

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“MANTENIMIENTO DE TRES GRÚAS
TELESCÓPICAS PARA MONTAJE DE EQUIPOS”**

INFORME DE SUFICIENCIA

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

JORGE CARLOS VARGAS JAEN

PROMOCION 1998-I

LIMA – PERU

2011

A mis padres Aída y Jorge, para quienes todo agradecimiento es poco.

TABLA DE CONTENIDOS

PRÓLOGO.....	7
 CAPÍTULO 1	
INTRODUCCIÓN.....	10
1.1 ANTECEDENTES.....	10
1.2 OBJETIVO.....	11
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	11
1.4 ALCANCES.....	12
 CAPÍTULO 2	
EQUIPOS DE IZAJE.....	13
2.1 DEFINICIONES DE LOS EQUIPOS DE IZAJE.....	13
2.2 LA GRÚA HIDRÁULICA TELESCÓPICA.....	13
2.3 EL CAMIÓN GRÚA.....	15
2.4 EL MAN LIFT.....	17
 CAPÍTULO 3	
LA GRÚA HIDRÁULICA TELESCÓPICA.....	19
3.1 CONCEPTO.....	19
3.2 NORMA APLICABLE.....	21
3.3 LA CERTIFICACIÓN DE UNA GRÚA TELESCÓPICA.....	22
3.4 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA GRÚA TELESCÓPICA....	23
3.5 PROBLEMAS MECÁNICOS MAYORES EN UNA GRÚA TELESCÓPICA GROVE MODELO RT-760.....	25

3.6	SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS MECÁNICOS MAYORES EN LA GRÚA TELESCÓPICA GROVE MODELO RT-760.....	26
3.7	COSTOS DE OPERACIÓN DE UNA GRÚA TELESCÓPICA.....	28
3.8	COSTOS DE MANTENIMIENTO DE UNA GRÚA TELESCÓPICA.....	29
3.9	RESULTADO ECONÓMICO DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA GRÚA TELESCÓPICA GROVE MODELO RT-760.....	30

CAPÍTULO 4

EL CAMIÓN GRÚA.....	32
4.1 CONCEPTO.....	32
4.2 NORMA APLICABLE.....	35
4.3 CERTIFICACIÓN DE UN CAMIÓN GRÚA.....	36
4.4 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN CAMIÓN GRÚA.....	37
4.5 PROBLEMAS MECÁNICOS MAYORES EN EL CAMIÓN GRÚA SCANIA MODELO P-360 CON GRÚA PALFINGER MODELO PK-32080-D	39
4.6 SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS MECÁNICOS MAYORES EN EL CAMIÓN SCANIA MODELO P-360 CON GRÚA PALFINGER MODELO PK-32080-D.....	40
4.7 COSTOS DE OPERACIÓN DE UN CAMIÓN GRÚA.....	42
4.8 COSTOS DE MANTENIMIENTO DE UN CAMIÓN SCANIA MODELO P-360 CON GRÚA PALFINGER MODELO PK-32080-D.....	43
4.9 RESULTADO ECONÓMICO DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN CAMIÓN CON GRÚA PALFINGER MODELO PK-32080.....	45

CAPÍTULO 5

EL MAN LIFT O ELEVADOR DE PERSONAS.....	46
5.1 CONCEPTO.....	46
5.2 NORMA APLICABLE.....	50
5.3 LA CERTIFICACIÓN DE UN MAN LIFT.....	50
5.4 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN MAN LIFT.....	52
5.5 PROBLEMAS MECÁNICOS MAYORES EN EL MAN LIFT MARCA JLG MODELO 1200-SJP.....	55
5.6 SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS MECÁNICOS MAYORES EN EL MAN LIFT MARCA JLG MODELO 1200-SJP.....	55
5.7 COSTOS DE OPERACIÓN DE UN MAN LIFT.....	58
5.8 COSTOS DE MANTENIMIENTO DE UN MAN LIFT MARCA JLG MODELO 1200-SJP.....	59
5.9 RESULTADO ECONÓMICO DE LA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN MAN LIFT MARCA JLG MODELO 1200-SJP.....	60
CONCLUSIONES.....	62
RECOMENDACIONES.....	64
BIBLIOGRAFÍA.....	65
ANEXOS.....	66

ANEXO I : FICHA TÉCNICA DE UN CAMIÓN CON GRÚA PALFINGER
MODELO PK-32080

ANEXO II : FORMATO DE INSPECCIÓN DE PRE USO DIARIO DE UN CAMIÓN CON GRÚA PALFINGER MODELO PK-32080

ANEXO III : FICHA TÉCNICA DE UNA GRÚA TELESCÓPICA GROVE MODELO RT-760

ANEXO IV : FORMATO DE INSPECCIÓN DE PRE USO DIARIO DE UNA GRÚA MARCA GROVE MODELO RT-760

ANEXO V : FICHA TÉCNICA DE UN MAN LIFT MARCA JLG MODELO 1200-SJP

ANEXO IV : FORMATO DE INSPECCIÓN O PRE USO DIARIO DE UN MAN LIFT MARCA JLG MODELO 1200-SJP

PRÓLOGO

La mina Antamina es la mina productora de Cobre y Zinc más importante del Perú y una de las 10 más grandes del mundo en su rubro.

En el año 2008 se inició el proyecto de expansión de la mina Antamina con una inversión de 2,500 millones de dólares.

Graña y Montero (GyM S.A) en consorcio con COSAPI que son dos de las empresas de ingeniería y construcción más importantes del mercado local está construyendo la ampliación de la planta concentradora de minerales de la mina Antamina.

El proyecto de ampliación de la planta concentradora es una obra de montaje electromecánico que utiliza en su mayor parte equipos de izaje.

Los equipos de izaje son equipos cuya función en el proyecto es el manipuleo de diferentes tipos de cargas, cargas que son diferentes debido a su peso, a su volumen, diferentes por la dificultad que implica el colocarlas en su ubicación final, etc.

Dada la importancia del proyecto y de lo trascendental que son los equipos de izaje es que en el presente informe nos abocamos al análisis de tres de de estos equipos de izaje.

El capítulo 1 es la introducción del informe. Se describe los antecedentes, objetivos, justificación y alcances del presente trabajo.

El capítulo 2 se refiere a la definición y generalidades de los equipos de izaje, su historia así como definiciones de las características y aplicación de:

- La grúa telescópica móvil.
- El camión grúa.
- El elevador de personas o man lift

El capítulo 3 se refiere a la grúa telescópica, qué es una grúa telescópica? Sus principales características, los aspectos de seguridad, las dificultades y demás aspectos relevantes en la operación y el mantenimiento de una grúa telescópica, los problemas mecánicos mayores que presentan las grúas telescópicas, los costos de operación y de mantenimiento de una grúa telescópica y el resultado económico respectivo.

El capítulo 4 se refiere al camión grúa, sus características principales, las dificultades y demás aspectos en la operación y el mantenimiento de un camión grúa, los problemas mecánicos mayores que presentan los camiones grúa, los costos de operación y de mantenimiento de un camión grúa y el resultado económico respectivo.

El capítulo 5 se refiere al elevador de personas o man lift, sus características principales, los aspectos de seguridad las dificultades y demás aspectos relevantes en la operación y el mantenimiento de un elevador de personas, los problemas mecánicos mayores que presentan los elevadores de personas, los costos de operación y de mantenimiento de un camión grúa y el resultado económico respectivo.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones, así como la bibliografía y los anexos.

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Los equipos de izaje son equipos que principalmente se encargan de manipular las diferentes cargas sea en construcción, sea en minería, sea en proyectos de energía.

Las grúas son el equipo de izaje por excelencia, hay una serie de equipos derivados de las grúas, pero básicamente todos tienen su origen en el polipasto que es el dispositivo mecánico que dio origen a la grúa, los equipos de izaje más utilizados son:

- La grúa telescópica móvil.
- La grúa de celosía.
- La grúa torre
- El camión grúa
- El man lift

Ciertamente hay otros equipos de izaje y manipuleo de cargas (montacargas, montacargas telescópicos, etc.), pero no son tan utilizados como los mencionados anteriormente.

En el presente informe se analizará la gestión integral de tres de estos equipos, que son los siguientes:

- La grúa telescópica.
- El camión grúa
- El man lift

Así mismo se analizará la normativa aplicable, tanto nacional como internacional.

1.2 OBJETIVO

Hacer un análisis de los equipos antes mencionados, ubicando sus fallas principales y las posibles alternativas a fin de asegurar una operación continua y por ende la alta productividad del proyecto o trabajo a realizar

1.3 JUSTIFICACIÓN

Los costos de los equipos utilizados en la construcción de un proyecto representan entre el 25 y el 35% del costo total del mismo y en la mayoría de veces es un costo bastante considerable.

El control de la operatividad total de estos equipos es de suma importancia no tanto por el costo de la reparación que de por sí puede y normalmente es elevado sino por el lucro cesante que representa un equipo parado en obra, una grúa parada en obra puede significar que ese día todo ese frente de trabajo prácticamente no avance nada, y sin embargo el plazo para terminar el proyecto sigue corriendo y todo el personal sigue ganando su jornal diario.

Por lo expuesto y por todos los costos involucrados es de suma importancia el mantener los equipos de izaje en el proyecto con una operatividad cercana al 100%.

1.4 ALCANCES

El presente trabajo de investigación se ha desarrollado para analizar las características, el comportamiento, las dificultades y problemas asociados y finalmente el resultado económico en la operación de una grúa telescópica, de un camión grúa y de un elevador de personas o man lift.

CAPITULO 2

LOS EQUIPOS DE IZAJE

2.1 DEFINICIONES DE LOS EQUIPOS DE IZAJE

Los equipos de izaje son aquellos utilizados en el manipuleo y levantamiento de cargas, entendiéndose como cargas a las cargas propiamente dichas de las que se encargan las grúas en toda su diversidad, incluyendo las grúas hidráulicas telescópicas y de celosía y los manipuladores telescópicos y también entendiéndose como cargas a las personas de las que se encargan los elevadores de personas o man Lifts.

2.2 LA GRÚA TELESCÓPICA

Los primeros vestigios del uso de las grúas aparecen en la Antigua Grecia alrededor del siglo VI antes de Cristo. Se trata de marcas de pinzas de hierro en los bloques de piedra de los templos. Se evidencia en estas marcas su propósito para la elevación ya que están realizadas en el centro de gravedad o en pares equidistantes de un punto sobre el centro de gravedad de los bloques.

Las grúas de la antigua Roma: La grúa romana más simple, el Trispastos, consistió en una horca de una sola viga, un torno, una cuerda, y un bloque que contenía tres poleas. Teniendo así una ventaja mecánica de 3:1, se ha calculado que un solo hombre que trabajaba con el torno podría levantar 150 kilogramos (3 poleas x 50 kg

= 150), si se asume que 50 kilogramos representan el esfuerzo máximo que un hombre puede ejercer sobre un período más largo. El Polipasto ya ofrecía capacidades mucho mayores de carga.



Reconstrucción del polipasto romano.

Está demostrado que mediante estos mecanismos los romanos llegaron a levantar bloques enormes como el bloque capital de la columna Trajana que pesa 53,3 toneladas y que tuvo que ser levantado a una altura de 34 metros.

En la edad media La grúa de acoplamiento fue reintroducida en una escala grande después de que la tecnología hubiera caído en desuso en Europa occidental con el fallecimiento del imperio romano occidental. La referencia más cercana a un acoplamiento reaparece en la literatura archivada en Francia cerca del año 1125. En la navegación, las aplicaciones más cercanas de las grúas de puerto se

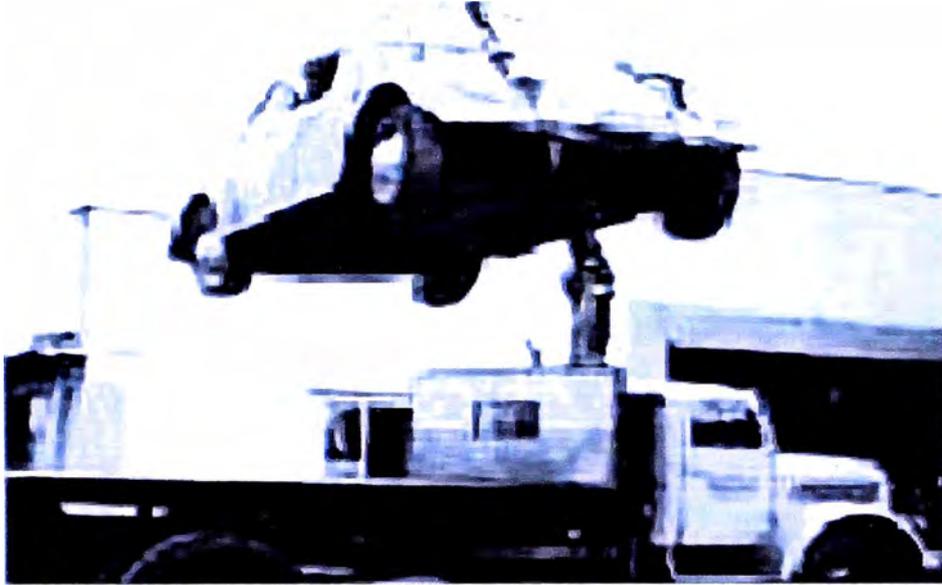
documentan para Utrecht en el año 1244, en Amberes en 1263, en Brujas en 1288 y Hamburgo en el año 1291.

En la edad moderna las primeras grúas telescópicas aparecen a inicios de los años 1900 en Estados Unidos y Europa.

El fabricante Grove (USA), propiedad de John L. Grove que es uno de los más reconocidos a nivel mundial inició la fabricación de las grúas telescópicas tal como las conocemos en la década de 1950

2.3 EL CAMIÓN GRÚA

Con el advenimiento al mercado de toda clase de grúas luego de la segunda guerra mundial es que los fabricantes de maquinaria de construcción e inclusive agrícola empiezan a fabricar grúas que se pueden acoplar a los camiones, en el caso del fabricante austriaco Palfinger, en ese entonces fabricante agrícola, su primer camión grúa es producido en el año 1959 y en 1964 el hijo mayor Hubert Palfinger cambia el giro de la producción de su empresa dejando de lado los productos agrícolas e iniciando desde entonces la producción de camiones grúa hidráulicos.



Primer camión grúa producido en serie por el fabricante Palfinger, 1964.

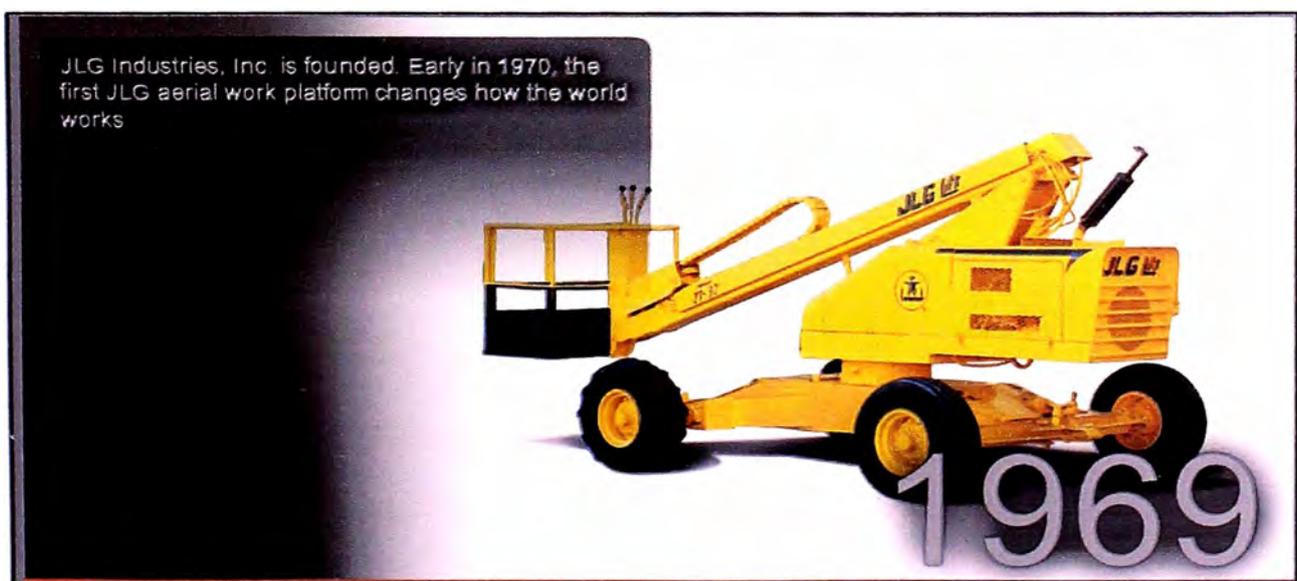
El fabricante austriaco juntamente con el sueco Hiab son dos de las más grandes productores a nivel mundial de plumas hidráulicas para ser acopladas a camiones comerciales.

La pluma hidráulica acoplada a un camión a diferencia de la grúa convencional no utiliza cable de izaje sino que manipula las cargas únicamente a través de sus cilindros hidráulicos que llevan la carga a todos los puntos con suma rapidez y precisión.

2.4 EL ELEVADOR DE PERSONAS O MAN LIFT

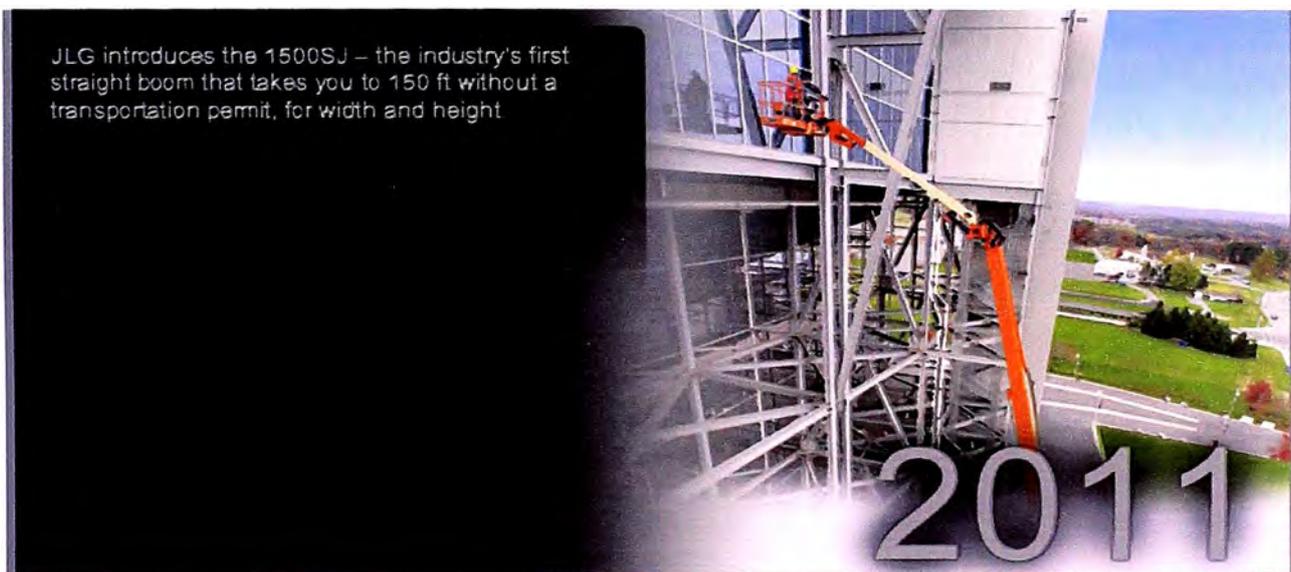
En el año 1967 John L. Grove fundador de Grove Cranes, es decir de las grúas Grove tratadas en el punto 2.2 se va en un viaje con su esposa por el interior de los Estados Unidos y precisamente cuando estaba en la famosa presa Hoover acontece la caída y muerte de dos trabajadores en dicha presa, ellos cayeron desde unos andamios que estaban a una altura considerable y es aquí donde John L. Grove decide fabricar equipos que lleven personas hacia puntos altos de manera rápida y segura, decisión que a la postre cambiaría para siempre la manera en que se realizan las obras de construcción principalmente las obras de montaje electromecánico,

En el año 1969 la nueva empresa de John L. Grove llamada precisamente JLG Industries produce el primer elevador de personas o man lift con lo que revoluciona la industria de la construcción, a continuación una imagen del primer man lift producido en el mundo.



El primer man lift construido por JLG Industries en 1969.

En el presente año 2011, JLG Industries, líder de la industria de los elevadores de personas o man lift nuevamente revoluciona el mercado al introducir el man lift de 150 pies de alcance, lo cual representa un impresionante alcance para un equipo de ésta clase ya que hasta los últimos años el tope del alcance de estos equipos eran los 120 pies de alcance que ya de por si es una alcance considerable.



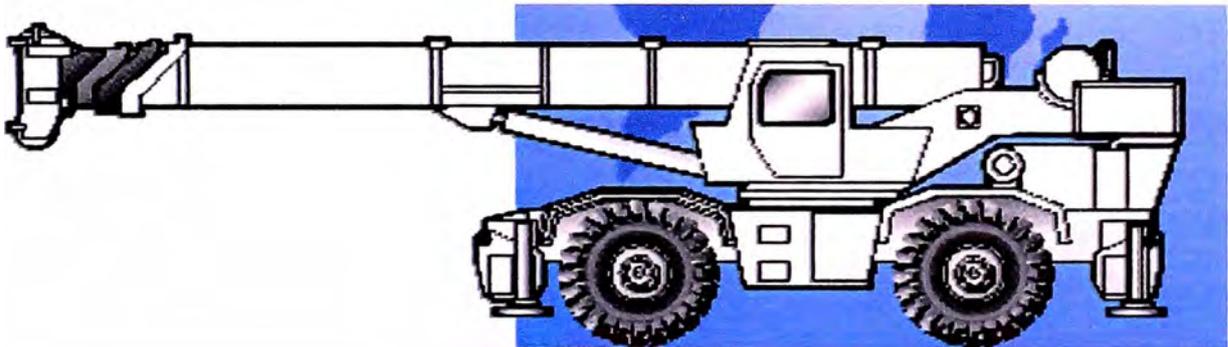
Man Lift 1500-SJ de JLG con 150 pies de alcance.

CAPITULO 3

LA GRÚA HIDRÁULICA TELESCÓPICA

3.1 CONCEPTO

La grúa hidráulica telescópica es un equipo que se utiliza para manipular cargas, su uso específico en el proyecto generalmente es el de levantar piezas y colocarlas en su posición final deseada.



Los componentes principales de una grúa telescópica son:

- El chasis, que además del propio chasis de la grúa comprende lo siguiente:
 - Los neumáticos.
 - Los estabilizadores hidráulicos
 - El motor, las bombas hidráulicas y demás componentes internos.
 - La cabina de control.
 - El sistema eléctrico interno, etc.
- La pluma telescópica
- El contrapeso

- El gancho de la grúa

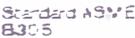
La operación de una grúa en general y de una grúa telescópica en particular se basa en la tabla de carga, la tabla de carga es un documento emitido por el fabricante de cada grúa que indica el peso que la grúa puede levantar a determinada distancia o radio.

El peso que una grúa puede levantar está en inversa proporción a la distancia o radio entre el centro de gravedad de la grúa y el centro de gravedad de la carga a levantar, a continuación se muestra una parte de la tabla de carga de la grúa Grove modelo RT-760

LOAD CHART - MAIN BOOM

RT 780

Outriggers Fully Extended (100%)

 15,200 lbs counterweight
  Outriggers extended 24 ft (100%)
  360 degree rotation
  Standard ASME B30.5

ft	Boom Length								ft
	40 ft	54 ft	66 ft	78 ft	90 ft	102 ft	114 ft	126 ft	
10	150,000	102,500							10
12	125,600	102,500							12
15	108,800	100,500	89,600						15
20	84,700	85,300	71,900	62,200	56,200				20
25	65,600	66,700	64,800	55,700	48,300	41,900			25
30	49,200	50,500	51,000	49,700	41,700	36,400	31,500		30
35		37,700	39,200	38,500	36,300	32,100	29,500	24,700	35
40		28,400	29,900	30,200	30,300	28,600	26,200	24,600	40
45		23,500	24,100	24,400	24,300	24,700	23,500	22,100	45

Como se puede apreciar la capacidad máxima de la tabla de carga es 160,000 libras, ésta grúa del fabricante Terex es una grúa tipo RT (Rough Terrain que en español sería algo así como Terreno Áspero o Todo Terreno), de 80 Ton de

capacidad de la serie 7, las 160,000 libras equivalen a 80 Ton cortas, la realidad es que la máxima capacidad de la grúa es 72.7 Ton, en la práctica una grúa rara vez carga por encima de las 2/3 partes de su carga total, en éste caso la grúa Terex de 80 Ton rara vez carga más de 25 Ton.

Se debe tener en cuenta además que la carga que se debe considerar para el cálculo en la tabla de carga, es la suma de:

- La carga en si a manipular
- El peso de las eslingas o estrobos y los grilletes con los que se va a sujetar la carga.
- El peso del gancho de la grúa en el caso de la grúa Terex es 0.8 Ton.
- El peso del cable involucrado.

3.2 NORMA APLICABLE

La norma aplicable es la norma ASME B30.5, Mobile and Locomotive Cranes es decir Grúas Móviles, la norma B30.5 es una norma en inglés que no tiene traducción oficial al español. Es una norma bastante completa y consta de los siguientes capítulos:

- Capítulo 1: Alcance, definiciones y referencias
- Capítulo 2: Construcción y características.
- Capítulo 3: Inspección, pruebas y mantenimiento.
- Capítulo 4: Operación.

ASME es la American Society of Mechanical Engineers, es decir la Asociación Estadounidense de Ingenieros Mecánicos.

3.3 CERTIFICACIÓN DE UNA GRÚA TELESCÓPICA

Es un procedimiento ya prácticamente establecido en todos los proyectos que toda grúa telescópica debe contar con una certificación, las empresas mineras generalmente trabajan con certificadoras internacionales, llámese SGS o Bureau Veritas, la certificación de una grúa telescópica es la inspección por parte de un tercero que verifica que las condiciones generales y principalmente de seguridad de la grúa son las idóneas.

La grúa telescópica es un equipo de alto potencial de riesgo y por tanto su certificación es de suma importancia a fin de verificar las condiciones de seguridad mencionadas, la certificación de una grúa telescópica consta pero no se limita a lo siguiente:

- Inspección y verificación de los diferentes sistemas de la grúa
- Verificación del estado del gancho de la grúa, de ser necesario se hará un ensayo no destructivo en el mismo.
- Verificación del estado del cable de la grúa
- Verificación del sistema A2B ó Anti Two Block. El sistema Anti Two Block es un sistema que bloquea el izaje del gancho (con la carga) cuando esta se acerca a la punta misma de la pluma de la grúa. Es un sistema muy importante ya que, dados los tamaños de las plumas, cuando las distancias son grandes el operador puede perder visibilidad en la punta de la pluma y en un mal movimiento podría golpear la pluma o golpear la carga.

- Prueba de carga de la grúa: La prueba de carga de la grúa como su nombre lo indica es una prueba de carga con un peso conocido, se debe llevar este peso conocido al mayor radio que permita la tabla de carga, luego se debe levantar la carga a una altura de alrededor de un metro y en ese momento se debe dejar que la grúa soporte dicho peso por un tiempo de alrededor de unos 10 minutos, la caída en la altura de dicha carga luego de los 10 minutos debe ser mínima, imperceptible.
- Revisión del registro de mantenimientos en la grúa, enfocado sobre todo a las reparaciones de trascendencia y más aún a las reparaciones estructurales.

Luego de aprobada la inspección de la grúa la empresa homologadora emitirá un certificado cuya validez normalmente es de un año.

3.4 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA GRÚA TELESCÓPICA

La operación y el mantenimiento de una grúa telescópica es uno de los aspectos más importantes durante el trabajo de éste equipo.

Respecto a la operación del equipo, toda grúa debe ser operada por personal con al menos dos años de experiencia en ese equipo, además el operador debe estar certificado en el uso de la grúa.

La certificación de un operador de grúa es también un aspecto importante a considerar, Minera Antamina trabaja con empresas reconocidas del medio como SGS o Bureau Veritas que son muy estrictas en el examen que se le toma a un operador para que éste pueda operar una grúa se incide en:

- La seguridad al hacer maniobras con grúas, varios aspectos, como el tipo de accesorios o elementos de izaje a utilizar, las (malas) condiciones de la grúa que limitan la operación de la misma, las (malas) condiciones del viento, la proximidad a líneas de alta tensión durante la operación.
- El conocimiento de los aspectos básicos en el izaje.
- El conocimiento del manual del operador de la grúa que dicho trabajador va a operar.
- El conocimiento práctico de la grúa por parte del futuro operador.

Luego de que el operador apruebe este examen la empresa evaluadora emitirá un certificado con una validez que generalmente es un año.

Así mismo el mantenimiento de una grúa es un aspecto fundamental.

Toda grúa se controla mediante un horómetro que es un dispositivo que controla las horas trabajadas por el equipo. De ésta manera se controlan las horas que sirven a su vez para el control de:

- Horas trabajadas para la valorización del equipo, es decir para lo que se le debe pagar el propietario del equipo.
- Los mantenimientos del equipo.

Como se ha señalado en base al horómetro es que se realiza el control para el mantenimiento del equipo, el mantenimiento del equipo se realiza cada 250 horas de manera que la frecuencia de mantenimiento es:

- 250 horas, servicio de 250 horas.
- 500 horas, servicio de 500 horas.

- 750 horas, servicio de 250 horas.
- 1,000 horas, servicio de 1,000 horas.
- 1,250 horas, servicio de 250 horas.
- 1,500 horas, servicio de 500 horas.
- 1,750 horas, servicio de 250 horas.
- 2,000 horas, servicio de 2,000 horas.
- 2,250 horas, servicio de 250 horas.
- 2,500 horas, servicio de 500 horas.
- 2,750 horas, servicio de 250 horas.
- 3,000 horas, servicio de 1,000 horas, etc.

En un anexo se detallarán los puntos a verificar y/o cambiar y los cambios que se deben realizar indefectiblemente para cada servicio en nuestra grúa Grove modelo RT-760.

3.5 PROBLEMAS MECÁNICOS MAYORES EN LA GRÚA TELESCÓPICA GROVE MODELO RT-760.

Los problemas mecánicos mayores en la grúa telescópica Grove modelo RT-760 y que en general se pueden hacer extensivos a la mayoría de las grúas telescópicas son los siguientes:

- Fallas en los sellos de los diferentes cilindros hidráulicos. Que redundan en fugas no limitantes cuando el problema en el sello es menor o en su defecto en paralización del equipo cuando la fuga es mayor problema que puede

llegar a un problema de tipo ambiental con la minera y a la inspección respectiva.

- Problemas en el sistema eléctrico, específicamente en los distintos contactores y reles de la grúa, estas fallas generalmente no dan aviso y se manifiestan directamente causando la paralización de alguna de las funciones de la máquina, paralización de función que casi todas las veces implica la paralización de la máquina, la falla puede ser grave ya que la falla eléctrica puede implicar que la carga se quede en el aire a medio camino.

3.6 SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS MECÁNICOS MAYORES EN LA GRÚA TELESCÓPICA GROVE MODELO RT-760.

Las soluciones a los problemas mecánicos mayores en la grúa Grove modelo RT-760 detallados en el punto anterior son las siguientes:

- Fallas en los sellos de los diferentes cilindros hidráulicos. Para éste tipo de fallas se debe contar en almacén con la mayor cantidad de repuestos, el fabricante Grove provee para tal efecto una serie de kits de mantenimiento de los distintos componentes hidráulicos de la grúa kits en los que vienen en su mayoría una serie de retenes, o-rings y sellos hidráulicos que son los que generalmente ocasionan las fallas.
- Problemas en contactores, reles y demás componentes de sistema eléctrico de la grúa. De manera similar estas fallas generalmente no dan aviso y se manifiestan directamente causando la paralización de alguna de las funciones de la máquina, paralización de función que casi todas las veces

implica la paralización de la máquina, la falla puede ser grave ya que la falla eléctrica puede implicar que la carga se quede en el aire a medio camino.

Además de las soluciones ya mencionadas a estos problemas puntuales, el mantener la alta operatividad de la grúa y de todo equipo en un proyecto pasa por:

- Respetar y cumplir todo lo detallado en el programa de mantenimiento de la grúa, programa dado por el fabricante.
- Cuando un equipo termina un proyecto y va a Lima para la revisión general, se debe aprovechar en hacer las reparaciones de los componentes que ya se ve que están fallando y también se debe hacer las reparaciones de los componentes principales del equipo, componentes que se sabe con el tiempo pueden dar problemas y paralizar el equipo un buen tiempo con el agravante que la mayoría de proyectos son en lugares apartados y el conseguir componentes o repuestos de reemplazo o repararlos toma un tiempo considerable que agregado al tiempo mismo del cambio del componente en el equipo representa un tiempo y un costo que bien puede evitarse realizando todas las reparaciones en Lima cuando el equipo termina un proyecto, los componentes cuya revisión y/o reparación se debe realizar en Lima son básicamente:
 - Motor
 - Radiador
 - Turboalimentador
 - Compresor
 - Alternador
 - Arrancador
 - Bombas hidráulicas

- Sistema eléctrico en general, reles, contactores, cableado, etc.
- Cilindros hidráulicos
- En el caso de una grúa telescópica se debe revisar el estado de los cajones que conforman las secciones de la pluma, así como el cilindro telescópico grande (de 10 a 14 metros) de extensión de la pluma telescópica.
- El cable del gancho principal y del gancho auxiliar de la grúa.
- El swivel o distribuidor hidráulico de giro en la grúa
- El PAT[®] o sistema de control del peso a cargar y del radio y ángulo de la maniobra.

Estos son a grandes rasgos los componentes a revisar y los trabajos a realizar en una grúa a fin de prevenir las fallas recurrentes en las grúas telescópicas y también los trabajos a realizar para garantizar un óptimo desempeño en el nuevo proyecto a realizar.

3.7 COSTOS DE OPERACIÓN DE UNA GRÚA TELESCÓPICA GROVE MODELO RT-760.

Los costos de operación de una grúa telescópica Grove se pueden resumir en:

- El costo de alquiler de una grúa telescópica Grove modelo RT-760 que en el mercado está alrededor de 50 dólares/hora al mes con unas horas mínimas mensuales equivalentes a 200 horas, es decir unos 10,000 dólares/mes.
- El costo del operador en sí cuyo salario, con beneficios sociales incluidos, es de unos 1,600 dólares/mes.

- El costo del combustible: el consumo de combustible de una grúa telescópica Grove es un valor que se puede redondear en 2 galones/hora (hora se refiere a hora trabajada según el horómetro señalado anteriormente), es decir que para una grúa que trabajó 200 horas en el mes, y asumiendo un costo de combustible de 3.5 dólares/galón (incluido el IGV), el costo mes de combustible equivale a $200 * 2 * 3.5 = 1,400$ dólares.

3.8 COSTOS DE MANTENIMIENTO DE UNA GRÚA TELESCÓPICA GROVE MODELO RT-760.

Los costos de mantenimiento de una grúa telescópica Grove se pueden resumir en:

- El costo de mantenimiento registrado en nuestro sistema de control de mantenimiento, costos que para la grúa Grove RT-760 del estudio, que es una grúa con una antigüedad de 12 años son de 1.55 dólares/hora, si nuevamente asumimos que la grúa trabaja un promedio de 200 horas/mes entonces resulta un costo mensual de mantenimiento equivalente a 310 dólares/mes. El sistema de control de GyM para el caso de éste equipo registra los costos de:
 - Filtros
 - Aceites.
 - Neumáticos
 - Repuestos en general.
- El costo de mano de obra mecánica, que en el caso de la grúa Grove RT-760 objeto del estudio es de un promedio de 60 dólares/mes
- El costo de taller, que incluye:

- El taller de mantenimiento en sí
- Los equipos del taller de mantenimiento, llámese grupo electrógeno, compresor de aire, equipo de llantería, equipo de iluminación, camioneta, las mesas de trabajo, el almacén de taller de mantenimiento, etc.
- El personal del taller de mantenimiento directo e indirecto.
- La camioneta del taller de mantenimiento.
- El camioncito de mantenimiento.

Para el caso de la grúa Grove modelo RT-760 estos conceptos hacen un total de 40 dólares/mes.

- El costo del mantenimiento al inicio-final del proyecto. En el caso de la grúa Grove RT-760 objeto de nuestro estudio que como ya se señaló tiene una antigüedad de 12 años, tenemos unos costos promedio por reparaciones de unos 9,000 dólares al final del proyecto, considerando el tiempo del proyecto como de un año en promedio. De manera que éste costo anual de reparaciones mayores se puede promediar en un costo de 750 dólares/mes.

De manera que podemos estimar un costo global de mantenimiento equivalente a 1,160 dólares/mes.

3.9 RESULTADO ECONÓMICO DE LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE UNA GRÚA TELESCÓPICA GROVE MODELO RT-760.

Se había mencionado en 3.7 que el costo de alquiler de una grúa telescópica es de 10,000 dólares/mes, de estos 10,000 el 70% es costo de propiedad propiamente

dicho, vale decir, letras al banco, seguros, costos financieros, intereses, etc. Por lo tanto la diferencia, 3,000 dólares es lo que uno cuenta para la operación del equipo, sabiendo que de esos 3,000 dólares uno gasta indefectiblemente 1,160 dólares/mes, la diferencia, es decir 1,840 dólares/mes queda para lo siguiente:

- Operación del área de equipos y mantenimiento en Lima.
- Reparaciones mayores no consideradas en el presente.

Queda clara la importancia de una buena gestión de la operación y el mantenimiento del equipo durante el proyecto.

CAPITULO 4

EL CAMIÓN GRÚA

4.1 CONCEPTO

El camión grúa hidráulico es un equipo que se utiliza para manipular cargas y transportarlas sobre si mismo, su uso específico en el proyecto generalmente es el de levantar piezas, transportarlas y finalmente colocarlas en la posición final deseada.



Los componentes principales de un camión grúa son:

- El chasis, que además del propio chasis del camión y el de la grúa comprende lo siguiente:
 - Los neumáticos.
 - Los estabilizadores hidráulicos
 - El motor, la bomba hidráulica y demás componentes internos.
 - La cabina de control.

- El sistema eléctrico interno, etc.
- La pluma
- Los mandos de la pluma
- El gancho de la grúa

La operación de una grúa en general y de un camión grúa en particular se basa en la tabla de carga, la tabla de carga es un documento emitido por el fabricante de cada grúa que indica el peso que la grúa puede levantar a determinada distancia o radio.

El peso que una grúa puede levantar está en inversa proporción a la distancia o radio entre el centro de gravedad de la grúa y el centro de gravedad de la carga a levantar, a continuación se muestra una parte de la tabla de carga de la grúa Palfinger modelo PK-32080-A.

Max. lifting capacities:

<i>Outreach</i>	<i>Capacity</i>		
PK 32080 A			
hydraulic			
3.5 m	8500 kg	11' 6"	18740 lbs
4.2 m	7200 kg	13'9 1/2"	15875 lbs
6.0 m	5010 kg	19' 8"	11045 lbs
7.9 m	3840 kg	25' 11"	8465 lbs

Como se ve ésta es una grúa de 8,500 kilos ú 8.5 toneladas fabricada con norma alemana por lo tanto las toneladas que considera el fabricante en su tabla de carga no son toneladas cortas (como si lo hizo el fabricante anterior estadounidense Grove en su grúa modelo RT-760) sino toneladas reales, el factor de conversión

real de libras a kilos es 0.4536 por lo tanto los 8,500 kilos equivalen precisamente a las 18,740 libras.

Sin embargo la configuración de la pluma de nuestro camión grúa no es la A sino es la D es decir el modelo de nuestra pluma es PK-32080-D, lo que implica que es una pluma con mayor alcance, a saber: la pluma PK-32080-A tiene 8 metros de alcance mientras que la pluma PK-32080-D tiene 20 metros de alcance, esto se debe a que la pluma tiene más cuerpos y por lo tanto más peso, por eso su capacidad de carga de por si es bastante menor, obsérvese la tabla de la pluma PK-32080-D.

Outreach		Capacity	
PK 32080 D			
hydraulic			
4.3 m	6700 kg	14' 11/2"	14770 lbs
4.4 m	6420 kg	14' 5"	14150 lbs
6.3 m	4380 kg	20' 9"	9660 lbs
8.1 m	3260 kg	26' 7"	7190 lbs
10.1 m	2550 kg	33' 11/2"	5620 lbs
12.0 m	2100 kg	39' 4 1/2"	4630 lbs
14.0 m	1790 kg	45' 11"	3930 lbs
manual			
16.1 m	1300 kg	53' 0"	3265 lbs
18.4 m	900 kg	60' 4"	2425 lbs
20.7 m	600 kg	67' 11"	1320 lbs

Como se puede apreciar la capacidad máxima de la tabla de carga de la pluma PK-32080-D es 6,700 kilos, 6,7 toneladas reales o sea 14,770 libras, igual es una pluma que a 8 metros carga 3.0 ton y a 10,0 metros carga 2.5 ton, lo cual para

equipos de ésta características: portátiles, que pueden llevar su propia carga y moverse rápidamente de un punto a otro, son capacidades sumamente prácticas y útiles

Nuevamente se debe tener en cuenta además que la carga que se debe considerar para el cálculo en la tabla de carga, es la suma de:

- La carga en si a manipular
- El peso de las eslingas o estrobos y los grilletes con los que se va a sujetar la carga.
- El peso del gancho de la grúa en el caso de la grúa Palfinger es 0.2 Ton.

4.2 NORMA APLICABLE

La norma aplicable es la norma ASME B30.5, Mobile and Locomotive Cranes es decir Grúas Móviles, la norma B30.5 es una norma en inglés que no tiene traducción oficial al español. Es una norma bastante completa y consta de los siguientes capítulos:

- Capítulo 1: Alcance, definiciones y referencias
- Capítulo 2: Construcción y características.
- Capítulo 3: Inspección, pruebas y mantenimiento.
- Capítulo 4: Operación.

ASME es la American Society of Mechanical Engineers, es decir la Asociación Estadounidense de Ingenieros Mecánicos.

4.3 CERTIFICACIÓN DE UN CAMIÓN GRÚA

Es un procedimiento ya prácticamente establecido en todos los proyectos que todo camión grúa debe contar con una certificación, las empresas mineras generalmente trabajan con certificadoras internacionales, llámese SGS o Bureau Veritas, la certificación de un camión grúa es la inspección por parte de un tercero que verifica que las condiciones generales y principalmente de seguridad de la grúa son las idóneas.

El camión grúa es un equipo de alto potencial de riesgo y por tanto su certificación es de suma importancia a fin de verificar las condiciones de seguridad mencionadas, la certificación de un camión grúa consta de pero no se limita a lo siguiente:

- Inspección y verificación de los diferentes sistemas del camión grúa
- Verificación del estado del gancho de la pluma, de ser necesario se hará un ensayo no destructivo en el mismo.
- Revisión de los neumáticos del camión grúa.
- Prueba de carga del camión grúa: La prueba de carga del camión grúa como su nombre lo indica es una prueba de carga con un peso conocido, se debe llevar este peso conocido al mayor radio que permita la tabla de carga, luego se debe levantar la carga a una altura de alrededor de un metro y en ese momento se debe dejar que la grúa soporte dicho peso por un tiempo de alrededor de unos 10 minutos, la caída en la altura de dicha carga luego de los 10 minutos debe ser mínima, imperceptible.

- Revisión del registro de los mantenimientos en el camión grúa, enfocado sobre todo a las reparaciones de trascendencia y más aún a las reparaciones estructurales.

Luego de aprobada la inspección de la grúa la empresa homologadora emitirá un certificado cuya validez normalmente es de un año.

4.4 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN CAMIÓN GRÚA

La operación y el mantenimiento de una grúa telescópica es uno de los aspectos más importantes durante el trabajo de éste equipo.

Respecto a la operación del equipo, toda grúa y por ende también todo camión grúa debe ser operado por personal con al menos dos años de experiencia en ese equipo, además el operador debe estar certificado en el uso de la grúa.

La certificación de un operador de grúa es también un aspecto importante a considerar, Minera Antamina trabaja con empresas reconocidas del medio como SGS o Bureau Veritas que son muy estrictas en el examen que se le toma a un operador para que éste pueda operar una grúa se incide en:

- La seguridad al hacer maniobras con grúas, varios aspectos, como el tipo de accesorios o elementos de izaje a utilizar,
- Las (malas) condiciones de la grúa que limitan la operación de la misma.
- Las (malas) condiciones del viento
- La proximidad a líneas de alta tensión durante la operación.
- El conocimiento de los aspectos básicos en el izaje.

- El conocimiento del manual del operador del camión grúa que dicho trabajador va a operar.
- El conocimiento práctico del camión grúa por parte del futuro operador.

Luego de que el operador apruebe este examen la empresa evaluadora emitirá un certificado con una validez que generalmente es un año.

Así mismo el mantenimiento de un camión grúa es un aspecto fundamental.

Por lo general todo camión grúa se controla mediante un horómetro que es un dispositivo que controla las horas trabajadas por el equipo. De ésta manera se controlan las horas que sirven a su vez para el control de:

- Horas trabajadas para la valorización del equipo, es decir para lo que se le debe pagar el propietario del equipo.
- Los mantenimientos del equipo.

Como se ha señalado en base al horómetro es que se realiza el control para el mantenimiento del equipo, el mantenimiento del equipo se realiza cada 250 horas de manera que la frecuencia de mantenimiento es:

- 250 horas, servicio de 250 horas.
- 500 horas, servicio de 500 horas.
- 750 horas, servicio de 250 horas.
- 1,000 horas, servicio de 1,000 horas.
- 1,250 horas, servicio de 250 horas.
- 1,500 horas, servicio de 500 horas.
- 1,750 horas, servicio de 250 horas.

- 2,000 horas, servicio de 2,000 horas.
- 2,250 horas, servicio de 250 horas.
- 2,500 horas, servicio de 500 horas.
- 2,750 horas, servicio de 250 horas.
- 3,000 horas, servicio de 1,000 horas, etc.

En un anexo se detallarán los puntos a verificar y/o cambiar y los cambios que se deben realizar indefectiblemente para cada servicio en nuestro camión grúa Scania P-360 con grúa Palfinger modelo PK-32080-D.

4.5 PROBLEMAS MECÁNICOS MAYORES EN EL CAMIÓN GRÚA SCANIA MODELO P-360 CON GRÚA PALFINGER MODELO PK-32080-D.

Los problemas mecánicos mayores en el camión Scania modelo P-360 con grúa Palfinger modelo PK-32080-D y que en general se pueden hacer extensivos a la mayoría de los camiones grúa son los siguientes:

- Fallas en los sellos de los diferentes cilindros hidráulicos, sea en los sellos de los cilindros hidráulicos en la pluma o en los sellos de las patas estabilizadoras. Estas fallas por lo general inician con fugas menores que pueden ser detectadas en la inspección diaria del equipo en caso de no ser detectadas o que no se cuente con el repuesto la fuga se hará mayor pudiendo llegar a ser limitante y que se tenga que parar el equipo dado que puede llegar a ser un problema de tipo ambiental con la minera.
- Problema en la toma fuerza hidráulica (o PTO: Power Take-Off) de alimentación de la pluma.

- Problemas en el sistema eléctrico, sea en los distintos contactores y reles de la grúa o en los sistemas de luces y alarmas que tiene la unidad, estas fallas generalmente no dan aviso y se manifiestan directamente causando la paralización de alguna de las funciones de la máquina, paralización de función que casi todas las veces implica la paralización de la máquina.

4.6 SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS MECÁNICOS MAYORES EN EL CAMIÓN SCANIA MODELO P-360 CON GRÚA PALFINGER MODELO PK-32080-D.

Las soluciones a los problemas mecánicos mayores en el camión Scania modelo P-360 con grúa Palfinger modelo PK-32080-D detallados en el punto anterior son las siguientes:

- Fallas en los sellos de los diferentes cilindros hidráulicos. Para éste tipo de fallas se debe contar en almacén con la mayor cantidad de repuestos, los fabricantes Scania y Palfinger proveen para tal efecto una serie de kits de mantenimiento de los distintos componentes hidráulicos, kits en los que vienen en su mayoría una serie de retenes, o-rings y sellos hidráulicos que son los que generalmente ocasionan las fallas.
- Problema en la toma fuerza hidráulica (o PTO: Power Take-Off) de alimentación de la pluma. La solución para éste problema es similar a la del problema anterior.
- Problemas en el sistema eléctrico del camión grúa. En este caso se debe primero contar con personal de mantenimiento eléctrico calificado y en general tomar dos acciones básicas

- Se debe contar con la mayor cantidad de repuestos o kits de mantenimiento eléctrico.
- Se debe contar con fluidos limpiadores de contactores y componentes eléctricos y electrónicos y hacer mantenimiento constante de dichos componentes y hacerlo indefectiblemente en los mantenimientos de 250 horas.

Además de las soluciones ya mencionadas a estos problemas puntuales, el mantener la alta operatividad del camión grúa en un proyecto pasa por:

- Respetar y cumplir todo lo detallado en el programa de mantenimiento del camión y de la grúa o pluma, programas dados por el fabricante.
- Cuando el camión grúa termina un proyecto y va a Lima para la revisión general, se debe aprovechar en hacer las reparaciones de los componentes que ya se ve que están fallando y también se debe hacer las reparaciones de los componentes principales del equipo, componentes que se sabe con el tiempo pueden dar problemas y paralizar el equipo un buen tiempo con el agravante que la mayoría de proyectos son en lugares apartados y el conseguir componentes o repuestos de reemplazo o repararlos toma un tiempo considerable que agregado al tiempo mismo del cambio del componente en el equipo representa un tiempo y un costo que bien puede evitarse realizando todas las reparaciones en Lima cuando el equipo termina un proyecto, los componentes cuya revisión y/o reparación se debe realizar en Lima son básicamente:
 - Motor
 - Radiador
 - Turboalimentador

- Compresor
- Alternador
- Arrancador
- Bombas hidráulicas
- Sistema eléctrico en general, reles, contactores, cableado, etc.
- Cilindros hidráulicos
- Neumáticos
- Pulmones de freno de las ruedas del camión
- Luces completas, si es necesario se debe cambiar los faros malos completos.

Estos son a grandes rasgos los componentes a revisar y los trabajos a realizar en un camión grúa a fin de prevenir las fallas recurrentes en los camiones grúa y también los trabajos a realizar para garantizar un óptimo desempeño en el nuevo proyecto a realizar.

4.7 COSTOS DE OPERACIÓN DE UN CAMIÓN SCANIA P-360 CON GRÚA PALFINGER MODELO PK-32080.D

Los costos de operación de una camión grúa Scania modelo P-360 con pluma Palfinger modelo PK-32080 se pueden resumir en:

- El costo de alquiler de un camión grúa Scania modelo P-360, con pluma Pafinger modelo PK-32080-D es alrededor de 32 dólares/hora al mes con unas horas mínimas mensuales equivalentes a 200 horas, es decir unos

6,400 dólares/mes, éste es el costo promedio de mercado, en los últimos meses el costo de mercado se ha elevado debido a su alta demanda

- El costo del operador en sí cuyo salario, con beneficios sociales incluidos, es de unos 1,600 dólares/mes.
- El costo del combustible: el consumo de combustible de un camión grúa Scania P-360 con pluma Palfinger PK-3280 es un valor que se puede redondear en 2 galones/hora (hora trabajada según el horómetro señalado anteriormente), es decir que para una grúa que trabajó 200 horas en el mes, y asumiendo un costo de combustible de 3.5 dólares/galón (incluido el IGV), el costo mes de combustible equivale a $200 * 2 * 3.5 = 1,400$ dólares.

4.8 COSTOS DE MANTENIMIENTO DE UN CAMIÓN SCANIA MODELO P-360 CON GRÚA PALFINGER MODELO PK-32080-D.

Los costos de mantenimiento de un camión grúa Scania modelo P-360 con pluma Palfinger modelo PK-32080-D se pueden resumir en:

- El costo de mantenimiento registrado en nuestro sistema de control de mantenimiento, costos que para el camión grúa Scania modelo P-360, con pluma Palfinger modelo PK-32080-D del estudio (que es un camión grúa con una antigüedad de 05 años), equivalen a 1.45 dólares/hora, asumiendo que la unidad trabaja un promedio de 200 horas/mes entonces resulta un costo mensual de mantenimiento equivalente a 290 dólares/mes. El sistema de control de GyM para el caso de éste equipo registra los costos de:
 - Filtros
 - Aceites.

- Neumáticos
- Repuestos en general.
- El costo de mano de obra mecánica, que en el caso del camión grúa Scania modelo P-360 con pluma Palfinger modelo PK-32080-D objeto del estudio ascienden a un promedio de 60 dólares/mes
- El costo de taller, que incluye:
 - El taller de mantenimiento en sí
 - Los equipos del taller de mantenimiento, llámese grupo electrógeno, compresor de aire, equipo de llantería, equipo de iluminación, camioneta, las mesas de trabajo, el almacén de taller de mantenimiento, etc.
 - El personal del taller de mantenimiento directo e indirecto.
 - La camioneta del taller de mantenimiento.
 - El carrioncito de mantenimiento.

Para el caso del camión grúa Scania modelo P-360 con pluma Palfinger modelo PK-3208-D estos conceptos hacen un total de 40 dólares/mes.

- El costo del mantenimiento al inicio-final del proyecto. En el caso del camión grúa Scania P-360 con pluma Palfinger PK-32080 objeto de nuestro estudio que como ya se señaló tiene una antigüedad de 05 años, tenemos unos costos promedio por reparaciones, y que incluyen además la compra (por ejemplo) de neumáticos, de unos 8,400 dólares al final del proyecto, considerando el tiempo del proyecto como de un año en promedio. De manera que éste costo anual de reparaciones mayores se puede promediar en un costo de 700 dólares/mes.

De manera que podemos estimar un costo global de mantenimiento equivalente a 1,090 dólares/mes.

4.9 RESULTADO ECONÓMICO DE LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE UN CAMIÓN GRÚA SCANIA MODELO P-360 CON PLUMA PALFINGER MODELO PK-32080-D.

Se había mencionado en 4.7 que el costo de alquiler de un camión grúa Palfinger PK-32080 es de 6,400 dólares/mes, de estos 6,400 aproximadamente el 65% es costo de propiedad propiamente dicho, vale decir, letras al banco, seguros, costos financieros, intereses, etc. Por lo tanto la diferencia, es decir, 2,240 dólares, es lo que uno cuenta para la operación del equipo, sabiendo que de esos 2,240 dólares uno gasta indefectiblemente 1,090 dólares/mes, la diferencia, es decir 1,150 dólares/mes queda para lo siguiente:

- Operación del área de equipos y mantenimiento en Lima.
- Reparaciones mayores no consideradas en el presente.

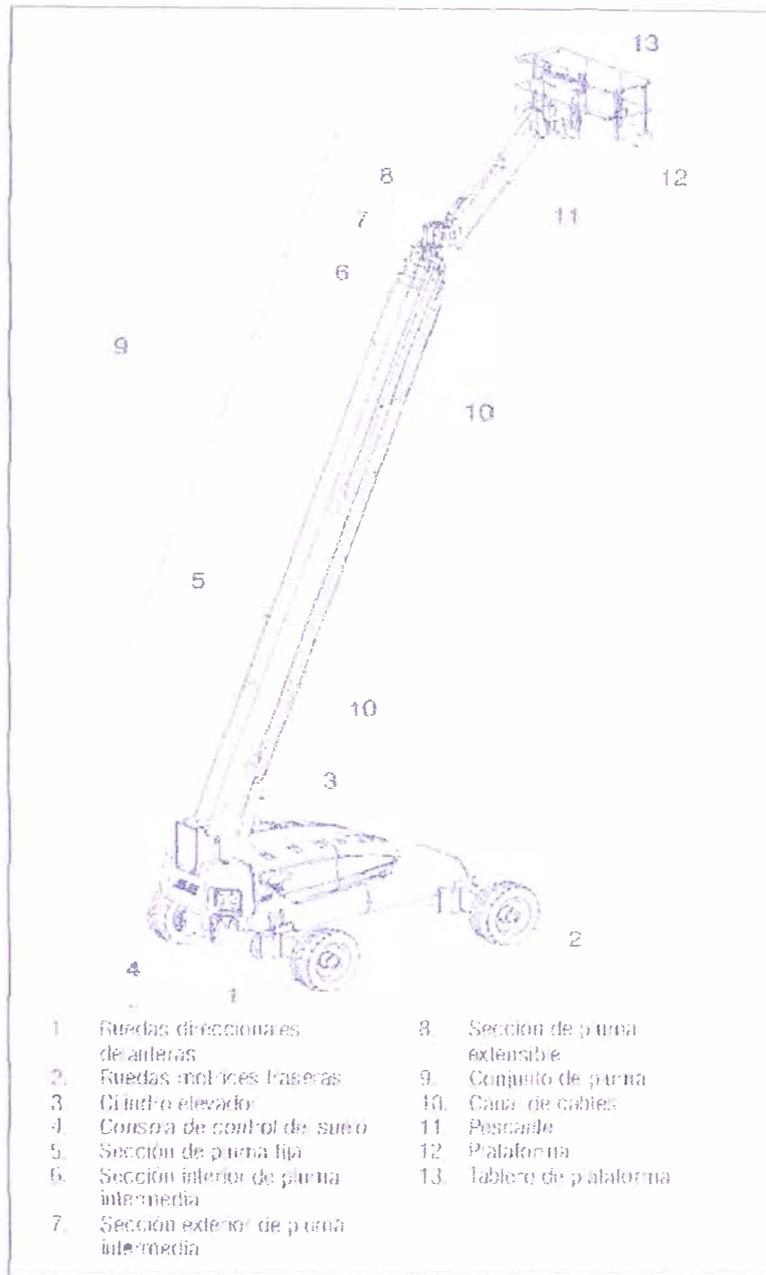
Queda clara la importancia de una buena gestión de la operación y el mantenimiento del equipo durante el proyecto.

CAPITULO 5

EL ELEVADOR DE PERSONAS O MAN LIFT

5.1 CONCEPTO

El elevador de personas o man lift es un equipo que se utiliza para trasladar personas hacia puntos generalmente elevados e inclusive puede llevar una carga pequeña, tal como una máquina de soldar tipo inversora. Es un equipo sumamente novedoso y práctico ya que evita el colocar andamios para que el personal llegue a puntos elevados, con el considerable ahorro en tiempo y dinero que esto implica.



Partes de un man lift o elevador de personas marca JLG modelo 1200-SJP

Los componentes principales de un man lift son:

- El chasis, que además del propio chasis del elevador de personas comprende lo siguiente:
 - Los estabilizadores hidráulicos que a la vez comprenden los neumáticos que son de material lleno
 - El motor, la bomba hidráulica y demás componentes internos.
 - El panel de control
 - El sistema eléctrico interno, etc.
- La pluma telescópica
- La punta de la pluma con los cilindros de dirección
- El panel de control en terreno del equipo.
- La canastilla para el personal
- El panel de control principal que se encuentra en la canastilla

La operación de un man lift o elevador de personas se basa en el diagrama de carga, el diagrama de carga es un documento emitido por el fabricante JLG que indica el alcance hasta donde puede trabajar el man lift.

A continuación se muestra el diagrama de carga del elevador de personas o man lift JLG modelo 1200-SJP.

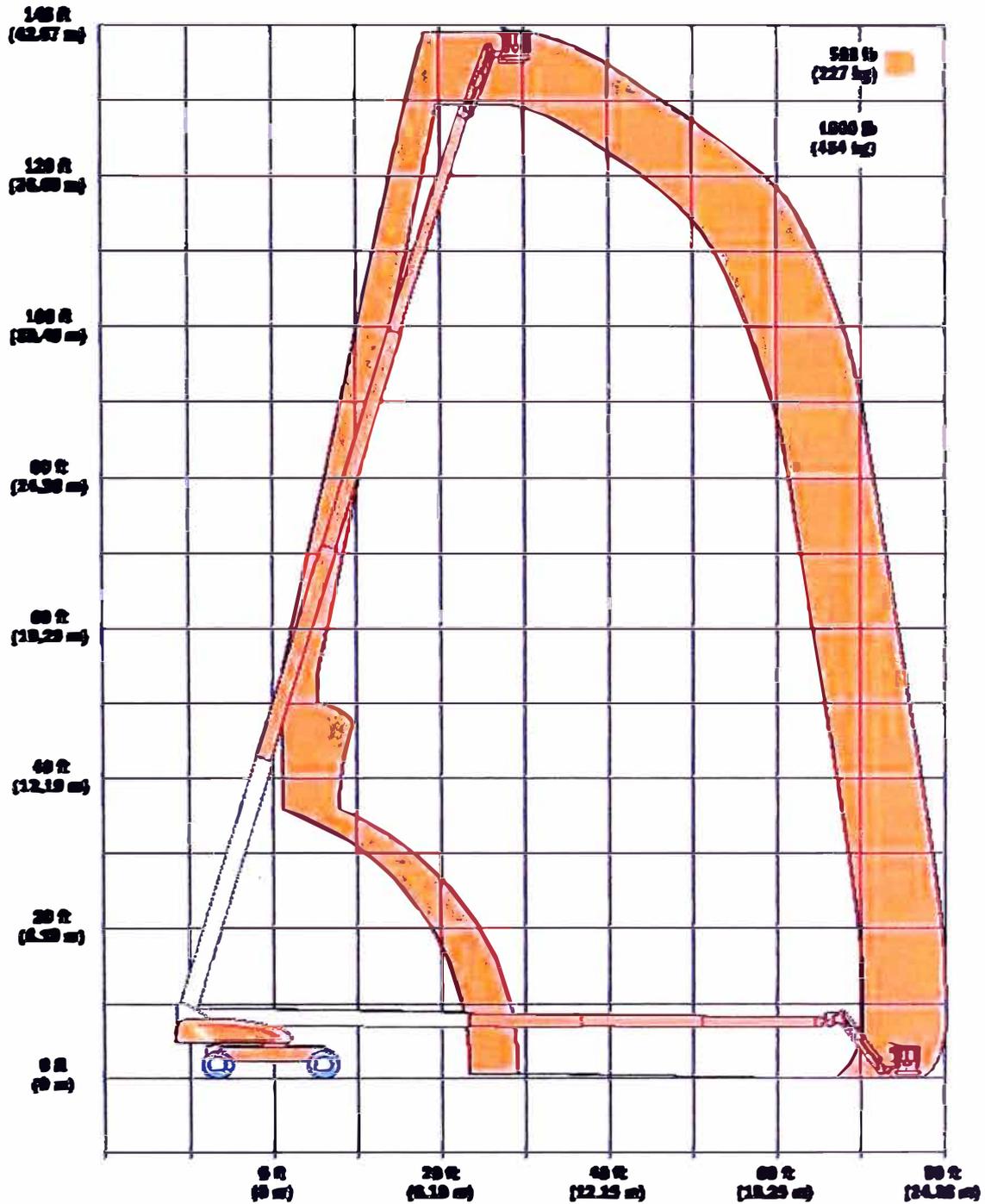


Diagrama de trabajo del man lift JLG modelo 1200-SJP

Como se puede apreciar el alcance máximo de un elevador de personas o man lift está bien definido en el diagrama de trabajo del equipo JLG modelo 1200-SJP que es el objeto de estudio del presente capítulo.

5.2 NORMA APLICABLE

La norma aplicable es la norma ASME B30.23, Personnel Lifting Systems es decir Sistemas de elevación de personas, la norma B30.23 es una norma en inglés que no tiene traducción oficial al español. Es una norma bastante completa y consta de los siguientes capítulos:

- Capítulo 1: Alcance, definiciones y referencias
- Capítulo 2: Construcción y características.
- Capítulo 3: Inspección, pruebas y mantenimiento.
- Capítulo 4: Operación.

ASME es la American Society of Mechanical Engineers, es decir la Asociación Estadounidense de Ingenieros Mecánicos.

5.3 CERTIFICACIÓN DE UN ELEVADOR DE PERSONAS O MAN LIFT

Es un procedimiento ya prácticamente establecido en todos los proyectos que todo elevador de personas o man lift debe contar con una certificación, las empresas mineras generalmente trabajan con certificadoras internacionales, llámese SGS o Bureau Veritas, la certificación de un man lift es la inspección por parte de un tercero que verifica que las condiciones generales y principalmente de seguridad en dicho elevador de personas son las idóneas.

El elevador de personas o man lift es un equipo de muy alto potencial de riesgo y por tanto su certificación es de suma importancia a fin de verificar las condiciones

de seguridad mencionadas, la certificación de un elevador de personas o man lift consta de pero no se limita a lo siguiente:

- Inspección y verificación de los diferentes sistemas del elevador de personas.
- Verificación del estado de la pluma, ésta no debe tener golpes ni daño mayor en ninguno de los tramos, es decir debe estar intacta, de ser necesario se hará un ensayo no destructivo en el tramo de pluma que presente una anomalía.
- Se verifica que el equipo cuenta con sus datos de placa originales completos, es decir marca, modelo y número de serie legibles, así como las normas que lo rigen.
- Se verifica que el equipo cuenta con la información tanto en la zona del panel de control de terreno con en la zona de la canastilla.
- Revisión de los neumáticos del elevador de personas, muy importante.
- Prueba de los sistemas de seguridad, es decir se trata de operar el man lift por encima de su capacidad de carga que es 220 kilos o mas allá de la distancia a la que puede trabajar y se verifica que los sistemas de seguridad se activan.
- Prueba de alcances del man lift, es decir que se lleva el man lift a diferentes distancias y alturas y se verifica que el equipo llega a dicha distancia pero que no la sobrepasa.
- Revisión del registro de los mantenimientos en el elevador de personas o man lift, enfocado sobre todo a las reparaciones de trascendencia y más aún a las reparaciones estructurales.

Luego de aprobada la inspección de la grúa la empresa homologadora emitirá un certificado cuya validez normalmente es de un año.

5.4 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN ELEVADOR DE PERSONAS O MAN LIFT.

La operación y el mantenimiento de un man lift o elevador de personas es uno de los aspectos más importantes durante el trabajo de éste equipo.

Respecto a la operación del equipo, todo elevador de personas o man lift debe ser operado por personal que cuenta con un mínimo de dos años de experiencia en ese equipo, además el operador debe estar certificado en el uso del elevador de personas.

La certificación de un operador de elevador de personas o man lift es también un aspecto importante a considerar, Minera Antamina trabaja con empresas reconocidas del medio como SGS o Bureau Veritas que son muy estrictas en el examen que se le toma a un operador para que éste pueda operar un elevador de personas o man lift se incide en:

- La seguridad al operar elevador de personas o man lift, las responsabilidades y sobre todo las limitaciones al operar estos equipos.
- El conocimiento de las (malas) condiciones del elevador de personas que limitan la operación de dicho man lift.
- El conocimiento de las (malas) condiciones del viento
- El conocimiento de la proximidad a líneas de alta tensión durante la operación.

- El conocimiento del manual del operador del camión grúa que dicho trabajador va a operar.

Número de Beaufort	Velocidad del viento		Descripción	Condiciones del suelo
	m/s	mph		
0	0-0,2	0	Calmado	Calmado. El humo asciende verticalmente.
1	0,3-1,5	1-3	Vientos leves	Se observa movimiento del viento en el humo
2	1,6-3,3	4-7	Brisa leve	Se siente el viento en la piel descubierta. Las hojas susurran
3	3,4-5,4	8-12	Brisa suave	Las hojas y ramas pequeñas exhiben movimiento constante
4	5,5-7,9	13-18	Brisa moderada	Se levanta el polvo y papeles sueltos. Las ramas pequeñas empiezan a moverse.
5	8,0-10,7	19-24	Brisa fresca	Los árboles pequeños se mueven.
6	10,8-13,8	25-31	Brisa fuerte	Las ramas grandes se mueven. Se escuchan silbidos en los alambres de tendido eléctrico. Hay dificultades para utilizar un paraguas.
7	13,9-17,1	32-38	Casi vendaval/vendaval moderado	Árboles completos en movimiento. Hay que esforzarse para caminar contra el viento.
8	17,2-20,7	39-46	Vendaval fresco	Se rompen ramitas de los árboles. Los automóviles se desvían sobre la carretera.
9	20,8-24,4	47-54	Vendaval fuerte	Daños estructurales leves.

Tabla de escala de Beaufort de las velocidades del viento

- El conocimiento práctico del elevador de personas o man lift que dicho operador va a utilizar.

Luego de que el operador apruebe este examen la empresa evaluadora emitirá un certificado con una validez que generalmente es un año.

Así mismo el mantenimiento de un elevador de personas o man lift es un aspecto fundamental.

Por lo general todo elevador de personas se controla mediante un horómetro que es un dispositivo que controla las horas trabajadas por el equipo. De ésta manera se controlan las horas que sirven a su vez para el control de:

- Horas trabajadas para la valorización del equipo, es decir para lo que se le debe pagar el propietario del equipo.

- Los mantenimientos del equipo.

Como se ha señalado en base al horómetro es que se realiza el control para el mantenimiento del equipo, el mantenimiento del equipo se realiza cada 250 horas de manera que la frecuencia de mantenimiento es:

- 250 horas, servicio de 250 horas.
- 500 horas, servicio de 500 horas.
- 750 horas, servicio de 250 horas.
- 1,000 horas, servicio de 1,000 horas.
- 1,250 horas, servicio de 250 horas.
- 1,500 horas, servicio de 500 horas.
- 1,750 horas, servicio de 250 horas.
- 2,000 horas, servicio de 2,000 horas.
- 2,250 horas, servicio de 250 horas.
- 2,500 horas, servicio de 500 horas.
- 2,750 horas, servicio de 250 horas.
- 3,000 horas, servicio de 1,000 horas, etc.

En un anexo se detallarán los puntos a verificar y/o cambiar y los cambios que se deben realizar indefectiblemente para cada servicio en nuestro elevador de personas o man lift marca JLG modelo 1200-SJP.

5.5 PROBLEMAS MECÁNICOS MAYORES EN EL ELEVADOR PERSONAS O MAN LIFT MARCA JLG MODELO 1200-SJP

Los problemas mecánicos mayores en el elevador de personas o man lift marca JLG modelo 1200-SJP y que en general se pueden hacer extensivos a la mayoría de elevadores de personas o man lift son los siguientes:

- Fallas en los sellos de los diferentes cilindros hidráulicos, por lo general fallas en los sellos de los distintos cilindros hidráulicos en la pluma. Estas fallas por lo general inician con fugas menores que pueden ser detectadas en la inspección diaria del equipo en caso de no ser detectadas o que no se cuente con el repuesto la fuga se hará mayor pudiendo llegar a ser limitante y que se tenga que parar el equipo dado que puede llegar a ser un problema de tipo ambiental con la minera.
- Problemas en el sistema eléctrico, sea en los distintos contactores y reles del elevador de personas o man lift o en los sistemas de luces y alarmas que tiene la unidad, estas fallas generalmente no dan aviso y se manifiestan directamente causando la paralización de alguna de las funciones de la máquina, paralización de función que prácticamente todas las veces implica la paralización de la máquina debido a que generalmente implica que el operador del man lift se quede atrapado en alturas considerables.

5.6 SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS MECÁNICOS MAYORES EN EL MAN LIFT MARCA JLG MODELO 1200-SJP.

Las soluciones a los problemas mecánicos mayores en el man lift marca JLG modelo 1200-SJP detallados en el punto anterior son las siguientes:

- Fallas en los sellos de los diferentes cilindros hidráulicos. Para éste tipo de fallas se debe contar en almacén con la mayor cantidad de repuestos, el fabricante JLG provee para tal efecto una serie de kits de mantenimiento de los distintos componentes hidráulicos, kits en los que vienen en su mayoría una serie de retenes, o-rings y sellos hidráulicos que son los que generalmente ocasionan las fallas.
- Problemas en el sistema eléctrico. Este tipo de falla es la más recurrente y crítica en el man lift, en éste caso se debe primero contar con personal de mantenimiento eléctrico altamente calificado y experimentado y específicamente respecto al mantenimiento se debe tomar dos acciones básicas:
 - Se debe contar con la mayor cantidad de repuestos o kits de mantenimiento eléctrico, nuevamente se señala que el fabricante JLG tiene en stock kits específicos de mantenimiento eléctrico no sólo para sus diversos equipos sino también específicamente para los man lift modelo 1200-SJP (Ultra boom).
 - Se debe contar con fluidos limpiadores de contactores y componentes eléctricos y electrónicos y hacer mantenimiento constante de dichos componentes y además hacerlo de manera ineludible y simultánea a los mantenimientos de 250 horas.

Además de las soluciones ya mencionadas a estos problemas puntuales, el mantener la alta operatividad del man lift JLG modelo 1200-SJP en un proyecto pasa por:

- Respetar y cumplir todo lo detallado en el programa de mantenimiento del man lift JLG modelo 1200-SJP, programas dados por el fabricante y que están al final del presente informe en los anexos.
- Cuando el elevador de personas o man lift termina un proyecto y va a Lima para la revisión general, se debe aprovechar en hacer las reparaciones de los componentes que ya se ve que están fallando y también se debe hacer las reparaciones de los componentes principales del equipo, componentes que se sabe con el tiempo pueden dar problemas y paralizar el equipo un buen tiempo con el agravante que la mayoría de proyectos son en lugares apartados y el conseguir componentes o repuestos de reemplazo o repararlos toma un tiempo considerable que agregado al tiempo mismo del cambio del componente en el equipo representa un tiempo y un costo que bien puede evitarse realizando todas las reparaciones en Lima cuando el equipo termina un proyecto, los componentes cuya revisión y/o reparación se debe realizar en Lima son básicamente:
 - Motor
 - Sistema eléctrico en general, reles, contactores, cableado, etc. Estos dos primeros puntos son los más importante a verificar y/o reparar.
 - Radiador
 - Turboalimentador
 - Alternador
 - Arrancador
 - Bombas hidráulicas
 - Cilindros hidráulicos
 - Neumáticos o llantas.

- Luces completas, si es necesario se debe cambiar los faros malos completos.

Estos son a grandes rasgos los componentes a revisar y los trabajos a realizar en un elevador de personas o man lift a fin de prevenir las fallas recurrentes en el equipo y también los trabajos a realizar para garantizar un óptimo desempeño en el nuevo proyecto a realizar.

5.7 COSTOS DE OPERACIÓN DE UN MAN LIFT MARCA JLG MODELO 1200-SJP.

Los costos de operación de un elevador de personas o man lift marca JLG modelo 1200-SJP se pueden resumir en:

- El costo de alquiler de un man lift JLG modelo 1200-SJP es alrededor de 36 dólares/hora al mes con unas horas mínimas mensuales equivalentes a 200 horas, es decir unos 7,200 dólares/mes, éste es el costo promedio de mercado, en los últimos meses el costo de mercado se ha elevado debido a su alta demanda
- El costo del operador en sí cuyo salario, con beneficios sociales incluidos, es de unos 1,600 dólares/mes.
- El costo del combustible: el consumo de combustible de una man lift JLG modelo 1200-SJP es un valor que se puede aproximar a 1.8 galones/hora (hora se refiere a hora trabajada según el horómetro señalado anteriormente), es decir que para una grúa que trabajó 200 horas en el mes,

y asumiendo un costo de combustible de 3.5 dólares/galón (incluido el IGV), el costo mes de combustible equivale a $200 * 1.8 * 3.5 = 1,260$ dólares.

5.8 COSTOS DE MANTENIMIENTO DE UN MAN LIFT MARCA JLG MODELO 1200-SJP.

Los costos de mantenimiento de un man lift JLG modelo 1200-SJP se pueden resumir en:

- El costo de mantenimiento registrado en nuestro sistema de control de mantenimiento, costos que para elevador de personas o man lift marca JLG modelo 1200-SJP objeto del estudio (que es un elevador de personas con una antigüedad de 04 años), equivalen a 1.25 dólares/hora, asumiendo que la unidad trabaja un promedio de 200 horas/mes entonces resulta un costo mensual de mantenimiento equivalente a 250 dólares/mes. El sistema de control de GyM para el caso de éste equipo registra los costos de:
 - Filtros
 - Aceites.
 - Neumáticos
 - Repuestos en general.
- El costo de mano de obra mecánica, que en el caso del elevador de personas o man lift modelo 1200-SJP objeto del estudio asciende a un promedio de 72 dólares/mes
- El costo de taller, que incluye:
 - El taller de mantenimiento en sí

- Los equipos del taller de mantenimiento, llámese grupo electrógeno, compresor de aire, equipo de llantería, equipo de iluminación, camioneta, las mesas de trabajo, el almacén de taller de mantenimiento, etc.
- El personal del taller de mantenimiento directo e indirecto.
- La camioneta del taller de mantenimiento.
- El camioncito de mantenimiento.

Para el caso del man lift marca JLG modelo 1200-SJP estos conceptos hacen un total de 48 dólares/mes.

- El costo del mantenimiento al inicio-final del proyecto. En el caso del man lift marca JLG modelo 1200-SJP objeto de nuestro estudio que como ya se señaló tiene una antigüedad de 04 años, tenemos unos costos promedio por reparaciones, y que incluyen además la compra (por ejemplo) de neumáticos, de unos 7,800 dólares al final del proyecto, considerando el tiempo del proyecto como de un año en promedio. De manera que éste costo anual de reparaciones mayores se puede promediar en un costo de 650 dólares/mes.

De manera que para el man lift JLG modelo 1200-SJP podemos estimar un costo global de mantenimiento equivalente a 1,020 dólares/mes.

5.9 RESULTADO ECONÓMICO DE LA OPERACIÓN Y EL MANTENIMIENTO DE UN MAN LIFT MARCA JLG MODELO 1200-SJP.

Se había mencionado en 5.7 que el costo de alquiler de una grúa telescópica es de 7,200 dólares/mes, de estos 7,200 aproximadamente el 70% es costo de propiedad propiamente dicho, vale decir, letras al banco, seguros, costos financieros, intereses, etc. Por lo tanto la diferencia, es decir, 2,160 dólares, es lo que uno cuenta para la operación del equipo, sabiendo que de esos 2,160 dólares uno gasta indefectiblemente 1,020 dólares/mes, la diferencia, es decir 1,140 dólares/mes queda para lo siguiente:

- Operación del área de equipos y mantenimiento en Lima.
- Reparaciones mayores no consideradas en el presente.

Queda clara la importancia de una buena gestión de la operación y el mantenimiento del equipo durante el proyecto.

CONCLUSIONES

1. Haciendo una revisión de los resultados obtenidos y los planteamientos establecidos queda claramente demostrado que el ahorro y la planificación en el mantenimiento de los equipos es positivo pero el mal ahorro es muy perjudicial para el equipo y para la propia empresa.
2. Es muy importante la capacitación del personal de mantenimiento. Al respecto ahora se cuenta con capacitaciones en casi todos los diversos tópicos relacionados al mantenimiento de la maquinaria desde seguridad en general en el taller así como seguridad, selección y mantenimiento de neumáticos hasta cursos de hidráulica que incluye lectura de planos hidráulicos de los mismos equipos utilizados en los proyectos de minería y construcción.
3. Los propios fabricantes de los equipos distribuyen kits o conjuntos de repuestos de mantenimiento tanto para sus equipos en general como para sus equipos en particular, al respecto por ejemplo el fabricante JLG provee una excelente variedad de kits de mantenimiento hidráulico y eléctrico en el que se incluye los sellos y repuestos menores que son los que más fallan, en nuestro caso en el man lift modelo 1200-SJP, es fundamental poder contar con estos kits de repuestos que ofrecen los propios fabricantes en primer lugar porque el fabricante precisamente provee los repuestos que a través de los años de estudio y de práctica está demostrado que son los que más fallan y en segundo término debido a que de no contar en obra con estos repuestos se hace muy

difícil el conseguirlos con la consiguiente gran pérdida en costos de reparación posterior y tiempo que a su vez se traduce en dinero.

4. El equipamiento de taller de mantenimiento debe ser el mejor y el más moderno, esto tiene varios efectos y aspectos:
 - a. El personal de taller se ve motivado cuando trabaja con equipamiento mejor y más moderno.
 - b. El aspecto de la seguridad se ve favorecido al trabajar con equipamiento de taller más moderno y de mejor calidad.
 - c. Así mismo las empresas mineras exigen que el equipamiento de taller sea el óptimo, evitando herramientas y dispositivos de fabricación casera.
5. El personal que opera los equipos debe a su vez ser capacitado tanto en la operación como en el cuidado y mantenimiento del equipo, esto a su vez tiene el efecto de motivar al personal en el cuidado del equipo.

RECOMENDACIONES

1. Se debe procurar buena remuneración tanto para el personal de taller de mantenimiento como para el personal operador de los equipos de construcción en un proyecto.
2. Es indispensable mantener y profundizar el análisis de las fallas en los equipos de construcción y ver la forma de prevenir o de contar en este caso con los repuestos al alcance, como se ha demostrado los costos de operación de un equipo son elevados y cada día de pérdida representa un costo sumamente perjudicial para el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. JLG, Plataforma de levante con pluma modelo 1200-SJP, Manual del operador y de seguridad. ANSI-CE Noviembre 2010.
2. GROVE, MANITOWOC CRANE GROUP, Grúa modelo RT-760. Manual del operador. 2005
3. JOSE SILVA MONSALVE, El concepto de izar cargas seguras, Perfil Comunicación Integral, Lima-Perú, Octubre 2009

ANEXOS