

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



GRÚA TORRE: UN ASCENSOR DE OBRA

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

DENISSE MERCEDES CONTRERAS CUYA

Lima- Perú

2013

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por todo lo que me ha dado en esta vida; a mis padres Hugo y Angélica por sus sabios consejos y por estar a mi lado en todo momento, a mis hermanos Hugo e Ivonne por el apoyo y fuerza que me brindan siempre.

Agradezco también a quienes me brindaron orientación y me facilitaron información para el desarrollo de esta tesis. Y en general a todos los que me ayudaron a llegar con éxito al final de este camino.

ÍNDICE

RESUMEN	7
LISTA DE CUADROS	8
LISTA DE FIGURAS	9
INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO I: GENERALIDADES.	14
1.1. DEFINICIÓN DE UNA GRÚA TORRE Y SU FUNCIÓN.	14
1.2. PARTES QUE COMPONEN UNA GRÚA TORRE.	15
1.2.1. Torre o mástil.	17
1.2.2. Cabeza.	17
1.2.3. Pluma o flecha.	18
1.2.4. Contrapluma o contraflecha.	19
1.2.5. Contrapeso aéreo.	19
1.2.6. Lastre (contrapeso de base).	20
1.2.7. Carro o trolley, cables y gancho (órgano de aprehensión).	21
1.2.8. Motores.	21
1.2.9. Cabina.	22
1.2.10. Torrete.	22
1.2.11. Tirante de pluma.	22
1.3. CLASIFICACIÓN DE LAS GRÚAS TORRE.	23
1.3.1. Grúa torre fija o estacionaria.	23
1.3.2. Grúa torre desplazable en servicio.	24
1.3.3. Grúa torre desmontable.	24

1.3.4.	Grúa torre autodesplegable.	25
1.3.5.	Grúa torre autodesplegable monoblock.	26
1.3.6.	Grúa torre trepadora.	26
1.3.7.	Grúa torre telescópica.	27
1.4.	MOVIMIENTOS Y MECANISMOS DE UNA GRÚA TORRE.	28
1.4.1.	Mecanismos de elevación.	28
1.4.2.	Mecanismos de distribución.	28
1.4.3.	Mecanismos de orientación o giro.	29
1.4.4.	Mecanismos de traslación.	29
1.5.	USOS Y APLICACIONES.	29
1.5.1.	Grúas torre en el mundo.	29
1.5.2.	Grúas torre en Perú.	31
 CAPÍTULO II: CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA ELECCIÓN Y OPERACIÓN.		 32
2.1.	UBICACIÓN DE LA GRÚA TORRE.	32
2.1.1.	Accesos.	32
2.1.2.	Radio de acción de la grúa torre.	32
2.1.3.	Visibilidad del operador a lo largo de la obra.	33
2.1.4.	Optimización de los tiempos de ciclo.	34
2.1.5.	Barrido de la pluma.	34
2.1.6.	Puntos de ubicación para una grúa.	34
2.1.6.1.	<i>Posicionar la grúa dentro de un edificio.</i>	34
2.1.6.2.	<i>Emplazar la grúa fuera de la edificación (arriostrada).</i>	34

2.1.6.3. Ubicar la grúa completamente fuera o separada de la edificación.	34
2.1.6.4. Colocar la grúa torre con rieles.	34
2.1.7. Resistencia y estabilidad del terreno.	35
2.1.8. Velocidad del viento.	35
2.1.9. Conceptos básicos de elección en altura.	35
2.1.9.1. Altura bajo gancho.	35
2.1.9.2. Altura de montaje.	35
2.1.9.3. Altura de autoestable o de autonomía.	35
2.1.9.4. Altura máxima.	35
2.2. MONTAJE.	36
2.2.1. Maquinaria, Equipo y herramientas.	37
2.2.1.1. Grúa torre.	37
2.2.1.2. Grúa auxiliar.	37
2.2.1.3. El camión.	37
2.2.1.4. Llave torque.	38
2.2.1.5. Cinturón de seguridad.	38
2.2.1.6. Radio transmisor.	38
2.2.1.7. Estrobos.	38
2.2.1.8. Barrera de seguridad.	38
2.2.1.9. Sogas.	38
2.2.2. Requisitos de montaje.	38
2.2.3. Condiciones de estabilidad.	39
2.2.4. Instalación de la base de la grúa torre.	40
2.2.4.1. Versión apoyada.	40

2.2.4.2. Versión empotrada.	41
2.2.5. Procedimiento de montaje.	41
2.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN.	43
2.3.1. Operador de grúa torre (gruista).	44
2.3.2. Señalero.	45
2.3.3. Interrupción del trabajo.	48
2.3.4. Mantenimiento.	49
2.3.5. Ensayos de carga.	50
2.3.5.1. Ensayo estático.	50
2.3.5.2. Ensayo dinámico.	51
2.4. DESMONTAJE.	51
CAPÍTULO III: ASPECTOS DE SEGURIDAD.	53
3.1. GENERALIDADES.	53
3.2. SEGURIDAD EN LA GRÚA TORRE.	53
3.2.1. Riesgos en las grúas torre.	54
3.2.2. Mecanismos de seguridad.	55
3.2.2.1. Limitadores de esfuerzos (LE).	55
3.2.2.2. Limitadores de carrera (LC).	56
3.2.2.3. Limitadores de advertencia (LA).	57
3.2.3. Ganchos.	57
3.2.4. Cables de acero.	57
3.3. SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN.	58
3.3.1. Inspección y control de la operación.	58

3.4.	SEGURIDAD PERSONAL.	59
3.4.1.	Riesgos más frecuentes.	59
3.4.2.	Medidas preventivas.	59
3.4.3.	Equipos de protección individual.	60
CAPÍTULO IV: APLICACIÓN DE UNA GRÚA TORRE EN UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO.		61
4.1.	ESTUDIO DE MERCADO.	61
4.1.1.	Dimensión del mercado.	62
4.1.2.	Precios.	63
4.1.3.	Breve descripción de la estructura de los canales de distribución.	63
4.1.4.	Principales competidores.	63
4.2.	COSTOS DE ADQUISICIÓN Y ALQUILER ENTRE PRINCIPALES PROVEEDORES.	64
4.3.	SELECCIÓN DE LA GRÚA TORRE.	65
4.3.1.	Descripción del proyecto.	66
4.3.2.	Parámetros generales.	67
4.3.3.	Selección del área de trabajo.	67
4.3.4.	Mano de obra a utilizar.	69
4.3.5.	Montaje de la grúa torre.	70
4.4.	ANÁLISIS DE COSTOS DE LA GRUA TORRE APLICADO A UN PROYECTO DE CONCRETO ARMADO.	75
4.4.1.	Presupuesto de Obra.	75
4.4.2.	Gasto real mensual de la grúa torre.	75

4.4.3. Cronograma de trabajos de la Grúa Torre.	77
4.4.4. Cálculo de la productividad de la Grúa Torre.	77
4.4.5. Análisis de tiempo – costo entre la grúa torre, la bomba de concreto y el winche durante la fase de vaciado de losa.	80
4.4.5.1. Condiciones.	80
4.4.5.2. Análisis de tiempo – costo de la grúa torre.	81
4.4.5.3. Análisis de tiempo – costo de la bomba de concreto.	82
4.4.5.4. Análisis de tiempo – costo del winche.	83
4.4.5.5. Resultados.	85
4.4.6. Ventajas del uso de la Grúa Torre.	86
4.4.7. Desventajas del uso de la Grúa Torre.	87
CONCLUSIONES	88
RECOMENDACIONES	90
BIBLIOGRAFIA	91
ANEXOS	
Anexo N°1: Memoria descriptiva del proyecto multifamiliar El Cortijo.	i
Anexo N°2: Esquema de movimientos, mecanismos y dispositivos de seguridad de una grúa torre.	iv
Anexo N°3: Cotizaciones de proveedores de grúa torre.	viii
Anexo N°4: Normativa aplicable.	xxi
Anexo N°5: Planos.	xxi

RESUMEN

El presente estudio está referido a mostrar la importancia y ventajas, que se pueden alcanzar haciendo uso de maquinarias específicas apropiadas, cuya introducción al mercado laboral refuerzan los mecanismos y casos de la transferencia tecnológica.

En las obras de ingeniería de mayor envergadura son necesarios equipos de mayor tamaño y complejidad, entre ellas, se encuentra la grúa torre, que figura como un elemento indispensable a utilizar, pues permite elevar y trasladar grandes pesos a grandes alturas.

Debido también a la automatización de la mayoría de los procesos constructivos, las grúas torre han evolucionado bastante estos últimos años, una de las razones de la popularidad de la grúa torre, es que ofrece una geometría de movimiento que es particularmente bien acomodada para la construcción de edificios, haciendo que los procesos constructivos sean más rápidos, fáciles, seguros, de mayor calidad y de menor costo, mejorando considerablemente la productividad.

La presente tesis "GRÚA TORRE: UN ASCENSOR DE OBRA" fue aplicada al proyecto denominado edificio multifamiliar "El Cortijo", ubicado en el distrito de Santiago de Surco, provincia y departamento de Lima, en el cual se tomaron datos de campo respecto a la utilización de la grúa torre, la bomba de concreto y el winche.

Se demuestra finalmente en la presente tesis, que mediante la utilización de la grúa torre, existe un ahorro considerable en el costo HM (Hora-Máquina) por m² para el vaciado de una losa de concreto, siendo la grúa torre más rentable que utilizando la bomba de concreto o el winche, habiendo un ahorro del 62% y 61% respectivamente; de igual manera hay también un ahorro en costo HH (Hora-Hombre) / m² utilizando la grúa torre, habiendo un ahorro en costo del 6% y 85% utilizando mano de obra con la bomba de concreto o el winche respectivamente.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 2.1: Consideraciones de inspección de grúa torre.	36
Cuadro N° 2.2: Información básica de la grúa torre.	39
Cuadro N° 2.3: Consideraciones antes del montaje de grúa.	39
Cuadro N° 2.4: Tipo de mandos para la operación de la grúa torre.	43
Cuadro N° 2.5: Anomalías en instalación u operación de grúa torre.	49
Cuadro N° 3.1: Pautas en la seguridad de la grúa torre.	54
Cuadro N° 3.2: Riesgos en la grúa torre.	54
Cuadro N° 3.3: Indicaciones generales de utilización.	58
Cuadro N°4.1: Las cinco torres más altas del mundo.	61
Cuadro N°4.2: Las cinco torres más altas del Perú.	62
Cuadro N°4.3: Generalidades del proyecto	66
Cuadro N°4.4: Cuadro de áreas por piso.	66
Cuadro N°4.5: Extracto de presupuesto aprobado de grúa torre.	75
Cuadro N°4.6: Análisis de gastos fijos.	76
Cuadro N°4.7: Análisis de gastos mensuales.	76
Cuadro N°4.8: Cálculo de la productividad de encofrado columna.	78
Cuadro N°4.9: Cálculo de la productividad de encofrado placa.	78
Cuadro N°4.10: Cálculo de la productividad de encofrado fondo de viga.	79
Cuadro N°4.11: Cálculo de la productividad de acero columna pre-armada.	79
Cuadro N°4.12: Cálculo de la productividad de acero viga pre-armada.	80

LISTA DE FIGURAS

Figura N°1.1: Partes de la grúa torre.	16
Figura N°1.2: Partes de la grúa torre.	16
Figura N° 1.3: Torre o mástil.	17
Figura N° 1.4: Cabeza de la grúa torre.	18
Figura N° 1.5: Pluma o flecha.	18
Figura N° 1.6: Contrapluma o contraflecha.	19
Figura N° 1.7: Contrapeso aéreo.	22
Figura N° 1.8: Tipo de lastres.	22
Figura N° 1.9: Carro, cables y gancho.	23
Figura N° 1.10: Tipos de motores de la grúa torre.	22
Figura N° 1.11: Cimentación de zapata de la grúa torre.	23
Figura N° 1.12: Grúa torre sobre carriles.	24
Figura N° 1.13: Grúa torre desmontable.	25
Figura N° 1.14: Grúa torre autodesplegable.	25
Figura N° 1.15: Grúa torre autodesplegable monobloc.	26
Figura N° 1.16: Secuencia del movimiento vertical de una grúa torre trepadora.	27
Figura N° 1.17: Grúa torre telescópica.	27
Figura N° 1.18: Vista de grúa torre empleada en megaconstrucción.	30
Figura N° 1.19: Vista de megaconstrucción en su totalidad.	30
Figura N° 1.20: Grúas torre en el Perú.	31

Figura N°2.1: Consideraciones de los radios de acción de una grúa torre.	33
Figura N°2.2: Base de la grúa – Versión apoyada.	40
Figura N°2.3: Tramo de empotramiento – Versión empotrada.	41
Figura N° 2.4: Elevar y bajar carga.	46
Figura N° 2.5: Elevar y bajar pluma.	46
Figura N° 2.6: Elevar pluma y bajar la carga - Bajar pluma y elevar la carga.	46
Figura N° 2.7: Gire a la derecha - Gire a la izquierda.	47
Figura N° 2.8: Desplazar a la derecha - Desplazar a la izquierda.	47
Figura N° 2.9: Parada – Parada de emergencia.	47
Figura N° 2.10: Pluma en veleta.	48
Figura N° 4.1: Cotización de Grúa torre.	65
Figura N°4.2: Foto de Edificio Multifamiliar El Cortijo.	67
Figura N°4.3: Distribución de sectores para el trabajo.	68
Figura N°4.4: Cimentación y arriostramiento de grúa torre.	70
Figura N°4.5: Traslado e ingreso de grúa torre con camión.	71
Figura N°4.6: Grúa auxiliar, ubicada en calle Cineraria.	71
Figura N°4.7: Vista de cimentación y anclaje de grúa torre.	72
Figura N°4.8: Anclaje de grúa torre.	72
Figura N°4.9: Vista de maniobra de izaje de grúa torre.	72
Figura N°4.10: Empalme de grúa torre.	73
Figura N°4.11: Grúa auxiliar.	73
Figura N°4.12: Izaje con grúa auxiliar.	73
Figura N°4.13: Colocación de la cabeza de la grúa torre	74

Figura N°4.14: Grúa torre instalada.	74
Figura N°4.16: Grupo electrógeno.	74

INTRODUCCIÓN

A través de la historia, el ser humano se ha visto en la necesidad de crear elementos que le permitan trabajar y vivir de forma más cómoda. Esta necesidad lo ha llevado a desarrollar una serie de herramientas, equipos y maquinarias acorde con sus requerimientos, siendo el principal objetivo lograr que estos elementos sean cada vez más perfectos, simples, útiles, multifuncionales y accesibles.

Una de estas nuevas máquinas es la que hoy se conoce como "GRÚA TORRE", la que desde sus primeras apariciones, vino a revolucionar por completo, con sus numerosas ventajas, los procesos de construcción existentes, logrando consolidarse como un elemento imprescindible no sólo en la industria de la construcción, sino que también en otras actividades como son servicios portuarios, construcción naval y minas.

En el mundo existe una demanda creciente en el uso de las grúas torre, debido a la necesidad constante de aprovechar al máximo los espacios para construir edificaciones más altas; sin embargo existe un cierto desconocimiento de estas grandes máquinas, de lo que son, su funcionamiento, usos, costo de su uso, normativa aplicable y aspectos de seguridad, por esto, se hace necesario contar con una fuente de información general sobre sus principales aspectos, para poder paliar en parte, la ignorancia que existe sobre ellas.

Por otro lado, las constantes exigencias de tamaño y capacidad, han demandado la creación de avanzados sistemas de seguridad, control y manejo de las mismas, que cubren las grúas torre.

Se debe considerar también que la grúa torre es una máquina que no contamina el aire lo que es una consideración muy importante en estos días de preocupación por el medio ambiente.

En el primer capítulo denominado "GENERALIDADES", se da a conocer los aspectos básicos de la grúa torre, tales como su definición, partes, clasificación y mecanismos de movimiento, que nos ayudará a tener una noción globalizada del concepto de este equipo.

En el segundo capítulo denominado “CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA ELECCIÓN Y OPERACIÓN”, se presenta de manera general el funcionamiento, operación y las consideraciones que se deben tomar desde la elección hasta el desmontaje de la grúa torre.

Luego, en el tercer capítulo “ASPECTOS DE SEGURIDAD”, se abordan las medidas seguridad a tomar en cuenta antes, durante y después en el empleo de este equipo, así como también las consideraciones que debe tener el personal al maniobrarlo.

Finalmente, el cuarto capítulo “APLICACIÓN DE UNA GRÚA TORRE EN UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO”, se ilustra y efectúa la metodología de cálculo, para determinar los costos que implica utilizar una grúa torre, en la partida de losa de concreto, a través del análisis de costos de HM (Hora-Máquina) y HH (Hora-Hombre); así mismo se determina también la productividad en el transporte vertical de acero y encofrados.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

Las primeras grúas que se fabricaron en España a final de los años cincuenta (50), se produjeron en la zona noreste: Aragón, Navarra y Vizcaya bajo patentes extranjeras, propulsadas por energía eléctrica, con un alcance de brazo de 15 a 20 metros, elevación de 300 a 500 Kg en la punta de la pluma, y una altura de hasta 25 metros; sin embargo, en Cataluña, zona de gran estabilidad y potencia industrial, no existió un gran interés por estas máquinas.

Posteriormente, aparecen fábricas españolas especializadas en Cantabria y Guipúzcoa, donde se diseñaron nuevos modelos de grúa torre, inspirados en los ya existentes. Mientras, en Murcia, con patentes italianas, se especializaron en las llamadas grúas auto-desplegables ⁽¹⁾.

Uno de los factores que aporta más pérdidas de tiempo son las esperas por abastecimiento de materiales; este hecho ha llevado a la creación de GRÚAS TORRE acorde a las condiciones y exigencias de la ubicación de la obra (accesibilidad, tipo de terreno, espacio, tiempo, etc.).

Hoy en día nuestro país ha tenido un creciente auge constructivo donde el sistema de grúa torre es una herramienta básica de trabajo.

1.1. DEFINICIÓN DE UNA GRÚA TORRE Y SU FUNCIÓN.

La grúa torre es una máquina de funcionamiento electromecánico, destinada a elevar y trasladar cargas de un punto a otro, a todos los niveles y en todas direcciones dentro del círculo que el brazo describe, mediante un gancho suspendido de un cable, desplazándose por un carro a lo largo de una pluma.

Las grúas torre permiten el desarrollo de tres operaciones en una misma máquina: levantan, transportan y descargan desde cualquier punto de almacenaje a cualquier punto de utilización del material a manipular, y esta acción se traduce en un uso mínimo de mano de obra con la consiguiente economía de tiempo y dinero ⁽²⁾.

⁽¹⁾ Curso de operador de grúa torre, Fundación Laboral de la Construcción, 3ª Edición: diciembre 2007, España – Madrid.

⁽²⁾ CONSTRUDATA, Informe especial, Equipos de construcción, Transporte vertical, Edición 129, Diciembre 2003 – Febrero 2004.

Una ventaja de esta grúa es que puede empotrarse directamente en el suelo, como también puede ser inmovilizada sin ruedas o bien desplazarse sobre vías curvas y rectas.

Las operaciones de montaje y desmontaje deben ser realizadas por personal especializado, mientras que las operaciones de mantenimiento y conservación se realizarán de acuerdo con las normas dadas por el fabricante.

Otra de las ventajas más importantes de la grúa torre, es que puede barrer toda el área proyectada bajo el movimiento de su radio; así la carga puede ser recogida a una cierta distancia y depositada en un punto situado lo más lejos posible en la parte de arriba de la estructura que se está construyendo.

1.2. PARTES QUE COMPONEN UNA GRÚA TORRE.

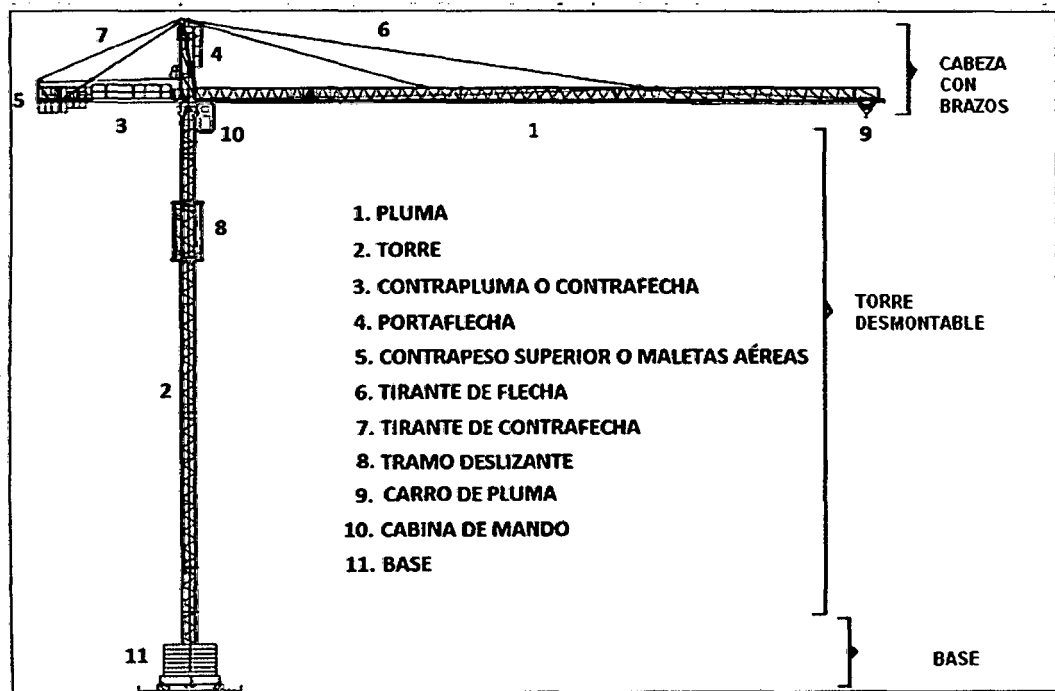
La grúa se compone de tres partes: cabeza con brazos, torre desmontable y base.

- La primera, cabeza con brazos, está dimensionada de acuerdo a la influencia de las características de cargas y alcances.
- La segunda, torre desmontable, está dimensionada principalmente por la influencia de la característica de altura.
- La tercera, la base, está afectada por la influencia de las dos anteriores y tiene como misión principal la estabilidad, tanto durante la carga como cuando no está funcionando la grúa. Para este punto también habrá que tener en cuenta la posibilidad de movilidad de la grúa.

La grúa torre está compuesta por varias partes que son fundamentales para realizar los trabajos en la construcción de una obra (Ver Figura N° 1.1 y N° 1.2), a continuación explicaremos cada una de las partes:

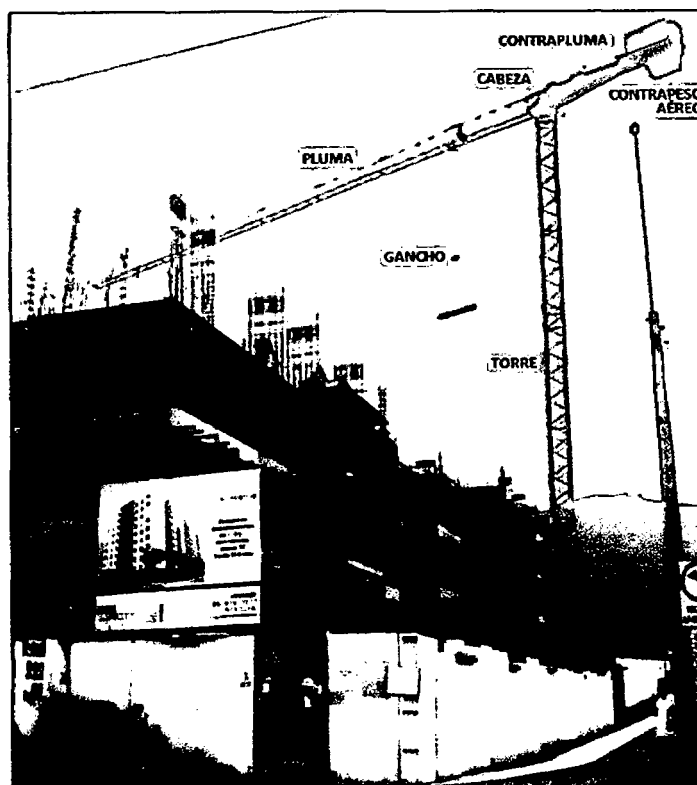
⁽²⁾ Construdata, Informe especial, Equipos de construcción, Transporte vertical, Edición 129, Diciembre 2003 – Febrero 2004.

Figura N° 1.1: Partes de la grúa torre.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 1.2: Partes de la grúa torre.



Fuente: Edificio multifamiliar El Cortijo – TyHV.

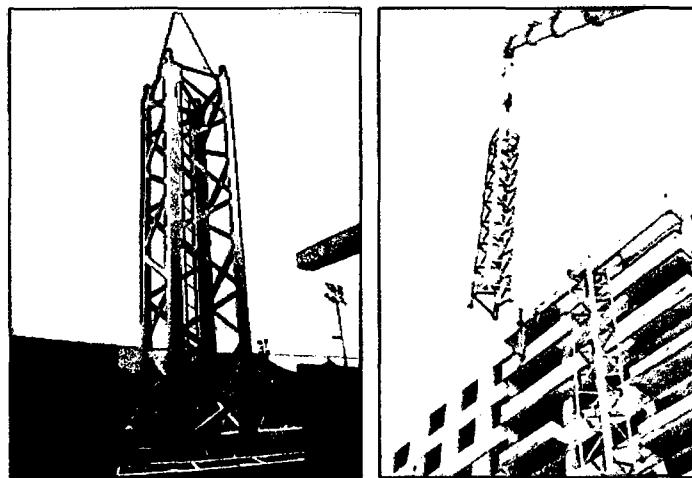
1.2.1. Torre o mástil.

Componente vertical de la grúa torre, que está conformado por una estructura de celosía metálica de sección normalmente cuadrada, cuya principal misión es dotar a la grúa de altura suficiente (Ver Figura N° 1.3).

Normalmente está formada por módulos de celosía que facilitan el transporte de la grúa; para el montaje se unirán estos módulos, mediante tornillos o tuercas, llegando todos unidos a la altura proyectada; su forma y dimensión varía según las características necesarias de peso y altura. En la parte superior del mástil se encuentra una "zona giratoria" que provee a la grúa un movimiento de 360° en forma horizontal.

El mástil dispondrá de una cabina, según el modelo de grúa torre; el manejo de la grúa torre será por un operario; el cual, accederá a la cabina a través de una escalera metálica fijada a la estructura.

Figura N° 1.3: Torre o mástil.

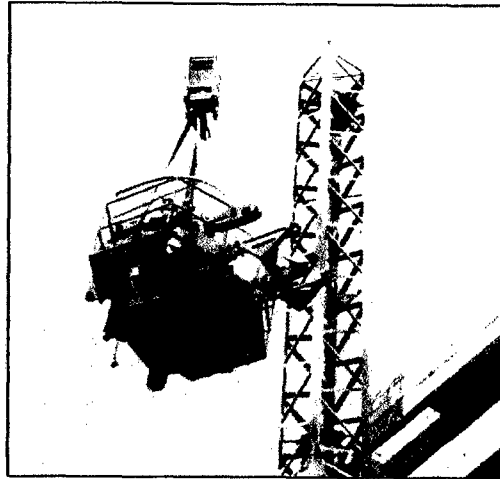


Fuente: Edificio multifamiliar El Cortijo – TyHV

1.2.2. Cabeza.

Parte de la grúa donde se ubica la corona de orientación o de giro, que es el componente destinado a transmitir los esfuerzos (momento de carga, fuerzas horizontales y verticales) de la parte giratoria a la parte fija de la grúa torre y que es accionado por el mecanismo de orientación de la parte giratoria (Ver Figura N° 1.4).

Figura N° 1.4: Cabeza de la grúa torre.

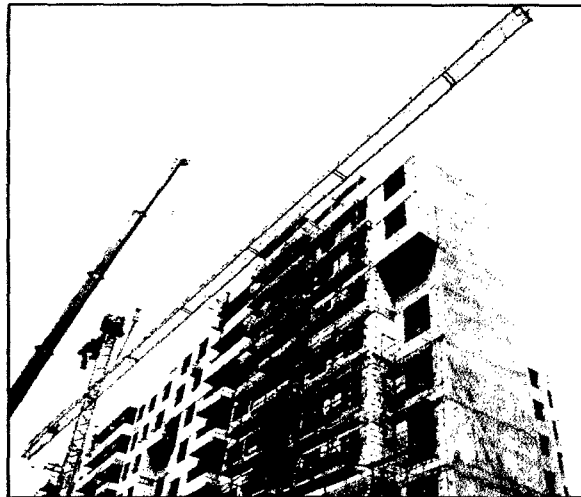


Fuente: Edificio multifamiliar El Cortijo – TyHV.

1.2.3. Pluma o Flecha.

Componente estructural de la grúa torre, capaz de soportar el accesorio de aprehensión o el carro portador del mismo, asegurando el alcance y la altura de elevación solicitados (Ver Figura N° 1.5).

Figura N° 1.5: Pluma o flecha.



Fuente: Edificio multifamiliar El Cortijo - TyHV

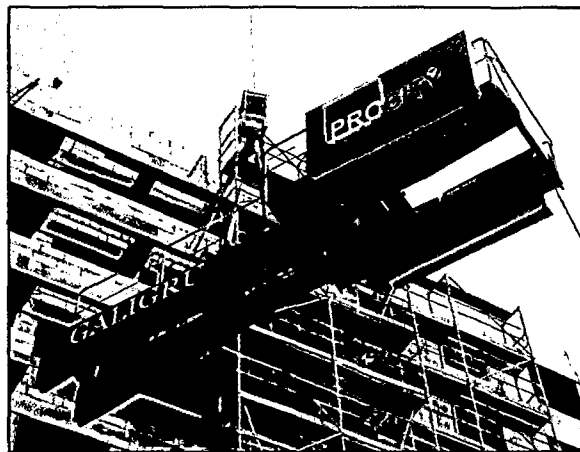
Está conformada por una estructura de celosía metálica de sección normalmente triangular, cuya principal misión es dotar a la grúa del radio o alcance necesario para transportar la carga; su forma y dimensión varía según las características necesarias de peso y longitud; al igual que la torre suele tener una estructura modular para facilitar su transporte.

A lo largo de la flecha se dispone de un elemento longitudinal, cable fiador, en el cual el personal especializado, podrá sujetar la argolla del cinturón de seguridad, y podrá desplazarse durante los trabajos de montaje, revisión y mantenimiento de la grúa torre.

1.2.4. Contrapluma o contraflecha.

Componente estructural de la grúa torre, que está acoplada a la torre, en la zona opuesta a la unión con la pluma, capaz de soportar el contrapeso. La longitud de la contrapluma oscila entre el 30 y 35% de la longitud de la pluma. Al final de la contrapluma se colocan los contrapesos (Ver Figura N° 1.6).

Figura N° 1.6: Contrapluma o contraflecha.



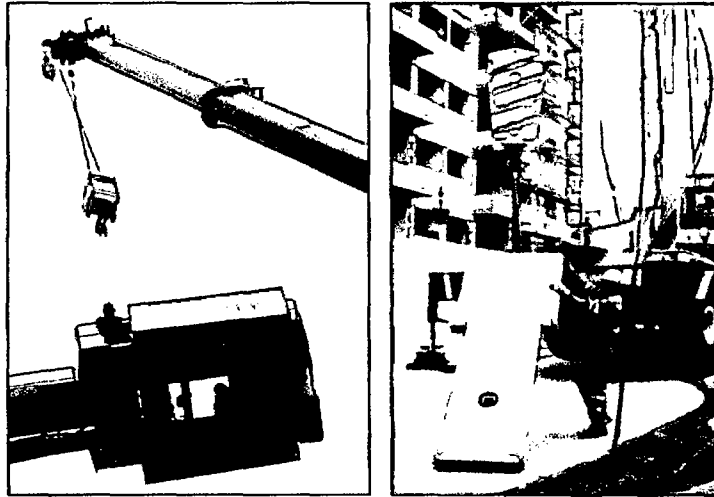
Fuente: Edificio multifamiliar El Cortijo – TyHV

La base es robusta y está formada por varios perfiles metálicos, formando encima de ellos, una especie de pasarela para facilitar el paso del personal desde la torre hasta los contrapesos. Las secciones de los perfiles dependerán de los contrapesos que se van a colocar.

1.2.5. Contrapeso aéreo.

Son estructuras de concreto prefabricado que se colocan para estabilizar el peso y la inercia que se produce en la pluma de la grúa (Ver Figura N° 1.7). Se ubican sobre la contrapluma para ayudar a equilibrar las acciones de la carga útil y/o ciertas partes de la grúa durante su funcionamiento.

Figura N° 1.7: Contrapeso aéreo.



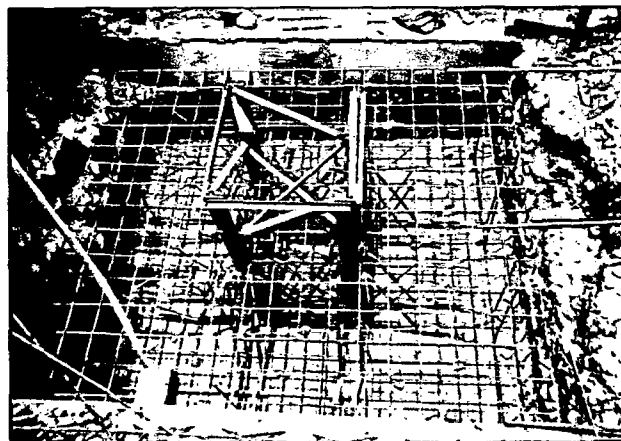
Fuente: Edificio multifamiliar El Cortijo – TyHV.

Deben estabilizar la grúa tanto en reposo como en funcionamiento; tanto estos bloques como los que forman el lastre deben de llevar identificado su peso de forma legible e indeleble.

1.2.6. Lastre (contrapeso de base).

Se encarga de estabilizar la grúa frente al peso propio, al peso que pueda trasladar y a las condiciones ambientales adversas (viento); puede estar formada por una zapata enterrada o bien por varios bloques de concreto prefabricado en la base de la grúa (Ver Figura N° 1.8).

Figura N° 1.8: Base empotrada.



Fuente: Edificio multifamiliar El Cortijo – TyHV.

1.2.7. Carro o trolley, cables y gancho (órgano de aprehensión).

Consiste en un carro que se mueve a lo largo de la pluma a través de unos carriles. Este movimiento da la maniobrabilidad necesaria en la grúa. Es metálico de forma que soporte el peso a levantar.

El cable de elevación es la parte más sensible y delicada de la grúa y para que tenga un rendimiento adecuado, es preciso que se utilice correctamente, además de realizar su mantenimiento continuo, debe de estar perfectamente tensado para que, durante su enrollamiento en el tambor no se entrecruce, de lo contrario produciría aplastamientos.

El gancho es un dispositivo que sirve para suspender, coger o soportar la carga, estará provisto de un dispositivo que permite la fácil entrada de cables de las eslingas y estrobos, y de forma automática los retenga impidiendo su salida (Ver Figura N° 1.9).

Figura N° 1.9: Carro, cables y gancho.



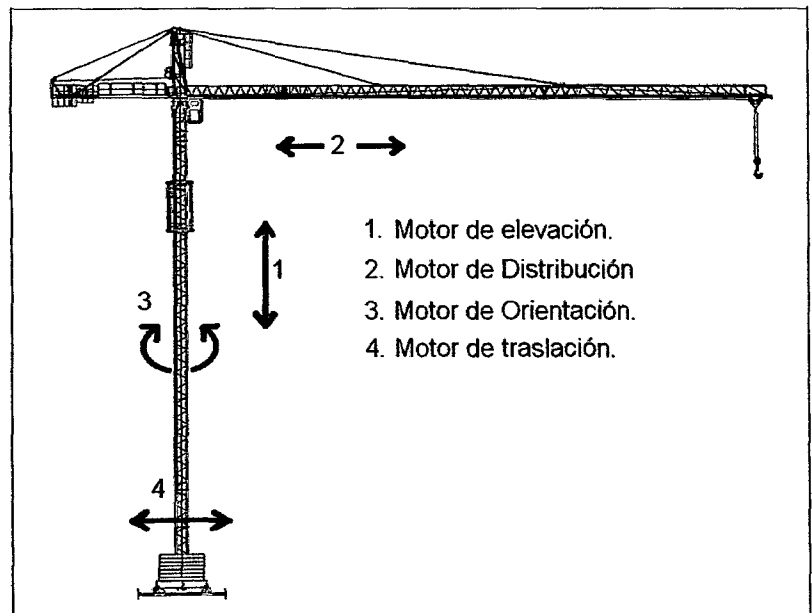
Fuente: Edificio multifamiliar El Cortijo – TyHV

1.2.8. Motores.

La grúa torre comúnmente está formada por cuatro motores eléctricos que son: (Ver Figura N° 1.10).

- i.- Motor de elevación: permite el movimiento vertical de la carga.
- ii.- Motor de distribución: permite el movimiento del carro a lo largo de la pluma.
- iii.- Motor de orientación: permite el giro de 360°, en el plano horizontal, de la estructura superior de la grúa.
- iv.- Motor de traslación: permite el desplazamiento de la grúa, en su conjunto, sobre carriles. Para realizar este movimiento es necesario que la grúa esté en reposo.

Figura N° 1.10: Tipos de motores de la grúa torre.



Fuente: Elaboración propia.

1.2.9. Cabina.

Centro de control de operación de la grúa, por parte de un operario.

1.2.10. Torreta.

Punto central del eje de la grúa, soporta la carga de la flecha y la carga del contrapeso.

1.2.11. Tirante de pluma.

Soporta la pluma, tiene elementos niveladores.

1.3. CLASIFICACIÓN DE LA GRÚA TORRE.

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

Dentro de los tipos aquí descritos pueden hacerse nuevas divisiones dependiendo de la capacidad de carga, la altura o la longitud de alcance de la flecha. Esta clasificación está basada en la instrucción técnica complementaria MIE-AEM-2 del reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones ⁽³⁾.

1.3.1. Grúa torre fija o estacionaria.

Grúa torre cuya base no posee medios de traslación o que poseyéndolos no son utilizables en el emplazamiento, o aquellas en que la base es una cimentación o cualquier otro conjunto fijo; el montaje de este equipo de elevación en obra, puede ser mediante los siguientes procedimientos:

- El empotramiento de una zapata de concreto en la base, de dimensiones acordes a la resistencia del suelo y del peso de la estructura de la grúa torre. Normalmente este procedimiento se utiliza en aquellas obras en donde no se puede armar el chasis de la grúa, por falta de espacio (Ver Figura N° 1.11).

Figura N° 1.11: Cimentación de zapata de grúa torre.



Fuente: Edificio multifamiliar El Cortijo – TyHV

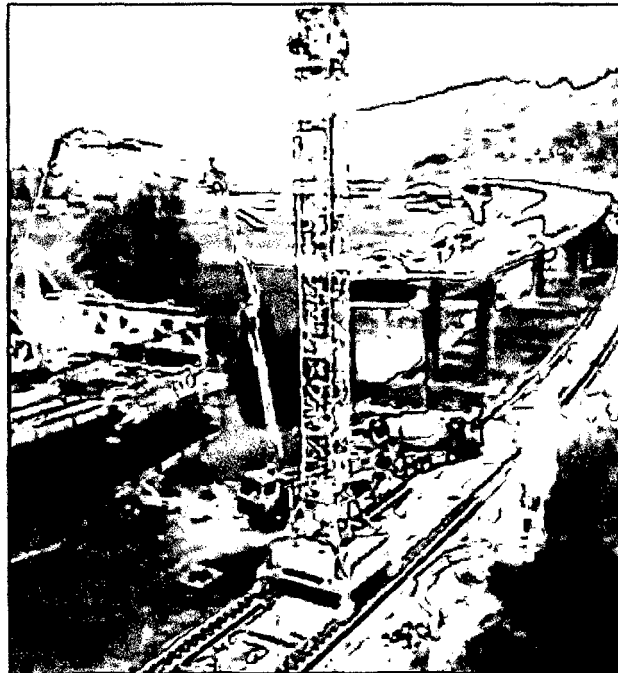
⁽³⁾ Servicio de Normativa Técnica, Supervisión y Control Dirección General de arquitectura y Vivienda. Consejería de medio ambiente y ordenación del territorio. Comunidad Madrid. Octubre 2004.

- Sobre el chasis de base, sin ruedas, apoyado en una losa resistente, con el lastre de base conveniente.
- Apernado el chasis de base a alguna losa o vigas de adecuada resistencia.

1.3.2. Grúa torre desplazable en servicio.

Es aquella cuya base está dotada de medios propios de traslación sobre carriles, rieles u otros, y cuya altura máxima de montaje, es tal que sin ningún medio de anclaje adicional sea estable tanto en servicio como fuera de él para las sollicitaciones a las que vaya a estar sometida (Ver Figura N° 1.12).

Figura N° 1.12: Grúa torre sobre carriles.

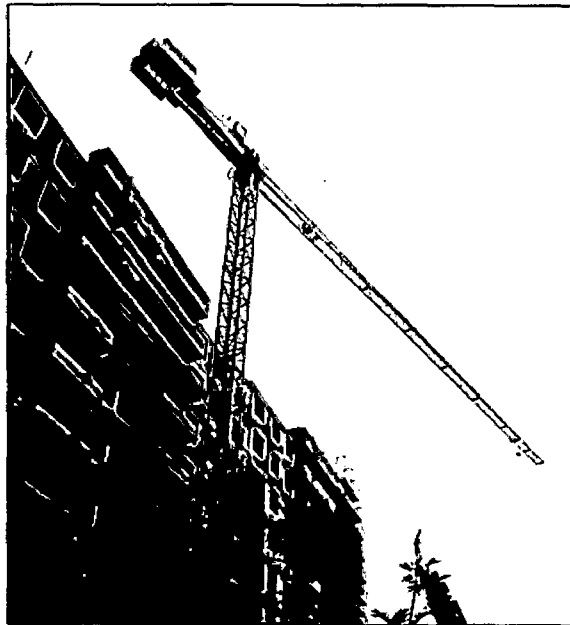


Fuente: Fundación laboral de la construcción.

1.3.3. Grúa torre desmontable.

Es aquella grúa torre de instalación temporal, concebida para su utilización en las obras de construcción u otras aplicaciones, diseñada para soportar frecuentes montajes y desmontajes, así como traslados entre distintos emplazamientos (Ver Figura N° 1.13).

Figura N° 1.13: Grúa torre desmontable.

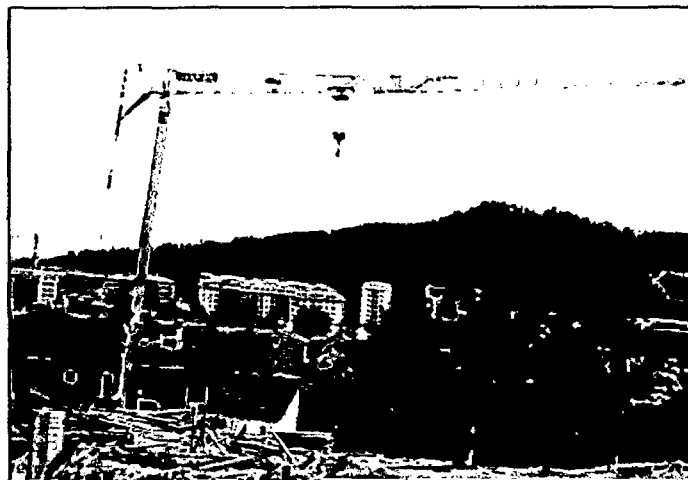


Fuente: Edificio multifamiliar El Cortijo – TyHV

1.3.4. Grúa torre autodesplegable.

Es aquella grúa con pluma orientable, en la que la pluma se monta sobre la parte superior de una torre vertical orientable, cuya parte inferior se une a la base de la grúa a través de un soporte giratorio y que está provista de los accesorios necesarios para permitir un rápido plegado y desplegado de la torre y pluma (Ver Figura N° 1.14).

Figura N° 1.14: Grúa torre autodesplegable.

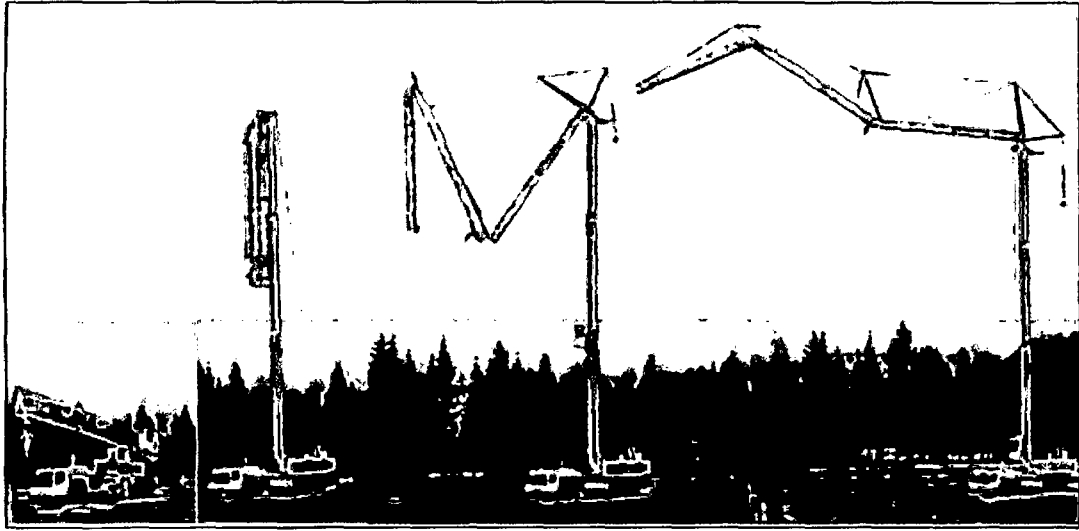


Fuente: Fundación laboral de la construcción.

1.3.5. Grúa torre autodesplegable monobloc.

Grúa torre auto-desplegable cuya torre está constituida por un solo bloque y no requiere de elementos estructurales adicionales para su instalación; puede estar provista de ruedas para facilitar su desplazamiento (Ver Figura N° 1.15).

Figura N° 1.15: Grúa torre autodesplegable monobloc.



Fuente: Fundación laboral de la construcción.

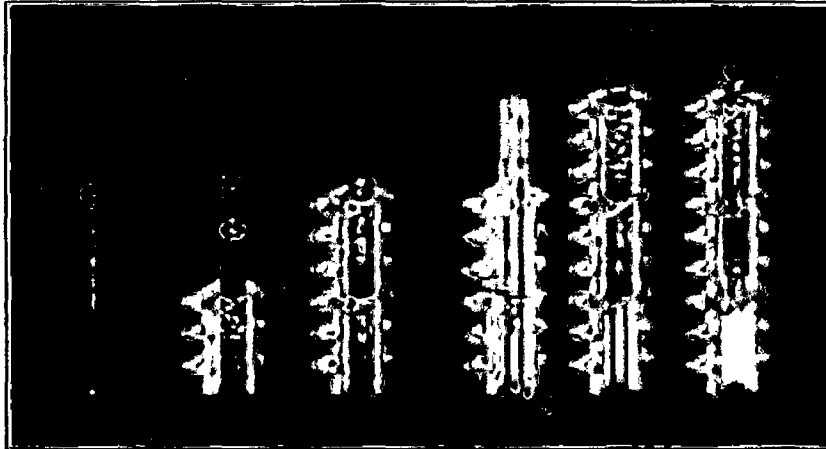
1.3.6. Grúa torre trepadora.

Es una grúa torre instalada sobre la estructura de una obra en curso de construcción y que se desplaza de abajo hacia arriba por sus propios medios al ritmo y medida que la construcción progresa.

Es un sistema de montaje que permite que la grúa torre aumente de altura desplazándose por el interior del edificio a medida que ésta aumenta de altura (Ver Figura N° 1.16). Todos sus esfuerzos de carga tanto horizontal como vertical son transmitidos al edificio a través de estructuras soportantes.

Se apoyan en la propia estructura de la obra que se está ejecutando y se elevan con ella. Se utilizan, especialmente, en construcciones de gran altura, lo que supone un importante ahorro de tramos de mástil.

Figura N° 1.16: Secuencia del movimiento vertical de una grúa trepadora.



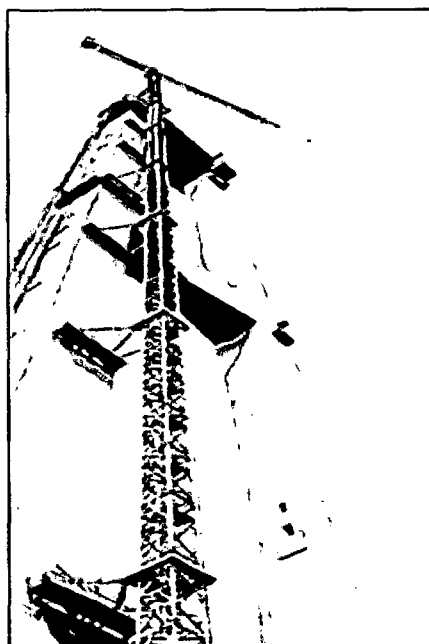
Fuente: Manual de operador de grúa torre.

1.3.7. Grúa torre telescópica.

Se emplean igualmente en construcciones elevadas. La grúa gana altura utilizando el dispositivo de telescopado y se va arriostrando en las estructuras construidas (Ver Figura N° 1.17).

A diferencia de las grúas trepadoras, este sistema precisa un gran número de tramos de mástil. Su desmontaje se puede realizar mediante el mismo dispositivo de telescopado.

Figura N° 1.17: Grúa torre telescópica.



Fuente: Manual de operador de grúa torre.

1.4. MOVIMIENTOS Y MECANISMOS DE UNA GRÚA TORRE.

Una grúa torre puede efectuar cuatro tipos de movimiento (Ver anexo 1):

1. Movimiento en plano vertical.
2. Movimiento en plano horizontal.
3. Movimiento giratorio de 360°.
4. Movimiento giratorio de traslación.

Los mecanismos son el conjunto de dispositivos que permiten realizar cada uno de los movimientos de la grúa. El movimiento de una grúa torre se logra gracias a cuatro mecanismos:

1.4.1. Mecanismo de Elevación:

Es el mecanismo principal de la grúa, que permite el movimiento de elevación (plano vertical), es decir permite el izado y descenso de las cargas.

Está constituido por:

- Un motor eléctrico.
- Un freno.
- Un reductor.
- Un tambor de arrollamiento del cable de elevación.

1.4.2. Mecanismo de distribución.

Es un mecanismo muy similar al de elevación, sólo que más pequeño. el que permite el movimiento del carro a lo largo de la pluma.

Está constituido por:

- Un motor y freno eléctrico.
- Un reductor.
- Un carro metálico.
- Un tambor de arrollamiento.

1.4.3. Mecanismo de orientación o giro.

Es el mecanismo encargado de hacer girar 360° la pluma, contrapluma y plataforma giratoria en un plano horizontal alrededor de la torre. Está constituido por:

- Un motor eléctrico
- Un freno.
- Un reductor
- Un embrague electromagnético.
- Una puesta en veleta.
- Un pasador.
- Una corona de dentado exterior.

1.4.4. Mecanismo de traslación.

Este es un mecanismo opcional, que permite el movimiento de traslación de la grúa al desplazarse a lo largo de una vía. Está constituida por:

- Uno o dos motores eléctricos.
- Uno o dos reductores.
- Uno o dos rodillos o ruedas de traslación.

1.5. USOS Y APLICACIONES.

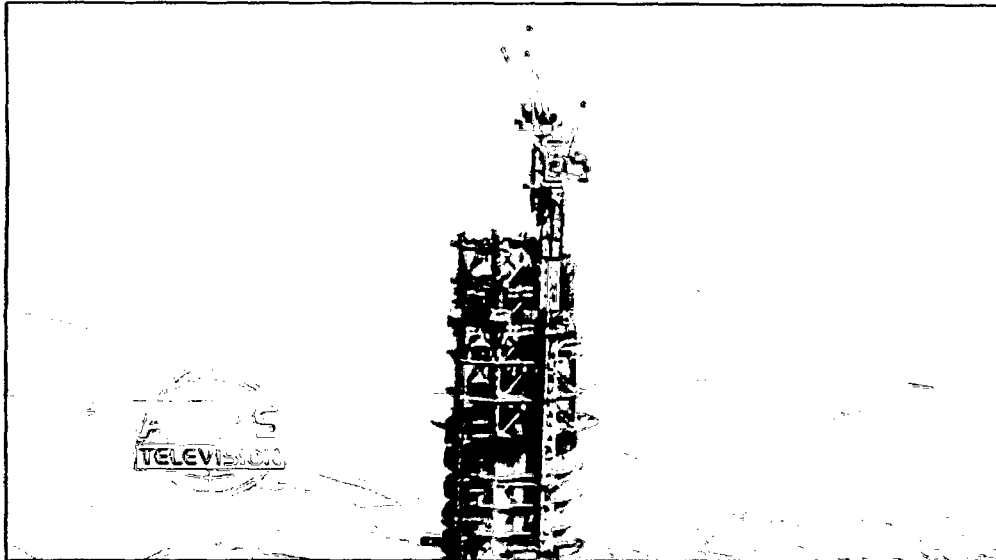
Existen diversos sistemas y tamaños de grúas y los requisitos técnicos que deben cumplir estas grúas no son los mismos en todos los países. Las grúas más utilizadas son las grúas de aplicación rápida que se trasladan como unidad compacta, pudiendo ser montadas sin necesidad de otros medios auxiliares.

1.5.1. Grúas Torre en el mundo.

Dubai es la ciudad que actualmente aglutina el mayor volumen de construcción urbanística del mundo, los datos actuales estiman que el 20% de todas las grúas del planeta están allí para levantar muchos edificios, rascacielos, hoteles, viviendas, museos, centros comerciales, etc. y entre todas estas máquinas elevadoras destacan las situadas en el rascacielos Burj Dubai, en la

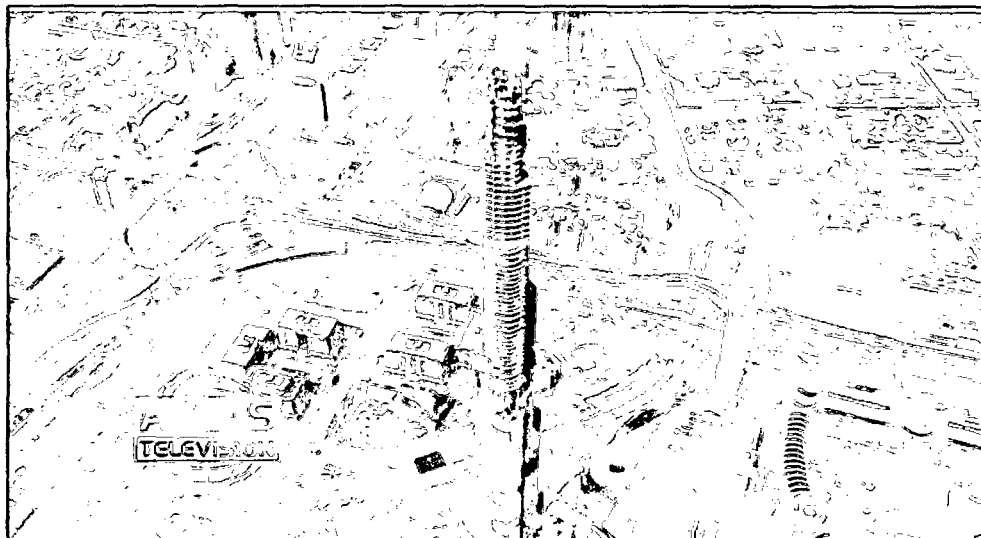
megaconstrucción más alta del mundo, 2 grúas torre fueron creciendo y adaptándose a las diferentes fases y evolución de la obra.

Figura N° 1.18: Vista de grúa torre empleada en megaconstrucción.



Fuente: Atlas televisión.

Figura N° 1.19: Vista de megaconstrucción en su totalidad.



Fuente: Atlas televisión.

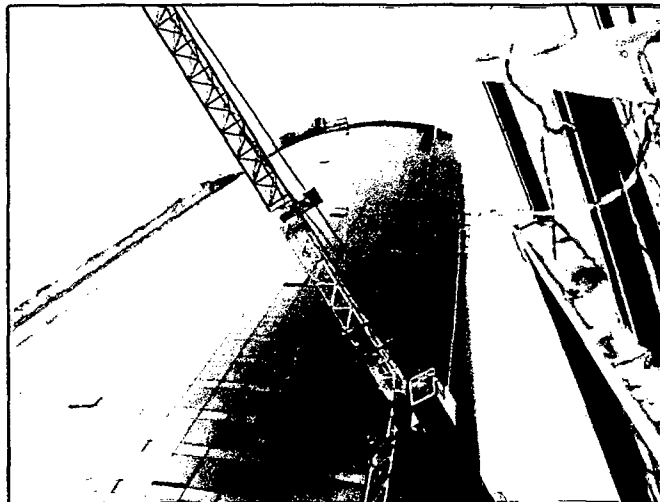
Tras más de 3 años desde el inicio de su construcción, el Burj Dubai tocó techo el pasado 17 de enero, llegando a los 818 metros de altura (340 pisos aproximadamente). Estimándose para finales de este año su inauguración, la superestructura es el edificio más alto del mundo con 205 plantas hasta la cota de los 768 metros, desde donde continúa en altura con una antena hasta completar los 818 totales, una antena cuya luz se podrá ver a 95 kilómetros de distancia.

1.5.2. Grúas Torre en Perú.

Las grúas torre se han empleado en Perú en numerosas obras, usándose comúnmente las de tipo fija y las grúas torre de pluma horizontal.

Según Virgilio Acuña Peralta, congresista de la República, en uno de sus entrevistas dice: “Si hubiera que escoger un símbolo para el Perú que vivimos en estos momentos seguramente que serían las grúas torre que vemos funcionando sobre nuestras cabezas y por donde miremos en Lima y en el país, las que seguramente escogeríamos para graficar mejor que nada este crecimiento económico que estamos sacando adelante y que empezamos a disfrutar” ⁽⁵⁾.

Figura N° 1.20: Grúas torre en el Perú.



Fuente: Las Grúas Torre, el nuevo símbolo del Perú.

“Hoy sin embargo puedo decir con orgullo que nuestra patria está ingresando en esa senda y que pronto veremos más de ese despliegue creador inundando nuestras vidas. Estoy seguro que en Lima en este momento hay más de 500 grúas” ⁽⁶⁾.

⁽⁵⁾ ⁽⁶⁾ Las Grúas Torre, el nuevo símbolo del Perú. Virgilio Acuña Peralta, congresista de la República.

CAPÍTULO II: CRITERIOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA ELECCIÓN Y OPERACIÓN.

La selección y emplazamiento de grúas torre es realizada, en la actualidad, basada en la experiencia de las empresas constructoras y en ocasiones son asesoradas por la empresa arrendadora de la grúa, seleccionando así las características de la grúa torre adecuada: altura, carga máxima, radio de giro, alcance, tipo de emplazamiento, entre otras.

Se debe considerar también que gran parte de los accidentes con grúas torre ocurren durante el montaje y desmontaje de las mismas; toda grúa torre debe ser montada por personal especializado.

Como los procedimientos de montaje suelen ser variados, en esta tesis, se dará a conocer las instrucciones y condiciones necesarias, para un montaje, desmontaje y mantenimiento de la grúa torre, para evitar daños materiales a personas o pérdidas de tiempo innecesarias.

2.1. UBICACIÓN DE LA GRÚA TORRE.

Para determinar el sitio en el cual se ubicará e instalará la grúa torre se debe considerar lo siguiente ⁽⁴⁾:

2.1.1. Accesos.

El adquirente de la grúa torre deberá garantizar que el lugar donde esté ubicada la obra y la zona donde vaya a ser instalada la grúa deberán ser accesibles por carretera y permitir el paso y libre circulación de los vehículos que transporten los componentes de la grúa hasta ese lugar.

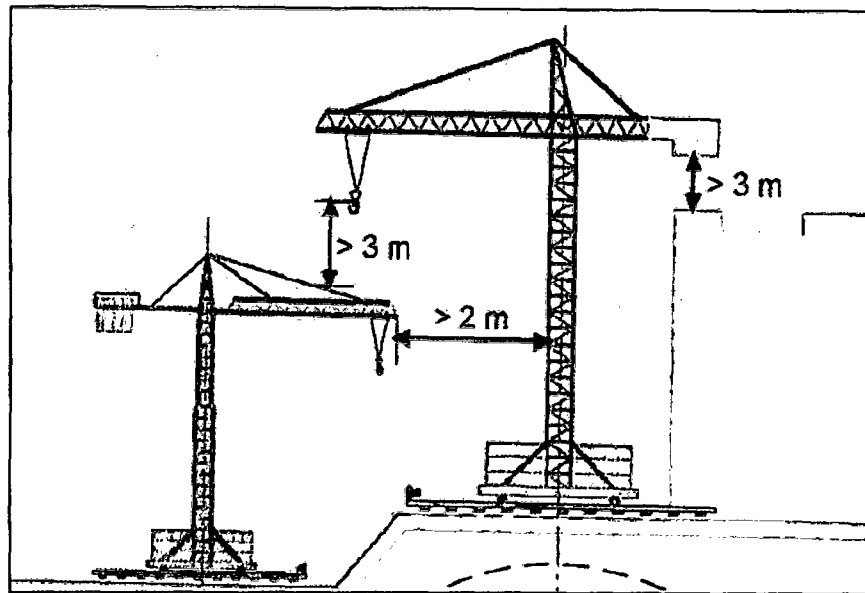
2.1.2. Radio de acción de la grúa torre.

Si se instala más de una grúa, se debe verificar que los radios de acción no se superpongan y que el giro sea en distintos sentidos; se debe considerar lo siguiente (Ver Figura N°2.1):

⁽⁴⁾ Revista Construir. América Central y El Caribe, Maquinaria en Acción. Selección de grúas y aplicaciones (jueves, 30 de Abril del 2009).

- Mínimo tres (3) metros de distancia vertical entre el elemento más bajo de la grúa más alta (gancho en posición más alta) y el elemento más alto de la grúa que esté a menos altura (extremo de la torre).
- Mínimo dos (2) metros de distancia horizontal entre el extremo de la pluma y torre (mástil) que pudieran entrar en contacto.

Figura N°2.1: Consideraciones de los radios de acción de una grúa torre.



Fuente: Grúas Torre para obras u otras aplicaciones.

2.1.3. Visibilidad del operador a lo largo de la obra.

La visibilidad del operador a lo largo de la obra, variará con respecto a la altura, a menos que se trabaje a control remoto (mando a distancia), que es nuestro caso de aplicación de grúa torre.

Se debe tener en cuenta que la visión del operador no será la misma al principio, en el desarrollo y al final del proyecto, es por ello que no podemos emplazar una grúa sin tener claro donde será el punto de carga y descarga.

El nivel de visibilidad y la comunicación entre el operador y el personal en tierra son temas fundamentales para la seguridad y la correcta operación de los equipos.

2.1.4. Optimización de los tiempos de ciclo.

Definir los puntos de suministros de carga y descarga o sitios donde cargar materiales, ya sea acero, concreto, encofrados, entre otros; además de la posibilidad de girar en 360°.

2.1.5. Barrido de la pluma.

Por el barrido se entiende como la superficie que la pluma deberá cubrir en su radio de giro; este barrido deberá ser estudiado para optimizar los tiempos de ciclo y aumentar la productividad. Se propone generar el menor radio de giro posible con la pluma, dada la obra y los puntos de suministros.

2.1.6. Puntos de ubicación para una grúa.

2.1.6.1. *Posicionar la grúa dentro de un edificio.*

Posicionar la grúa dentro de un edificio, siempre que existan ductos de ascensor, espacios entre losas de piso u otra abertura que permita montar la torre. El ingeniero estructural deberá evaluar la ubicación de estos orificios; una alternativa es trabajar dentro de la altura autoestable, empleando grúas trepadoras, que van aumentando en altura conforme se completan pisos.

2.1.6.2. *Emplazar la grúa fuera de la edificación (arriostrada).*

Emplazar la grúa fuera de la edificación, pero lo suficientemente cerca para que su estructura sea atada a la construcción cada dos o tres pisos, de manera que lo escale a medida que se levanta.

2.1.6.3. *Ubicar la grúa completamente fuera o separada de la edificación.*

Esto requiere un estudio de la longitud de la pluma; es decir, una grúa cuyo largo de pluma sea mayor que otras opciones.

2.1.6.4. *Colocar la grúa torre con rieles.*

Esto permite cubrir un mayor área; la grúa descansa sobre un carro especial, lo suficientemente ancho estabilizado con contrapesos para prevenir un vuelco y está equipado con motores para moverse; la colocación de los rieles debe ser sobre pistas de concreto o un terreno bien compacto.

2.1.7. Resistencia y estabilidad del terreno.

El terreno tiene que tener una resistencia suficiente que garantice la estabilidad de la grúa. En las inmediaciones de la grúa no se pueden efectuar trabajos que desestabilicen la grúa, tales como, explosiones o excavaciones. De igual modo, no pueden existir vacíos subterráneos, ni pasos de agua que aminoren la resistencia del suelo.

2.1.8. Velocidad del viento.

Los trabajos de montaje se deberán hacer en días con buena visibilidad y poco viento, evitando situaciones de lluvia intensa o de niebla. No se deben efectuar montajes ni desmontajes durante la noche, salvo por motivo de fuerza mayor, en cuyo caso se tomarán las medidas de seguridad necesarias.

Durante la ejecución de estos trabajos la velocidad del viento no deberá ser superior a 54 Km/h, o la que indique el fabricante, si es menor.

2.1.9. Conceptos básicos de elección en altura.

2.1.9.1. *Altura bajo gancho.*

Es la distancia vertical entre el plano de emplazamiento de la grúa y el centro del gancho en su posición más elevada. Esta altura está determinada, generalmente, por la capacidad de enrollamiento de cable en el huinche de elevación.

2.1.9.2. *Altura de montaje.*

Es la altura bajo gancho en la posición adoptada.

2.1.9.3. *Altura autoestable o de autonomía.*

Es la altura máxima bajo gancho, que permite que la grúa sea estable tanto en condición de servicio como fuera de servicio, sin ningún medio adicional de arriostamiento.

2.1.9.4. *Altura máxima.*

Es la altura bajo gancho máxima de la grúa que permiten las reglas de cálculo y la disposición de los mecanismos, convenientemente arriostrada.

2.2. MONTAJE.

Para realizar un plan de operación (montaje grúa torre), se debe tener una visión global de la operación, es decir se debe tener en cuenta todos los recursos que intervienen en la operación, como equipos, herramientas, maquinarias, mano de obra, espacio físico, etc., los cuales nos darán los aspectos técnicos a considerar en la operación.

El montaje de una grúa torre se debe efectuar de acuerdo a las especificaciones técnicas contenidas en el manual del fabricante, las que deben complementar con las instrucciones y conocimientos del profesional responsable del montaje.

Se da por hecho que la grúa se encuentra en las debidas condiciones para el montaje mencionadas en las instrucciones para la instalación; debe estar correctamente nivelada, cables de acero en posición y la red eléctrica debe estar correctamente conectada, se debe considerar además, una alimentación eléctrica independiente de la del resto de la obra; esto es para evitar que la grúa se detenga por algún problema menor.

Ningún montaje de grúa torre se debe considerar como concluido sin haberse realizado una inspección final.

Cuadro N° 2.1: Consideraciones de inspección de grúa torre.

Item	Inspecciones finales
1	Verificar la posición, el estado de los apoyos y del suelo circundante.
2	Confirmar nuevamente que los lastres estén en correcta calidad y bien posicionados.
3	Inspeccionar en detalle el anclaje de los tramos de la torre.
4	Comprobar que todos los frenos de los mecanismos estén libres de productos de conservación, tintas o sellos. Si se comprueba alguna contaminación, se procederá a una limpieza con productos adecuados.
5	Confirmar si el sentido de la rotación de los motores está de acuerdo con las indicaciones del mando de la grúa.
6	Confirmar el funcionamiento de los mecanismos, en especial de los frenos y embragues.
7	Comprobar que todos los limitadores están funcionando plenamente.

8	Confirmar que todas las clavijas y tornillos estén correctamente colocados y debidamente apretados.
9	Inspeccionar todos los cables eléctricos, confirmando que estén en un buen estado y en su debida posición.

Fuente: Elaboración Propia.

2.2.1. Maquinaria, Equipo y herramientas.

2.2.1.1. Grúa torre.

Es el elemento que van a manipular. Conocer las características técnicas de éste, es fundamental para la elección del método más adecuado para su montaje.

2.2.1.2. Grúa auxiliar móvil.

Tiene como fin el izaje de los elementos de la grúa torre, sin la cual sería casi imposible el montaje de la grúa torre, para determinar el tipo de grúa auxiliar se debe tomar las siguientes consideraciones:

- Cuál es el peso máximo que deberá levantar la grúa auxiliar.
- Cuál será la altura máxima de elevación que deba realizar la grúa.
- Peso y dimensiones de los elementos a elevar.
- Altura máxima a elevar los elementos.

Se debe disponer de la grúa auxiliar en el momento oportuno del proceso de montaje, es decir, si debemos alquilarla, se debe realizar la gestión con el tiempo necesario para que ésta, se encuentre a la hora y el día que la debamos utilizar; la optimización de la utilización de este recurso se verá reflejada en el costo final de la operación.

2.2.1.3. El camión.

Realizará la operación de transportar los elementos de la grúa torre desde el lugar de donde se almacena hasta donde se realizará el montaje. La envergadura del camión va a depender directamente de las dimensiones y peso de los elementos que se requieren transportar.

Para la carga del camión será necesario tener claro el proceso de armado de la grúa torre de modo que las piezas, se carguen en tal orden que su descarga sea precedente para el armado de la grúa torre, es decir que los elementos que estén

más a la mano sean los primeros que se van a utilizar para el montaje, lo que nos permitirá optimizar el tiempo de montaje de la grúa torre.

2.2.1.4. Llave de torque.

Para el ensamble de la grúa torre se utiliza pernos para unir los distintos elementos, por ende, esta herramienta es de vital importancia para la ejecución del montaje, se debe prever la cantidad adecuada de llaves con las medidas necesarias, con las cuales se realizará el ajuste de los pernos para la unión de los distintos elementos.

2.2.1.5. Cinturón de seguridad.

En el montaje de la grúa torre, se desarrollará la operación de trabajo en altura, donde los operarios deberán utilizar este accesorio para su seguridad.

2.2.1.6. Radio transmisor.

Se utilizará este equipo para facilitar la comunicación de los distintos operarios que intervienen en la ejecución, es necesario contar con este elemento.

2.2.1.7. Estrobos.

Este elemento se utiliza para el amarre de la estructura a izar de la grúa torre. Y serán los apropiados para soportar la carga los cuales deberán estar en buenas condiciones.

2.2.1.8. Barrera de seguridad.

Se utilizará la barrera de seguridad para cercar el lugar y para evitar el ingreso de personas ajenas a la operación de montaje de la grúa torre.

2.2.1.9. Sogas.

Están destinadas a guiar el elemento durante el izaje de la grúa; deberán tener la longitud y resistencia necesaria. Además se utilizarán para esta operación los elementos de seguridad básicos como, casco, zapatos de seguridad y antiparras.

2.2.2. Requisitos de montaje.

El personal de montaje y desmontaje deberá respetar todas las recomendaciones contenidas en el manual del fabricante, las que se deben complementar con las instrucciones entregadas por escrito por el profesional responsable del montaje

(profesional universitario o técnico con experiencia en montaje de grúas torre), además se debe tener especial cuidado con las condiciones climáticas.

La orden escrita profesional a cargo, debe contener como mínimo la siguiente información sobre la grúa:

Cuadro N° 2.2: Información básica de la grúa torre.

Item	Descripción
1	Marca, tipo y modelo.
2	Alturas de montaje (inicial y final), expresadas en metros.
3	Longitud de pluma y contrapluma, expresado en metros.
4	Cantidad de elementos, posición, dimensiones y masa del contrapeso aéreo necesario.
5	Características de los lastres inicial y final (geometría, dimensiones, masa y ordenamiento).
6	Número de ramales del cable de elevación.
7	Tensión de alimentación y sección de los conductores.
8	Programa de arriostamiento, si procede, en caso que se supere la altura autoestable.

Fuente: Elaboración Propia.

2.2.3. Condiciones de estabilidad.

Con respecto a las condiciones de estabilidad, antes de iniciar el montaje de una grúa torre se debe realizar lo siguiente:

Cuadro N° 2.3: Consideraciones antes del montaje de grúa.

Item	Descripción
1	Un estudio de suelo.
2	La construcción de los lastres basales y contrapesos aéreos de acuerdo a las especificaciones técnicas del manual de montaje; pueden ser metálicos, de concreto o de materiales a granel, en cuyo caso deben estar contenidos en una caja metálica cerrada y sellada.
3	Los contrapesos y lastres formados por bloques deben llevar una marca impresa en caracteres fácilmente legibles e indelebles, en que se indique la masa del mismo. Cada vez que se monte la grúa, se debe verificar la masa del contrapeso a emplear.

- | | |
|---|--|
| 4 | Verificar la correcta construcción de los anclajes. |
| 5 | Los rieles y demás elementos que forman parte de la vía, deben ser instalados de acuerdo a lo dispuesto por el fabricante. |

Fuente: Elaboración Propia.

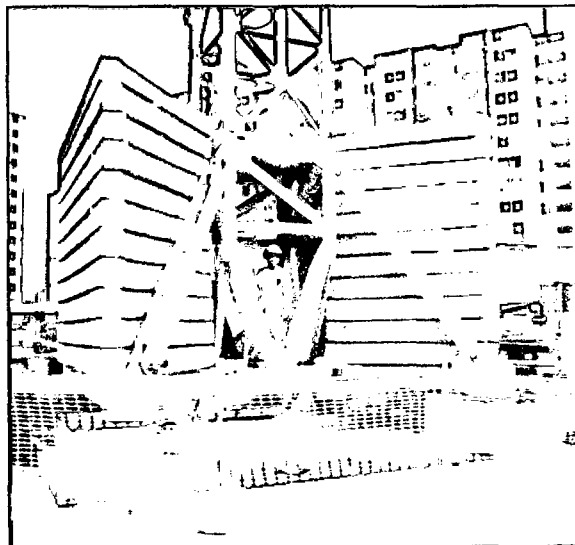
2.2.4. Instalación de la base de la grúa torre.

En forma general, el proceso comienza con la instalación de la base de la grúa, que puede ser de dos tipos:

2.2.4.1. Versión apoyada.

La grúa apoyada se instalará sobre una base de concreto armado perfectamente nivelada, cuyas dimensiones serán las que determine el fabricante en el manual de la máquina, teniendo en cuenta siempre, la resistencia del terreno que figura en el estudio geotécnico de la obra.

Figura N°2.2: Base de la grúa – Versión apoyada.



Fuente: Edificio Parque Central – GyM - Besco

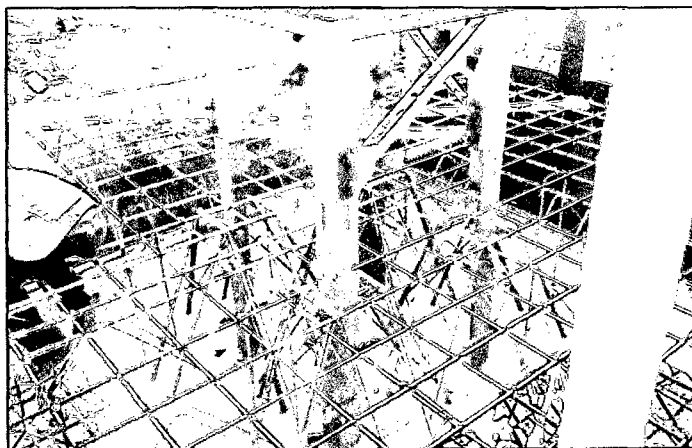
La base de concreto asegurará la estabilidad de la grúa tanto “en servicio” como “fuera de servicio”. Sobre ella, se colocará el chasis-base con sus gatos niveladores, que irá contrapesado con bloques de concreto marcados con la indicación de su peso. El número de bloques, su peso y distribución, se indicará en el proyecto de instalación de la grúa.

2.2.4.2. Versión empotrada.

En las grúas empotradas la estabilidad la proporciona el tramo de empotramiento que será suministrado por la empresa instaladora al usuario. Estará identificado con un número de fabricación, y sus dimensiones y estructura, la determina el fabricante en función de las características del montaje de la grúa (altura y longitud de pluma).

Será responsabilidad del usuario, construir la zapata de concreto armado, sus dimensiones, y condiciones de instalación para que quede perfectamente nivelado y poder instalar el resto de tramos de la grúa, queda definido en el proyecto de instalación realizado por el técnico competente de la empresa instaladora en base a la situación y resistencia de terreno.

Figura N°2.3: Tramo de empotramiento – Versión empotrada.



Fuente: Edificio multifamiliar El Cortijo - TyHV

2.2.5. Procedimiento de Montaje.

Toda grúa torre debe ser montada por personal especializado; como los procedimientos de montaje suelen ser variados, es esencial seguir las instrucciones de los manuales de instrucciones para el montaje correcto y seguro en cada modelo de grúa. A continuación detallaremos el procedimiento de montaje de una grúa torre:

Paso N°1:

La base de la grúa se considerará en disposición de recibir tramos de torre cuando haya sido correctamente nivelada, en nuestro caso, grúa de base empotrada, se tendrá la autorización por parte del personal técnico de la grúa torre, para iniciar el

montaje a la vista de los días de fraguado del concreto (mínimo una semana) y luego de esto se verificará si está bien nivelado.

Paso N°2:

El montador de la grúa anclará su arnés a los tramos de torre ya montados y perfectamente atornillados. Si la grúa dispone de línea de vida a lo largo de la torre, el montador se anclará a este cable de acero previsto para el enganche del mosquetón de seguridad del arnés.

El ensamblaje sucesivo de tramos de torre se hará ubicándose el montador en el interior de la estructura ya levantada, de forma que nunca pueda ser golpeado por la que se adiciona.

El montador se encargará de guiar su encuentro del tramo que se adiciona con el ya existente. Antes de añadir el siguiente elemento estructural, el existente estará perfectamente atornillado.

Paso N°3:

Siempre que sea posible, todo montaje y ensamblaje de piezas se realizará sobre el suelo antes de proceder a su izado y colocación.

Se monta la parte giratoria, incluida pista de giro, cabina, cabeza de torre y tramo trepador, uniéndose a la torre de montaje.

Antes de subir la pluma y contrapluma, se verificará la existencia y buen estado de solidez de los cables de seguridad, barandillas y plataformas de trabajo.

Paso N°4:

Se coloca la pluma y contrapluma.

El montador responsable tomará personalmente el mando de la botonera o se lo cederá al operador de grúa de la obra durante la regulación.

Se regularán los limitadores según los máximos admisibles. Nunca se deberán superar los valores máximos de la carga.

Paso N°5:



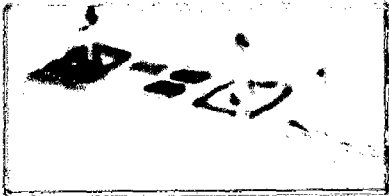
Cuando finaliza el montaje el montador responsable debe dejar la grúa FUERA DE SERVICIO, es decir, dejar el gancho en su posición más alta y sin carga, desplazar el carro cerca de la torre, poner en veleta (eléctrico, se acciona desde el mando de la grúa o manual, se acciona en una palanca que suele tener la grúa en la cabeza), colocar mordazas de fijación a los carriles, cortar la corriente en el cuadro de la grúa y en el cuadro general.

Los sistemas de montaje han mejorado notablemente a través del tiempo, con el propósito de hacerlo más rápido, cómodo y sencillo, reduciendo de este modo los costos de esta operación. El ensamblaje de todos los conjuntos, como se detallará en el CAPÍTULO IV, se hace por medio de uniones rápidas que no exigen alineación previa.

2.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN.

La grúa puede ser manipulada a través de una botonera conectada a la máquina por una manguera eléctrica o a través de un radio mando (joystick). Todas las operaciones de uso sólo pueden ser controladas con uno de los dos mandos. Existen básicamente tres posibilidades de operar una grúa torre:

Cuadro N° 2.4: Tipo de mandos para la operación de la grúa torre.

Sistema	Imagen	Condición
Mediante Joystick incorporado a la silla de comando.		Cuando la visibilidad lo permite, se opera directamente de la cabina de comando, trasladando ya sea la botonera, o caja de comando de ella. Y con la ayuda del señalero es posible hacer los movimientos requeridos.
Mediante botonera		Permiten una operación a distancia; es decir, permiten al operador desplazarse, al mismo punto en que se efectúa el trabajo, logrando de este modo una mayor seguridad en una determinada operación.
Mediante Joystick		

Fuente: Elaboración Propia.

Los sistemas de comandos de palanca indicados anteriormente tienen los siguientes movimientos de operación:

- Puesta en marcha de la grúa.
- Bocina de advertencia.
- Subida de carga (Primera, Segunda y Tercera velocidad).
- Bajada de carga (Primera, Segunda y Tercera velocidad).
- Traslación del carro distribuidor hacia adelante (Primera y Segunda velocidad).
- Traslación del carro distribuidor hacia atrás (Primera y Segunda velocidad).
- Giro hacia la derecha (Primera y Segunda velocidad).
- Giro hacia la izquierda (Primera y Segunda velocidad).
- Traslación sobre rieles hacia adelante.
- Traslación sobre rieles hacia atrás.
- Parada de emergencia.

2.3.1. Operador de grúa torre (gruista).

El movimiento de cualquier grúa, consiste en elevar una carga o no, y debe ser permitido sólo a una persona competente y debidamente nombrada por el técnico responsable de la obra u otra persona con capacidad de decisión.

El operador de una grúa torre (gruista) debe poseer unas aptitudes mínimas para poder ser nombrado, las cuales se detallan a continuación:

- Edad mínima de 18 años.
- Estar apto física y mentalmente para el cargo.
- Tener la formación necesaria para el uso de la máquina.
- Conocer las características generales y los aspectos funcionales de la grúa.

Al inicio de la jornada de trabajo, el operador de la grúa torre se hará cargo de las siguientes responsabilidades:

- Ejecución y control de todas las maniobras que incluyan movimientos con la grúa.
- Conocimiento de las instrucciones contenidas en el manual de fabricante.
- Inspeccionar la estructura metálica, para detectar posibles dobladuras o deformaciones de sus componentes.
- Cumplir todas las normas generales de seguridad.

- Debe preocuparse por las operaciones de mantenimiento primario, incluida la limpieza de la máquina.
- Ante cualquier anomalía o desperfecto el gruista debe detener la grúa torre e informar de inmediato a su superior.
- Durante la ejecución de toda la obra debe llevarse un informe diario en que se registre el horario trabajado y las novedades operacionales.
- Conocer el historial de mantenimiento efectuado y que están descritos en el manual de mantenimiento.

En España, La Fundación Laboral de la Construcción, organización creada en 1992, tiene en su catálogo general cursos de 200 horas, para aquellos trabajadores que quieren iniciarse en la profesión de gruista, y cursos de 75 horas para aquellos trabajadores que, ya siéndolo, tenían necesidad de tener un documento de reconocimiento profesional.

En Perú, el operador de grúa torre sigue siendo una persona "autodidacta", que conoce el manejo de la grúa de manera general, pero no tiene formación específica en electricidad, mecánica, mantenimiento preventivo, y especialmente en seguridad.

2.3.2. Señalero.

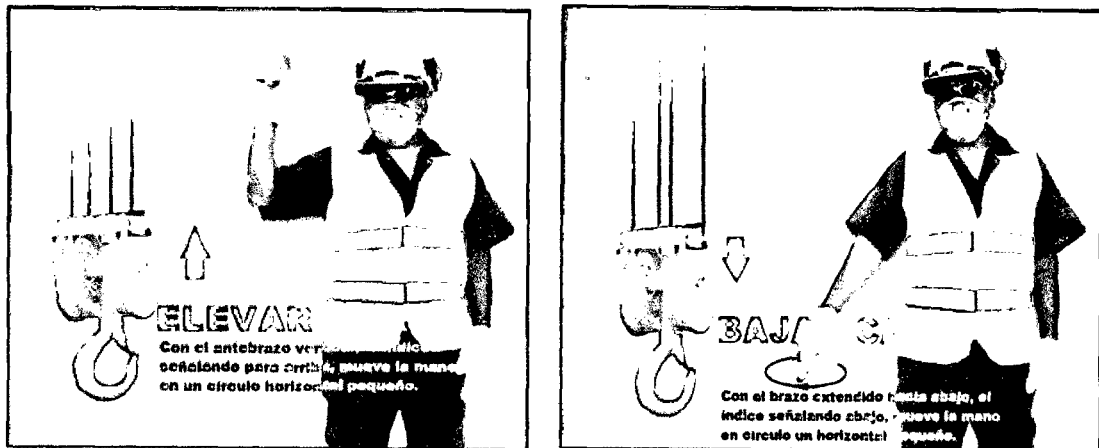
En muchas situaciones es imprescindible el recurso de señales visuales, cuando las condiciones de visión no son óptimas para el operador, éste debe solicitar obligatoriamente un señalero en obra.

Las señales manuales básicas estándar para grúas, está formado por señales simples, fáciles de ejecutar e interpretar y que además no producen agotamiento físico, ya que los movimientos son naturales y lógicos.

Todas las señales se deben ejecutar con calma y seguridad, cualquier duda o aceleramiento de una señal, sólo va a confundir al operador de la grúa; el señalero debe preocuparse de estar siempre a la vista del operador de la grúa.

Las principales señales que se utilizan normalmente son:

Figura N° 2.4: Elevar y bajar carga.



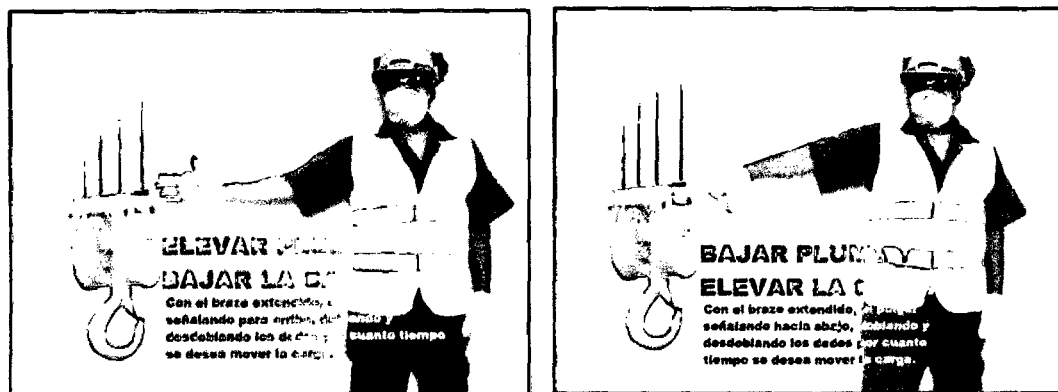
Fuente: Señales manuales operación Grúa.

Figura N° 2.5: Elevar y bajar pluma.



Fuente: Señales manuales operación Grúa.

Figura N° 2.6: Elevar pluma y bajar la carga - Bajar pluma y elevar la carga.



Fuente: Señales manuales operación Grúa.

Figura N° 2.7: Gire a la derecha - Gire a la izquierda.



Fuente: Señales manuales operación Grúa.

Figura N° 2.8: Desplazar a la derecha - Desplazar a la izquierda.



Fuente: Señales manuales operación Grúa.

Figura N° 2.9: Parada – Parada de emergencia.



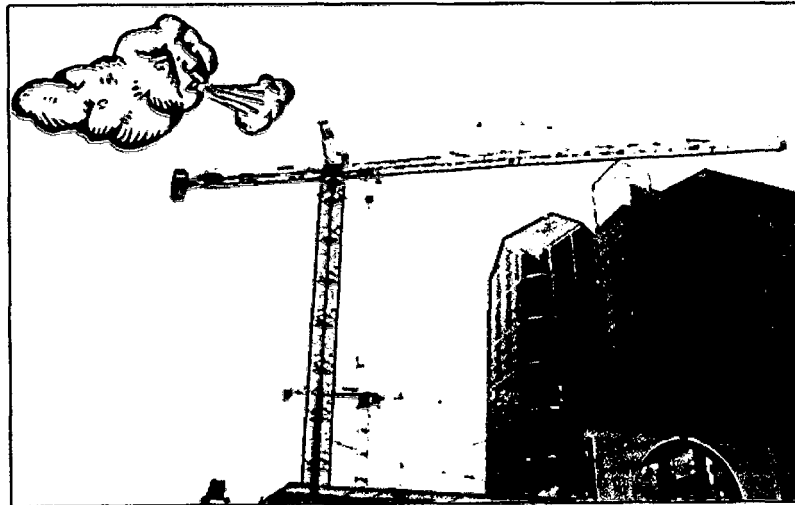
Fuente: Señales manuales operación Grúa.

En obras de importancia se recomienda tener además, un sistema de radio comunicación, para complementar las órdenes correspondientes al operador en cuanto a las faenas que debe hacer y su orden correlativo; de este modo, se evita la incomunicación cuando el operador trabaja en la cabina.

2.3.3. Interrupción del trabajo.

Las grúas torre, son muy sensibles al viento y siempre que éste sobrepase la velocidad de 54 Km/h, o aunque el viento tenga una velocidad inferior y se manejen cargas de gran superficie, se debe paralizar el trabajo, dejando la pluma en "veleta", es decir, desbloquear la pluma con el objeto de que se oriente con el viento, cuando está fuera de servicio, a fin de oponerle la menor resistencia posible al viento, sus frenos de giro deben estar liberados, el carro debe ser dejado en su posición interna, y el gancho debe estar izado y sin carga y, por ende, no se produzca su volcamiento. Se debe comprobar si la temperatura ambiente está entre -15 y 45°C (límite operacional).

Figura N° 2.10: Pluma en veleta.



Fuente: Alerta para Grúas Torre - Sitio de WordPress.com

En el año 2010 hubo un número alarmante de colapsos de grúas torre en el mundo debidos al VIENTO; 27 de 157 (el 17%) de los accidentes de grúas torre informados en el año 2010 han estado vinculados con fuertes vientos. El trabajo de la grúa también se debe interrumpir por anomalías en la instalación o en la operación, tales como:

Cuadro N° 2.5: Anomalías en instalación u operación de grúa.

Anomalías en instalación u operación
Mal estado del cable de elevación o de las bridas. Deficiente enrollado del cable de elevación en el tambor.
Alimentación eléctrica intermitente y/o pérdida de simetría de las fases. Defectos en las operaciones de frenado de algún movimiento de la grúa.
Pérdida de plomo en la estructura. Falta de iluminación adecuada.
Mal estado del cable de elevación o de las bridas. Deficiente enrollado del cable de elevación en el tambor.
Alimentación eléctrica intermitente y/o pérdida de simetría de las fases. Defectos en las operaciones de frenado de algún movimiento de la grúa.
Pérdida de plomo en la estructura. Falta de iluminación adecuada.

Fuente: Elaboración propia.

2.3.4. Mantenimiento

Independientemente del mantenimiento que debe realizar la empresa de la grúa, el gruísta deberá realizar periódicamente una serie de controles y verificaciones para el buen funcionamiento de la grúa, debiendo comprobar los cables, gancho, poleas, limitadores, interruptores, cuadro eléctrico, niveles de aceite, puntos de engrase, etc.; el trabajo de mantenimiento siempre debe realizarse con la grúa desconectada, deberá efectuarse desde andamios o plataformas adecuadas.

Si el trabajo de mantenimiento sólo puede ser efectuado con la grúa en funcionamiento, se debe asegurar que:

- No exista riesgo de que una persona pueda quedar atrapada o que caiga.
- Las personas que deban realizar este trabajo se alejen de elementos por los que pase la corriente eléctrica.

- Estas personas puedan comunicarse con el gruista de palabra o por medio de señales.

De acuerdo con sus propias características y circunstancias locales, las grúas torre deben ser inspeccionadas por personas autorizadas cada vez que sean montadas o cuando cambien sus características.

Los resultados de las verificaciones según lo anterior deben registrarse en un libro de verificaciones que puede ser consultado a petición del interesado.

2.3.5. Ensayos de carga.

Estos ensayos se realizarán para demostrar la aptitud de la grúa y verificar el funcionamiento de los mecanismos y de los frenos de la grúa. Estos ensayos son realizados con los limitadores de carga desconectados y se deben efectuar en el primer montaje de la grúa.

Estos procedimientos se deben ejecutar por operarios calificados y deben ir acompañados por técnicos acreditados. La zona de peligro de la grúa deberá ser evacuada previamente al inicio del ensayo.

Estos ensayos debemos considerarlos como buenos sucesos, debido a que se encuentran fisuras de material, deformaciones permanentes, fisuras en la pintura o cualquier deficiencia; evitando así, que afecte el correcto funcionamiento o seguridad de la máquina.

Al final de los ensayos se debe elaborar una relación con los siguientes puntos:

- Identificación de la grúa y del responsable de los ensayos.
- Fecha y lugar del ensayo.
- Constataciones y conclusiones.

2.3.5.1. Ensayo estático:

Este ensayo se destina a demostrar la óptima condición estructural de la grúa y sus componentes.

El ensayo consiste en la suspensión de una carga con un 25% de sobrecarga de la carga máxima admisible en la punta de la pluma, seguido de una sobrecarga del

25% de la carga máxima admisible, a una distancia de 10 cm. Del suelo durante 10 minutos y en las siguientes posiciones de carro:

- En la punta de la pluma.
- A la mitad de la pluma.

Estas cargas se deben imponer de forma progresiva para evitar graves efectos dinámicos; no se debe efectuar este ensayo si hay vientos fuertes.

2.3.5.1. Ensayo dinámico.

Este ensayo se destina fundamentalmente a demostrar la funcionalidad de los mecanismos de la grúa y respectivos frenos.

El ensayo consiste en la suspensión de una carga con un 10% de sobrecarga de la carga máxima admisible en la punta de la pluma, seguido de una sobrecarga del 10% de la carga máxima admisible, a una distancia de 20 cm del suelo.

Consiste en la ejecución repetida, con prudencia ni choques de todos los movimientos (elevación, giro y carro) y sus combinaciones, dentro de los límites designados para cada modelo.

La ejecución de estos movimientos se debe prolongar durante 1 hora y debe incluir repetidos arranques y paradas durante las maniobras.

2.4. DESMONTAJE.

Para iniciar el desmontaje de la grúa torre, debemos primero contar con el personal idóneo para llevar a efecto este trabajo, es decir que cada persona cuente con las charlas de seguridad pertinentes, elementos de seguridad y disposición de trabajo.

Una vez que el supervisor haya chequeado las condiciones del terreno, podrá determinar con qué grúa de apoyo se debe proceder a hacer este trabajo considerando la altura y el radio.

El desmontaje de la grúa se practica en sentido inverso al de montaje. Se debe seguir los siguientes pasos:

Paso N°1:

Retirar cualquier carga suspendida.

Paso N°2:

Colocar el carro al inicio de la pluma (en posición de transporte).

Paso N°3:

Enrollar con cuidado el cable de elevación, evitando que éste se dañe. Detener de inmediato el arrollamiento si no queda perfectamente enrollado.

Paso N°4:

Retirar los contrapesos a través de la autogrúa.

Paso N°5:

Quitar los bulones (pernos) de los tirantes colocándolos en su parte de la grúa.

Paso N°6:

Retirar los bulones (pernos) que fijan la posición de contra pluma, teniéndola sujeta al mismo tiempo.

Paso N°7:

Desconectar la máquina de la alimentación eléctrica, que generalmente se encuentra a un costado del chasis de la grúa, se realiza una evaluación del trabajo y se confecciona finalmente un informe por este trabajo.

CAPÍTULO III: ASPECTOS DE SEGURIDAD.

3.1. GENERALIDADES.

La seguridad en el manejo de la grúa torre, depende tanto de sus condiciones de instalación y mantenimiento, como de la buena utilización o manejo de las mismas; es por eso que se hace indispensable cumplir con ciertas normas de seguridad relacionadas principalmente con los sistemas automáticos de seguridad que posee la grúa, con el correcto mantenimiento de sus partes, con las condiciones de operación en el lugar de trabajo y con el personal que trabaja con ellas.

Los accidentes más comunes se producen por acciones imprudentes o desconocimiento de las personas que intervienen en su montaje, mantenimiento u operación. Es imprescindible contar con un programa de inspecciones y plan de mantenimiento preventivo muy rígido, pues cualquier accidente que se produzca, puede afectar fuertemente la productividad de las obras donde se utilizan estas grúas.

“Las medidas de seguridad son una combinación de las medidas incorporadas durante la fase de proyecto y de las medidas que deben ser tomadas por el operador” (norma EN 292-1).

El proyecto técnico de una máquina segura persigue tres objetivos fundamentales:

- a. Eliminación o reducción de riesgos, en la medida de lo posible.
- b. Adoptar las medidas de protección necesarias con relación a los riesgos que no pueden ser eliminados (protección).
- c. Informar a los operadores de los riesgos residuales que puedan subsistir (medidas adicionales).

3.2. SEGURIDAD EN LA GRÚA TORRE.

Antes de iniciar cualquier trabajo el supervisor debe cerciorarse que el operador de la grúa auxiliar comprendió todas las instrucciones referentes al trabajo a realizar, tomar en cuenta las siguientes pautas:

Cuadro N° 3.1: Pautas en la seguridad de la grúa torre.

Item	Descripción
1	Verificar la carga que será alzada y el peso de ella.
2	Verificar que los estrobos a utilizar estén en buenas condiciones.
3	Detectar si hay un peligro eléctrico en los alrededores.
4	Verificar si el terreno en el área de instalación de grúa, es tierra suelta, compacta, húmeda, si hay excavaciones adyacentes que puedan poner en peligro la maniobra al ceder el terreno.
5	Verificar que la carga esté bien asegurada, antes de empezar la maniobra.
6	No se deberá maniobrar con carga suspendida sobre personal que se encuentre sobre el radio de acción de la pluma.
7	Solo deberá dirigir una persona la maniobra (señalero), con el cual el operador deberá estar coordinado durante la maniobra.
8	Los operarios deberán realizar los trabajos de montaje, con sus respectivos implementos de seguridad.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.1 Riesgos en las grúas torre.

La siguiente lista expone genéricamente riesgos diversos que son aplicables a todas las grúas torre:

Cuadro N° 3.2: Riesgos en la grúa torre.

Item	Riesgos en la grúa torre
1	Riesgos mecánicos, eléctricos y por quemaduras.
2	Riesgos por exceso de ruido.
3	Riesgos por malas posiciones ergonómicas.
4	Riesgos provocados por arranques incontrolados.
5	Riesgos por la imposibilidad de detener la grúa con seguridad.
6	Riesgos por variación de velocidad de rotación.
7	Riesgos por falta de alimentación eléctrica.
8	Riesgos por fallo de circuito de comando.
9	Riesgos provocados por errores de montaje.

10	Riesgos provocados por caída de objetos o líquidos.
11	Riesgos provocados por falta de estabilidad o desplome.
12	Riesgos provocados por caída de personas.
13	Riesgos provocados por la posición de trabajo.
14	Riesgos provocados por el movimiento de la máquina.
15	Riesgos provocados por la fuente de energía.
16	Riesgos provocados por terceros.
17	Riesgos provocados por instrucciones inadecuadas.

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.2. Mecanismos de Seguridad

Todos los movimientos de la grúa torre descritos en el CAPITULO I, son controlados por una serie de dispositivos llamados limitadores cuya misión es crucial pues de ellos depende la estabilidad de la grúa y el mantenimiento de ésta bajo unos niveles de seguridad.

Estos dispositivos de seguridad instalados en la grúa torre se destinan para evitar posibles accidentes por una maniobra incorrecta por parte del gruista, no son elemento de uso constante y no deben ser usados como tal. El gruista debe estar atento, en cualquier circunstancia, obedeciendo las reglas de seguridad y las características de la máquina, evitando accionar cualquiera de estos dispositivos.

Los limitadores se pueden clasificar en tres grupos:

3.2.2.1. Limitadores de esfuerzos (LE).

La misión de estos limitadores es impedir que se realicen maniobras en la grúa que pongan en peligro la seguridad de estabilidad de la misma por el manejo indebido de cargas.

- Limitador de par máximo o de momento máximo:

El limitador de par o de momento se encarga de impedir que se eleven o distribuyan cargas, cuyos pares ocasionados queden fuera del diagrama de cargas de la grúa y puedan provocar la inestabilidad por vuelco de la grúa, se

encuentra ubicada en el ángulo recto de la torreta; en otros modelos se encuentra en el tensor de la pluma, y en el cable de suspensión.

El limitador de momento deberá actuar cuando la elevación o distribución de cargas provoque momentos no admisibles.

- Limitador de carga máxima.

El limitador de carga se encarga de impedir que se eleven cargas superiores a la carga máxima permitida por la grúa tanto en velocidad rápida como lenta, se encuentra casi siempre ubicado en la torreta o en la pluma.

El limitador de carga deberá actuar cuando se desee elevar una carga que sobrepasa en un 10 % el valor de carga máxima.

3.2.2.2. Limitadores de carrera o recorrido (LC).

La misión de estos limitadores es impedir que se realicen movimientos en la grúa, que pongan en peligro la seguridad de estabilidad de la misma, consisten en una serie de finales de carrera, que delimitan los movimientos y que actúan como última seguridad en caso de maniobras incorrectas.

- Limitador de elevación.

La función de este dispositivo de seguridad es evitar que por un error de operación, el gancho impacte contra el carro o contra el suelo tanto en el movimiento de ascenso como en el descenso, respectivamente.

- Limitador del carro distribuidor.

El limitador de alcance se encarga de impedir que el carro de pluma se desplace más allá de unos determinados topes que están en ambos extremos de la pluma. El movimiento del carro se controla además mediante topes plásticos, los que evitan mecánicamente que el carro se salga de su pista de traslación, provocando así que la carga pueda oscilar, pudiendo caerse o desequilibrar la grúa torre.

- Limitador de giro de la pluma.

Este limitador se encarga de imponer una restricción en el número de vueltas de la plataforma giratoria en un sentido y en el otro, también impide la torsión y destrucción del cable de alimentación (en los modelos más antiguos). En general, no se permite un giro de más de tres vueltas en cada sentido.

- Limitador de velocidad.

Su misión es detener el movimiento, su función es evitar que la grúa levante una carga mayor que la determinada para cierta velocidad de elevación.

- Limitador de recorrido de traslación de la grúa.

Este limitador sólo es aplicable a grúas rodantes y evita que ésta se salga de la vía por error de operación, acción del viento o accidente. Detiene el movimiento de la grúa cuando esta llega a los extremos de la vía.

3.2.2.3. Limitadores de advertencia (LA)

- *Bocina de alarma*

Indica la puesta en marcha de la grúa. Está comandada directamente por el operador de la grúa, en el comando respectivo, y es muy útil para avisar al personal la aproximación de la carga al lugar de trabajo. Es importante señalar además, que funciona automáticamente con el limitador de par o momento máximo y con el limitador de carga máxima, avisando al operador cuando la grúa se ha desconectado por sobrecarga.

3.2.3. Ganchos.

Los ganchos de elevación deben ser de un color llamativo reflectante y deben contar con un seguro que impida el desenganche accidental de la carga, tener impreso sobre relieve la capacidad nominal de carga y no deben experimentar deformación permanente cuando se someten a ensayo con una carga dos veces superior a la capacidad nominal de carga.

3.2.4. Cables de acero.

Los cables de acero se utilizan normalmente para el levante (izaje), la tracción, el amarre o la fijación de elementos diversos y es el elemento más importante de una Grúa Torre, después de los mecanismos de control y operación, este elemento une la carga a la grúa y participa activamente en todas las operaciones de los equipos.

Los cables de acero están constituidos por un conjunto de torones y un alma central. Combinando de modo adecuado los alambres y torones, se obtienen tipos de cables de construcciones diversas y para usos diferentes.

Al reemplazar un cable, debe usarse uno que tenga idénticas características al cable inicial, mismo diámetro, resistencia equivalente e idéntico tipo de alambre con su recubrimiento de protección similar. Si se utiliza un cable inadecuado, puede significar una ruptura súbita o un desgaste acelerado.

Los cables deben pasar por revisiones, debe haberse un control visual, para controlar su evolución y desgaste.

3.3. SEGURIDAD EN LA OPERACIÓN.

3.3.1. Inspección y Control de la Operación.

Cuadro N° 3.3: Indicaciones generales de utilización.

Item	Descripción
1	Antes de montar la grúa, comprobar si el área circundante permite la rotación completa de la grúa en condiciones fuera de servicio.
2	Montar la grúa sobre una base completamente plana y firme.
3	Controlar regularmente el estado de funcionamiento de los limitadores.
4	Nunca elevar cargas sujetas o adheridas al terreno o a otros elementos.
5	No elevar cargas mal equilibradas, o fuera de su centro de gravedad.
6	No efectuar maniobras de riesgo que puedan hacer colisionar la carga con cualquier obstáculo.
7	No dejar la máquina fuera de servicio con los cables a tierra, pueden dañarse o producir accidentes y daños.
8	No pasar con cables sobre personas
9	Nunca elevar personas.
10	No tomar el hábito de presionar la tecla STOP de emergencia para parar los movimientos de la grúa.
11	No dejar cargas en suspensión con la grúa fuera de servicio.
12	No dejar el gancho sujeto a una carga con la grúa fuera de servicio.
13	Periódicamente hacer mantenimiento de la grúa, controlando todos los componentes sujetos a desgaste (cables, frenos, etc.).
14	No consentir el uso de la grúa a personal no calificado o sin experiencia.
15	Verificar bocinas de alarmas.
16	Engrase de poleas del gancho.
17	Iluminación de trabajos nocturnos.
18	Visibilidad trabajos de día.

Fuente: Elaboración Propia.

3.4. SEGURIDAD PERSONAL.

3.4.1. Riesgos más frecuentes.

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos o herramientas en manipulación.
- Caída de objetos o herramientas suspendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques y golpes contra objetos inmóviles.
- Choques y golpes contra objetos móviles de las máquinas.
- Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Contactos eléctricos.

3.4.2. Medidas preventivas:

El gancho de izado dispondrá de limitador de ascenso, para evitar el descarrilamiento del carro de desplazamiento. Estará dotado de pestillo de seguridad en perfecto uso. El cubo de concreto, cerrará herméticamente, para evitar caídas de material.

En ningún momento se efectuarán giros sesgados de la carga ni se harán más de una maniobra a la vez. La maniobra de elevación de la carga será lenta, de manera que si el maquinista detectase algún defecto, depositará la carga en el origen inmediatamente. Antes de utilizar la grúa, se comprobará el correcto funcionamiento del giro, desplazamiento del carro y el descenso y elevación del gancho.

La pluma de la grúa dispondrá de carteles suficientemente visibles con las cargas permitidas. Todos los movimientos de la grúa se harán desde la botonera, realizados por personal especialista y auxiliado por el señalero.

Dispondrá de un mecanismo de seguridad contra sobrecargas y es recomendable, si se prevén fuertes vientos, instalar un anemómetro con señal acústica para 60 Km/h, cortando corriente a los 80 Km/h.

El acceso a la parte superior de la grúa, se hará utilizándose el dispositivo de paracaídas, instalado al montar la grúa.

Si es preciso realizar desplazamientos de la grúa, ésta dispondrá de cable de visita.

Al finalizar la jornada de trabajo, para eliminar daños a la grúa y a la obra, se suspenderá un pequeño peso del gancho de ésta, elevándolo hacia arriba, colocando el carro cerca del mástil y comprobando que no se puede enganchar al girar libremente la pluma; se pondrá a cero todos los mandos de la grúa, dejándola en veleta y desconectándose la corriente eléctrica. Se comprobará la existencia de la certificación de las pruebas de estabilidad después del montaje.

3.4.3. Equipos de protección individual.

Los implementos de seguridad básicos para el uso de personal en los trabajos con grúa torre son los siguientes.

- Casco de seguridad.
- Botas de seguridad o calzado antideslizante según los casos.
- Arnés, cinturón de seguridad, en todas las labores de mantenimiento.
- Ropa de trabajo o trajes adecuada según los casos.
- Guantes de cuero, al manejar cables y otros elementos rugosos o cortantes.
- Guantes de goma o PVC.

CAPÍTULO IV: APLICACIÓN DE UNA GRÚA TORRE EN UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO.

4.1. ESTUDIO DE MERCADO.

Alemania, representa el mayor mercado de la construcción; en el mercado del Sureste de Asia y del Lejano Oriente, se aplican casi exclusivamente las grúas de plataforma giratoria con pluma articulada, en la construcción de edificios altos se prefieren grúas telescópicas.

Cuadro N° 4.1: Las cinco torres más altas del mundo.

Puesto	Nombre	Altura máxima	Termino	Ubicación	Pisos
1	Burj khalifa	828 m	2010	Dubai Emiratos Árabes Unidos	163
2	Worl Trade Center (Torre de la Libertad)	541 m	2012	Estados Unidos	71
3	Taipei	508 m	2004	Taiwan	106
4	Shangai Worl Financial Centre	492 m	2008	China	101
5	Fordham Spire	610 m	2011	Estados Unidos	150

Fuente: Elaboración Propia.

Desde el 2002, la economía peruana viene registrando una sólida fase de expansión, que, en los tres últimos años, se ha reflejado en una aceleración importante en el proceso de generación de empleo, mejorando los ingresos familiares y reduciendo los niveles de pobreza.

Una de las causas principales del crecimiento de la industria de la construcción se refiere al déficit habitacional, que en Perú asciende a 1,2 millones de viviendas. Este número se incrementa en 40 mil viviendas cada año con la formación de nuevas familias que buscan un lugar donde vivir.

En el caso de las familias de ingresos medios, el mayor acceso al crédito hipotecario se vió inicialmente impulsado por el sector público a través del programa MiVivienda ⁽⁶⁾.

⁽⁶⁾ Situación inmobiliaria en el Perú – BCP – Publicado el 14/01/2012.

En el Perú, el Westin Libertador Lima es considerado el edificio más alto del país y de propiedad del Grupo Brescia, inaugurado el 27 de mayo del 2011, tiene un área construida de 74,000 metros cuadrados y con una inversión de 130 millones de dólares, cifra superior en 30 por ciento a lo proyectado inicialmente.

El gerente general del Westin Libertador, Paul Ingebretsen, indicó que dicho establecimiento se inauguró luego de 40 meses de trabajo, y se convirtió en el edificio más alto del país gracias a sus 118.55 metros, el Westin tiene 30 pisos y 301 habitaciones.

Cuadro N° 4.2: Las cinco torres más altas del Perú.

Puesto	Nombre	Altura máxima	Termino	Ubicación	Pisos
1	Torre HSBC	132 m	2013	San Isidro Lima	24
2	Hotel Westin Libertador	120 m	2011	San Isidro Lima	32
3	Edificio BBVA Continental	118 m	2010	San Isidro Lima	29
4	Torre Centro Cívico	109 m	1974	Cercado de Lima Lima	34
5	Torre Chocavento (Citibank)	107 m	2001	San Isidro Lima	24

Fuente: Elaboración Propia.

Una nueva edificación de un conocido banco e inmobiliaria arrendó el terreno que le pertenece al Grupo Brescia y en poco tiempo superará al Westin. La nueva torre tiene una altura superior a los 120 metros y su construcción habría superado en costo los 60 millones de dólares.

4.1.1. Dimensión del mercado.

El sector de las grúas torres viene claramente influenciado por el sector de la construcción. El crecimiento de este sector en los últimos años así como las innovaciones tecnológicas que se han introducido en la operativa de la construcción en el país han determinado el impulso del sector de las grúas torres en Perú.

En 2009 la contribución del sector construcción al PBI fue de 27.082 millones de soles (a precios corrientes) ⁽⁷⁾.

El sector de la construcción es uno de los sectores más dinámicos de la economía peruana. Es más, la construcción anual de viviendas se puede triplicar en cuatro años, con el fin de paliar las demandas de viviendas insatisfechas, cifrada en más de dos millones de inmuebles. Por otro lado, durante el 2010 la demanda crediticia hipotecaria ha crecido entre un 10% y un 15%.

En el 2010 Perú importó 56 grúas torres por un total de 6.7 millones de dólares frente a los 3.8 millones que importó en 2009.

4.1.2. Precios.

Los precios de las grúas torres dependen de si son de segunda mano o nuevas así como de las características de la propia grúa; fundamentalmente del tamaño. En el caso de las grúas nuevas el precio medio es de US\$ 130,000.00 (ciento treinta mil dólares americanos), oscilando los precios entre los US\$ 90,000.00 y US\$ 240,000.00 dólares americanos, también hay ciertos tipos de grúas que pueden alcanzar el millón y medio de dólares; las grúas de segunda mano normalmente tienen un precio medio promedio de US\$ 70,000.00 (setenta mil dólares americanos).

4.1.3. Breve descripción de la estructura de los canales de distribución.

Las grúas torres se adquieren por dos medios; a través de empresas comercializadoras siendo las dos principales Grúas Etac y Camaz Maquinarias y por leasing a través de los distintos bancos existentes en el país, sobre todo Banco Continental, Interbank y BCP.

4.1.4. Principales competidores.

La mayoría de las grúas nuevas que se importan a Perú son de la marca Potain y se importan desde China. En el caso de las grúas usadas, su proceden fundamentalmente de España, Portugal y Estados Unidos y son de las marcas

⁽⁷⁾ Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

Potain, Tavares y Liebherr.

- Potain es una filial del grupo estadounidense Manitowoc y actual líder en el sector de las grúas torre.
- Tavares es una empresa portuguesa especializada en equipamientos para la construcción civil.
- Liebherr es una empresa alemana que fabrica una gran gama de modelos de grúas sobre camión con plumas telescópicas y en celosía sobre trenes de aterrizaje móviles o de oruga.

4.2. COSTOS DE ADQUISICIÓN Y ALQUILER ENTRE PRINCIPALES PROVEEDORES.

Entre los principales fabricantes de grúas torre tenemos a POTAIN (de origen francés), y LIEBHER (de origen alemán), siendo éste último el creador de la grúa torre.

Se deben tomar como aspectos y datos necesarios, los siguientes puntos:

- Número de grúas torre a utilizar.
- Gastos por día que representa el alquiler.
- El tiempo de alquiler.
- Servicios requeridos con el alquiler.
- Mantenimiento de la grúa torre.
- Accesos al lugar del proyecto.
- Clima de la zona.

Para realizar la cotización de las grúas torre, se deben facilitar los siguientes datos:

- Plano de arquitectura.
- Plano de corte y elevación.
- Carga máxima en la punta, que debe tener la pluma de la grúa torre.

Los planos enviados, servirán al proveedor para determinar el tipo de grúa a utilizar en la obra.

Se cotizaron con las siguientes opciones de proveedores. (Ver anexo N° 3).



De los cuales se eligió trabajar con la empresa GALIGRÚ, porque presentaba menor costo de alquiler y tenía las especificaciones y condiciones necesarias de prestación de servicio.

Figura N° 4.1: Cotización de Grúa torre.

	CÓDIGO	unidades de concepto	elementos de conceptos	CONCEPTO	P.V.P.	Dto.	P. Unitario	TOTAL
1	GT464210E	3.00	1.00	Alquiler mensual de grúa torre hasta 46 m. de pluma, 40.00 m. de altura bajo gancho, 2.000 Kg. de carga máxima y 1.000 Kg. de carga en punta. Versión empotrada y Autoestable	8,653.33		8,653.33	25,959.99
2	MOGRUISTA	3.00	1.00	Alquiler mensual de personal manipulador.	4,500.00		4,500.00	13,500.00
3	CDICS00	3.00	2.00	Alquiler mensual de cubo de descarga inferior con canaleta de 500 Lt.	420.00		420.00	2,520.00
4	CAN15	3.00	1.00	Alquiler mensual de canastilla para carga de materiales hasta 1,500 Kg.	400.00		400.00	1,200.00
5	TRAF0	3.00	1.00	Alquiler mensual de transformador convertidor de voltaje, 30 Kw.	1,050.00		1,050.00	3,150.00
6	MDJOYSTICK	3.00	1.00	Alquiler mensual de mando a distancia Joystick.	400.00		400.00	1,200.00
TOTAL ALQUILER SIN LG.V. \$/								47,529.99
201	PORPLAT100	2.00	2.00	Transporte ida o regreso a obra en plataforma de 13 metros de caja. Distancia inferior a 100 Km., incluye carga en el almacén.	2,000.00		2,000.00	8,000.00
202	MOGT464210	2.00	1.00	Montaje o desmontaje de grúa torre hasta 46 m. de pluma, 42 m. de altura y 1.000 Kg. de carga en punta.	6,000.00		6,000.00	12,000.00
203	AG90T9h	2.00	1.00	Autogrúa de hasta 90 Tm. para auxiliar en el montaje/desmontaje de la grúa torre. Precio por día, primer día.	9,328.24		9,328.24	18,656.48
204	CERMONTO	1.00	1.00	Certificado de montaje de grúa torre desmontable.	600.00		600.00	600.00
205	REVMES472	3.00	1.00	Revisión mensual de grúa torre desmontable hasta 54 m. de pluma y 72 m. de altura	800.00		800.00	2,400.00
206	TR11518018	1.00	1.00	Venta de Tramo/Patas de empotrar de 1,15x1,15x1,50 m. L180x18 L80 F50	6,101.33		6,101.33	6,101.33
TOTAL GASTOS FIJOS SIN LG.V. \$/								47,757.81
TOTAL ALQUILER + GASTOS FIJOS SIN LG.V. \$/								95,287.80

Fuente: Cotización de proveedor GALIGRÚ.

4.3. SELECCIÓN DE LA GRÚA TORRE.

El éxito de un proyecto inmobiliario depende principalmente de dos factores, la utilidad y la fecha de término. Ambas dependen de una planificación bien pensada, detallando los métodos, equipamiento y programa.

Una gran parte de la planificación se basa en seleccionar la maquinaria adecuada y en construcciones de altura no cabe duda que las grúas torre son una herramienta fundamental.

Es importante tener en claro los ciclos adecuados de trabajo para así poder tomar la decisión de forma más eficaz sobre la ubicación, los modelos y cantidad de grúas a operar, es necesaria una planificación del proyecto a ejecutar, a través de

un Diagrama de Gantt o cualquier método que muestre de forma clara los plazos requeridos para cada actividad.

4.3.1. Descripción del proyecto.

La aplicación de esta tesis está basada a la construcción del Edificio Multifamiliar "El Cortijo", ubicado en el distrito de Santiago de Surco.

Cuadro N°4.3: Generalidades del proyecto.

Área de terreno bruta:	4,802.84 m ²
Área de terreno útil:	3,793.40 m ²
Área de terreno libre:	1,009.44 m ²
Área de dptos.	entre 80 y 115 m ²

N° dptos.	120
N° cocheras:	120

Ascensores:	SI
-------------	----

Fuente: Memoria descriptiva del proyecto.

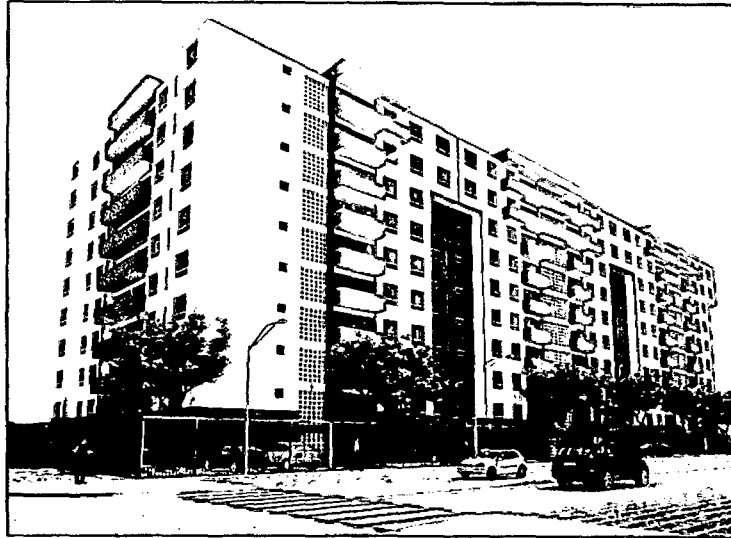
Cuadro N°4.4: Cuadro de áreas por piso.

Sótano 2	1,826.00 m ²
Sotano 1	2,557.59 m ²
1er piso	1,184.00 m ²
2do piso	1,248.05 m ²
3er piso	1,248.05 m ²
4to piso	1,248.05 m ²
5to piso	1,248.05 m ²
6to piso	1,248.05 m ²
7mo piso	1,248.05 m ²
8vo piso	1,248.05 m ²
9vo piso	1,266.45 m ²
10mo piso	1,266.45 m ²
Azotea	40.10 m ²

Fuente: Memoria descriptiva del proyecto.

Total construido: 16,876.94 m².

Figura N°4.2: Foto de Edificio Multifamiliar El Cortijo.



Fuente: Edificio Multifamiliar El Cortijo – TyHV

4.3.2. Parámetros generales.

Altura bajo gancho: Debe establecerse 3m por encima de cualquier obstáculo que esté dentro del área de barrido de la grúa.

Alcance máximo: Debe considerarse el área a cubrir en el movimiento de la pluma y que facilita la elevación.

Carga máxima: Se examinará la máxima a elevar en punta y la máxima a elevar en alcance mínimo, en la zona cercana al eje de giro.

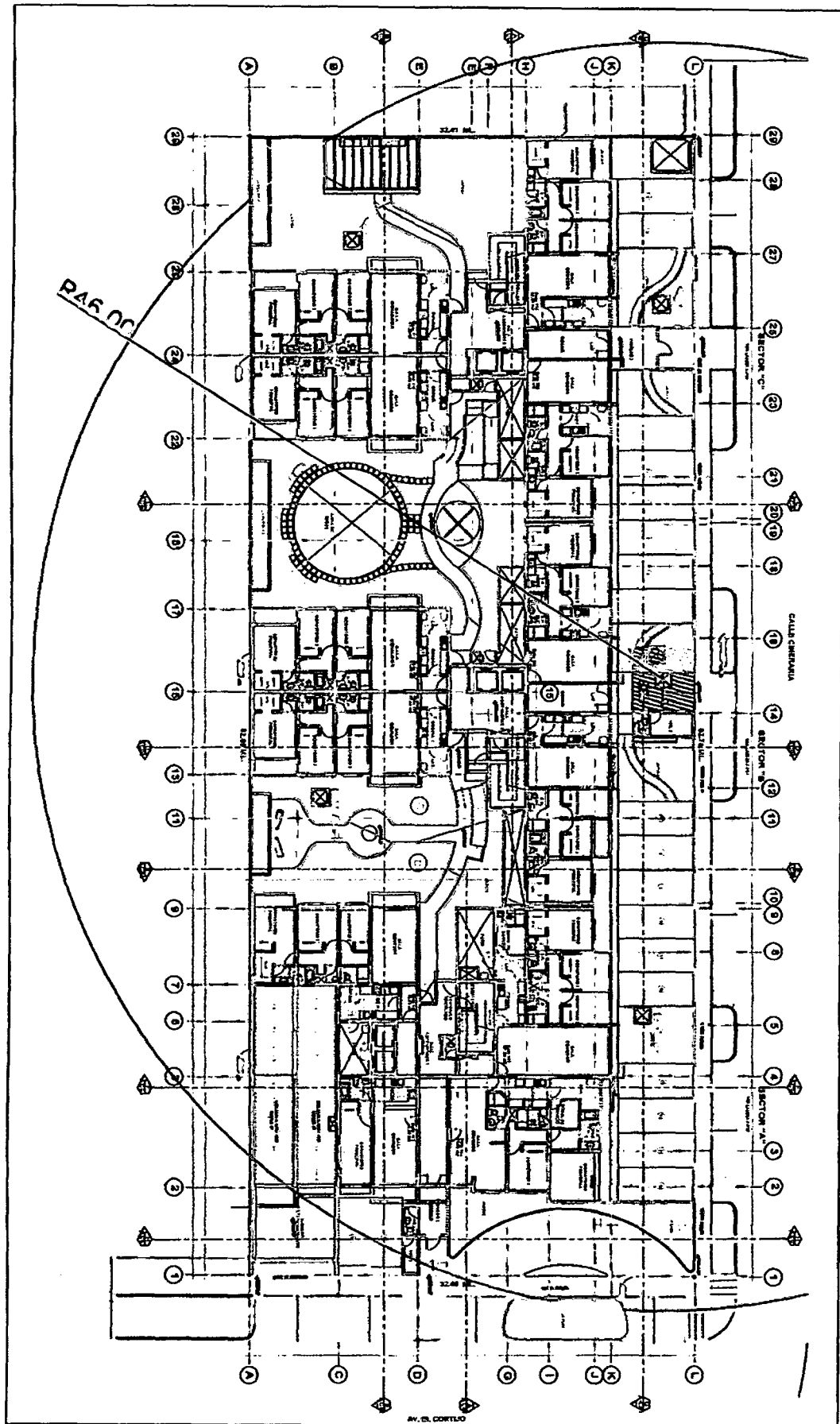
4.3.3. Selección del área de trabajo.

Se debe considerar cual es el punto estratégico para la ubicación de nuestra grúa torre, lo cual está en relación directa con el emplazamiento del edificio, de modo que con nuestra grúa se pueda transportar los distintos elemento a través del edificio donde se requiera.

Para nuestra aplicación, la distribución de la zona de trabajo está en el esquema siguiente (Ver Figura 4.3).

- Grúa torre: la posición de la grúa torre está definida en este lugar (calle Cineraria), considerando que es un punto donde se pueden alcanzar los distintos puntos de la obra; se puede arristrar al edificio y facilita su armado.

Figura N°4.3: Distribución de sectores para el trabajo.



Fuente: GALIGRU.

- Lugar de almacenamiento de los elementos de la grúa torre que servirán para elevar ésta cuando se necesite más altura de ella, este lugar se encuentra ubicado en la calle Cineraria junto a la grúa torre.
- Grúa auxiliar: en la posición de la grúa auxiliar, se deben considerar algunos criterios, como cuál es la posición donde hará la maniobra de izamiento de los elementos de la grúa torre con los mínimos movimientos, este lugar también se encuentra ubicado en la calle Cineraria junto a la grúa torre.
- Camión: la ubicación, en lo posible, debe ser lo más cerca del punto de descarga y en posición que facilite la operación de montaje, este lugar también se encuentra ubicado en la calle Cineraria junto a la grúa torre.
- Emplazamiento del edificio: nos define el lugar donde se colocará la grúa torre de modo que se pueda alcanzar los distintos puntos del edificio.
- Edificios adyacentes: como nuestro lugar de operación no nos permite realizar el montaje dentro del recinto, será necesario tomar en cuenta los permisos para ocupar el espacio de nuestros vecinos sin mayores problemas.
- Acceso principal al edificio: es necesario que este espacio no lo ocupáramos con la posición de la grúa torre ya que es el de mayor tránsito dentro de la obra.
- Barrera de seguridad: se utilizará para cercar el lugar, para evitar el ingreso de personas al lugar de la operación.
- Fuente de poder: es necesario verificar que ésta se encuentre cerca del lugar donde se instalará la grúa. Además, hay que disponer de la energía necesaria para abastecer a la grúa.

4.3.4. Mano de Obra a Utilizar:

- Estrobadores o Rigger (2):

Serán los encargados de estrobar los elementos de la grúa torre para luego ser izados. Además mediante cuerdas, los estrobadores guiarán el desplazamiento del elemento izado.

Para su montaje, serán los responsable de estrobar, de tal manera, que el objeto a izar quede en la posición vertical o el sentido que corresponda, para que éste quede listo para ser unido por los encargados de unir las piezas.

- Operarios de armado de la grúa torre (2):

Serán los responsables del armado de los distintos elementos que conforman la grúa torre.

- Señalero (1):

Será el encargado de coordinar y señalar los movimientos que se deben realizar, de modo de guiar adecuadamente al operario de la grúa auxiliar en el izaje de los elemento de la grúa torre.

- Operario de la grúa auxiliar (1):

Será el responsable de los movimientos que se realicen con la grúa auxiliar móvil.

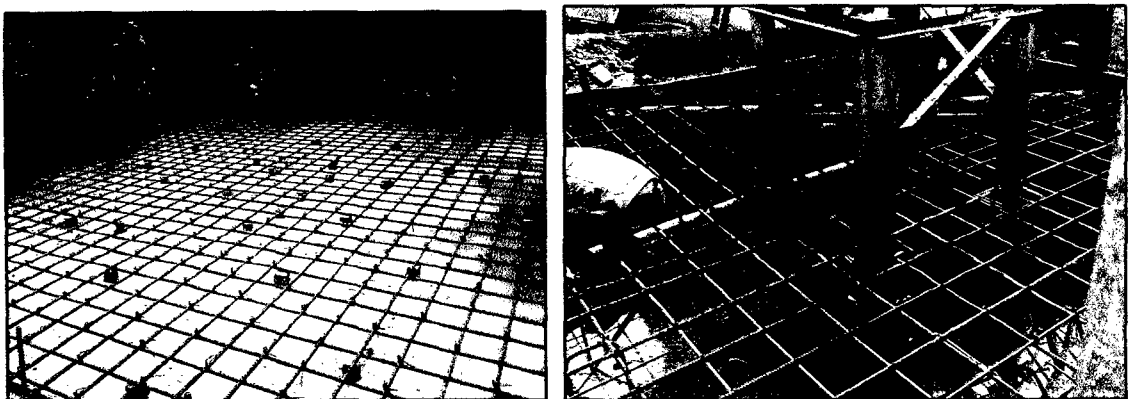
- Supervisor (1):

Será el responsable de coordinar, gestionar y dirigir los distintos aspectos que abarca el plan de operación de montaje de la grúa torre, además deberá exigir que se cumplan con las medidas de seguridad.

4.3.5. Montaje de la grúa torre.

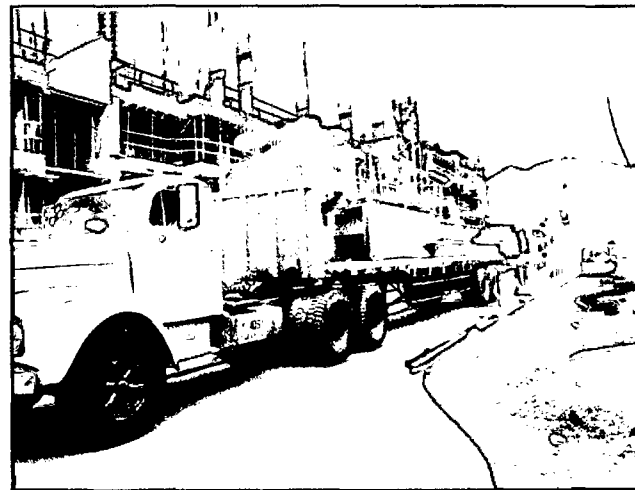
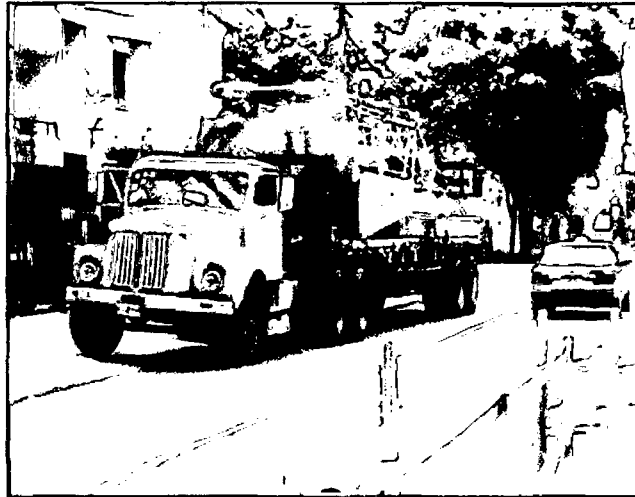
A continuación mostraremos la secuencia de montaje de la Grúa Torre.

Figura N°4.4: Cimentación y arriostramiento de grúa torre.



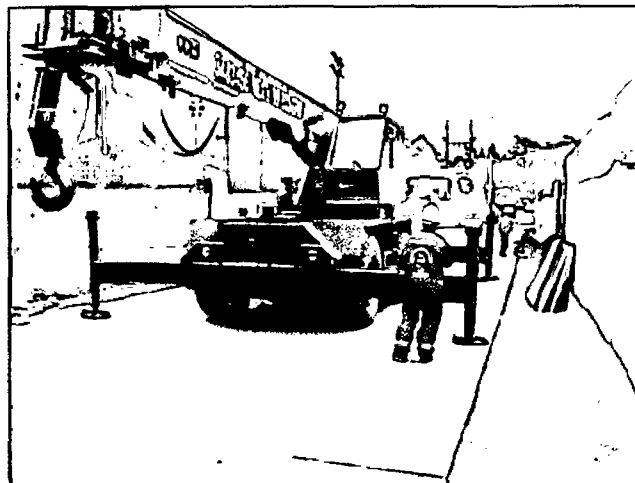
Fuente: Edificio Multifamiliar El Cortijo – TyHV

Figura N°4.5: Traslado e ingreso de grúa torre con camión



Fuente: Edificio Multifamiliar El Cortijo – TyHV

Figura N°4.6: Grúa auxiliar, ubicada en calle Cineraria.



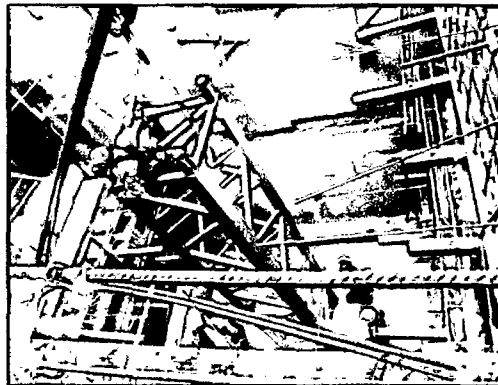
Fuente: Edificio Multifamiliar El Cortijo – TyHV

Figura N°4.7: Vista de cimentación y anclaje de grúa torre.



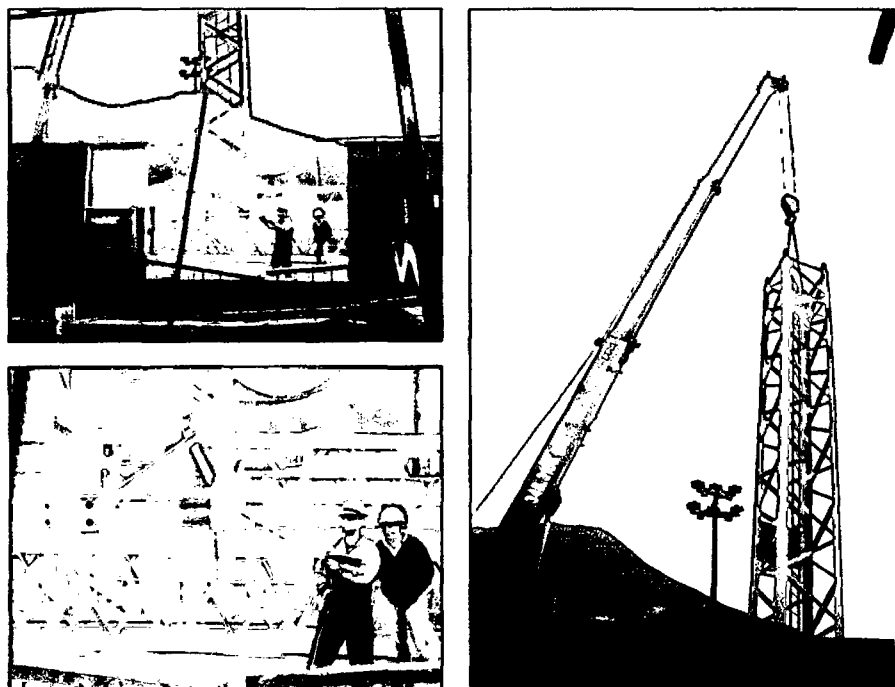
Fuente: Edificio Multifamiliar El Cortijo – TyHV

Figura N°4.8: Anclaje de grúa torre



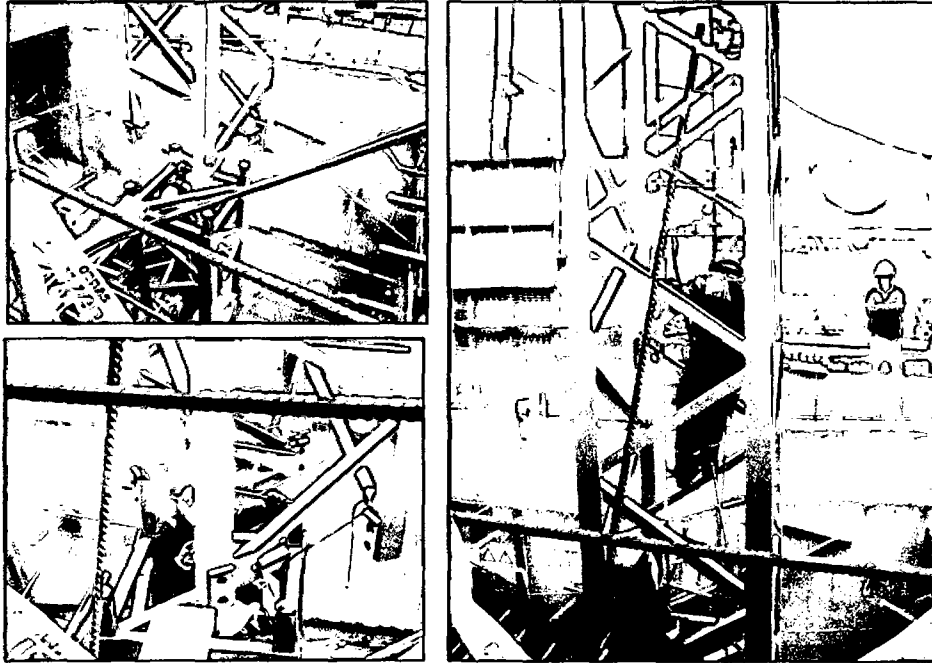
Fuente: Edificio Multifamiliar El Cortijo – TyHV

Figura N°4.9: Vista de maniobra de izaje de grúa torre.



Fuente: Edificio Multifamiliar El Cortijo – TyHV

Figura N°4.10: Empalme de grúa torre



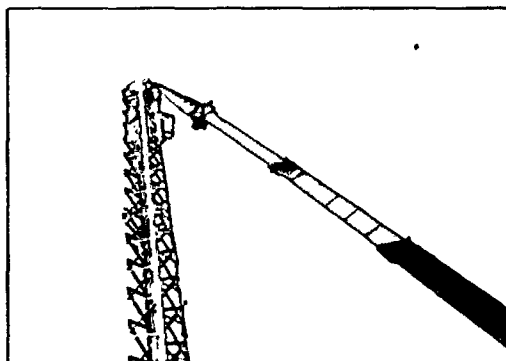
Fuente: Edificio Multifamiliar El Cortijo – TyHV

Figura N°4.11: Grúa auxiliar



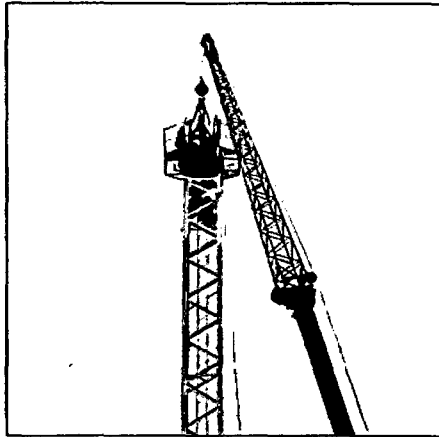
Fuente: Edificio Multifamiliar El Cortijo – TyHV

Figura N°4.12: Izaje con grúa auxiliar



Fuente: Edificio Multifamiliar El Cortijo – TyHV

Figura N°4.13: Colocación de la cabeza de la grúa torre



Fuente: Edificio Multifamiliar El Cortijo – TyHV

Figura N°4.14: Grúa torre instalada



Fuente: Edificio Multifamiliar El Cortijo – TyHV

Figura N°4.16: Grupo electrógeno



Fuente: Edificio Multifamiliar El Cortijo – TyHV

4.4. ANÁLISIS DE COSTOS DE LA GRÚA TORRE APLICADO A UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN DE CONCRETO ARMADO.

El éxito de un proyecto, se basa en la buena elaboración del presupuesto, este último, depende de los análisis de precios unitarios (APU), esto abarca el estudio detallado de las variables que engloban el desarrollo del método más óptimo para las diversas actividades; se debe tomar en cuenta todos los aspectos que involucran tal proceso, como la gestión, el desarrollo mismo de la operación, la calidad, el costo, el plazo de ejecución, la seguridad, entre otros.

4.4.1. Presupuesto de Obra.

Según el Cuadro N°4.2, el costo de la grúa torre mensual es de S/. 35,072.14 (treinta y cinco mil setenta y dos con 14/100 nuevos soles).

Cuadro N°4.5: Extracto de presupuesto aprobado de grúa torre.

Presupuesto					
Presupuesto	301011	EDIFICIO			
Subpresupuesto	002	MULTIFAMILIAR			
		EL CORTIJO			
		ARQUITECTURA			
Cliente	SAC	PROCITY	Costo al	24/05/2012	
Lugar	LIMA - LIMA - SAN BORJA				
Item	Descripcion	Unid.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
03.03.10	APLICACIÓN ADITIVO IMPERMEABILIZANTE XYPEX	m2	266.69	32.26	CLIENTE
03.03.11	ALQUILER DE GRÚA TORRE	mes	8.00	35,072.14	280,577.12
03.03.12	SUMINISTRO Y APLICACIÓN DE SIKADUR 32 EN ENCUESTRO LOSA MURO PANTALL	ml	345.70	7.70	2,661.89

Fuente: Presupuesto Edificio Multifamiliar El Cortijo – TyHV

4.4.2. Gasto real mensual de grúa torre.

A continuación se muestra el análisis del gasto real mensual que se obtuvo por la utilización de la grúa torre.

Cuadro N°4.6: Análisis de gastos fijos.

ITEM	GASTOS FIJOS	UNID.	CANT	P.U.	TOTAL
1	TRANSPORTE (IDA Y REGRESO) A OBRA DE GRUA (MONTAJE) EN PLATAFORMA DE 13 m. DE CAJA. DISTANCIA INFERIOR A 100 Km. INCLUYE CARGA EN EL ALMACEN.	DIA	2	\$/ 4,720.00	\$/ 9,440.00
2	MONTAJE DE GRUA TORRE HASTA 54 m. DE PLUMA 42 m. DE ALTURA Y 1,000 Kg. DE CARGA EN PUNTA.	DIA	1	\$/ 7,080.00	\$/ 7,080.00
3	AUTOGRUA DE HASTA 90 Tm. PARA AUXILIAR EN EL MONTAJE O DESMONTAJE DE LA GRUA TORRE. PRECIO POR DIA, PRIMER DIA.	DIA	1	\$/ 11,007.32	\$/ 11,007.32
4	CERTIFICADO DE MONTAJE DE GRUA TORRE DESMONTABLE.	UNID.	1	\$/ 708.00	\$/ 708.00
5	ZAPATA DE LA GRUA TORRE DIM. 4.50m x 4.50m x h=1.50m	UNID.	1	\$/ 14,675.85	\$/ 14,675.85
6	VENTA DE TRAMO/PATAS DE EMPOTRAR DE 1,15 x 1,15 x 1,50m. L180x18 L80 M50.	UNID.	1	\$/ 7,199.57	\$/ 7,199.57
7	DESMONTAJE DE GRUA TORRE HASTA 54 m. DE PLUMA 42 m. DE ALTURA Y 1,000 Kg. DE CARGA EN PUNTA.	DIA	1	\$/ 7,080.00	\$/ 7,080.00
8	AUTOGRUA DE HASTA 90 Tm. PARA AUXILIAR EN EL DESMONTAJE DE LA GRUA TORRE. PRECIO POR DIA, ÚLTIMO DIA.	DIA	1	\$/ 11,007.32	\$/ 11,007.32
9	TRANSPORTE IDA O REGRESO A OBRA DE GRUA (DESMONTAJE) EN PLATAFORMA DE 13 m. DE CAJA. DISTANCIA INFERIOR A 100 Km. INCLUYE CARGA EN EL ALMACEN.	DIA	2	\$/ 4,720.00	\$/ 9,440.00
10	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE GRUPO ELECTROGENO	DIA	1	\$/ 778.8	\$/ 778.8
SUB-TOTAL GASTOS FIJOS					\$/ 78,416.87

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°4.7: Análisis de gastos mensuales.

ITEM	GASTOS MENSUALES	UNID.	CANT	P.U.	TOTAL
1	ALQUILER MENSUAL DE GRUA TORRE HASTA 46 m. DE PLUMA. 40 m. DE ALTURA BAJO GANCHO, 2,000 Kg. DE CARGA MAXIMA Y 1,000 KG. DE CARGA EN PUNTA. VERSION EMPOTRADA Y AUTOESTABLE.	MES	1	\$/ 10,210.93	\$/ 10,210.93
2	ALQUILER MENSUAL DE PERSONAL MANIPULADOR (GRUISTA)	MES	1	\$/ 5,310.00	\$/ 5,310.00
3	ALQUILER MENSUAL DE PERSONAL RIDER (CAT. PEON) DE LA GRUA TORRE	H	3	\$/ 2,081.68	\$/ 6,245.04
4	ALQUILER MENSUAL DE MANDO A DISTANCIA JOYSTICK	MES	1	\$/ 472.00	\$/ 472.00

5	REVISIÓN MENSUAL DE GRUA TORRE DESMONTABLE HASTA 54 m. DE PLUMA Y 72 m. DE ALTURA.	MES	1	S/. 944.00	S/. 944.00
6	ALQUILER MENSUAL DE GRUPO ELECTROGENO (POTENCIA: 90 W, VOLTAJE: SALIDA DE 440 VOLTIOS, HERTZ: DE 50 - 60)	MES	1	S/. 4,789.62	S/. 4,789.62
7	ALQUILER MENSUAL DE TANQUE DE COMBUSTIBLE 350 GAL.	MES	1	S/. 227.15	S/. 227.15
8	COMBUSTIBLE PARA GRUPO ELECTROGENO (APROX. 240 GAL/MES)	MES	1	S/. 3,180.00	S/. 3,180.00
9	ALQUILER MENSUAL DE CUBO DE DESCARGA INFERIOR CON CANALETA DE 500 Lt.	UNID.	2	S/. 991.20	S/. 1,982.40
10	ALQUILER MENSUAL DE CANASTILLA PARA CARGA DE MATERIALES HASTA 1,500 Kg.	UNID.	1	S/. 472.00	S/. 472.00
11	ALQUILER MENSUAL DE TRANSFORMADOR CONVERTIDOR DE VOLTAJE, 30 Kw.	MES	1	S/. 1,239.00	S/. 1,239.00
SUB-TOTAL GASTOS MENSUALES					S/. 35,072.14

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar los gastos fijos no se encuentran en la partida de alquiler de grúa torre, ya que están consideradas en otras partidas, como por ejemplo en movilización de equipos y herramientas, alquiler de autogrúa, etc.

4.4.3. Cronograma de trabajos de la Grúa Torre.

En el proyecto de edificación a evaluar, la grúa torre tenía como actividades principales de izaje diario (antes de iniciar vaciados), entre el horario de las 7:30 am hasta las 10:00 am aproximadamente, lo siguiente:

- Traslado de acero 2,000 Kg. (aprox. en promedio).
- Traslado de malla electrosoldada 450 Kg. (aprox. en promedio).
- Traslado de encofrado, puntales.
- Traslado de andamio perimetral (incluyen ángulos y misiles).
- Traslado de albañilería 700 Kg. Bloques de concreto P9, 1 vez a la semana.
- Traslado de cerámicos, cemento, arena fina, arena gruesa.

4.4.4. Cálculo de la productividad de la Grúa Torre.

Se han tomado valores promedios de la toma de datos en campo, tener en cuenta que cada grúa torre tiene características en especial, tales como distintas

alturas, radio de giro, longitud de la pluma y contrapluma, clase de grúa torre, habilidad y experiencia del operador de la grúa torre y los riggers.

Se han tomado datos a 20 m. de altura abajo gancho y 42 m. de radio de giro, empotrada la base.

Los cálculos de productividad corresponde al ciclo de actividad de cada proceso en condiciones normales, desde el amarre o enganche del objeto a trasladar, hasta el desenganche en el lugar a colocar.

Cuadro N°4.8: Cálculo de la productividad de encofrado columna.

ENCOFRADO COLUMNA (2.6 m X 1.0 m)	
DESCRIPCION	TIEMPO (seg.)
ENGANCHE	200
ELEVACION DE CARGA	20
DESPLAZAMIENTO DE CARRO	90
GIRO DE LA PLUMA	30
DESCENSO DE CARGA	18
COLOCACION DE CARGA	180
DESENGANCHE	150
TOTAL	688
TIEMPO DEL CICLO (min.)	11.47
TIEMPO DEL CICLO (hrs.)	0.19
AREA DE ENCOFRADO (m ²)	2.40
PRODUCTIVIDAD (m²/hm)	12.56

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°4.9: Cálculo de la productividad de encofrado placa.

ENCOFRADO PLACA (2.6 m X 3.3 m)	
DESCRIPCION	TIEMPO (seg.)
ENGANCHE	250
ELEVACION DE CARGA	25
DESPLAZAMIENTO DE CARRO	120
GIRO DE LA PLUMA	50
DESCENSO DE CARGA	20
COLOCACION DE CARGA	380
DESENGANCHE	120
TOTAL	965
TIEMPO DEL CICLO (min.)	16.08
TIEMPO DEL CICLO (hrs.)	0.27

AREA DE ENCOFRADO (m ²)	8.58
PRODUCTIVIDAD (m²/hm)	32.01

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°4.10: Cálculo de la productividad de encofrado fondo de viga.

ENCOFRADO FONDO DE VIGA (3.0 m X 0.40 m)	
DESCRIPCION	TIEMPO (seg.)
ENGANCHE	120
ELEVACION DE CARGA	15
DESPLAZAMIENTO DE CARRO	70
GIRO DE LA PLUMA	30
DESCENSO DE CARGA	15
COLOCACION DE CARGA	180
DESENGANCHE	80
TOTAL	510
TIEMPO DEL CICLO (min.)	8.50
TIEMPO DEL CICLO (hrs.)	0.14
AREA DE ENCOFRADO (m ²)	1.20
PRODUCTIVIDAD (m²/hm)	8.47

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°4.11: Cálculo de la productividad de acero columna pre-armada.

ACERO COLUMNA PRE-ARMADA	
DESCRIPCION	TIEMPO (seg.)
ENGANCHE	200
ELEVACION DE CARGA	25
DESPLAZAMIENTO DE CARRO	100
GIRO DE LA PLUMA	30
DESCENSO DE CARGA	20
COLOCACION DE CARGA	850
DESENGANCHE	130
TOTAL	1355
TIEMPO DEL CICLO (min.)	22.58
TIEMPO DEL CICLO (hrs.)	0.38
PESO ACERO (kg.)	1,000.00
PRODUCTIVIDAD (Kg/hm)	2,656.83

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°4.12: Cálculo de la productividad de acero viga pre-armada.

ACERO VIGA PRE-ARMADA	
DESCRIPCION	TIEMPO (seg.)
ENGANCHE	180
ELEVACION DE CARGA	20
DESPLAZAMIENTO DE CARRO	90
GIRO DE LA PLUMA	30
DESCENSO DE CARGA	20
COLOCACION DE CARGA	230
DESENGANCHE	140
TOTAL	710
TIEMPO DEL CICLO (min.)	11.83
TIEMPO DEL CICLO (hrs.)	0.20
PESO ACERO (kg.)	650.00
PRODUCTIVIDAD (Kg/hm)	3,295.77

Fuente: Elaboración propia

4.4.5. Análisis de tiempo - costos entre la grúa torre, la bomba de concreto y el winche durante la fase de vaciado de losa.

4.4.5.1. Condiciones:

- Área de losa: 500 m².
- Espesor de losa: 0.15 m.
- N° de piso: 5
- Altura: 16m.
- El balde de concreto de la grúa torre y del winche es de 500 litros (0.5 m³).
- Rendimiento de bomba 48m³/hora de vaciado en losa y 19m³/hora en columnas y placas.
- Camión concretera (mixer) de 6.5 m³.
- La grúa barre un ángulo de 90° durante el proceso de recojo y traslado de material
- El winche se encuentra situado a 10m. de la zona de acopio de material.
- El winche con cable de 30 m.
- Velocidad de la grúa torre:

Tipo	Velocidades
V ascenso	58 mpm
V carro	54 mpm
V giro	0.91 rpm

- La permanencia tanto de la grúa como del winche es por 3 meses.
- El costo de un trabajador por mes es de S/. 4,250.00 / mes (todo incluido).

4.4.5.2. Análisis de tiempo – costo de la grúa torre.

- El volumen de concreto a utilizar es de 75 m^3 , por lo tanto necesitaremos 12 camiones de concreto de 6.5 m^3 cada uno.

Área de losa (m^2)	Espesor de losa (m)	Vol. de concreto (m^3)
500	0.15	75

- El N° de baldes de concreto a utilizar por 75 m^3 , es de 150 baldes.

Volumen de concreto (m^3)	Volumen de balde (m^3)	N° de baldes
75	0.5	150

- Para 16 m de altura (5to nivel) y giro de 90° , teniendo en cuenta los arranques, se tiene que el tiempo total es de 2.30 minutos.

Descripción	Tiempo
Cada 16 m de ascenso	21 "
Cada 16 m de descenso	21 "
Giro de 90° de ida	18 "
Giro de 90° de vuelta	18 "
Desplazamiento de carro 30m.	39 "
Llenado de balde de concreto	15 "
Vaciado de balde de concreto	6 "
Total (segundos)	138 "
Total (minutos) / balde de concreto	2.30 '

- Para 150 baldes de concreto emplearíamos 345 minutos, lo que equivale a 5.75 horas.

Total Horas de uso grúa torre	5.75 horas
--------------------------------------	-------------------

- El costo de la grúa torre / hora (200 horas / mes) es de S/.130 / hora, entonces para 5.75 horas, tendríamos: **S/. 650.00.**

- El costo de la mano de obra a utilizar (tres personas), para 5.75 horas equivale a **S/. 367.00**.

Hombre 1	balde + rastrillo
Hombre 2	vibrador
Hombre 3	regla vibrante

- Entonces damos como resultado que para 5.75 horas y 500 m² de losa, el costo total de uso de la grúa torre es de S/. 1,017.00.

Total costo de uso de grúa torre	S/. 1,017.00
---	---------------------

- Por lo tanto el costo de uso de la grúa torre / m² es de **S/. 2.03 / m²**.

Costo de uso de grúa torre / m²	S/. 2.03 / m²
---	---------------------------------

4.4.5.3. Análisis de tiempo – costo de la bomba de concreto.

- Desplazamiento teórico de bomba 48m³/hora, para los 75m³, emplearemos 1.56 horas, lo que equivale a 94 minutos.
- Se está considerando entre cambios de camiones mixer, 11 minutos; así se tendrá 11 cambios por 11 minutos, dando un total de 121 minutos.

Descripción	Tiempo
Bombeo	94 '
Cambios	121 '
Total (minutos)	215 '

Total Horas de uso de bomba de concreto	3.60 horas
--	-------------------

- El costo de un trabajador por mes es de S/. 4,250.00; el total de horas trabajadas por mes es de 200 horas; entonces el costo de la hora hombre es de **S/. 21.25 / hora**.
- La mano de obra a utilizar sería de cinco personas, lo que equivale a **S/. 382.00**.

Hombre 1	manguera bomba
Hombre 2	vibrador
Hombre 3	regla vibrante

Hombre 4	rastrillo
Hombre 5	rastrillo

- Los gastos fijos de la bomba son aproximadamente:

Establecimiento	S/. 400.00
Limpieza	S/. 400.00
Hora bombeo/m ³	S/. 35.00

- Costo de bomba de concreto: $S/. 35 / m^3 \times 75 m^3 = S/. 2,625.00$
- Entonces damos como resultado, para 3.60 horas y 500 m² de losa.

Total uso de bomba	S/. 3,007.00
---------------------------	---------------------

- Por lo tanto el costo de uso de la bomba de concreto / m² es de **S/. 6.01 / m²**.

Costo de uso de bomba de concreto / m²	S/. 6.01 / m²
--	---------------------------------

4.4.5.4. Análisis de tiempo – costo del winche.

En el tiempo empleado en el transporte de la carga, se debe tener en cuenta que el material se realiza manualmente desde el lugar de acopio del material hasta el winche y desde la posición del winche hasta su destino final; se considera también, que la velocidad de una persona es de 50 m.min en condiciones de obra normales, por lo tanto, los tiempos se igualan.

DESCRIPCION	WINCHE	GRUA TORRE
CAPACIDAD DE CARGA (min/máx.) (Kg.)	150/150	1,000/2,000
VELOCIDAD DE ELEVACIÓN (m/min)	40	58
ALCANCE MÁXIMO (m)	1.5	30
VELOCIDAD DE GIRO (rpm)	PERSONA	1.2
VELOCIDAD DE CARRO (m/min)	PERSONA (50)	50

- Para 16 m de altura (5to nivel) se tiene que:

Descripción	Tiempo
Cada 16 m de ascenso	48 "
Cada 16 m de descenso	48 "
Total (segundos/traslado)	96 "
Total (minutos/traslado)	1.60 '

Total tiempo winche	1.60 min / traslado
----------------------------	----------------------------

- Winche elevador 200 kg.
- Velocidad de ascenso: 20 mpm.
- Para realizar 10 m² de vaciado de losa es necesario realizar 10 idas y 10 vueltas (traslados) con el winche.

Total tiempo winche (10 traslados)	16.00 min
---	------------------

Total tiempo winche (10 traslados)	0.27 horas
---	-------------------

- La mano de obra a utilizar, es de:

HOMBRE 1	Carga y descarga de material.
HOMBRE 2	Maniobra del winche.
HOMBRE 3	Descarga y traslado de material.

- Se considera que la velocidad del hombre es de 4km/h, lo que equivale a 1.11 m/s.
- Para 10 m de recorrido:

Descripción	Tiempo
Cada 10 m de ida	9 "
Cada 10 m de vuelta	9 "
Operación de recojo de material	30 "
Operación de atado de carga.	60 "
Total operación HOMBRE 1	108 "

- Para 10 m de traslado:

Descripción	Tiempo
Cada 25 m de ida	22.50 "
Cada 25 m de vuelta	22.50 "
Operación de desatado de carga.	30 "
Operación de descarga.	10 "
Total operación HOMBRE 3	85 "

- Total tiempos HOMBRES.

HOMBRE 1: 10 Operaciones x 108 seg = 1080 seg = 18.00 min.

HOMBRE 2: 10 Operaciones x 1.60 min = 16.00 min.

HOMBRE 3: 10 Operaciones x 85 seg = 850 seg = 14.17 min.

Total tiempo (3) HOMBRES	48.17 min
---------------------------------	------------------

Total tiempo (3) HOMBRES	0.80 horas
---------------------------------	-------------------

- El costo de hombre por mes es de S/. 4,250.00, el costo de hombre/hora es S/. 21.25 / hora.

Total costo (3) HOMBRES (0.80 horas)	S/. 51.00
---	------------------

De los cálculos anteriores tenemos lo siguiente:

- El tiempo de operación del winche es de **0.27 horas**.
- El alquiler del winche es S/. 20 / día, lo que equivale a **S/.2.50 / hora**.
- Gastos fijos del winche para 3 meses es por un total de S/. 240.00 correspondiente a: portes de ida S/120.00 / hora, portes de vuelta S/.120.00 / hora; lo que equivale a **S/.80.00 / mes (S/. 0.4 / hora)**.

Total costo de winche por hora	S/. 2.90 / hora
---------------------------------------	------------------------

Total de costo winche (0.27 horas)	S/. 0.78
---	-----------------

Total de costo utilizando el winche	S/. 51.78
--	------------------

- Por lo tanto el costo de uso del winche / m² es de **S/. 5.18 / m²**.

Costo de uso de winche / m²	S/. 5.18 / m²
---	---------------------------------

4.4.5.5. Resultados.

El costo por m² para el vaciado de losa de concreto, utilizando cada uno de los equipos sería el siguiente:

Grúa torre	Bomba de concreto	Winche
S/. 2.03 / m ²	S/. 6.01 / m ²	S/. 5.18 / m ²

- El porcentaje referente al costo de grúa torre / m², utilizando cada uno de los equipos sería lo siguiente:

Grúa torre	Bomba de concreto	Winche
100%	265%	255%

- En los tres casos, la utilización de la grúa torre es más rentable que utilizando la bomba de concreto y el winche, habiendo un ahorro del 62% y 61% respectivamente en costo / m².

El costo por m² de mano de obra para el vaciado de losa de concreto, según el equipo empleado, sería el siguiente:

Grúa torre	Bomba de concreto	Winche
S/. 0.73 / m ²	S/. 0.77 / m ²	S/. 5.10 / m ²

- El porcentaje referente al costo de grúa torre / m², utilizando cada uno de los equipos sería lo siguiente:

Grúa torre	Bomba de concreto	Winche
100%	106%	698%

- En todos los casos, el costo de la mano de obra es menor utilizando la grúa torre, habiendo un ahorro en costo / m² del 6% y 85% utilizando mano de obra con la bomba de concreto y el winche respectivamente.

4.4.6. Ventajas del uso de la grúa torre.

Algunas de las ventajas en el uso de la grúa torre son las siguientes:

- Aumenta la velocidad de la obra, se construye más aceleradamente.
- Disminuye los costos, porque además permite una disminución del personal no calificado utilizado en los transportes horizontales de cada nivel (se acepta hasta 20 personas por grúa torre).

- Aumenta la productividad de los trabajadores, porque se evitan los tiempos muertos por desabastecimiento de material.
- Permite que los profesionales que dirigen la obra, optimicen el uso de sus equipos, programando cuidadosamente cada actividad, dado que las máquinas son de un costo horario muy elevado.

4.4.8. Desventajas del uso de la grúa torre.

Algunas desventajas en el uso de la grúa torre son las siguientes:

- La operación de grúas requiere de personal especializado.
- Requieren de una fuerte inversión inicial.
- Costo de mantenimiento secuencial de las piezas y partes de la grúa torre.
- No se puede utilizar este equipo en zonas de vientos relativamente fuertes, ya que existe la posibilidad de vuelco la grúa torre.

CONCLUSIONES

Después del estudio realizado para la elaboración de esta tesis, se tienen las siguientes conclusiones respecto a la utilización de la grúa torre:

1. Según los datos tomados en campo, en las diversas tareas, se tiene que la productividad aumenta con el uso de la grúa torre, lo cual significa que a mayor capacidad de carga de la grúa, será mayor la rapidez de ejecución y por ende habrá mayor ahorro en costos de obra.
2. La grúa torre, como todo equipo, facilita los procesos constructivos, disminuyendo los tiempos no productivos y tiempos muertos, disminuye también el riesgo de sufrir accidentes.
3. Del estudio realizado, se tiene como resultado, respecto a la utilización de la grúa torre, comparado con la bomba de concreto y el winche, un ahorro del 62% y 61% respectivamente en costos por m² de vaciado de concreto; con relación a los tiempos empleados, el vaciado con bomba de concreto es más rápido a comparación de la grúa torre, pero a la larga sería también más costoso.
4. Según estudios de producción, la grúa torre en comparación con el winche puede llevar por cada viaje, hasta siete (7) veces más material, lo que genera una reducción de tiempos en 83.33%.
5. No existen normas especializadas, las normas y medidas de seguridad son proporcionadas por el fabricante; el tiempo de vida útil, la seguridad y el buen estado de conservación de esta grúa depende en primera instancia del uso correcto y buen mantenimiento; el ingeniero supervisor tiene como función la inspección y verificación de ensayos y procedimientos a través de un check-list; en donde debe verificar y cruzar información con la oficina de calidad como el estado de la estructura de la grúa, los puntos de soldadura, los pines entre tramos y pasadores, los cables, que exista siempre un pozo a tierra en la obra, los lubricantes y engrase (esta verificación se realiza mensualmente).
6. El estudio de métodos para el montaje de una grúa torre es de mucha utilidad, a pesar de que la mayoría de las veces se contrata a una empresa que se aboca a esta labor; la presente tesis, nos servirá para tener las pautas necesarias para realizar el montaje con el mínimo de pérdidas y organizando las distintas labores con la mayor cantidad de consideraciones que se deben tener en cuenta.

7. Es importante tener en consideración aspectos como la distribución en obra, o mejor dicho la distribución física de los componentes de instalación de la grúa en obra, puesto que con una buena ubicación es posible reducir más aún el tiempo de armado de la misma y teniendo en consideración que las condiciones de ubicación variarán entre una obra y otra.

8. La empresa GALIGRU proveedor de grúa torre, trabaja con joystick, debido a que el uso de cabina ha quedado sólo para las máquinas más antiguas, pero tampoco se desmerece, la ventaja es que con el joystick, se tiene la opción de tener a un solo rigger, pero esto es variable de acuerdo a la magnitud de la obra; según investigaciones, existe una disminución de un 35% de personas desarrollando actividades debajo de una grúa torre, lo que equivale a una reducción en costos de planilla.

9. Según la empresa peruana CAMAZ MAQUINARIAS, un buen parámetro para optar entre el alquiler o la compra de una grúa torre, es la altura de la obra, con sus análisis de costos y de productividad llegaron a la conclusión de que para alturas menores a 12 pisos, es conveniente la renta (alquiler) de estas grúas torre.

RECOMENDACIONES

Después del estudio realizado para la elaboración de esta tesis, se tienen las siguientes recomendaciones respecto a la utilización de la grúa torre:

1. Trabajar con grúa torre representa en costos un ahorro de hasta en algunos casos de 30% a más, depende del buen uso que se le dé en obra a la máquina, para ello se debe tener un buen plan de control de tiempos; para un mejor aprovechamiento de la grúa torre y la bomba de concreto, tomando como referencia la aplicación comparativa, se recomienda utilizar una combinación de ambos, para ahorrar no solo costos, sino también tiempos en los procesos.
2. Para determinar el sitio en que se instalará la grúa, se debe considerar rendimientos, cambios de posición e interacción con otros equipos o grúas, obstáculos existentes en la zona de operación y la estrategia de desmontaje. Si se instala más de una grúa, se debe verificar que los radios de acción no se superpongan y que el giro sea en distintos sentidos.
3. Las grúas tienen una capacidad de carga limitada, que disminuye al acercarse a la punta de la pluma; no se debe sobrepasar la carga máxima de diseño que informan los fabricantes; es importante no correr riesgos al usar los equipos, por lo que se deben cumplir las normas de seguridad, respetar las recomendaciones del fabricante, no remplazar un cable de acero por otro, aún de diámetro similar; y cuando se cuente con más de una grúa de diferente altura en una obra, la torre de menor longitud de pluma debe operar a menor altura.
4. La justificación del uso de la grúa torre pasa por el plan táctico de la empresa, el de obtener beneficios; la empresa define sus objetivos y metas. Para el logro de ellas, la empresa utiliza la planificación como una herramienta, es decir la racionalización de las actividades, evitando entorpecimiento y disminuyendo riesgo.
5. Empresas como CAMAZ MAQUINARIAS, ETAC PERU, UNIGRUAS, GALIGRÚ entre otras, recomiendan que los usuarios utilicen equipos que cumplan con las normas de seguridad y que se trabaje cumpliendo las regulaciones vigentes indicadas por el fabricante de la grúa, además destacan que una correcta asesoría del vendedor garantiza la elección del equipo más adecuado para la obra.

BIBLIOGRAFÍA

- Cartes Cossio, Mariela Edith, "GRUAS TORRE", Tesis de Escuela de Construcción Civil, Universidad Austral de Chile, Valdivia - Chile, 2004.
- CONSTRUIR. Selección de grúas y aplicaciones. Publicación 30 de Abril del 2009. América Central y El Caribe.
- Fundación Laboral de la Construcción – Tornapunta. "Curso de operador de grúa torre", 3ª Edición: diciembre 2007 - Ediciones, S.L.U. – España.
- Graciani, Amparo, "La técnica de la arquitectura medieval", Universidad de Sevilla, 1º Edición, España, 2000.
- Larrodé, Emilio – Miravete, Antonio, "Grúas", Servicios de publicaciones Centro Politécnico Superior Universidad de Zaragoza, 1era Edición, Zaragoza, 1996.
- Mena Andrade, Ramiro F. "Diseño de modelo a escala de una grúa torre", Proyecto Fin de Carrera, Universidad Carlos III de Madrid, Leganés, Diciembre 2009.
- Menéndez González, Miguel Ángel, "Manual para la formación de operadores de Grúa Torre", Fundación Laboral de la Construcción del Principado de Asturias, 8º Edición, 2006.
- Pizarro Garrido, Nuria - Enríquez Palomino, Antonio - Sánchez Rivero, José Manuel - González Barriga, Juana María, "Seguridad en el trabajo", Fundación Confemetal, 2º Edición, Madrid, 2007.
- Tamborero del Pino, José M., NTP 701: Grúas-torre. Recomendaciones de seguridad en su manipulación, Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, España, Agosto 2006.
- Universidad Católica del Norte - Facultad de Arquitectura, Construcción e Ingeniería Civil - Dpto. de Construcción Civil. Estudio de métodos - "Montaje de grúa torre" - Antofagasta, 2001.

- Velázquez, Manuel, "Maquinaria General en Obras y Movimientos de tierra", Editorial Reverté, Barcelona, 2002.

Anexo N°1: Memoria descriptiva del proyecto multifamiliar El Cortijo.

La presente memoria descriptiva se refiere al proyecto estructural de un conjunto de tres viviendas de 10 pisos y dos sótanos, de propiedad de INVERSIONES ALDIGAMA SAC, ubicada en la Av. El Cortijo N° 595 - 597, Urbanización Los Huertos de Sta. Rosa, Distrito de Santiago de Surco, provincia y departamento de Lima.

El terreno con un área bruta de 4,802.84 m², de las cuales se está cediendo un área igual a 1,178.85 m².

Se ha proyectado un Edificio Multifamiliar de tres torres independientes que en su mayoría disfrutan y se desarrollan alrededor de un área común de esparcimiento y de amplias áreas verdes.

El edificio tiene 120 departamentos; el área de los departamentos fluctúa en promedio entre 80 y 115 m². Cuenta con 120 cocheras.

Todas las Torres cuentan con dos ascensores para 8 pasajeros, escaleras de emergencia, ductos de basura, ductos para montantes sanitarias y eléctricas; el edificio Multifamiliar posee sistemas contra incendios, de extracción de humos en los sótanos y los servicios básicos de sistemas de agua de presión constante y de pozos sumideros.

Estructura:

La estructura de este edificio está compuesto por:

TECHOS: Los techos son losas aligeradas en una dirección de 0.20m de espesor. Los techos que reciben jardín son losas macizas de 20cm. Las losas entre la caja de ascensor y la caja de escaleras se consideraron de losa maciza de 20cm. para tener un mejor comportamiento del diafragma.

ESTRUCTURA PORTANTE DE CARGAS VERTICALES Y SÍSMICAS: La estructura portante consiste en pórticos compuestos por placas, columnas y vigas peraltadas de concreto armado. Los pórticos tienen como función principal dotar al edificio de adecuada rigidez y resistencia ante cargas laterales para asegurar un

buen comportamiento ante cargas sísmicas. Se consideraron las especificaciones de la Norma de Concreto Armado E-060.

CIMENTACIÓN: La cimentación será a base de zapatas aisladas y combinadas de concreto armado. La profundidad mínima de cimentación será a -1.20 m, según lo especificado en el estudio de suelos. La capacidad resistente del terreno a esa profundidad se estimó por inspección en 4.80 Kg/cm².

Análisis Estructural y diseño:

Se ha considerado el análisis estructural de los diversos elementos de la vivienda del presente proyecto, debidos tanto a cargas de gravedad como a cargas sísmicas; además de considerar el empuje de tierras y del agua cuando corresponda.

Para cuantificar estas cargas se ha cumplido lo estipulado a las normas:

- NORMA TECNICA DE EDIFICACION E-020 CARGAS
- NORMA TECNICA DE EDIFICACION E-030-2003 DISEÑO SISMORRESISTENTE.

CARGAS DE GRAVEDAD: El análisis se hizo tanto para Carga Muerta como para Carga Viva, entendiéndose por carga muerta al peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques u otros elementos soportados por el elemento a analizar, incluyendo su peso propio, y que se propone serán permanentes. Por Carga Viva se entiende al peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles u otros elementos móviles soportados por el elemento a analizar.

CARGAS SÍSMICAS: Para evaluar los efectos de las cargas sísmicas sobre las edificaciones se han considerado los siguientes parámetros. Según la norma E-030 ya mencionada:

ZONA: La edificación se encuentra en Zona 3 por lo que el factor a considerar es $Z = 0.4$

SUELO: Según el estudio de suelos ya mencionado, el suelo de cimentación se clasifica como tipo S, y le corresponde un factor de suelo de $S = 1.0$ y un período predominante de vibración de $T_p = 0.4$ seg.

USO: Por ser conjunto de viviendas en quinta las edificaciones en cuestión clasifican como de categoría C (edificaciones comunes) y le corresponde un factor de $U = 1.0$

FACTOR DE REDUCCIÓN DE FUERZA SÍSMICA: Al ser una edificación de muros estructurales se consideró un factor R de 4.50 para edificación irregular.

PESO: Al clasificarse las edificaciones como de categoría C al peso considerado para el análisis es el debido a carga muerta más 25% del peso debido a Carga Viva.

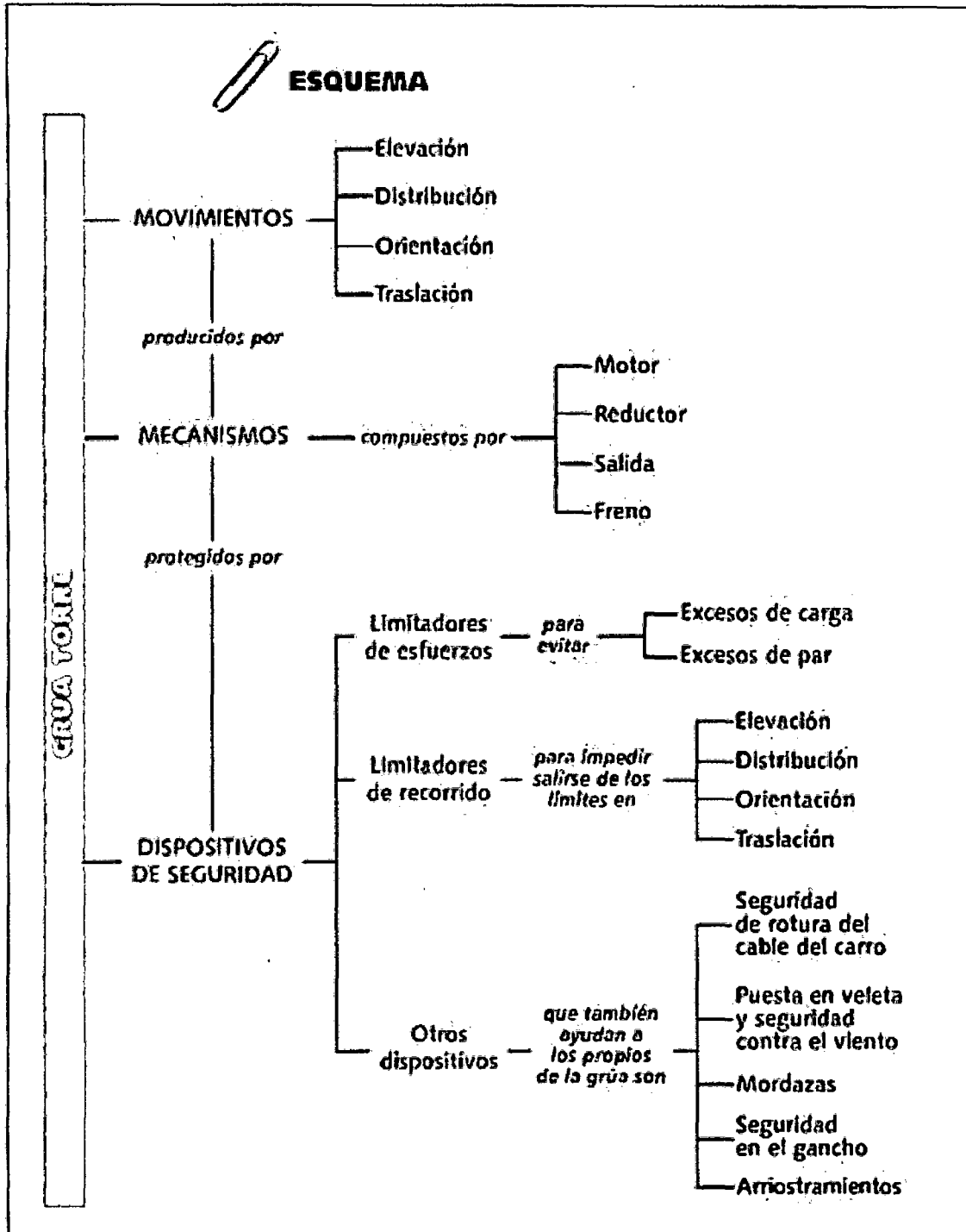
Se efectuó un análisis dinámico modal espectral, con tres grados de libertad por piso, usando un modelo tridimensional. Se usó el espectro de la norma escalado por los parámetros antes especificados. Se consideró comportamiento elástico de todos los elementos estructurales.

Los resultados del análisis dinámico se escalaron para que el valor del cortante basal obtenido de la superposición espectral sea igual al 90% del cortante basal obtenido del análisis estático, tal como lo especifica la norma.

El análisis estructural de cada uno de los elementos estructurales se ha hecho suponiendo comportamiento elástico del material. Para determinar las características mecánicas del concreto armado se ha hecho uso, además de las normas ya descritas, la siguiente norma:

- **NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E-060 CONCRETO ARMADO**

Anexo N°2: Esquema de movimientos, mecanismos y dispositivos de seguridad de una grúa torre.



• **Mecanismo de elevación (Motor, freno, reductor).**

Motor:

El motor de elevación es un motor eléctrico trifásico asíncrono, bobinado, con tres velocidades y freno incorporado.

Alimentación	400 V / 50 Hz		
Número de polos (1ª / 2ª / 3ª)	16 / 4 / 2		
Velocidades nominales (1ª / 2ª / 3ª)	375 / 1500 / 3000 min ⁻¹	IT46-1f	
Potencias nominales (1ª / 2ª / 3ª)	2,2 / 9 / 9 kW		
Velocidades nominales (1ª / 2ª / 3ª)	315 / 1390 / 2810 min ⁻¹	IT46-2f	
Potencias nominales (1ª / 2ª / 3ª)	2,6 / 11 / 11 kW		
Velocidades nominales (1ª / 2ª / 3ª)	375 / 1500 / 3000 min ⁻¹	IT46-3f	
Potencias nominales (1ª / 2ª / 3ª)	3 / 13 / 13 kW		
Velocidades nominales (1ª / 2ª / 3ª)	305 / 1374 / 2784 min ⁻¹	IT46-4f	
Potencias nominales (1ª / 2ª / 3ª)	3,6 / 16 / 19 kW		
Índice de protección	IP 23		
Clase de aislamiento	F		
Clase de servicio (CEI 34-1)	S3 (FM = 40 %) 240 arranques/hora		
Temperaturas de funcionamiento	-15 a 45°C		

Freno:

Se trata de un freno electromagnético que actúa en el momento en que falta la corriente, siendo su alimentación separada a la del motor.

El freno está equipado con una bobina de corriente continua. La alimentación del freno es efectuada a partir de la placa rectificadora montada en el cuadro eléctrico general de la grúa.

Alimentación	180 Vcc		
Protección	IP 44		
Clase de aislamiento	F		
Temperaturas de funcionamiento	-15 a 45°C		
Clase de servicio	S3 (FM = 40%)		
Momento de frenada	100 Nm	9 kW	IT46-1f
	115 Nm	11 kW	IT46-2f
	130 Nm	13 kW	IT46-3f
	180 Nm	19 kW	IT46-4f

Reductor:

El reductor de elevación es un reductor de engranajes cilíndricos y cónicos de tres etapas con dientes de entrada y salida ortogonales.

Este tipo de reductor proporciona elevados rendimientos, funcionamiento silencioso y una gran fiabilidad.

Índice de reducción	39,2 ⁻¹	9 kW	IT46-1f
	35,9 ⁻¹	11 kW	IT46-2f
	33,1 ⁻¹	13 kW	IT46-3f
	28,1 ⁻¹	19 kW	IT46-4f

- **Mecanismo de distribución (Motor, freno, reductor).**

Motor:

El motor de distribución es eléctrico trifásico asíncrono, con una velocidad y freno incorporado.

Alimentación	400 V / 50 Hz
Número de polos	4
Velocidad nominal	1300 min ⁻¹
Potencia	3 kW

Freno:

Se trata de un freno electromagnético que actúa en el momento en que falta la corriente, siendo su alimentación separada a la del motor.

El freno está equipado con una bobina de corriente continua. La alimentación del freno es efectuada a partir de la placa rectificadora montada en el cuadro eléctrico general de la grúa.

Alimentación	20 Vcc
Momento de frenada	15 Nm

- **Mecanismo de orientación (Motor, freno).**

Motor:

El motor de giro es un motor eléctrico trifásico asíncrono, bobinado, con una velocidad y freno.

Alimentación	400 V / 50 Hz
Número de polos	4
Velocidad nominal	1300 min ⁻¹
Momento nominal	65 Nm
Potencia nominal	4,8 kW
Índice de protección	IP 55

Freno:

Se trata de un freno electromagnético que actúa en el momento en que falta la corriente, siendo su alimentación separada a la del motor.

El freno está equipado con una bobina de corriente continua. La alimentación del freno es efectuada a partir de la placa rectificadora montada en el cuadro eléctrico general de la grúa.

Alimentación	20 Vcc
Protección	IP 44
Clase de aislamiento	F
Temperaturas de funcionamiento	-15 a 45°C
Índice de protección	S1 (FM = 10%)
Momento de frenada	23 Nm

Anexo N°3: Cotizaciones de proveedores de grúa torre.

✓ **Cotización Empresa GALIGRU.**

CENTRAL



Av. Javier Prado Este, 6310 - 2ª planta ● Telf: (00.511) 345 2100
LA MOLINA Lima-12 ● Fax: (00.511) 345 4506
LIMA (Perú)
e-mail: ventas@galigrupe

Av. Javier Prado Este, 6310 - 2ª planta ● Telf: (00.511) 345 2100
LA MOLINA Lima-12 ● Fax: (00.511) 345 4506
www.galigrupe

En calidad de arrendadora de la maquinaria de su propiedad.

OFERTA DE CONTRATACIÓN N°: LII1108 1

Y DE OTRA, como ARRENDATARIA:

FECHA: 26/03/11

DATOS OBRA		CLIENTE : T Y H V S.A.C.	
Dirección: Av. El Cortijo 595 - Urb. Los Huertos de Santa Rosa	Municipio: Surco	Provincia: LIMA	Calle Las Higueras 242 Res. Montecito
Nombre de la obra: CONJUNTO RESIDENCIAL EL CORTIJO	Solicitante: Henry Villalobos Telf: 815*3501	garencia@tyhv.com.pe	Lima-12. La Molina
Telf obra:	Fax obra:		LIMA
			R.U.C.: 20457374543
			Telf: 436 5126 / 435 2534
			Fax:

Fecha de entrega : 60 días aceptación

Conformidad con las condiciones del contrato

Lugar de entrega : obra

Vigencia presupuesto: 15 días naturales.

Forma de pago: ver observaciones del cliente Acreditador _____ DNI y fecha _____ Arrendatario _____

CAUSA, OBJETO, DURACION Y PRECIO DEL CONTRATO

PE T I C I Ó N: Alquiler de una grúa torre de 46 m. de pluma y 42 m. de altura, en versión empotrada y autoertable para una duración de 3 meses. Grúa con antigüedad inferior a 10 años.

CODIGO	unidades de concepto	cantidad de conceptos	CONCEPTO	P.V.P.	Im.	P. Unidad	TOTAL
1 GT46210E	3.00	1.00	Alquiler mensual de grúa torre hasta 46 m. de pluma, 40.00 m. de altura bajo gracho, 2.000 Kg. de carga máxima y 1.000 Kg. de carga en punta. Versión empotrada y Autoertable	6,633.33		6,633.33	23,959.99
2 MOGRUETA	3.00	1.00	Alquiler mensual de personal manipulador.	4,500.00		4,500.00	13,500.00
3 CDIC500	3.00	2.00	Alquiler mensual de cable de descarga inferior con capacidad de 500 Lt.	420.00		420.00	2,520.00
4 CANIS	3.00	1.00	Alquiler mensual de canchillo para carga de material: hasta 1,500 Kg.	400.00		400.00	1,200.00
5 TRAF0	3.00	1.00	Alquiler mensual de transformador convertidor de voltaje, 30 Kw.	1,050.00		1,050.00	3,150.00
6 MEDISTIKS	3.00	1.00	Alquiler mensual de mundo a distancia forjador.	400.00		400.00	1,200.00
TOTAL ALQUILER SIN I.G.V. S/							47,579.99
201 PORPLAT100	2.00	2.00	Transporte ida o regreso a obra en plataforma de 13 metros de carga. Distancia inferior a 100 Km., incluye carga en el alce.	2,000.00		2,000.00	6,000.00
202 MOGT46210	2.00	1.00	Montaje o desmontaje de grúa torre hasta 46 m. de pluma, 42 m. de altura y 1.000 Kg. de carga en punta.	6,000.00		6,000.00	12,000.00
203 AG90T9A	2.00	1.00	Antesala de hasta 90 Tm. para realizar en el montaje/desmontaje de la grúa torre. Precio por día, primer día.	9,325.24		9,325.24	18,650.48
204 CERMGNT0	1.00	1.00	Certificado de montaje de grúa torre desmontable.	600.00		600.00	600.00
205 REVMEH72	3.00	1.00	Revisión mensual de grúa torre desmontable hasta 54 m. de pluma y 72 m. de altura.	600.00		600.00	2,400.00
206 TEL1515018	1.00	1.00	Venta de Tramo/Pala de empotrar de L1.5xL1.5xL.50 cm. L180x18 L50 F50	6,101.33		6,101.33	6,101.33
TOTAL GASTOS FIJOS SIN I.G.V. S/							47,757.81
TOTAL ALQUILER + GASTOS FIJOS SIN I.G.V. S/							95,287.80

DEPARTAMENTO	NOMBRE	ENTREGADO A	FECHA	FIRMA
COMERCIAL	Eduardo Quiroga - 146*7863	ADMINISTRACION	26/3/11	
- Presen ción según solicitud del cliente, posteriormente y en el momento de que seamos aceptados, se guiará visita a obra para definir con exactitud esta, no siendo vinculante las opiniones vertidas en esta hasta que no se revise la obra por nuestro técnico y se defina la máquina realmente necesaria al final.				
ADMINISTRACION		ALMACEN		
- Se cotiza esta máquina en versión empotrada y autoertable.				
- El cumplimiento del montaje en la fecha de entrega de la grúa dependerá de la disponibilidad de una antesala de las características aquí indicadas.				
	Eduardo Quiroga - 146*7863	ALMACEN	6/10/11	
- Como garantía de la presente oferta, siempre se ha valorado un periodo de arriendo de 3 meses, si se incrementara el tiempo de necesidad de la máquina, los ítems 1, 3, 4, 5 y 6 no tendrán incremento en valores, con solo los ítems 2 y 205 estando sujetos a el respectivo pago por el incremento de tiempo en uso de la grúa. Si este incremento se produce por un tiempo superior, los valores que no incluyen costo solo serán los indicados y por el tiempo de 1 mes, dejando pagar los siguientes.				
- El plazo máximo establecido en esta se podrá ampliar en 1 mes según los conceptos indicados en el presente contrato, si bien, si este plazo se incrementa el cliente se obliga al pago del incremento, este pago en incremento se realizará en base proporcional a los días utilizados.				



OBSERVACIONES AL CLIENTE: La jornada laboral será la que establezca la ley laboral vigente. En el supuesto de realización de horas extra, estas serán facturadas a razón del 1% del P.V.P., fijado en el presente, por cada hora realizada en festivos, definidos como tales en el calendario laboral y 0,75% del P.V.P., fijado en este, por cada hora diurna en días hábiles, todo esto por cada uno de los conceptos de que se indican en alquiler. En el caso del operador y siempre y cuando la realización de las horas extra exceda las permitidas por la Ley Laboral vigente, este podrá ser sustituido por otro, sin que se tenga la obligación de comunicación a LA ARRENDATARIA. El requerimiento de horas extras en festivos tendrá una facturación máxima de 5 horas.

Se considera hora alquilada o a disposición del cliente a todas las horas en la que el operador esté al pie de la máquina, estando ésta mecánicamente operativa, trabajo o no efectivamente la misma. Contra lo indicado en la cláusula CUARTA "Facturación", las horas extras correspondientes a un mes serán facturadas el primer día hábil del mes posterior, debiendo ser realizado el pago a la presentación de la misma.

Para cualquier trabajo especializado es necesario inspeccionar previamente la carga y el terreno donde se realizará el mencionado trabajo. La preparación, nivelación, compactación del terreno y área donde transitarán las grúas, tanto fijas como móviles, y operación será por cuenta de LA ARRENDATARIA.

En la autogría se ha supuesto que la distancia horizontal máxima desde el eje de la autogría al eje de la grúa de obra es de 10 m. y no existen obstáculos entre medias. En caso contrario se reflejará esta en el apartado de observaciones.

En el montaje y desmontaje de la máquina serán gastos por cuenta de LA ARRENDATARIA:

- El combustible, guardiana, custodia y seguridad de las máquinas, en caso permanente más de un día.
- Seguro de la(s) carga(s).
- Reposición y reposición de llantas por cortes o por deterioro no originado por uso y desgaste normal por cada máquina.
- Trámites y gestiones necesarias para el ingreso de personal y equipo(s) a obra.

Se ha tenido en cuenta también que la descarga de la grúa se realizará el mismo día del montaje directamente de las plataformas que transportan la grúa. En el caso de que este trabajo no se pueda realizar en esas condiciones, correrá a cargo del cliente el medio auxiliar necesario para la descarga de la grúa. Ocurrirá lo mismo para el desmontaje.

Las cargas de comprobación especificadas por los planos facilitados por la arrendadora serán por cuenta del cliente.

En el caso de realizar este trabajo en festivo, el incremento de montaje y desmontaje será de un 35 %, y de un 30 % en costas de ida y vuelta.

Señal los datos correspondientes en este presupuesto, y a modo resumen, los importes, según petición del cliente, que se corresponden con los cuatro apartados señalados por el mismo (y siempre que se cumplan las actividades que se especifican en el mismo y por los conceptos presupuestados realmente por GALIGRU PERU, S.A.C., en el cuadro de la página anterior), se resumen como:

CONCEPTO	CONCEPTOS AGRUPADOS (la definición no implica que este incluido en la oferta, ver cuadro primera página para ver los realmente incluidos)	UNIDADES	IMPORTE UNITARIO	IMPORTE TOTAL en Nuevos Soles
- Montaje	- Puertas fijas - Montaje(s) (mano de obra de maestros operarios, no incluido autogría). - Autogría para montaje. - Triznos de empotramiento. - Certificado de Montaje	1.00	25,029.57	25,029.57
- Alquiler mensual	- Alquiler de la(s) grúa(s) torre. - Alquiler de manipulador. - Alquiler del/de los tramos a distancia. Transformador, cabo y carastilla. - Mantenimiento mensual	3.00	16,643.33	49,929.99
- Desmontaje	- Puertas regreso. - Desmontaje(s) (mano de obra de maestros operarios, no incluido autogría). Autogría para desmontaje	1.00	19,328.24	19,328.24

OBSERVACIONES DEL CLIENTE: La arrendataria se compromete a la entrega de los documentos de pago correspondientes a este contrato, convenientemente firmados, antes de la instalación de la máquina, adjuntando aval suficiente que garantice el pago de los mismos. Los importes y fechas de vencimiento de los mismos, se establecen de la siguiente forma:

- **Primer vencimiento**, a la firma del contrato y correspondiente a, según los conceptos indicados en la tabla anterior, "montaje" y primer mes de "alquiler mensual": 1 x S/ 42,672.90

- **Siguientes**, en número igual al número total de alquileres menos el inicial, con el primer vencimiento a los 30 días de la fecha de montaje y sucesivos cada 30 días del anterior, correspondientes a, según los conceptos indicados en la tabla anterior, "alquiler mensual": 2 x S/ 16,643.33

- **Pago desmontaje**, 15 días antes del desmontaje de la máquina, correspondientes a, según los conceptos indicados en la tabla anterior, "desmontaje". Contra lo indicado en la cláusula "facturación", la factura será emitida en la misma fecha que el pago. 1 x S/ 19,328.24

I.G.V.: el vencimiento de este se producirá en el momento de realización de la factura y por el importe total que resulte de la misma, de acuerdo a la cláusula cuarta, "facturación".

Firma y sello autorizada de la arrendataria

Firma y sello autorizada de la arrendadora

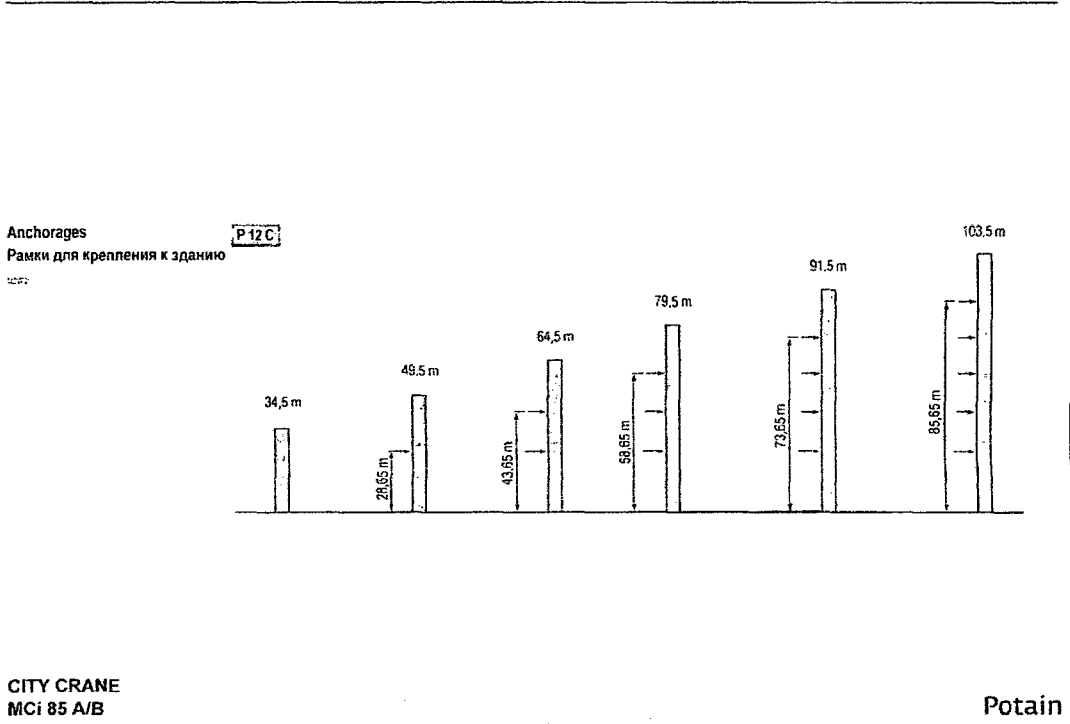
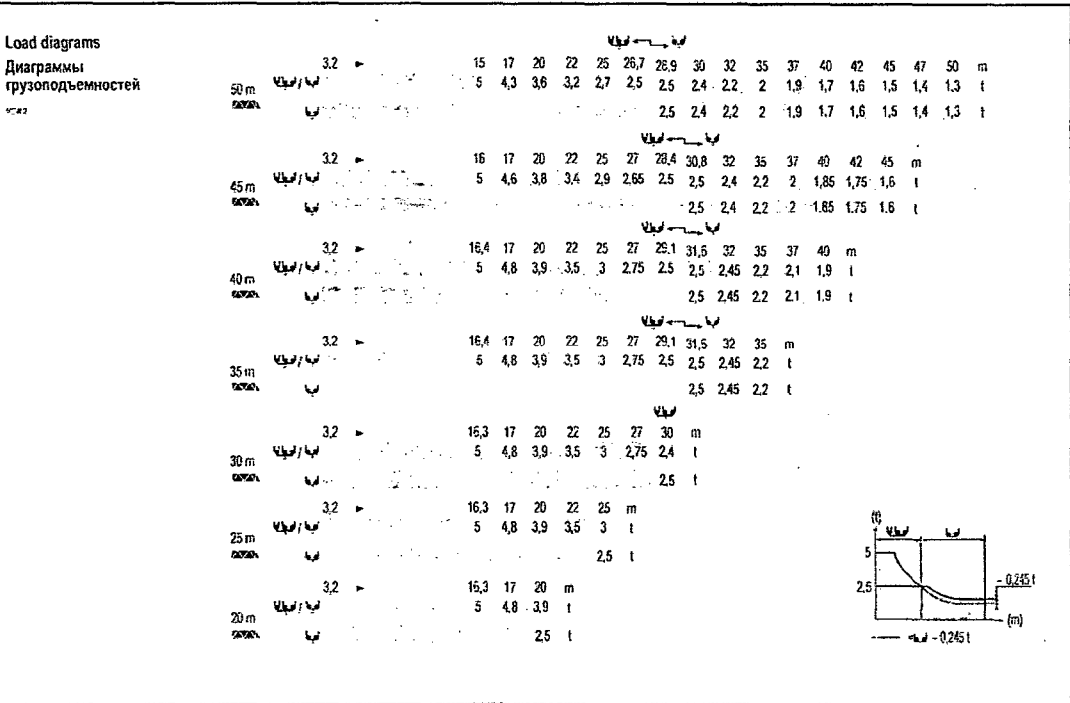
Fecha

Fdo.: _____ DNI _____ Fdo.: _____ DNI _____

IMPORTANTE: Este documento carece de validez sin la firma sobre documento original de las dos partes.

✓ **Cotización Empresa ETAC**

<i>GRUAS ETAC PERU S.A.C.</i>		ETAC		
Cotización N° 198/2011				
Tarifas de arriendo grúa torre				
Ítem	Descripción	Unidad	Tarifas Unitarias	TOTAL
			US\$	
1	Arriendo básico mensual del equipo hasta 200 horas.	mes	4.600	18.400
2	Operador mensual hasta 200 horas mes (excluye domingos y festivos).	mes	1.940	7.760
3	Montaje hasta 35,70 metros.	gl	2.800	2.800
4	Recargo montaje en fin de semana, nocturno o feriado.	gl	900	—
5	Desmontaje desde altura final requerida de 35,70 metros.	gl	2.800	2.800
6	Recargo desmontaje en fin de semana, nocturno o feriado.	gl	900	—
7	Transporte a obra.	gl	1.000	1.000
8	Grúa auxiliar carga en patio GRUAS ETAC PERU S.A.C.	gl	400	600
9	Transporte regreso.	gl	960	1.000
10	Grúa auxiliar descarga en patio GRUAS ETAC PERU S.A.C.	gl	600	600
11	Mantenciones días sábados después de las 13:00 horas.	c/u	384	—
12	Grúa auxiliar montaje en obra (aprox. 18 horas de trabajo + 3 de traslado).	gl	1.890	1.890
13	Grúa auxiliar desmontaje en obra (aprox. 18 horas de trabajo + 3 de traslado).	gl	1.890	1.890
14	Arriendo mensual autotransformador.	mes	250	1.250
15	Hora extra grúa.	hora	23	—
16	Hora extra Operador de lunes a sábado.	hora	14,55	—
17	Hora extra Operador domingo.	hora	19,40	—
18	Hora extra Operador feriado.	hora	29,10	—
				39.990
<p>Notas:</p> <ul style="list-style-type: none"> a. Las tarifas son valores netos, es decir no incluyen el IGV. b. La reserva de la grúa es mediante Orden de Compra, indicando fecha de montaje. c. Esta Oferta no asegura disponibilidad, sino hasta recepción de la Orden de Compra. d. Esta Cotización queda sujeta a visita de verificación de las condiciones de Obra. e. El grupo electrógeno debe ser de 380V, 50HZ y 120 KVA. f. La energía necesaria de la red es 480V, 60HZ y 50 KVA. g. Esta cotización considera que la grúa y operador trabajarán exclusivamente en horario normal. h. Esta cotización considera que tanto el montaje como desmontaje se realizarán en horario normal. i. Esta cotización considera que los mantenimientos mensuales se realizarán en horario normal. j. Esta cotización considera el alquiler de la grúa por 4 meses, como oferta exclusiva por ser un nuevo cliente un quinto mes sin costo en horario normal. 				
<p>CALLE CORPAC S/N LOTE 1 ZONA 8 CALLAO</p>		<p>FONO: (51-1) 6524307 etac@etacperu.com.pe</p>		<p>2</p> <p>www.etacperu.com.pe</p>



CITY CRANE
MCi 85 A/B

Potain

A Distance between collars
 H1 Crane height
 P Crane weight (in service)
 R Horizontal reaction

Mechanisms
Механизмы

		U			UU			hp	kW	m	
		U	U	U	U	U	U				
25 PC 13	m/min t	8,2 2,5	33 2,5	66 1,3	4,1 5	16,5 5	33 2,6	25	18,4	323 m	
4 D3 V3	m/min	15 - 30 - 56						4	3		
RCV 60	rpm	0 - 0.8						8	5		
ZF RT 324	m/min	26						2 x 4	2 x 2,9		
CEI 38	IEC 38	KVA									
400 V (-6% -10%) 50 Hz							25 PC : 35 KVA				

- Hoisting
- Trolleying
- Slewing
- Travelling

This commercial document is not legally binding.
For any technical information, please refer to the corresponding instructions.

Этот коммерческий документ не является юридически обязательным.
Для получения технической информации, см. соответствующую инструкцию.

MCi85A/B
Ref. 2009 45 kWhW 5

Manitowoc

Asia-Pacific Factories
China • No.55 East Zhen Bei Road, Zhangjiagang Economic Development Zone (South), Jiangsu Province, China 215618
Tel 86 512 58780 088 Fax 86 512 5878 0098
India • 72-76, Mundhwa Industrial Estate, Pune - 411 036, Maharashtra, India Tel 91 20 6644 5500 Fax 91 20 6644 5599

Regional Headquarters
Americas • Manitowoc, Wisconsin, USA • Tel 1 920 684 6621 Fax 1 920 683 6278
Europe, Middle East & Africa • Ecully, France • Tel 33 472 18 2020 Fax 33 472 18 2000
Asia Pacific • Shanghai, China • Tel 86 21 6457 0066 Fax 86 21 6457 4955

Copyright: Reproduction interdite © POTAIN 2009

Subject to modification Подлежит изменению

✓ **Cotización Empresa BEDISA 2000 SAC.**

BEDISA 2000 S.A.C.		R.U.C. 20543039633	
Fecha:	06 de Octubre del 2011	Expediente nº:	LTYHV-001
Cliente:	T Y HV	Código:	
Departamento:		Obra:	El Cor jo
Contacto:	D. Wilfredo Sifuentes	Dirección:	

Concepto	Descripción	Udes	Precio	TOTAL
Alquiler mensual	Grúa J47 (Hasta 200 horas)	4	S/.	8.500 S/.
Alquiler mensual	Autoestable a 46 mts h. y 48,5 m. pluma	-	S/.	- S/.
Alquiler mensual		-	S/.	- S/.
Alquiler mensual	Transformador conver dor de corriente	4	S/.	1.000 S/.
Alquiler mensual	Cubo y canastilla	4	S/.	585 S/.
Alquiler mensual	SUBTOTAL			S/. 40.340
Personal	1 operador mensual a 9 h. de trabajo (lunes a viernes)	4	S/.	3.000 S/.
Montaje	Grúa J47 a 46 h. m.	1	S/.	7.500 S/.
Montaje	Grúa Auxiliar montaje y desmontaje por cuenta del cliente	-	S/.	- S/.
(*) Montaje	Grúa Auxiliar montaje	1	S/.	9.000 S/.
Montaje	SUBTOTAL			S/. 16.500
Transporte	transporte ida Lurín	1	S/.	4.500 S/.
Transporte	transporte regreso a Lurín	1	S/.	4.500 S/.
Transporte	Transporte tramo de empotramiento	-	S/.	490 s/cargo
Transporte	Autogrúa auxiliar carga y descarga en parque Bedisa	-	S/.	2.520 s/cargo
Transporte	SUBTOTAL			S/. 9.000
Materiales	Eslingas, grilletes, etc.	1	S/.	1.150 s/cargo
Materiales	Tramo empotramiento	1	S/.	7.000 S/.
Materiales	Anclajes arriostre	-	S/.	- S/.
Materiales	SUBTOTAL			S/. 7.000
Mantenimiento	Revisión mensual	3	S/.	3.200 S/.
Desmontaje	Completo y carga en camión para regreso	1	S/.	7.000 S/.
TOTAL (Soles)				S/. 95.440
(*) Servicio especial de terceros				

GRÚA : J47
A 46 mts de altura con 48,5 mts de pluma
Carga en punta 1.000 Kg. Carga máxima a 32 mts de pluma 2.300 Kg.
Potencia necesaria en pico máximo de corriente 37,5 kW
Autoestable a 46 mts. - h. sin puntos de arriostamiento.

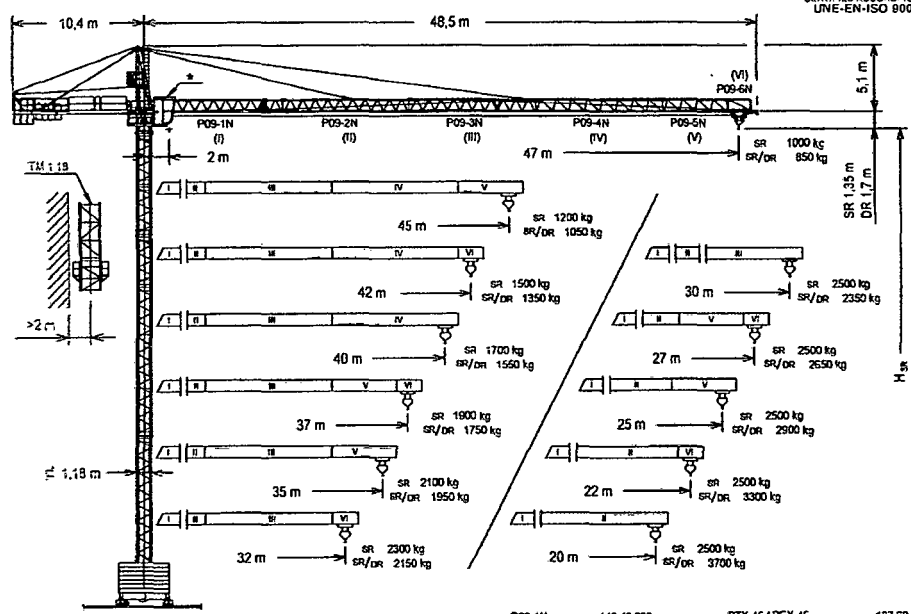
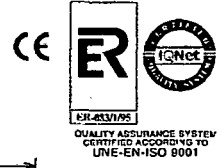
Forma de Pago 35% a la rma del contrato, el resto mediante mensualidades an cipadas
Fecha prevista de montaje: Octubre - 2011
Periodo es mado de alquiler: 4 meses
Firma y reserva del equipo: Octubre - 2011
Validez de la Oferta 30 días
DISPONIBILIDAD INMEDIATA

Calle Los Flamencos - Huertos de Santa Genoveva - Lurín - Lima - Perú

GRUA TORRE TOWER CRANE

J47 NS

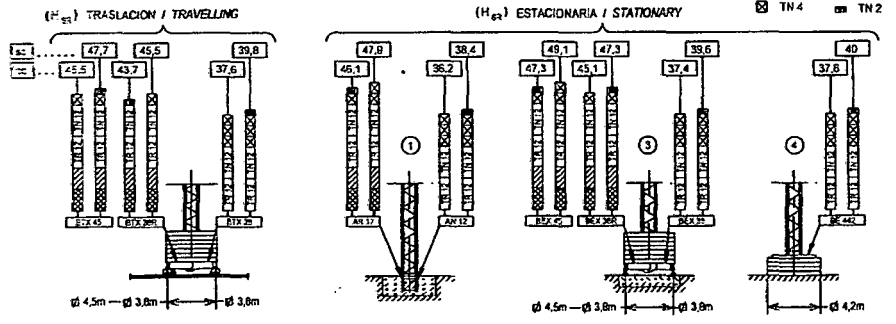
De acuerdo con UNE 58-101-92 According to FEM 1001-87
 Directivas de nivel de potencia acústica 84/534/CEE & 87/405/CEE Sound power level directives
 Directivas de máquinas 89/392/CEE & 91/368/CEE Machinery directives



$H_{gr} = H_{gr} - 0,35$
 H_{gr} = Altura máxima bajo gancho sin amarrar (m)
 Maximum height under hook without fastening

Sin cabina / Without cabin = SC	PO9-1N 149.40.000	BTX 45 / BEX 45 137.20.500
Con cabina / With cabin = CC	PO9-2N 149.41.000	BTX 38R / BEX 38R 137.20.000
	PO9-3N 149.42.000	BTX 38 / BEX 38 146.20.000
	PO9-4N 149.43.000	AR 12 137.21.000
	PO9-5N 149.44.000	AN 12 146.21.000
	PO9-6N 149.45.000	BE 442 146.24.000
	TR 8R 137.30.000	TN 1,18 137.35.000
	TN 2 146.32.500	

* opcional / optional






CARGAS / LOADS													(J47 NS) FEM		
L _d SR (kg)		Cargas máximas SR1 - 2000 Maximum loads SR2 - 2500											2000-2500		
PLUMA JIB		Alcance del gancho (m) / Hook reach (m)											a		
		47	45	42	40	37	35	32	30	27	25	22		20	
47 m	1000	1055	1145	1215	1330	1420	1570	1700	1905	2000-2075	2000-2385	2000-2500	25,83-21,08 m		
45 m	-	1200	1300	1375	1505	1600	1775	1900	2000-2145	2000-2325	2000-2500	2000-2500	28,78-23,49 m		
42 m	-	-	1500	1600	1730	1850	2000-2040	2000-2200	2000-2455	2000-2500	2000-2500	2000-2500	32,54-26,56 m		
40 m	-	-	-	1700	1855	1975	2000-2180	2000-2340	2000-2500	2000-2500	2000-2500	2000-2500	34,59-28,23 m		
37 m	-	-	-	-	1900	2000-2025	2000-2230	2000-2395	2000-2500	2000-2500	2000-2500	2000-2500	35,33-28,83 m		
35 m	-	-	-	-	-	2000-2100	2000-2320	2000-2485	2000-2500	2000-2500	2000-2500	2000-2500	35-29,85 m		
32 m	-	-	-	-	-	-	2000-2300	2000-2470	2000-2500	2000-2500	2000-2500	2000-2500	32-29,64 m		
30 m	-	-	-	-	-	-	-	2000-2500	2000-2500	2000-2500	2000-2500	2000-2500	30 m		
27 m	-	-	-	-	-	-	-	-	2000-2500	2000-2500	2000-2500	2000-2500	27 m		
25 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2000-2500	2000-2500	2000-2500	25 m		
22 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2000-2500	2000-2500	22 m		
20 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2000-2500	20 m		

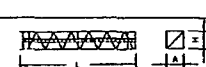
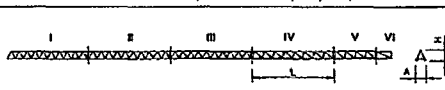


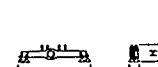


L _d / L _{DR} SR / DR (kg)		Cargas máximas SR1 / DR - 2000 / 4000 Maximum loads SR2 / DR - 2500 / 5000											2000 - 2500 4000 - 5000			
PLUMA JIB		Alcance del gancho (m) / Hook reach (m)											a			
		47	45	42	40	37	35	32	30	27	25	22		20	15	
47 m	850	905	995	1065	1180	1270	1420	1540	1755	1925	2000-2235	2000-2500 2500	2000-2500 3450	24,19 13,12	19,98 10,67	m
45 m	-	1050	1150	1225	1355	1460	1625	1760	1995	2000-2200	2000-2500 2535	2000-2500 2825	2000-2500 3900	26,96 14,62	22,26 11,9	m
42 m	-	-	1350	1450	1580	1700	1885	2000-2050	2000-2305	2000-2500 2525	2000-2500 2915	2000-2500 3250	2000-2500 4000	30,48 16,53	25,17 13,45	m
40 m	-	-	-	1550	1705	1825	2000-2030	2000-2190	2000-2475	2000-2500 2700	2000-2500 3120	2000-2500 3470	2000-2500 4000	32,4 17,57	26,76 14,3	m
37 m	-	-	-	-	1750	1870	2000-2080	2000-2245	2000-2500 2535	2000-2500 2770	2000-2500 3195	2000-2500 3550	2000-2500 4000	33,09 17,95	27,33 14,6	m
35 m	-	-	-	-	-	1950	2000-2165	2000-2340	2000-2500 2635	2000-2500 2880	2000-2500 3320	2000-2500 3690	2000-2500 4000	34,26 18,58	28,29 15,12	m
32 m	-	-	-	-	-	-	2000-2150	2000-2320	2000-2500 2615	2000-2500 2855	2000-2500 3295	2000-2500 3660	2000-2500 4000	32 18,45	28,09 15,02	m
30 m	-	-	-	-	-	-	-	2000-2350	2000-2500 2650	2000-2500 2895	2000-2500 3340	2000-2500 3710	2000-2500 4000	30 18,67	28,43 15,19	m
27 m	-	-	-	-	-	-	-	-	2000-2500 2650	2000-2500 2900	2000-2500 3335	2000-2500 3700	2000-2500 4000	27 18,66	27 15,11	m
25 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2000-2500 2900	2000-2500 3345	2000-2500 3720	2000-2500 4000	25 18,7	25 15,22	m
22 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2000-2500 3300	2000-2500 3670	2000-2500 4000	22 18,47	22 15,03	m
20 m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2000-2500 3700	2000-2500 4000	20 18,62	20 15,15	m

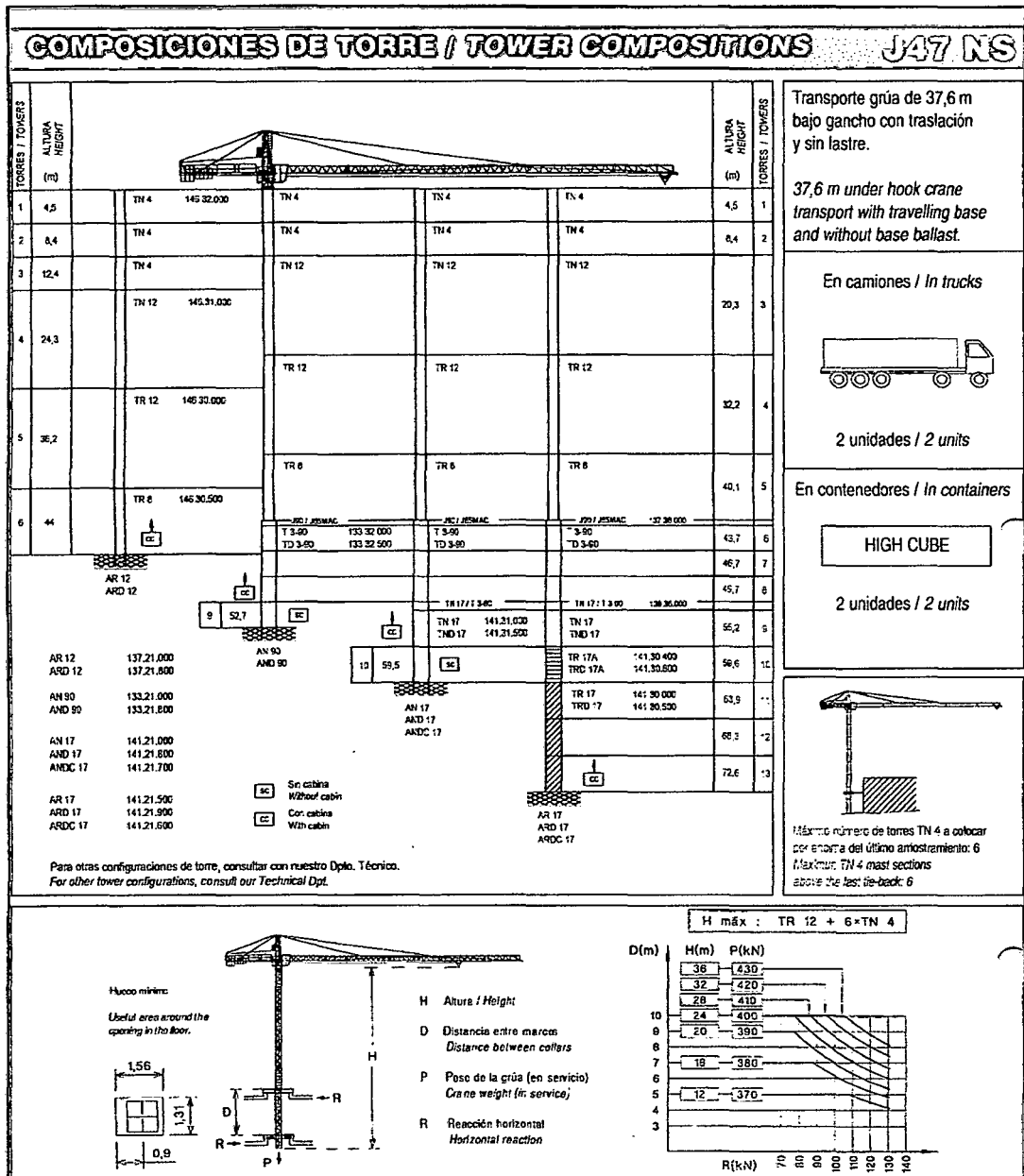
CONTRAPESOS / COUNTERWEIGHTS											□ 2360 kg	□ 1500 kg	Montaje pluma Jib fitting-up
PLUMA/JIB	47	45	42	40	37	35	32	30	27	25	22	20	
SR													
SR / DR													
Total (kg)	13080	13080	13080	11580	11580	10720	10720	10080	8580	7720 6580	6220 7720	5360 7080	

LASTRES INFERIORES / LOWER BALLASTS							Para alturas intermedias tomar el lastre correspondiente a la altura superior For intermediate heights take the ballast corresponding to the higher height					
Altura bajo gancho (m) / Height under hook (m)							49	46	40	30	22	18
Número de piedras a colocar Number of ballast blocks to put		Piedras de 4100 kg Blocks of 4100 kg		BEX 45 / BTX 45			14	12	10	8	6	
		BEX 38R / BTX 38R			-	14	12	10	8	6		
		BEX 38 / BTX 38			-	-	-	-	-	-		

CARACTERÍSTICAS DE MECANISMOS / MECHANISMS FEATURES										
MECANISMOS MECHANISMS	*opcional *optional									
	EJ 2580A (A)	EJ 2566 (B)	*EJ 2566 VF (C)	*EJ 33100 VF (D)	TGM 825 TGM 825 VF	TGM 825 LVF	OR 708 VF	TGM 360 VFC		
KW	18,4				24,2		2x3	2x3	5,5	1,8
VELOCIDADES SPEEDS	SR1/DR (A) 1100 kg 2000 kg 2200 kg 4000 kg	82/41/10 m/min 41/10 m/min 41/20,5/5 m/min 20,5/5 m/min	SR2 (C) 1300 kg 0...64 m/min 2500 kg 0...32 m/min	SR2 (D) 1300 kg 0...76 m/min 2500 kg 0...51 m/min	0...25 m/min	0...25 m/min	0...0,2	0...15		
	SR2/DR (B) 1300 kg 2500 kg 2600 kg 5000 kg	64/32/8 m/min 32/8 m/min 32/16/4 m/min 16/4 m/min	DR (C) 2600 kg 0...32 m/min 5000 kg 0...16 m/min	DR (D) 2600 kg 0...38 m/min 5000 kg 0...25,5 m/min			0,2...0,4	15...30	0,4...0,8	30...60
Máx. recorrido gancho Maximun hook course	SR	144 m en 3 capas 196 m en 4 capas máx.	DR	72 m en 3 capas 98 m en 4 capas máx.	380 V Potencia necesaria 31,7 KW 50 Hz Required power *37,5 KW Para 440 V Potencias y velocidades: 20% más. For 60 Hz Powers and speeds: 20% more					
<p>Importante: A medida que la altura bajo gancho de la grúa aumenta, disminuirá la capacidad de carga. Consultar el documento B-01 del apartado del mecanismo de elevación del manual del fabricante. Important: When the height under hook increases, the hoisting load will decrease. Consult the B-01 document of the hoisting mechanism of the manufacturer's handbook.</p>										

LISTA DE EMBARQUE / PACKING LIST **J47 NS**

DENOMINACION / DENOMINATION		L (m)	A (m)	H (m)	Peso/Weight (kg)			
Torre Tower section		8,07	1,19	1,19	2575-2515			
		12,01	1,19	1,19	2840-2780			
		4,06-4,09	1,19	1,19	1100-1055			
		2,29	1,19	1,19	785			
Torre asiento de pista+Base punta torre+Orientación Slewing table+Tower head base+Slewing mechanism		2,94	1,65	2,15	2100			
Estructura punta de torre+elevación Tower head structure		5,46	1,19	2,31	1990			
Torre asiento pista+punta torre+orientación+elevación Slewing table+Tower head+slewing+hoisting		6,97	1,65	2,42	4090			
Tramo de pluma Jib section		10,13	1,00	1,13	1020			
		10,16	0,87	1,14	940			
		10,15	0,87	1,12	880			
		10,15	0,87	1,03	575			
		5,26	0,87	1,02	295			
		2,13	0,66	1,02	110			
Polipasto Hook assembly		SR	0,76	0,16	0,96	135		
		DR	0,76	0,20	1,40	170		
Carro Crab		SR	0,10	1,33	0,73	110		
		DR	1,04	1,37	0,88	175		
Contrapluma con plataformas Counterjib with platforms		9,45	1,41	0,43	1460			
Plataforma y cabina Platform and cabin		3,69	1,63	2,25	820			
Base grúa Crane base		Estacionaria III / Stationary III		BEX 38	6,38	0,84	1,53	3400
				BEX 38R	6,38	0,84	1,47	3800
				BEX 45	7,37	0,84	1,47	4380
				BTX 38	6,02	1,62	1,63	4760
				BTX 38R	6,02	1,73	1,73	5230
				BTX 45	7,01	1,62	1,73	5995
Contrapeso Counterweight		Grande / big		1,08	0,50	2,02	2360	
		Pequeño / Small		1,08	0,50	1,30	1500	
Lastre Ballast		Est. III - Stationary III / Trasl. - Travelling		4,00	0,34	1,30	4100	
		Est. IV - Stationary IV		2,09	0,34	2,10	3450	
Torre de montaje Jacking cage		7,14	1,76	1,71	3105			



✓ **Cotización Empresa CAMAZ MAQUINARIAS**



GRUA TORRE EN ALQUILER

Modelo : J4510 (Año 2005)

Descripción	Meses	Mensual
Grúa Torre por mes * (200 horas mínimas)	6	S/. 12,500.00
Operador por mes * (Trabajando de Lunes a Sábado, turno de 8 hrs.)	6	S/. 4,500.00

- * Periodo mínimo considerado: 6 meses
- * La tarifa de alquiler incluye mantenimientos preventivos periódicos.
- * La tarifa de alquiler del equipo incluye seguro TREC.
- * La tarifa de los trabajadores incluye SCTR y EPP básico, alojamiento y alimentación en ciudad de Trujillo.
- * Horas Extra de los Trabajadores: Posterior a las 8 hrs, siguientes 2 hrs se incrementan en 25%, resto en 35%. Domingos 100%, feriados 200%.
- * La tarifa de alquiler incluye mantenimientos preventivos periódicos.

CONSUMIBLES Y SERVICIOS:**

Descripción	UM	Precio Unitario (Soles sin IGV)
Anclaje Metálico AR12	Und	8,150.00
Montaje hasta 36m (solo Mano de Obra)	Glb	5,600.00
Desmontaje desde 36m (solo Mano de Obra)	Glb	5,600.00

- ** La excavación, instalación y nivelación del Anclaje Metálico así como el suministro y vaciado de concreto armado es por el cliente.
 - ** Las tarifas de Montaje y Desmontaje corresponden a la mano de obra calificada necesaria para el montaje y el desmontaje del equipo en la ciudad de Trujillo. No incluye grúa para montaje inicial ni desmontaje final.
- Peso del componente más pesado: Punta de la torre. Peso 4,100 Kg y 7m de largo a ser montado a una altura de 36m.
- ** Carga eléctrica a ser provista por el cliente: Trifásica, 440V, 60Hz y puesta a tierra en el punto de emplazamiento del equipo (al pie de la torre). Se debe asegurar una corriente de arranque de 68A.

Condiciones:

- Aceptación de Orden de Compra sujeta a disponibilidad de equipo.
- El anclaje, montaje y desmontaje se pagan por adelantado. El alquiler mensual se paga al mes vencido contra factura, la cual deberá ser revisada y aprobada para pago en un periodo no mayor a 3 días. Las fracciones de mes y las horas extra del equipo se pagarán proporcionalmente a la tarifa mensual.
- La guardiana del equipo es por cuenta del cliente.
- Este presupuesto no incluye ningún trabajo o suministro que no esté expresamente indicado en el presente documento.
- Tarifas no incluyen el IGV.
- Presupuesto válido por 15 días.



Ronal Calderón Mazuelos
Titular Gerente



Calle: Mariátegui de las Salinas 197 Of. 1 San Isidro, Lima 30, Perú.
Teléfonos: (511) 2213312 Fax: (511) 5922495 Nextel: (511) 9512319314
www.camaz.com.pe rcalderon@camaz.com.pe

Anexo N°4: Normativas Aplicables.

- ✓ Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, (BOE de 17 de julio), por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria <MIE-AEM-2> del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- ✓ Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, (BOE de 17 de julio), por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria <MIE-AEM-4> del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas.
- ✓ Norma UNE 58-101-92, parte 2.
- ✓ Instrucción N° 1/2004/SI, de 14 de enero de 2004, de la Dirección General de Industria e Innovación Tecnológica de la Junta de Castilla y León, que complementa lo previsto en los Reales Decretos 836/2003 y 837/2003.
- ✓ En cada país Europeo se aplican diferentes reglamentaciones para comprobar las condiciones de seguridad de las grúas. Éstas también definen los intervalos y ámbito de las inspecciones.

Anexo N°5: Planos.