>Acción tomada</b>	<b>Detalles Estado final</b>
<b>Sistema de izaje</b>	Cable de acero	Ligeramente desgastado	Reemplazo	Diam. 13mm. Resistencia mecánica: 2160 N/mm <sup>2</sup>
	Guía de cable	Ligeramente desgastado	Reemplazo	Nueva guía de cable reforzada con acero
	Gancho	Buenas condiciones	Reemplazo	Nuevo gancho y poleas
	Tambor	Buenas condiciones	Se mantiene	Limpieza realizada
	Motorreductor	Ligeramente desgastado	Mantenimiento preventivo	Nuevos rodamientos, sellos y frenos. Sobrecarga por diseño: 25%. Potencia: 10.1kW
	Limitador de carga	Ligeramente desgastado	Reemplazo	Nuevo limitador 8t, protección IP67
<b>Sistema de traslación</b>	Motorreductores	Ligeramente desgastado	Mantenimiento preventivo	Potencia: 1,7 kW, 1,5 kW Nuevos rodamientos, sellos y frenos
	Ruedas	Ligeramente desgastado	Reemplazo	Diámetro: 160mm Material: fundición modular Doble pestaña.
	Limitadores de velocidad	inoperativos	Reemplazo	Nuevos limitadores en la traslación longitudinal y transversal
	Vigas estructurales	Buenas condiciones	Se mantiene	Validación realizada por terceros
<b>Sistema de control</b>	Tablero de control	Ligeramente desgastado	Mantenimiento preventivo	Nuevos contactores, tarjetas electrónicas, variadores y cableado
	Botonera de mando	Ligeramente desgastado	Reemplazo	Nueva Botonera y cable de mando como respaldo
	Mando Radio Control	No existente	Se adiciona	Tipo Joystick usado como mando principal
<b>Sistema de alimentación</b>	Sistema de <u>alimentación</u> carro	Buenas condiciones	Se mantiene	
	Sistema de alimentación nave	Ligeramente desgastado	Reemplazo	Nuevo sistema de alimentación por barras encapsuladas 140 A, diseñado para el trabajo con una grúa adicional.





## **CAPITULO IV**

### **ESTRUCTURA DE COSTOS**

#### **4.1 GENERALIDADES**

Los costos descritos para la realización de este proyecto son expresados en dólares, no incluyen impuestos y consideran también los gastos de mano de obra del personal en la empresa.

#### **4.2 COSTO POR SUMINISTRO DE COMPONENTES**

En este proyecto, gran parte del costo total proviene del suministro de repuestos y nuevos componentes para el puente grúa requerido, ya que todos estos son adquiridos originales del propio fabricante y en algunos casos importados especialmente, para que al final se pueda asegurar una mayor confiabilidad del equipo.

#### **4.3 COSTO POR SERVICIOS**

Conjuntamente con el suministro de componentes se llevan a cabo servicios en la modernización requerida. Éstos en su mayoría son los que realiza la propia empresa en el caso de la instalación de la mayor parte de los repuestos ya que no se requiere de conocimientos especializados, por ejemplo: instalación de piezas

para motorreductores, limitadores de carrera, cambio de gancho, cable de acero, etc.

Por otro lado existen servicios que por su complejidad, tienen que ser realizados por personal especializado (terceras empresas). Estos vienen a ser:

- El desmontaje y montaje final del equipo
- Validación de los componentes estructurales
- Instalación de componentes eléctricos y electrónicos especiales (control remoto, tablero general, línea encapsulada DCL)
- Puesta en marcha y ajustes.

#### **4.4 COSTO TOTAL DEL PROYECTO**

El costo final a través de las diversas etapas en la realización de esta modernización se expresa en la siguiente tabla (Ver Tabla 4.1):

**Tabla 4.1. Resumen de costos de modernización del puente grúa**

Trabajo	Días	N° Personal	M. obra	Costo servicios terceros/otros	Repuestos	Cant	Precio/Set	Monto	Total
<b>Desmontaje</b>									
Desmontaje del puente grúa	3	5	\$375	\$300					\$675
<b>Mejora Sistema izaje</b>									
Cambio de cable y guía de cable	1	2	\$50		Cable de acero, guía de cable reforzado	1	\$3,300	\$3,300	\$3,350
Cambio de gancho	0.5	1	\$13		Poleas, gancho	1	\$9,800	\$9,800	\$9,813
Mantenimiento en el motorreductor	1	1	\$25		Rodamientos, sellos, freno, aceite	1	\$380	\$380	\$405
Instalación del limitador de carga	0.5	1	\$13		Limitador de carga	1	\$790	\$790	\$803
<b>Mejora Sistema de traslación</b>									
Mantenimiento de motorreductores	2	2	\$100		Rodamientos, sellos, freno, aceite	4	\$340	\$1,360	\$1,460
Cambio de ruedas	1	2	\$50		Ruedas	8	\$490	\$3,920	\$3,970
Instalación de limitadores de carrera	0.5	1	\$13		Limitadores de carrera	2	\$1,160	\$2,320	\$2,333
Validación de vigas estructurales			\$0	\$600				\$0	\$600
<b>Mejora sistema de Control</b>									
Cambio de Botonera colgante	0.5	2	\$25		Botonera Colgante, cable de control	1	\$620	\$620	\$645
Instalación de control remoto	0.5	1	\$13	\$200	Control remoto Joystick	1	\$4,980	\$4,980	\$5,193
Mantenimiento en el Tableros de control y configuración general	2	2	\$100	\$500	Tarjetas, contactores, cableado, variadores	1	\$9,100	\$9,100	\$9,700
<b>Mejora sistema de alimentación</b>									
Instalación de Línea encapsulada DCL	5	6	\$750	\$400	Línea de alimentación encapsulada	1	\$9,800	\$9,800	\$10,950
<b>Montaje Final</b>									
Montaje e Instalación	2	4	\$200	\$320					\$520
Puesta en marcha y ajustes	1	3	\$75	\$150					\$225
<b>TOTAL (US \$)</b>									\$50,640

Según lo mostrado el costo total para la modernización del puente grúa asciende a US \$ 50.640,00.

Si se compara este costo con el de un set de componentes de grúa nuevo (Valor total aproximado US \$ 109.000,00 + IGV, ver anexo 2.), se tendría un ahorro poco mayor al 50% en costo en caso que se hubiera solicitado un sistema nuevo.

## CONCLUSIONES

1. Se demuestra que es factible la modernización del puente grúa de 8t x 17m, de tal forma que se consigue cumplir con los nuevos requerimientos de trabajo y seguridad.
2. El costo total para la modernización del puente grúa asciende a US \$ 50.640,00. Comparado este costo con el de un set de componentes de grúa nuevo (Valor total aproximado US \$ 109.000,00 + IGV, ver anexo 2.), se tendría un ahorro poco mayor al 50% en costo en caso que se hubiera solicitado un sistema nuevo.
3. Se consigue incrementar las capacidades técnicas de operación del puente grúa al dotársele de velocidad variable óptima en los desplazamientos, accionamiento de mando mediante un control remoto y botonera desplazable, detección óptima de sobrecargas, limitadores de carrera y el empleo de líneas de alimentación tipo encapsuladas.
4. Se consigue un mejor tiempo de entrega por la modernización: 12 semanas, mientras que se requieren 16 semanas aproximadamente para el solo suministro de un set de componentes para un puente grúa nuevo.

## RECOMENDACIONES

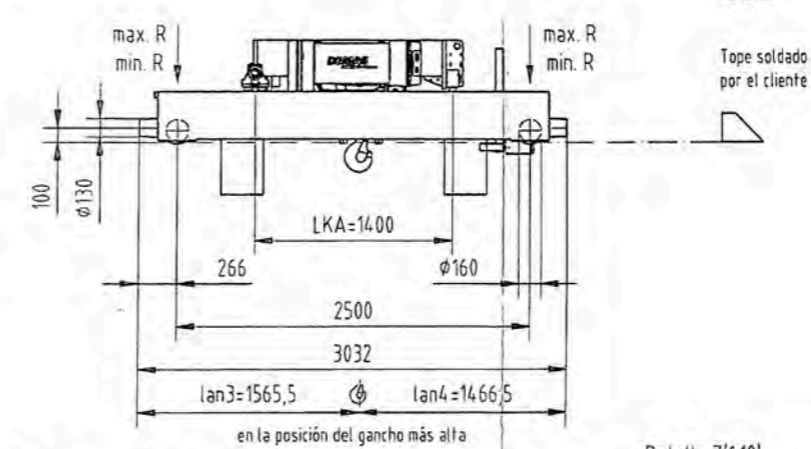
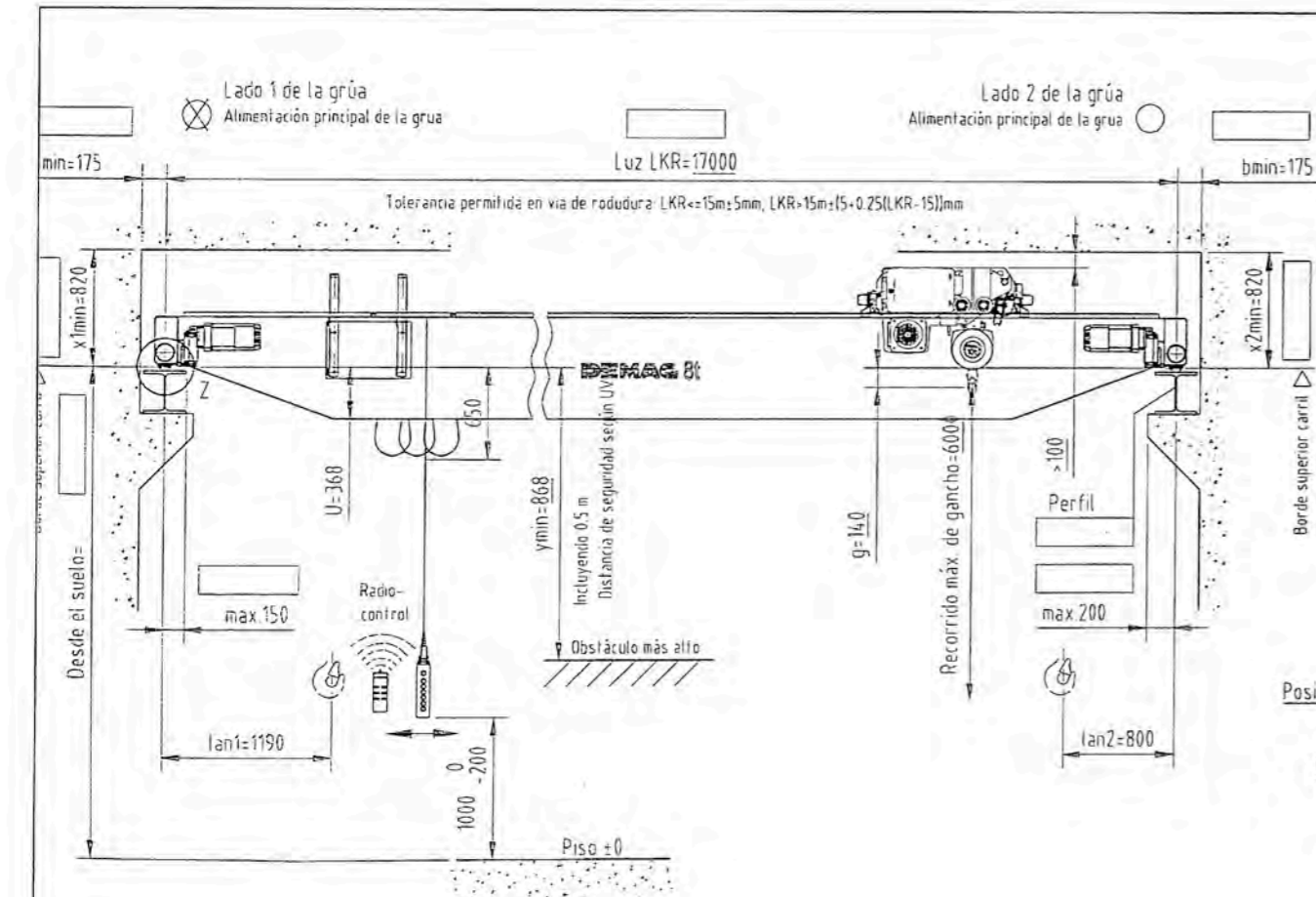
1. Realizar estudios de factibilidad para aplicar este tipo de trabajos, sobre todo en equipos de capacidades mayores y de más antigüedad. No siempre será conveniente aplicar modificaciones o modernizaciones en lugar de sistemas nuevos.
2. Capacitar al personal de trabajo de la empresa usuaria para el mantenimiento básico del equipo. De esa forma no se requerirá el trabajo de terceras empresa para determinados trabajos ahorrando costos y tiempos.
3. Respetar las indicaciones e instrucciones del propio fabricante respecto a las correctas prácticas de mantenimiento y utilización del puente grúa para prolongar su vida útil.
4. Designar un área o responsable(s) para el mantenimiento del puente grúa, la que deberá hacer continuo seguimiento al desempeño del equipo y contará con los debidos repuestos recomendados.

## BIBLIOGRAFIA

1. El Proyectista de Estructuras metálicas 18ª edición Vol. I, Robert Nonnast. Editorial Paraninfo.
2. Mecánica de Materiales 5ª Edición Mc Graw Hill  
Beer/ Jhonson/ DeWolf/ Mazurek
3. DEMAG tipo ZKKE (2010) *Manual Grúa puente de dos vigas estándar* Demag Cranes & Components Gmbh 2010
4. DEMAG DR-Pro Carro birraíl EZDR 5 - EZDR 10. Instrucciones de servicio - Polipasto de cable Demag Cranes & Components Gmbh 20
5. E. LARRODÉ, A. MIRAVETE (2006) "Grúas" Centro de publicaciones, Centro Politécnico Superior Universidad de Zaragoza.
6. J.D. WILSON, A. J. BUFFA (2003) *Física*, Pearson.
7. SALAZAR TRUJILLO, JORGE (2007) *Resistencia de Materiales. Básica*- Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.
8. DIRECTIVA 2006/42/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO DE LA UNION EUROPEA (2006) Normativa europea para equipos

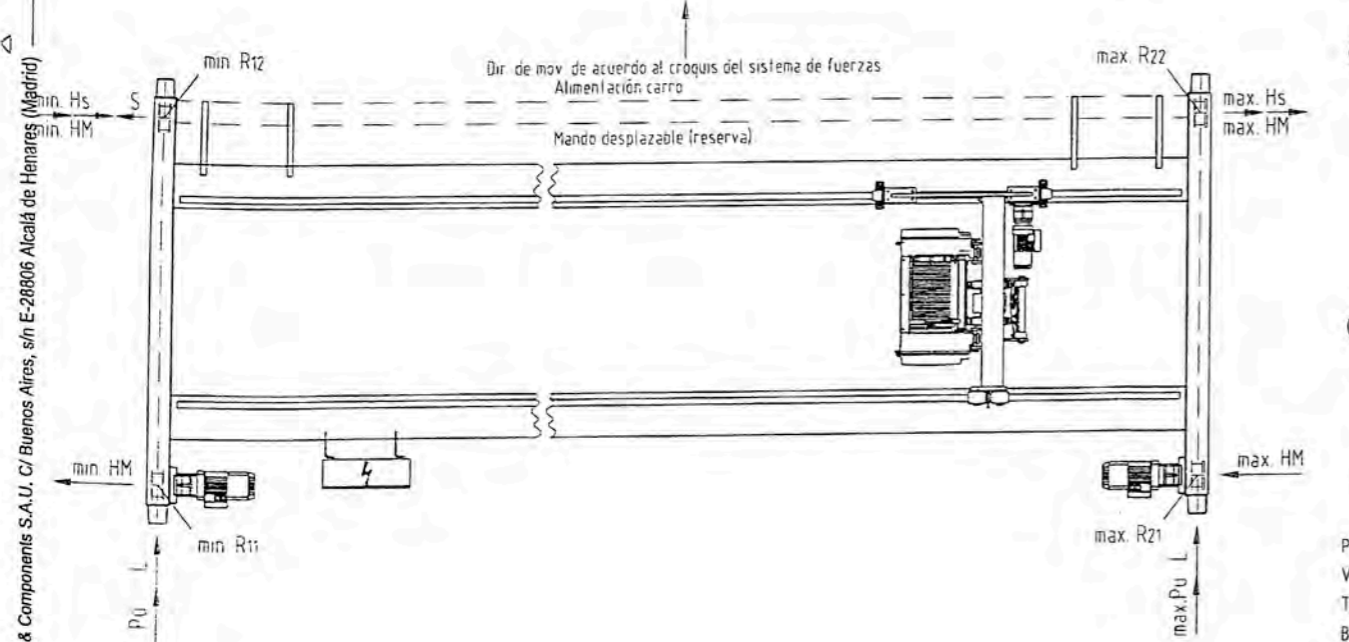
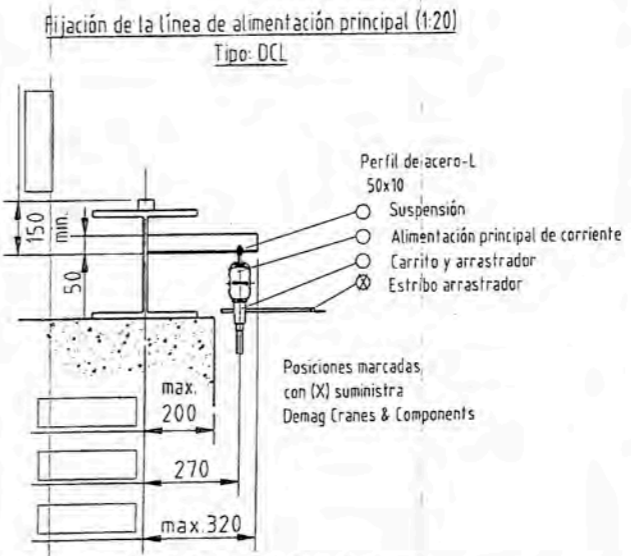
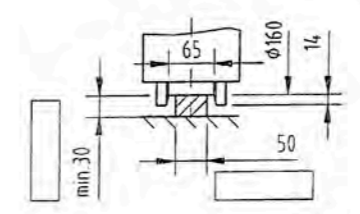
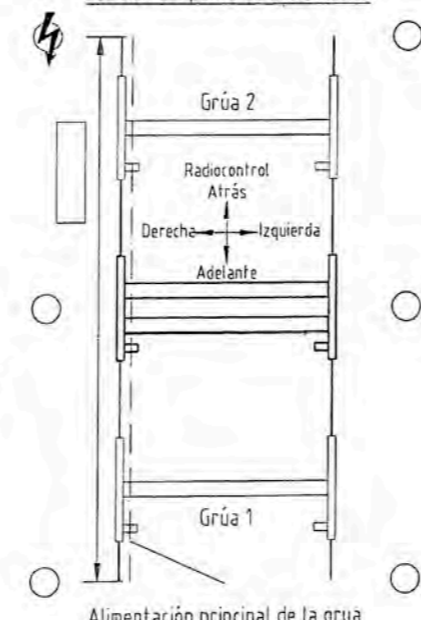


## ANEXOS



Posición y longitud de la línea de alimentación principal  
Posición del punto de alimentación

Detalle Z(1:10)  
Material del camino de rodadura min. S355 J2 G3 (St 52-3)



Otras grúas existentes (valores máx.)

	Grúa 1	Grúa 2
Peso		
Velocidad		
Topes Ø		
Borde superior de la vía al centro del tope		

Primera suspensión 500 mm del tope de fin de vía.  
Por parte del cliente no se debe modificar la posición de la alimentación de la grúa ya autorizada

**Indicaciones**

- Por favor, rellene las casillas siguientes marcadas en el plano con los datos del lugar de empleo.
- Anotar aquí las dimensiones en mm.
- Marcar aquí la posición de la alimentación principal y la del carro.

Tolerancias del camino de rodadura: Se basan en la Directiva VDI 3576 (Oct. 86) punto 5 "Tolerancias de montaje para camino(s) de rodadura". Presuponemos que las dimensiones del camino de rodadura se hallan dentro de la clase de tolerancia 2. Según UVV BGV D 6, para el mantenimiento de la instalación, el cliente deberá disponer de una plataforma de mantenimiento estacionaria o desplazable por el suelo.

Dibujos creados en formato DWG

**Datos para dimensionar el camino de rodadura**  
(DIN 4132 - el camino de rodadura debe ser verificado por el cliente):

**Cargas por rueda**

max. R21	5900 kg	min. R11	1511 kg
max. R22	4915 kg	min. R12	1420 kg

**Fuerzas de tracción oblicua (factor 1.1 incluido)**

S	18,84 kN
max. Hs	14,87 kN
min. Hs	3,97 kN

**Fuerzas motriz y de frenado**

L	1,72 kN
---	---------

**Fuerzas de inercia traslación grúa**

min. HM	1,45 kN
max. HM	5,35 kN

**Fuerzas finales efectivas en el tope**

max. Pu	49,78 kN
---------	----------

Conforme con la ejecución y las dimensiones.  
Las modificaciones que requieran precios adicionales al efectuar el montaje, se facturarán según horas de trabajo y gastos.

**Datos generales**

Plano nº: 00  
Índice de modifica.: 1:50  
Escala: A3  
Formato: 10.05.2013  
Fecha: Ingaroca, Christian  
Nombre: Departamento  
Fecha de modifica.:  
Nombre: Observaciones

Sello, fecha y firma del cliente

Nota de aprobación

Cliente

Dirección de suministro  
Ver dirección del cliente

Su instalación

Puente grúa de dos vigas  
ZKKE  
8t \* 17000 mm

Oferta nº  
Pedido nº  
Plano eléctrico nº

**Pesos:**

Grúa	5746 kg
Carro	647 kg
Viga puente	4329 kg
Mec. de traslación grúa	490 kg
Parte eléctrica/acoplados	280 kg

**Clasificación de la grúa** DIN 15018 H2 B3  
**Tipo de carro** EZ DR-Pro 10-8  
4/1 - 6,0 Z 5/0,8

**Grupo de mecanismo** FEM = 3m  
**Elevación** 6 / 0,96 m/min  
**Traslación carro** 5 - 30 m/min  
**Traslación grúa** 12 / 48 m/min  
**Mando de la grúa** KBK, Radio RCJ  
**Tensión de servicio** 440 V  
**Tensión de mando** 48 V  
**Frecuencia** 60 Hz

**LTC** DCL  
**Pint. estructura metálica** RAL 1004  
**Pint. especial de estructura metálica**  
**Pint. de piezas estándar** RAL 5009  
**Grúa dimensionada para** Servicio en interior  
Tu = -10...+ 45 °C

## Anexo 2. Oferta económica Set de puente grúa nuevo



Lima, 20 de octubre del 2011

Señores  
**FABRICA PERUANA ETERNIT S.A.**  
 Av. República de Ecuador 448  
 Cercado de Lima

Tel/s: 619-6407

Att: Ing. Javier La Plata  
 Superintendente de Ingeniería  
 y Mantenimiento

Sr. Hans De La Cruz  
 (alogistica@eternit.com.pe)  
 Departamento de Logística

Ref.: Su solicitud de cotización: Grúa Punte Plancha 2  
 Nuestro Proyecto N° PG/40087 Rev.7

Estimado Ing. La Plata.:

Por medio de la presente nos es grato saludarlos y someter a su consideración nuestra oferta por lo siguiente:

Juego completo de componentes DEMAG para puente grúa birriel con las siguientes características generales:

**ITEM 1: SET DE COMPONENTES PARA GRÚA PUNTE BIRRIEL DE 8 TON X 15 MTS. DE LUZ**

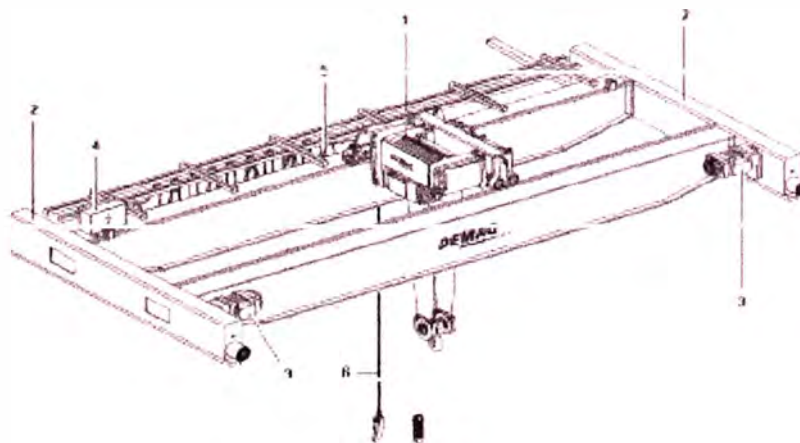
Capacidad de carga:	6.000 [kg]
Luz:	15 [m]
Recorrido de gancho:	6,7 [m] (máximo)
Longitud de nave:	97,5 [m] aprox.
<b>Clasificación FEM / ISO:</b>	<b>4m / M7</b>
Elevación [velocidad / potencia]:	0,4-6,0 [m/min] @ 10,10 [kW] (velocidad variable) @ 60 [%F.M.]
Traslación transversal [velocidad / potencia]:	6,0-30,0 [m/min] @ 1,7 [kW] (velocidad variable) @ 60 [%F.M.]
Traslación longitudinal [velocidad / potencia]:	5,0-60,0 [m/min] @ 2x1,5 [kW] (velocidad variable) @ 60 [%F.M.]
Mando:	Por radio control modelo DRC-J con Joystick. Mando auxiliar por botonera colgante y desplazable a lo largo del puente.
Cableado puente:	Tipo cortina (KBK25)
Cableado carrilera (adicional, no incluido):	Encapsulado (DCL)
Equipamiento eléctrico:	Control, monitoreo y diagnóstico electrónico via

	CAN-Bus, seguro contra sobrecargas, termo contactos y generador de impulsos para supervisar funcionamiento del motor de elevación y su freno, limitador de carrera para los movimientos de izaje y descenso de la carga, protección contra fallas de fase, protección IP55.
Tensión de servicio / frecuencia:	3 x 440 [VAC], 60 [Hz]
Máx. rango temperatura ambiental operación:	-10 [°C] a +40 [°C]

**VALOR VENTA – ITEM 1 (US \$): 100.389.00 + I.G.V.**

**SUMINISTRO INCLUIDO:**

1. Un (1) polipasto eléctrico a cable con carro birriel, modelo **EZDR-PRO 10-10-6/1-6,7-Z-0,35** – 6 trpcna de 1410 [mm].
2. Dos (2) vigas testeras modelo **DFW-L-Z 250/2500**, incluyen cuatro bloques de ruedas con garganta de 65mm, amortiguadores de goma y elementos de sujeción para el ensamble con la viga principal.
3. Dos (2) motorreductores de traslación longitudinal de velocidad variable, modelo **ADE40DD ZBA 90B4** con frenos integrados y brazos de torque para su montaje a las vigas testeras.
4. Un (1) tablero eléctrico principal cableado y listo para operar. Incluye interruptores, fusibles, y elementos de protección. Conexión mediante enchufes, protección IP55.
5. Una (1) línea de alimentación eléctrica a lo largo del puente, modelo **KBK25**, incluye perfiles en acero galvanizado, empalmes, soportes, carros porta cables, cables planos extra flexibles y todos los accesorios para su correcto montaje y funcionamiento.
6. Un (1) mando por radio control modelo **DRC-J** con Joystick. Mando auxiliar por botonera colgante y desplazable, que incluye perfiles en acero galvanizado, empalmes, soportes, carros porta cables, cable planos extra flexible, cable de mando con retenida y todos los accesorios para su correcto montaje y funcionamiento.



**ADICIONALES / OPCIONALES – ITEM 1**

ITEM	DESCRIPCIÓN	V.V. US \$
------	-------------	------------



a)	Una (1) línea de alimentación eléctrica modelo DCL4-140 PVC para una longitud de 97.5 mt	9.055.00 + I.G.V.
----	--	-------------------

**CONDICIONES COMERCIALES:**

- Precios: Los valores están en US \$ Dólares Americanos y no incluyen el IGV.
- Forma de pago: Mediante leasing bancario ó 20% de adelanto con la O/C y saldo con factura a 30 días.
- Plazo de entrega: 14 a 16 semanas, ex almacén Fesanco Perú SAC sobre la plataforma de su camión, después de presentada la orden de compra y haber sido aclarados todos los detalles técnicos y comerciales concernientes a la misma, salvo imprevistos de fuerza mayor. **Sujeto a confirmación final de plazos de fábrica.**
- Supervisión: FESANCO PERÚ S.A.C. pone a disposición del cliente un técnico por un periodo no mayor de 2 días útiles, en horario normal de trabajo, para el proceso de pruebas y puesta en marcha, una vez que todas las conexiones electromecánicas hayan sido efectuadas y/o verificadas por el cliente. El tiempo corre desde la salida del técnico de nuestro local, hasta su regreso al mismo. En caso de servicios fuera de la provincia de Lima, el cliente cargará con los gastos de traslado, alojamiento y alimentación, así como con el costo de mano de obra durante el tiempo de viaje y espera.
- Entrenamiento: El suministro incluye también el entrenamiento del personal seleccionado por el cliente.
- Inspección: FESANCO PERU S.A.C. pone a disposición del cliente el servicio de inspección de los sets de componentes adquiridos, luego de 06 meses de haber puesto en operación los componentes. El servicio no contará con costo adicional para Lima Metropolitana, caso contrario se cargarán los gastos extra generados.
- Garantía: Los bienes están garantizados según los términos y condiciones generales de garantía del proveedor. Fesanco Perú S.A.C. asume la responsabilidad de administrar dicha garantía por un año según el alcance y limitaciones dadas por el proveedor.
- Validez de oferta: 30 días.

Sírvase dirigir su respuesta a:

Sr. Mario Salinas P. ([msalinas@fesancoperu.com](mailto:msalinas@fesancoperu.com) / 09531-9439)

Sr. Cesar Paiva ([cpaiva@fesancoperu.com](mailto:cpaiva@fesancoperu.com))

Ing. Roberto Bendazú ([proyectos@fesancoperu.com](mailto:proyectos@fesancoperu.com)).

Agradecemos su interés y esperamos la oportunidad de poder servir a su empresa atendiendo su pedido.

Muy atentamente,  
FESANCO PERÚ S.A.C.

P

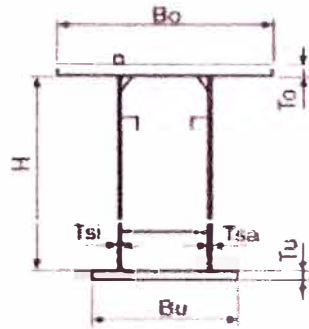
  
Jefe de Línea Demag

## Anexo 3. Sección de la viga principal recomendada para fabricación 8t x 17m luz

## Información detallada



<b>Sección de la viga principal:</b>	300x10/700x6-6/300x8/45x30
Bo	300 mm
To	10 mm
H	700 mm
Tsi	6 mm
Tsa	6 mm
Bu	300 mm
Tu	8 mm
BKS	45 mm
HKS	30 mm
LKR	17000 mm
Superficie	2 x 38,28 m <sup>2</sup>
Peso de la viga	2 x 2164,69 kg
Luz / flecha sobre la carga nominal	813
Luz / flecha bajo carga móvil	769
<u>Más información sobre la viga</u>	



<b>Beulsteifen:</b>	
1. (Tsi)	40X20X4
1. (Tsa)	40X20X4

<b>Material viga</b>	
Ala superior	S235JRG2
Alma (Tsi)	S235JRG2
Alma (Tsa)	S235JRG2
Ala inferior	S235JRG2
Carril carro	S355J2G3

## Anexo 4. Momentos y deflexiones máximas en vigas

## VIGAS DE EJE RECTO ISOSTÁTICAS

TABLAS DE  $M_0$  - R - f

TIPO DE VIGA Y CARGA ACTUANTE	REACCIONES DE VÍNCULO	$M_0$ max en $x_0$	FLECHA MÁX. en $x_1$
	$R_A = R_B = \frac{qL}{2}$	$\frac{qL^2}{8}$ $x_0 = \frac{L}{2}$	$f_{max} = \frac{5}{384} \frac{qL^4}{EI}$ $x_1 = \frac{L}{2}$
	$R_A = R_B = \frac{P}{2}$	$\frac{PL}{4}$ $x_0 = \frac{L}{2}$	$f_{max} = \frac{1}{48} \frac{PL^3}{EI}$ $x_1 = \frac{L}{2}$
	$R_A = R_B = P$	$P \cdot a$ $x_0 = \text{de } a \text{ hasta } L - 2a$	$f_{max} = \frac{Pa(3L^2 - 4a^2)}{24EI}$ $x_1 = \frac{L}{2}$
	$R_A = \frac{1}{6} qL$ $R_B = \frac{1}{3} qL$	$q \frac{qL^2}{2}$ $x_0 = 0.577 L$	$f_{max} = \frac{0,00652 qL^4}{EI}$ $x_1 = 0.519 L$
	$R_A = \frac{Pb}{L}$ $R_B = \frac{Pa}{L}$	$P \frac{ab}{L}$ $x_0 = a$	
	$R_A = P$	$P \cdot L$ $x_0 = 0$	$f_{max} = \frac{1}{3} \frac{PL^3}{EI}$ $x_1 = L$
	$R_A = qL$	$\frac{qL^2}{2}$ $x_0 = 0$	$f_{max} = \frac{1}{8} \frac{qL^4}{EI}$ $x_1 = L$
	$R_A = \frac{qL}{2}$	$\frac{qL^2}{6}$ $x_0 = 0$	$f_{max} = \frac{1}{30} \frac{qL^4}{EI}$ $x_1 = L$
	$R_A = R_B = \frac{qL}{4}$	$\frac{qL^2}{12}$ $x_0 = \frac{L}{2}$	$f_{max} = \frac{1}{60} \frac{PL^3}{EI}$ $x_1 = \frac{L}{2}$
	$R_A = R_B = q \frac{(L-a)}{2}$	$\frac{qL^2}{24} (3 - 4\alpha^2)$ $x_0 = \frac{L}{2}$ $\alpha = \frac{a}{L}$	





**Tabla 2**  
**Plan de controles y mantenimiento**

Controles antes de la primera puesta en marcha, al comenzar la jornada y durante el servicio	véase apartado	antes de la 1.ª puesta en marcha	al comenzar la jornada	cada 6 meses	una vez al año
Controlar la fijación del cable metálico y su guía.		X			X
Controlar la tensión del muelle de los rodillos soporte y la tapa de plástico de sus rodamientos.		X			X
Inspeccionar los aparatos eléctricos y la instalación.	5.1	X		X	
Controlar la función del final de carrera.	6.1	X	X		X
Controlar los elementos de protección contra tracción, el cable y las piezas de la bobinera de mando respecto a deterioros.		X	X		X
Controlar el funcionamiento de los frenos.		X	X		X
Controlar la función del seguro contra sobrecarga.		X			X
Controlar la lubricación del cable metálico. <i>Contra viento, las partes móviles y otros puntos de fricción.</i>		X			X
Controlar el gancho y su seguro.		X	X		X
<b>Controles durante el servicio</b>					
Controlar la lubricación de los puntos de apoyo de la polea superior, travesaño, poleas de compensación y perno del cuadrante; reengrasar si es necesario.					X
Controlar la fijación del guarnecimiento, el juego en perno con cabeza perno en el orificio de la chapa soporte, controlar el correcto asiento de los pasadores elásticos.	5.10				X
Controlar el recorrido de freno, ajustar si es necesario.					X
Controlar las uniones (ribetes, cordones de soldadura, etc.).					X
Inspeccionar la fijación del cable metálico y el juego entre la guía del cable y el tambor.					X
Inspeccionar el cable metálico respecto a deterioros y rotura de alambres.			✓		X
Lubricar el cable metálico.					X
Controlar el gancho de carga respecto a grietas, deformaciones y desgaste.					X
Controlar el seguro del gancho respecto a deformaciones.					X
Controlar el motor inferior.					X
Controlar las piezas de fijación (tornillos, tuercas, etc.) buscando si existen corrosión y oxidación.					✓
Controlar y dado el caso mejorar (no ampliar) la protección contra la corrosión.					X
Cambiar el aceite, reductor de elevación/reductor tras el carro.				cada 8-10 años	
Controlar las juntas de los lugares para las conexiones eléctricas.					X
Controlar el estado de todos los topes.					X
Controlar la adherencia de carbón a traviesa principal y del carro; en el entorno controlar el desgaste y la presión de contacto de los frotadores y de los rodillos.					✓
<b>Revisión general</b>					
Es conveniente realizar la revisión general al mismo tiempo que un control anual					Al alcanzar la vida útil teórica
Montar el juego RG de Demag específico para el polipasto de cable.					X
Las piezas pequeñas que se deben sustituir en los trabajos de montaje y mantenimiento (tornillos, arandelas, etc.) no se reutilizan. Los trabajos relacionados en el Plan de mantenimiento se tienen que realizar también en la revisión general (RG).					

Los intervalos de mantenimiento indicados son válidos para el empleo del polipasto de cable bajo condiciones de servicio normales.

Si al determinar anualmente la utilización real *S* se comprueba que la vida útil teórica *D* va a ser inferior a los 8 a 10 años, el mantenimiento se deberá adaptar a las condiciones de servicio existentes, reduciendo del modo adecuado los intervalos indicados.

En reparaciones se utilizarán únicamente piezas originales Demag (véase lista de repuestos).



Anexo 6. Criterios de selección – Clasificación FEM

Datos técnicos – Criterios de elección

El grupo de accionamiento se determina a partir de las horas de servicio y del tipo de carga.

El tamaño viene determinado por los siguientes factores:

- el grupo de sollicitación
- el tiempo medio de uso
- la capacidad de carga y
- el tipo de aparejado

1. ¿Cuáles son las condiciones de servicio?
2. ¿Cuál debe ser la capacidad de carga máxima?
3. ¿A qué altura debe elevarse la carga?
4. ¿A qué velocidad debe elevarse la carga?
5. ¿Las cargas requieren una elevación y un descenso cuidadoso y preciso?
6. ¿Debe trasladarse la carga también en sentido horizontal?
7. ¿Con qué clase de mando desea manejar el polipasto?

Tipo de carga		Horas de servicio medias por día (h)			
1	bajo	2-4	4-8	8-16	16 o más
2	medio	1-2	2-4	4-8	8-16
3	elevado	0.5-1	1-2	2-4	4-8
4	muy elevado	0.25-0.5	0.5-1	1-2	2-4
Grupo de accionamiento		1 Am	2 m	3 m	4 m
Tipo de aparejado					Tamaño
1/1	2/1	4/1	6/1	8/1	
2/2	4/2	8/2			
Capacidad de carga (t)					Tamaño
0.5	1	2	-	-	
0.63	1.25	2.5	-	-	
0.8	1.6	3.2	-	-	
1	2	4	-	-	
1.25	2.5	5	-	-	
1.6	3.2	6.3	-	-	
2	4	8	12.5	-	
2.5	5	10	16	-	
3.2	6.3	12.5	20	25	
4	8	16	25	32	
5	10	20	32	40	
6.3	12.5	25	40	50	

Ejemplo

- Capacidad de carga 5 t
- Tipo de carga „media“ según tabla
- Velocidad de elevación 6 m/min
- Velocidad de elevación de precisión 1 m/min
- Aparejado 4/1
- Recorrido medio del gancho 3 m
- Ciclos/hora 20
- Tiempo de uso/día 9 h

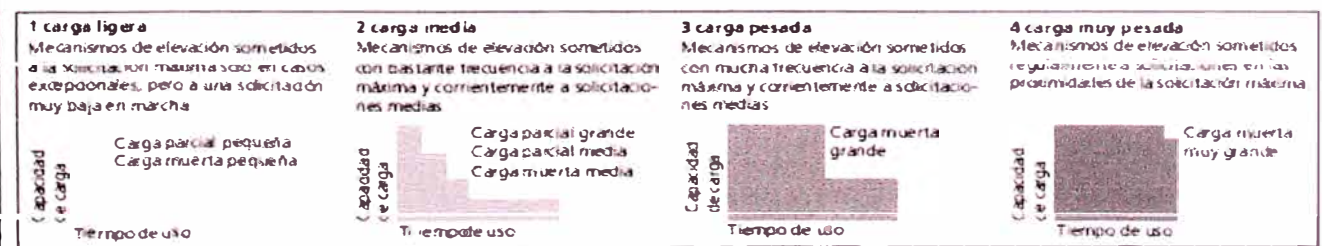
Respecto al promedio diario de uso se elige un valor aproximado o bien se calcula como sigue:

$$\text{Horas serv./día} = \frac{2 \cdot \text{rec. medio gancho} \cdot \text{ciclos/h} \cdot \text{tiempo trabajo/día}}{60 \cdot \text{Velocidad de elevación}}$$

$$\text{Horas serv./día} = \frac{2 \cdot 3 \cdot 20 \cdot 8}{60 \cdot 6} = 2.66 \text{ hours}$$

Para el tipo de carga medio y una media de servicio de 2,66 h al día, la tabla indica el grupo 2 m. Para la capacidad de carga de 5 t y con un aparejado 4/1, en la tabla se indica el tamaño DR 5 - 5.

El tipo de sollicitación (estimado en la mayor parte de los casos) se puede determinar atendiendo al siguiente esquema:



## Anexo 7. Componentes Línea de alimentación DCL PRO

## Ejecuciones DCL-Pro

## DCL-Pro con alimentación intermedia

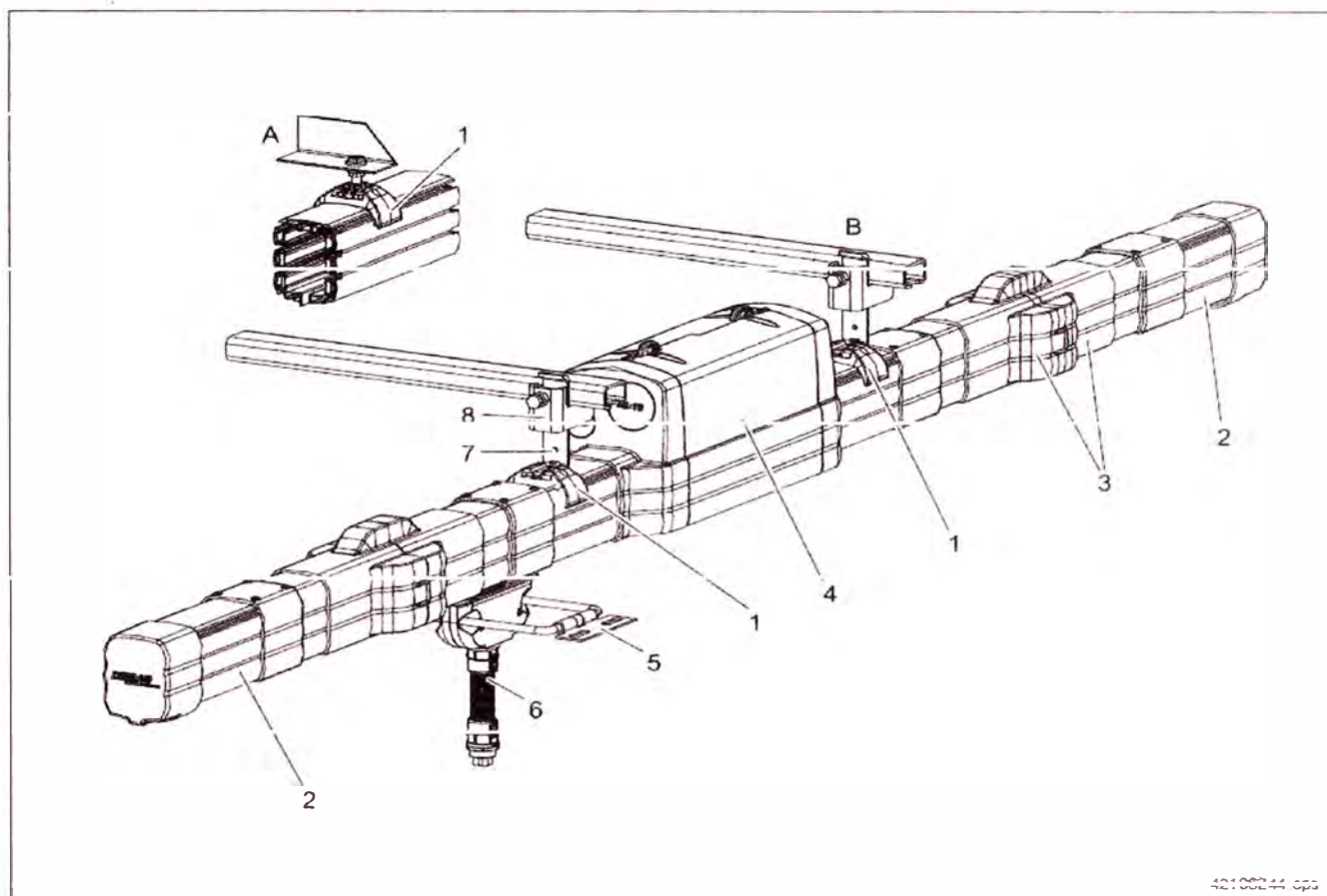


Fig. 4

- |   |  |   |                         |
|---|--|---|-------------------------|
| A | Suspensión mediante espárragos                                       | 4 | Alimentación intermedia |
| B | Suspensión en perfil C <sup>1)</sup><br>(LAXANXAL) 40x25x3 ó 40x40x3 | 5 | Arrastrador             |
| 1 | Suspensión deslizante  | 6 | Camito tomacorriente    |
| 2 | Tramo recto con caperuza de extremo                                  | 7 | Angular de fijación     |
| 3 | Caperuzas de junta   | 8 | Brida de retención      |

## Anexo 8. Datos técnicos Línea de alimentación DCL PRO

### Carrito tomacorriente

En esta ejecución el conductor verde-amarillo se sustituye por un cable de color negro. El marcado del conductor de protección (PE) se suprime. Los contactos deslizantes se equipan según el número de conductores / polos.

### Secciones y material de las barras conductoras

La línea DCL-Pro es un sistema de barras conductoras con carcasa de PVC. La carcasa uniforme se puede equipar según los deseos del cliente con 4, 5, 6 ó 7 conductores/polos. El material estándar que se utiliza en los conductores es cobre.

Para la sección de 10 mm<sup>2</sup> se tiene disponible como alternativa para el material del conductor una barra de cobre plateada de acero fino. La particularidad frente a la superficie de cobre es una insensible superficie de contacto de acero fino. La barra de cobre plateada de acero fino es ideal para utilización en las proximidades del mar, a la intemperie, en zonas de productos químicos o en instalaciones con un reducido tiempo de utilización.

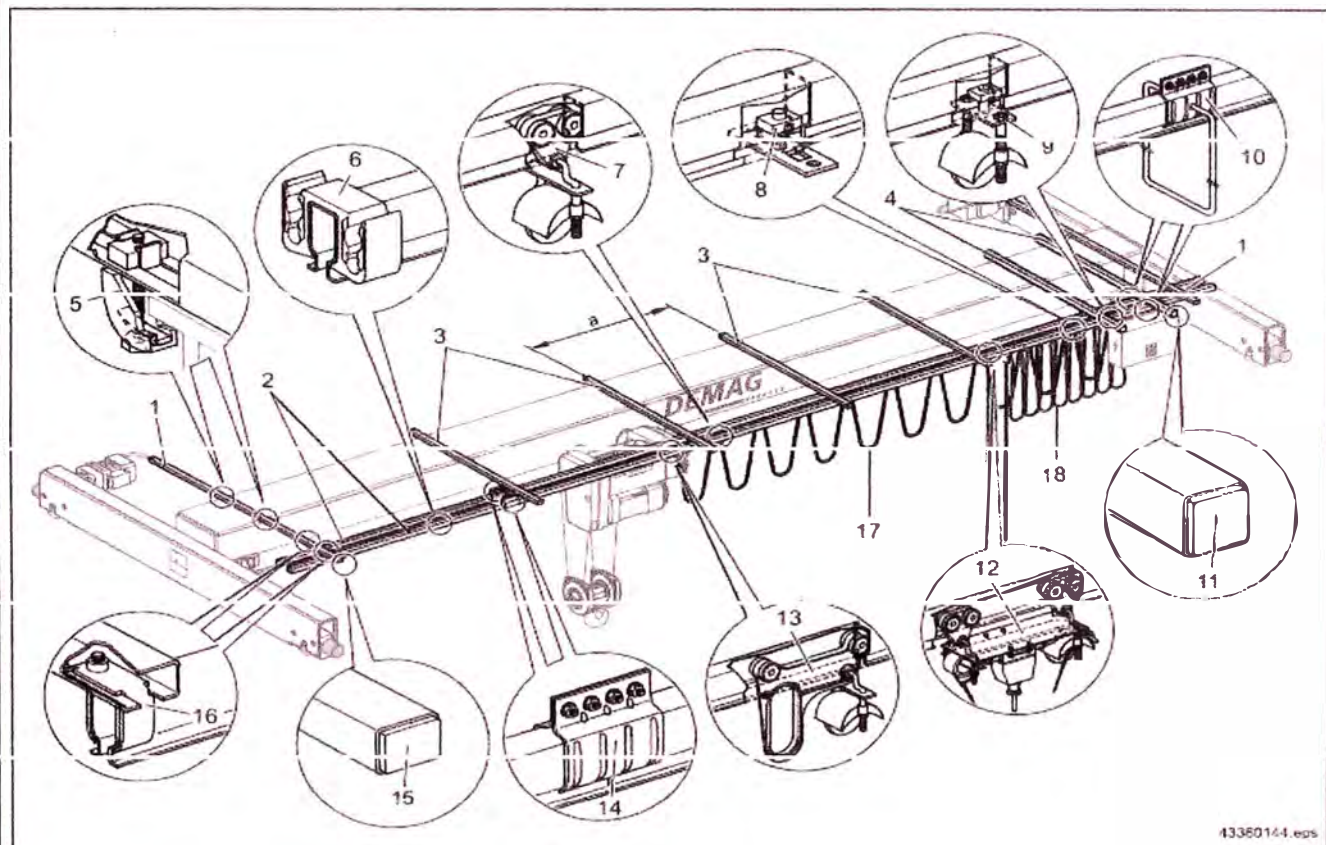
No es posible una oxidación de la superficie de contacto. Las secciones disponibles de las barras conductoras y los materiales se indican en la tabla siguiente.

Línea de contacto							
Material de la carcasa		PVC					
Longitud estándar	mm	4000					
Número de conductores/de polos		4/7					
Máx. distancia entre suspensiones <sup>5)</sup>	mm	1000 <sup>5)</sup> / 2000					
Tensión U <sub>N</sub>	V AC	24 hasta 690					
Tamaño/Sección de conductor <sup>6)</sup>	mm <sup>2</sup>	10	15	25	38	56	70
Capacidad de corriente (100 % FS hasta 35 °C) <sup>6)</sup>	A	65	80	100	130	175	200
Material del conductor cobre		X	X	X	X	X	X
Material del conductor acero fino plateado <sup>7)</sup>		X	-	-	-	-	-
Temperatura ambiente/temperatura de la carcasa	°C	-30 hasta +70					
Grado de protección DIN VDE 0470 T. 1/EN 60529	Código IP	IP 23/IP 24 con perfil obturador					
Tramo curvo de radio mínimo	mm	≥ 800 mm					
Equipamiento de protección contra incendios		UL94 / VO; no exento de halógenos					
Carrito tomacorriente							
Nº de polos		4/7					
Material de los frotadores		bronce	grafito		grafito plateado		
Corriente nominal I <sub>N</sub> (80 % FS)		40 A	20 A				
Sección de conexión para conductores de fuerza (L1 (1), L2 (2), L3 (3), PE (4))	mm <sup>2</sup>	6	4				
Sección de conexión para conductores de mando (5/N, 6, 7)	mm <sup>2</sup>	2,5					
Longitud de conductor de conexión (estándar) <sup>8)</sup>	mm	2000					
Fusibles máx.	A	100					
Velocidad de traslación máx.	m/min	100 <sup>9)</sup> / 200					

Tab. 4

## Anexo 9. Componentes Línea de alimentación festoon – cable plano

## Vista de las piezas/Dimensiones principales



43360144.eps

Fig. 1

- |    |   |    |  |
|----|---|----|--|
| 1  | Perfiles C 40 x 25 de fijación de tramos y cable de alimentación de motores de traslación del carro | 11 | Tapón perfil C 40 x 40                                   |
| 2  | Tramos de vía 5000 mm (KBK 25)  | 12 | Carrito portacable de mando para conector de 16/24 polos |
| 3  | Perfiles C 40 x 25 para fijación de tramos de vía   | 13 | Carrito de arrastre para brazo arrastrador en el carro   |
| 4  | Perfiles C 40 x 40 de fijación de tramos de vía y caja en el puente de la grúa                      | 14 | Acoplamiento de vía                                      |
| 5  | Eclisas tensoras  | 15 | Tapón perfil C 40 x 25                                   |
| 6  | Abrazadera de cable   | 16 | Soporte tramo de vía (KBK 25)                            |
| 7  | Carrito portacable  | 17 | Alimentación de corriente para el carro -W2, -WG         |
| 8  | Limitador de vía  | 18 | Alimentación de corriente mando desplazable -W11         |
| 9  | Abrazadera de extremo   | a  | Distancia perfiles en C (estandar 2500 mm)               |
| 10 | Deflector cable de arrastre   |    |  |

La cantidad y la longitud de piezas depende de la ejecución de grúa y se determina en función del pedido.

Cota «a» de 2500 mm entre los perfiles C sólo con equipo eléctrico estándar. En caso de ejecuciones diferentes ⇒ Datos técnicos KBK 203 192 44.

Las dimensiones del cable de arrastre se representan en la imagen «Fijación de caja eléctrica en la grúa» y «Fijación de alimentación de corriente del carro y mando desplazable».

## Anexo 10. Instrucciones montaje Línea de alimentación festoon – cable plano

### Instrucciones generales para proyecto y montaje:

En el proyecto de instalaciones eléctricas para aparatos de elevación con una tensión nominal de hasta 1000 V se tiene que observar la norma VDE 0100, parte 726 (aparatos de elevación).

El radio interior de doblado no deberá ser inferior a los valores siguientes:

- en cables de hasta 8 mm de diámetro/espesor:  $3 \cdot D$ ,
- en cables de hasta 12 mm de diámetro/espesor:  $4 \cdot D$ ,
- en cables de más de 12 mm de diámetro/espesor:  $5 \cdot D$ .

D = espesor del cable plano o diámetro exterior del cable redondo.

Si se instalan varios cables planos por carrito portacable, el cable plano de mayor espesor tiene que quedar en la parte de arriba. Los cables superpuestos no se deberán unir entre sí en el bucle que forman en la parte de abajo.

La flecha del cable o la distancia entre carritos portacable se tiene que elegir con un valor que sea suficiente para agrupar los carritos portacable sin presionarlos, incluso cuando se utilicen cables duros o varios cables.

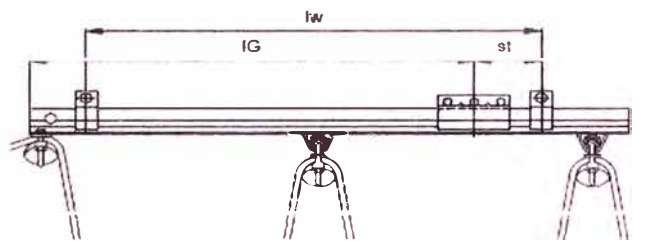
El espacio para la acumulación del cable se debe prever en función del diámetro de flexión admisible del cable y del número de cables. En el espacio para la acumulación del cable se tiene que prever una suspensión adicional.

Si se utilizan tramos curvos, se debe elegir el radio de curva máximo posible. En este caso, la distancia entre carritos portacable no deberá ser mayor que el radio de curva. Los carritos portacable se tienen que unir con elementos de protección contra tracción, la longitud de estos elementos deberá ser menor que la del cable.

Los perfiles de la vía se tiene que instalar de forma que quede espacio suficiente a ambos lados, para evitar choques contra, por ejemplo, barandillas o partes de máquinas.

En las descripciones de las piezas se indican otras instrucciones de montaje.

### Carga y distancias entre suspensiones



$l_G$  = longitud de tramo recto  
 $l_W$  = distancia entre suspensiones  
 $s_t$  = distancia entre suspensión y junta

Longitud del cable = Longitud de vía  $\cdot$  1,2 + longitud de conexión (al punto de alimentación y al del consumidor).

Núm. de carrillos portacable =  $\frac{\text{Long. de vía}}{\text{Flecha de cable}} - 1$

Carga por carrito portacable =  $\frac{\text{Long. de vía} \cdot 12 \text{ peso del cable por metro}}{\text{Número de carrillos portacable} + 1}$

Longitud del espacio para la acumulación del cable = (Número de carrillos portacable + 1)  $\cdot$  long. máx. de los carrillos portacable con cable(s)

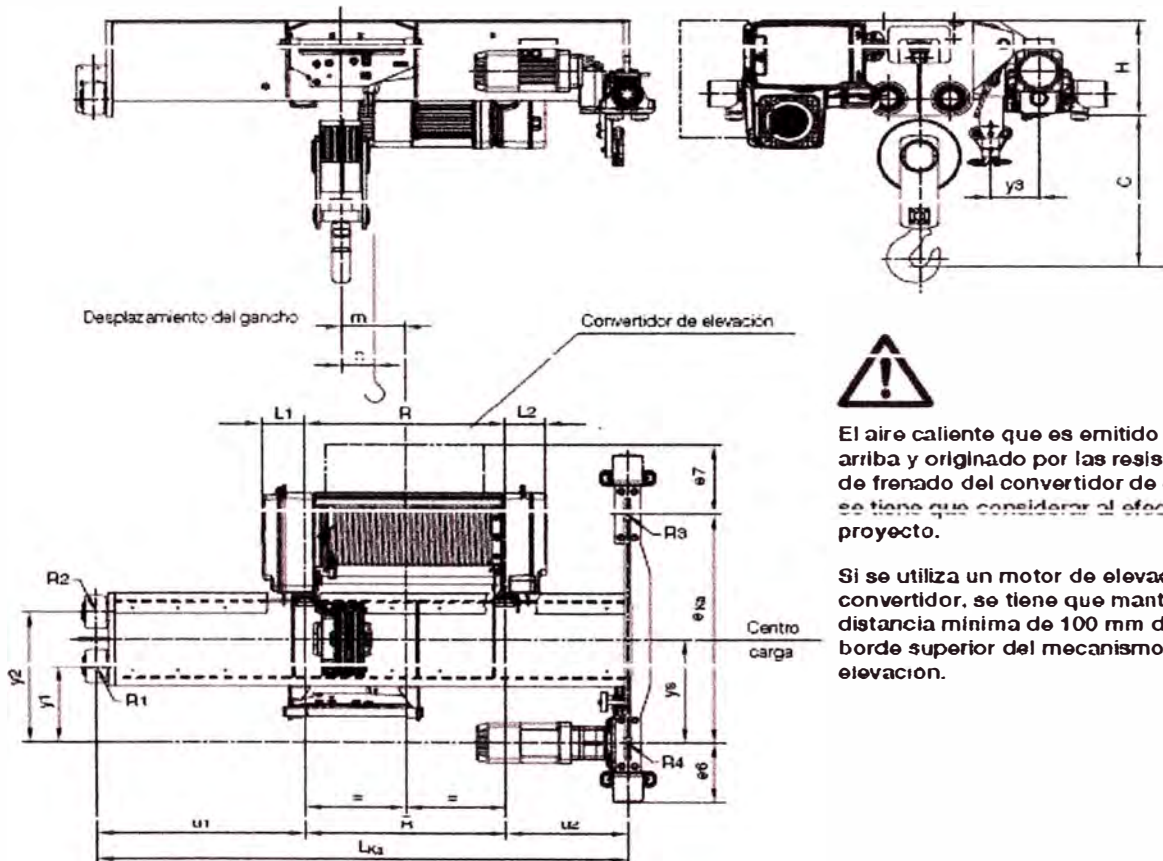
Determinación de la sección del cable véase documentación 201 856 44\*.

Cables véase la documentación 201 504 44\*.

Material de instalación véase las documentaciones 201 565 44\* y 201 567 44\*.

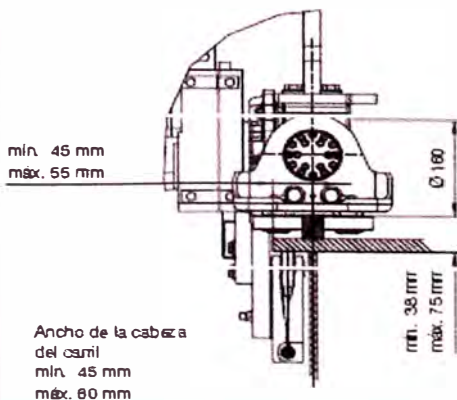
## Anexo 11 Datos técnicos polipasto de elevación birriel DR10

## Carro birrail EZDR 10 - 6/1



42350144.epa

## Realización con carriles guía



Topes de extremo DPZ 100 para el carro birrail véase documentación 203 654 44

## Carro birraíl EZDR 10 - 6/1

### Dimensiones en mm

Disposición de cable		6/1	
Longitud de tambor		H20	H40
Rec. de gancho máx.		6.71	13.37
R		850	1600
n		109	217
a <sub>2</sub>		1100	
e6 3)		270	
e7		410	
L1		161	
L2		170	
H 1)		485	
C		740	
y1		370	
y2		690	
y3		203	
y5		503	
Ancho de vía L <sub>v</sub>			
1400	u1	308	
	u2	242	
	m	237.5	
2240	u1	878	498
	u2	512	242
	m	237.5	563
2800	u1	1158	1058
	u2	782	242
	y5	237.5	563
Velocidad de traslación del carro	m/min	5.25 (regulable sin escalonamiento)	

- 1) Altura +40 mm si se monta un convertidor para elevación.  
 Altura +75 mm con fijación para final de carrera de trasl.
- 3) Tope DPZ 100  
 Conjuntos de rueda (con rodillos guía) diámetro de rueda 160 mm.  
 Ancho de la cabeza del carril mín. 45 mm, máx. 60 mm.



## Carro birraíl EZDR 10 - 6/1

### Cargas por rueda del peso propio en kg

Disposición de cable		6/1			
Longitud de tambor		H20		H40	
Motor de elevación		12/2 polos	4 polos con convertidor	12/2 polos	4 polos con convertidor
Ancho de vía L <sub>v</sub>		1400			
Carga por rueda:	R1	219	232		
	R2	100	100		
	R3	361	406		
	R4	406	406		
Peso propio		814	851		
Ancho de vía L <sub>v</sub>		2240			
Carga por rueda:	R1	223	235	264	277
	R2	112	112	123	123
	R3	401	423	450	476
	R4	426	426	414	414
Peso propio		859	896	951	988
Ancho de vía L <sub>v</sub>		2800			
Carga por rueda:	R1	263	279	304	321
	R2	123	123	124	124
	R3	380	401	423	452
	R4	427	427	434	434
Peso propio		904	941	996	1033

## Anexo 12 Instrucciones para localización de fallos Puente grúa Birriel DR10 8t

El mando del polipasto de cable Demag DR está equipado con un sistema inteligente de autodiagnóstico. Por medio de este sistema, se visualizan avisos y mensajes de fallo en la pantalla de la botonera de mando DSE-8R y DSE-10R.

En caso de defectos en el mando o la unidad de manejo, para localizar los posibles fallos se debe proceder según las instrucciones siguientes:

Fallo	Causa	Remedio
A El polipasto y la traslación de la grúa no funcionan:	1 Equipo desconectado.	Controlar el estado de conexión.
	2 Parada de emergencia accionada.	Desactivar la parada de emergencia.
	3 Ausencia de tensión de 400 V.	Controlar la tensión.
	4 Ausencia de tensión de mando de 48V	Controlar la tensión.
	5 Contactor del interruptor general activado.	Informar al servicio post venta.
B El polipasto no eleva ni desciende, la traslación del carro y de la grúa funcionan:	1 Permutación de fases	Cambiar las fases del cable de alimentación, informar al servicio post venta.
	2 Freno desgastado, recorrido de frenado muy largo, parada del movimiento respectivo.	Informar al servicio post venta.
	3 Ausencia de señal alojamiento del freno.	Informar al servicio post venta.
	4 Fallo de fase	Controlar la tensión.
C El polipasto eleva y desciende sólo en velocidad baja:	Ajuste incorrecto del final de carrera de engranajes.	Ajustar según las instrucciones de servicio.
D El polipasto sólo desciende, la traslación del carro y de la grúa funcionan:	1 Elevación de una sobrecarga.	Depositar la sobrecarga.
	2 Termointerruptor del motor de elev. activado.	Dejar que se enfíe el motor de elevación.
E Elevando no se llega a la posición „superior“ o „inferior“, pero elevación y descenso funcionan:	Ajuste incorrecto del final de carrera de engranajes.	Ajustar según las instrucciones de servicio.
F La traslación del carro no funciona:	1 Termointerruptor del motor de trasl. del carro activado.	Dejar que se enfíe el motor de traslación del carro.
	2 Controlar la señal convertidor-trasl. del carro „Listo para servicio“.	Abrir la tapa del equipo eléctrico y controlar el LED verde de estado en el convertidor, verde = listo para servicio, en otro caso, informar al servicio post-venta.
	3 El freno del motor del carro no se afloja.	Freno o sus elementos de control defectuosos, informar al servicio post venta.
G El carro se desplaza sólo en velocidad lenta:	1 El carro / la grúa está en una zona bloqueada (mando para desvío).*)	Salir de la zona de bloqueo.
	2 Ajuste incorrecto de int. desconexión vel. rápida/int. de tramo.	Ajustar de nuevo.
	3 Parametrización incorrecta.	Informar al servicio post-venta.
H No funcionan la elevación ni la traslación del carro, se oyen ruidos de conmutación en el <u>contactor principal, parte eléctrica del carro.</u>	1 Se ha activado el interruptor de protección de línea en el carro.	Abrir la tapa del equipo eléctrico y conectar de nuevo el int. de protección de línea.
	2 Ausencia de tensión de 400 V.	Medir la tensión.
	3 Conector aflojado.	Controlar la correcta fijación de las uniones enchufables de 400V.
	4 Rotura de conductor en los cables de alimentación.	Informar al servicio post venta.
I No funciona la traslación de la grúa, pero sí la elevación y la traslación del carro, se oyen ruidos de conmutación en el contactor principal, parte eléctrica de la grúa:	Se ha activado el interruptor de protección de línea en la grúa.	Abrir el equipo eléctrico de la grúa y conectar de nuevo el interruptor de protección de línea.
J No funciona la traslación de la grúa, no se oyen ruidos de conmutación en el contactor principal, parte eléctrica de la grúa:	Termointerruptor *) del motor de trasl. de la grúa activado.	Dejar que se enfíe el motor de traslación de la grúa.
K La grúa se desplaza solo en velocidad lenta:	1 El carro / la grúa está en una zona bloqueada (mando para desvío).*)	Salir de la zona de bloqueo.
	2 Controlar int. „desconexión vel. rápida“.	Informar al servicio post venta.
L La pantalla en la botonera de mando no muestra ninguna información:	1 Falta tensión de mando de 48V.	Medir la tensión.
	2 Ha sido activado el fusible de la tensión de mando.	Abrir el equipo eléctrico de la grúa y conectar de nuevo el fusible.
	3 Rotura de conductor en los cables de alimentación.	Informar al servicio post venta.

\*) Opcional