

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“MONTAJE DE UN HORNO DE PETRÓLEO
CRUDO DE 110 MBPD DE CAPACIDAD DE
PROCESAMIENTO”**

INFORME DE SUFICIENCIA

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

PAÚL EDIÑO CÁRDENAS GALARRETA

PROMOCION 2009-I

LIMA – PERU

2012

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres Eugenio y Carmen por la educación que me dieron, a las personas que me estiman y me han apoyado en la realización del informe, y en especial a mi papi Carlos por haber sido un luchador incansable, gracias por las enseñanzas y buenos momentos que nos diste.

INDICE

| | |
|---|-----------|
| PRÓLOGO | 1 |
| CAPITULO I | 3 |
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| 1.1 Antecedentes | 4 |
| 1.2 Objetivos | 4 |
| 1.3 Justificación | 4 |
| 1.4 Alcance | 5 |
| 1.5 Limitaciones | 6 |
| CAPITULO II | 7 |
| GENERALIDADES DEL PROCESO DE MONTAJE DEL HORNO | 7 |
| 2.1 Proceso de Montaje Industrial | 8 |
| 2.2 Montaje del Horno | 8 |
| 2.2.1 Componentes | 8 |
| 2.2.2 Proceso de Montaje del Horno | 10 |
| 2.3 Equipos de Montaje | 11 |
| 2.3.1 Estrobos de Cable de Acero | 11 |
| 2.3.2 Eslingas | 14 |
| 2.3.3 Grilletes | 18 |
| 2.3.4 Grúas | 20 |
| CAPITULO III | 30 |
| DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO | 30 |
| 3.1 Ubicación | 30 |
| 3.2 Descripción Actual de la Refinación | 30 |
| 3.3 Descripción de partes del Horno | 33 |

| | |
|---|-----------|
| CAPITULO IV | 37 |
| MONTAJE DE UN HORNO DE CRUDO | 37 |
| 4.1 Gestión del Alcance del Proyecto | 37 |
| 4.1.1 Unidades a Mejorar / Modificar | 37 |
| 4.1.2 Consideraciones que se tuvo en la elaboración del Alcance | 38 |
| 4.2 Gestión del Tiempo del Proyecto | 41 |
| 4.2.1 Consideraciones que se tuvo en la Elaboración del Cronograma | 41 |
| 4.3 Gestión de Calidad del Proyecto | 44 |
| 4.3.1 Métricas de Calidad | 45 |
| 4.3.2 Planes de Inspección y Ensayos (PIE) | 45 |
| 4.3.3 Plan de Gestión de la Calidad | 45 |
| 4.4 Procedimiento de Montaje del Horno | 46 |
| 4.4.1 Secuencia de Montaje del Horno | 46 |
| 4.4.2 Montaje del Horno y Cálculos | 46 |
| CAPITULO V | 82 |
| COSTOS | 82 |
| 5.1 Gestión de los Costos del Proyecto | 82 |
| CONCLUSIONES | 86 |
| RECOMENDACIONES | 87 |
| BIBLIOGRAFÍA | 88 |
| ANEXOS | 90 |

PRÓLOGO

El presente informe de Competencia Profesional pretende ser un aporte en el área de Ingeniería Mecánica para los profesionales que se desenvuelven en el rubro de construcción electromecánico. Se presenta una experiencia de la integración de los Estándares y Normas Técnicas de Ingeniería con las Buenas Prácticas desarrolladas por el Project Management Institute, para la gestión exitosa de un proyecto.

El informe se ha desarrollado en cinco capítulos, los cuales son:

En el Capítulo I, Introducción, se indica cual es el objetivo del informe, especificando el alcance y limitaciones de las actividades que se desarrollarán.

En el Capítulo II, Generalidades del Proceso de Montaje del Horno, se presenta un resumen del proceso de montaje del Horno, dando a conocer sus diferentes componentes y los equipos con los cuales será montado el Horno.

En el Capítulo III, Descripción General del Proyecto, se muestra la ubicación del proyecto, el cambio de esquema en el proceso de refinación de crudo que se produjo luego del proyecto y por último se da una descripción detallada de las partes del Horno.

En el Capítulo IV, Montaje de un Horno de Crudo, se describen las restricciones de alcance, tiempo y calidad del proyecto, también se detalla la secuencia de Montaje

del Horno, mostrando los cálculos y esquemas que se necesitan realizar para seleccionar los equipos de montaje.

En el Capítulo IV, Costo, se hace una comparación entre los costos presupuestados versus los costos reales del proyecto.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

“Del total de energía utilizada en una refinería, la partida más importante -80 a 90 % del total- procede de combustibles líquidos y gaseosos quemados en hornos de proceso. Además, este es el proceso con mayor nivel térmico y, por lo tanto, con mayores pérdidas de energía. Cualquier mejora introducida en el diseño de estos equipos produce sustanciales ahorros de energía”¹.

Bajo esta premisa se realizará el desmontaje y reemplazo de 02 Hornos cuyo tiempo de vida de diseño ya cumplieron y por lo tanto su eficiencia es baja, en promedio de 65% y 73% respectivamente, y se instalará un Nuevo Horno de Crudo con el cual se alcanzará una eficiencia del 85%. Como consecuencia de esta mejora de la eficiencia se estima que se va a producir un ahorro de combustible equivalente a 293 TJ/año, y una reducción de emisiones de 24,000 TCO₂/año.

Este proyecto de cambio de tecnología de hornos permite una mayor recuperación de calor, y por tanto, una disminución en el consumo de combustibles fósiles. Además, el nuevo horno está preparado para el uso de gas natural, que sustituye al residual de vacío que se quemaba en los antiguos hornos, por lo que se consigue también una mayor reducción de emisiones al ambiente.

¹ Cazar Rivera, Auditoría y Propuesta de un Plan de Ahorro Energético en el Horno PH1 (300189), de la Planta Parsons de la Refinería la Libertad. 2007. Pág. 1.

1.1 Antecedentes

La alta dependencia de los hidrocarburos, además de los impactos de contaminación ambiental regionales y globales, asociados al costo de la producción y al uso de energía de fuentes no renovables, resulta para muchos países en general y para el Perú en particular, sumamente oneroso y negativamente impactante en su balanza de pagos con el exterior.

Este difícil panorama ha generado la necesidad de identificar y aplicar medidas que contribuyan la preservación de los recursos naturales. Una de las alternativas es la utilización racional de los mismos, la cual se logra mejorando la eficiencia en el uso energético, de aparatos y sistemas que transforman la energía, y contribuir a mitigar el impacto social que conlleva el proceso de incremento de tarifas de los hidrocarburos.

Por estas razones es necesario elevar la competitividad del sector de producción de hidrocarburos, para contribuir a la modernización y renovación de su infraestructura tecnológica, optimizando recursos, aumentando la producción y sobre todo contribuyendo a la preservación del medioambiente.

1.2 Objetivos

Realizar el Montaje de un Horno de Crudo de 110 mil barriles por día (110 MBPD) de capacidad de procesamiento para mejorar la eficiencia energética en base a reemplazo de hornos que ya cumplieron con su tiempo de vida de diseño, utilizando herramientas del PMBOK.

1.3 Justificación

Es política de estado, por medio del Ministerio de Energía y Minas (MEM), dar y reglamentar normas sobre el uso racional y eficiente de la energía en la cadena de

producción, transformación, distribución y comercialización de derivados del petróleo.

Por los estudios realizados, el sector de mayor consumo energético es el parque automotor, el mismo que se ha visto incrementado en los últimos años por el crecimiento económico del país, y con ello aumenta la demanda de combustibles. Demanda que no satisfacen las refinerías nacionales, haciendo que la importación de combustibles sea un rubro de déficit obligatorio para el estado peruano.

Por esto las Refinerías, buscan ofrecer mejores servicios y ser más competitivas, han mostrado interés por optimizar, ampliar y renovar sus instalaciones, con el fin de mejorar su eficiencia en el consumo de energía, dentro de sus procesos productivos.

Por esto el objetivo del presente trabajo se centra en mejorar la eficiencia energética de una Refinería.

1.4 Alcance

El alcance del presente informe de Competencia Profesional, es describir el procedimiento de Montaje de un Horno de Crudo de 110 MBPD de capacidad de procesamiento.

El alcance del proyecto **MONTAJE DE UN HORNO DE CRUDO DE 110 MBPD DE CAPACIDAD DE PROCESAMIENTO** comprende el montaje de:

- Sección Radiante
- Sección Convectiva
- Capota de Humos
- Chimenea
- Plataformas y escaleras

1.5 Limitaciones

- El informe no considera la ingeniería ni la fabricación de las partes del Horno de Crudo.
- No incluye Suministro
- No incluyen las Obras Civiles
- No incluye la soldadura de los serpentines ni de la sección radiante ni convectiva
- No incluye la instalación de material refractario
- No incluye montaje de tuberías ni bandejas, cables u otros elementos de electricidad e instrumentación

CAPITULO II

GENERALIDADES DEL PROCESO DE MONTAJE DEL HORNO

El 'boom' de la industria de la construcción invade Perú con cientos de edificios, negocios y tiendas que son edificadas en tiempo récord, con lo que este país ha ingresado a una etapa de modernización pese a la crisis. Datos de la Cámara Peruana de la Construcción (Capeco) obtenidos por Notimex indican que en el año 2009 se utilizaron 7 166 144 toneladas métricas de cemento, casi un millón más que en 2008. Se estima que cada millón de dólares invertidos en el sector construcción genera 90 nuevos puestos de trabajo. Por lo cual en el año 2009 el gobierno del Perú implementa el Plan de Estímulo Económico para construir escuelas, puentes, carreteras y represas.

Datos oficiales indican que el Sector Construcción se consolidó como el motor de la economía en 2009 y su crecimiento fue de 3.85%, lo que lo transformó en el sector que lideró el ritmo de la economía en general.

Pese a la situación financiera adversa que paralizó muchas obras se estima que el sector creció 5.1% en 2010, aunque la brecha de infraestructura asciende a 37 760 000 000 de nuevos soles y se estima que podría cerrarse recién en un período de 10 años. El porcentaje de avance de las inversiones públicas en el Plan de Estímulo Económico se estima que habría alcanzado un 60% de ejecución durante 2009. De

acuerdo con Capeco, los próximos años se realizarán grandes inversiones en todos los sectores relacionados con la infraestructura: minería, transporte, puertos, industrias de gas, entre otros.

2.1 Proceso de Montaje Industrial

Montaje es el proceso mediante el cual se emplaza cada pieza en su posición definitiva dentro de una estructura. Estas piezas pueden ser de diferentes materiales pero las preferidas son las estructuras metálicas y de hormigón. Estas se adaptan a las concepciones de las nuevas arquitecturas y las necesidades de la industria de hoy, se emplean cada día más ampliamente. Con ambos sistemas se pueden alcanzar obras de grandes magnitudes.

Esto se realiza con diferentes equipos de trabajo y maquinarias.

El montaje industrial es un desafío permanente al ingenio; suele desarrollarse en condiciones geográficas bastante complejas, en otras ocasiones tiene que conectarse la nueva estructura con una ya existente, y con plazos bastante restringidos por los elevados montos de inversión comprometidos.

En Perú, es la solución constructiva más utilizada para las industrias mineras, petroquímicas, forestales, o eléctricas por citar las de mayor envergadura, pese a su complejidad, y debido al crecimiento de la industria pesada nacional durante la última década.

2.2 Montaje del Horno

2.2.1 Componentes

a. Sección Radiante

Está compuesta por una cámara de combustión que alojan por las paredes de esta a los tubos por cuyo interior circula el fluido a calentar, la

transmisión de calor en esta zona se efectúa fundamentalmente por radiación y una pequeña parte por convección entre los humos y los tubos

b. Sección Convectiva

Esta zona se denomina de convección por ser esta la forma de transmisión de calor que predomina en la misma. Con el fin de recuperar el calor sensible de los humos (de la zona de radiación salen a 800-1000 °C), normalmente se les hace circular a velocidades elevadas a través de un haz de tubos (perpendicular o paralelamente a los mismos) por los que circulan el fluido a calentar (crudo y en otro sistema de haz de tubos circula el vapor).

c. Capota de Humos

La Capota de humos es la zona por donde se dirigen los gases hacia la Chimenea.

d. Chimenea

La Chimenea es la zona por donde salen los gases al medio ambiente luego de pasar por la zona de Convección y Capota de Humos.

e. Plataformas y Escaleras

Plataformas de operación y mantenimiento.

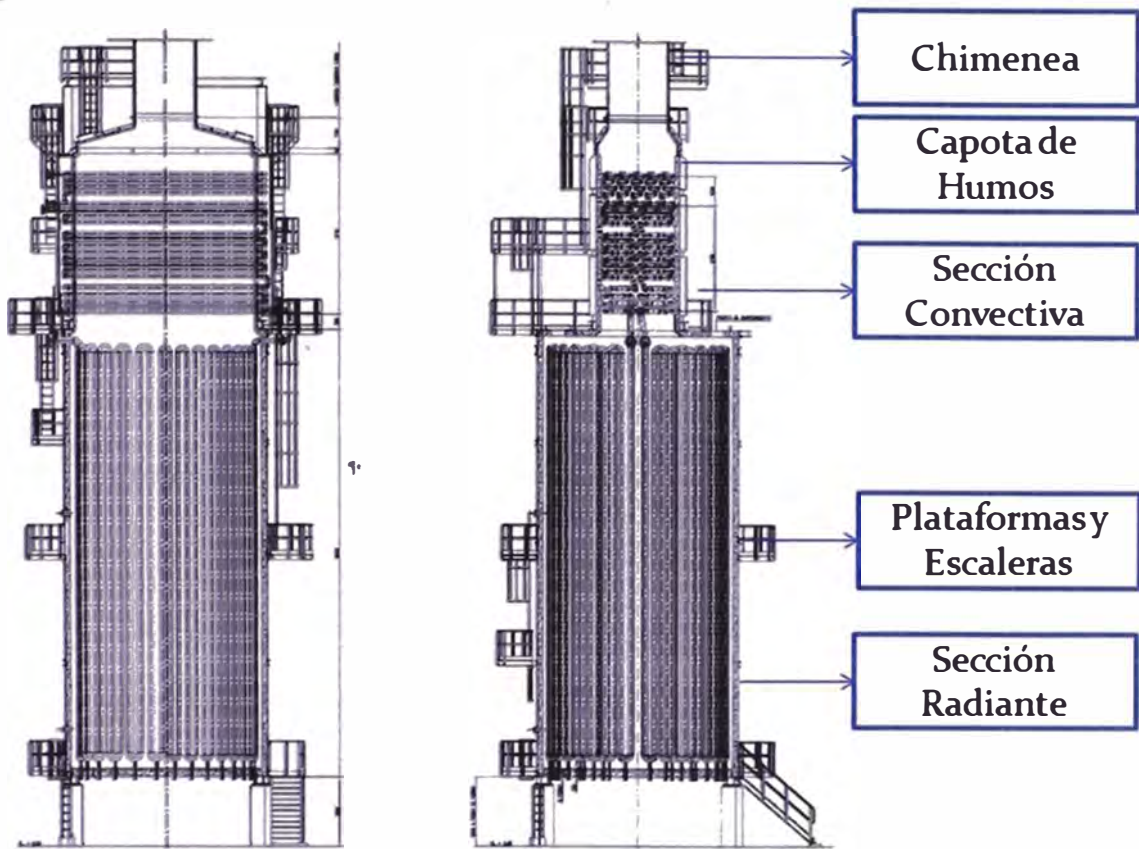


Figura 2.1 Secciones de Hornos.

2.2.2 Proceso de Montaje del Horno

El proceso del montaje del horno inicia con la verificación topográfica de las cimentaciones, seguido con el montaje de la Sección Radiante, luego se procede al montaje de la Sección Convectiva la cual nos da una mayor eficiencia debido a que se aprovecha el calor de los gases que salen a elevada temperatura de la Sección Radiante, finalizando con el montaje de la Capota y Chimenea consecutivamente.

Para el montaje haremos uso de equipos de montaje como grúas, grilletes, estrobos y/o eslingas. La capacidad de los equipos a utilizar tiene que ser de acuerdo al peso a izar.

2.3 Equipos de Montaje

2.3.1 Estrobos de Cable de Acero

a) Definición.-

Un estrobo es un tramo relativamente corto de un material flexible y resistente (típicamente cable de acero), con sus extremos en forma de "ojales" debidamente preparados para sujetar una carga y vincularla con el equipo de izaje que ha de levantarla, de modo de constituir una versátil herramienta para el levantamiento de cargas.

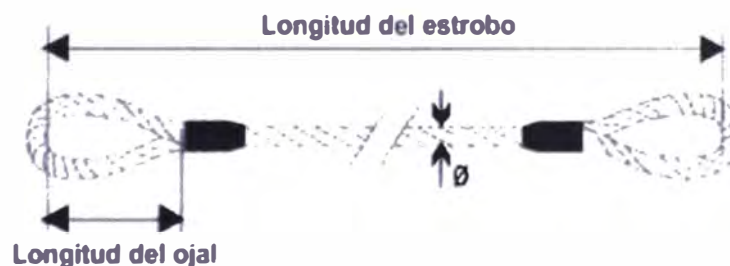


Figura 2.2 Estrobo de Cable de Acero.

b) Selección

i. Los datos de entrada que necesitamos conocer para seleccionar un Estrobo son:

- El peso de la carga a izar
- N° de Estrobos
- Longitud de estrobo necesaria
- Tipos de accesorios a usarse para unir los estrobos

ii. Diagrama de fuerzas en equilibrio en el izamiento:

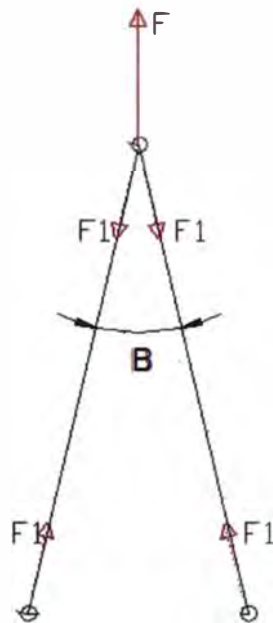


Figura 2.3 Diagrama de fuerzas presentes en el izamiento de una carga.

De la figura tenemos:

- F: Peso de la Carga a Izar en kg.
- F1: Fuerza al que va a estar sometido cada estrobo
- El ángulo crítico entre estrobos es el ángulo que por medidas de seguridad de la empresa no sobrepasaremos, para nuestros montajes será de 90°
- Se considera que la longitud del estrobo será tal que el ángulo formado por estos no superará al ángulo crítico
- Ecuaciones a aplicar: B crítico = 90°

$$F = \text{N}^\circ \text{ de estrobos} \times F1 \times \text{Cos} \frac{B}{2} ; \text{ en kg} \quad (1)$$

$$F1 = \frac{F}{\text{N}^\circ \text{ de estrobos} \times \text{Cos} 45^\circ} ; \text{ en kg} \quad (2)$$

iii. Tabla de Selección de Estrobos:

Para nuestro caso en particular la refinería nos especificó que el factor de seguridad para los montajes debía ser como mínimo de 6. Por lo que recalculamos los factores de seguridad de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Capacidad de carga de estrobos} \times 5}{F1} \geq 6 \quad (3)$$

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq \frac{6 \times F1}{5} \quad (4)$$

De la Tablas 2.1 seleccionamos el estrobo apropiado.

Tabla 2.1: Capacidad de Carga de un Estrobo en tres configuraciones distintas.



| Diámetro de Cable (plg.) | Vertical | Choker | Basket |
|--------------------------|----------|--------|--------|
| 1/4 | 0.65 | 0.48 | 1.30 |
| 5/16 | 1.00 | 0.74 | 2.00 |
| 3/8 | 1.40 | 1.10 | 2.90 |
| 7/16 | 1.90 | 1.40 | 3.90 |
| 1/2 | 2.50 | 1.90 | 5.10 |
| 9/16 | 3.20 | 2.40 | 6.40 |
| 5/8 | 3.90 | 2.90 | 7.80 |
| 3/4 | 5.60 | 4.10 | 11.00 |
| 7/8 | 7.60 | 5.60 | 15.00 |
| 1 | 9.80 | 7.20 | 20.00 |
| 1 1/8 | 12.00 | 9.10 | 24.00 |
| 1 1/4 | 15.00 | 11.00 | 30.00 |
| 1 3/8 | 18.00 | 13.00 | 36.00 |
| 1 1/2 | 21.00 | 16.00 | 42.00 |
| 1 3/4 | 28.00 | 21.00 | 57.00 |
| 2 | 37.00 | 28.00 | 73.00 |
| 2 1/4 | 44.00 | 35.00 | 89.00 |
| 2 1/2 | 54.00 | 42.00 | 109.00 |

2.3.2 Eslingas

a) Definición.-

Es un tramo relativamente corto de material polyester flexible y resistente, con extremos en forma de ojales, preparados para sujetar cargamento y unirlo con el equipo de izamiento. Se trata, pues, de una herramienta útil, para el levantamiento de cargas. Sin embargo, ocasionalmente, también puede hacer uso de una eslinga para transmitir esfuerzos de tracción, distintos del izamiento de cargas; tal es el caso de los remolques.

El factor de seguridad usado comúnmente es de 5



Figura 2.4 Eslinga.

b) Selección de Eslingas

I. Los datos de entrada que necesitamos conocer para seleccionar una Estrobo son:

- Dimensiones de la carga (ancho, longitud, altura)
- El peso de la carga a izar
- N° de Eslingas
- Longitud de eslinga necesaria

II. Consideraciones para realizar los Cálculos:

De la figura 2.3 tenemos:

- F: Peso de la Carga a izar en kg.
- F1: Peso al que va a estar sometido cada eslinga

- El ángulo crítico entre eslingas es el ángulo que por medidas de seguridad de la empresa no sobrepasaremos, para nuestros montajes será de 90°
- Se considera que la longitud de la eslinga será tal que el ángulo formado por estos no superará al ángulo crítico
- Ecuaciones a aplicar: $\theta_{\text{critico}} = 90^\circ$

$$F = (\text{N}^\circ \text{ de eslingas}) \times \left(F1 \times \cos \left(\frac{\theta}{2} \right) \right); \text{ en kg} \quad (5)$$

$$F1 = \frac{F}{(\text{N}^\circ \text{ de eslingas}) \times \cos 45^\circ}; \text{ en kg} \quad (6)$$

III. Tabla de Selección de Eslingas:

Para nuestro caso en particular la refinería nos especificó que el factor de seguridad para los montajes debía ser como mínimo de 6. Por lo que recalculamos los factores de seguridad de la siguiente manera:

$$\frac{\text{Capacidad de carga de eslingas} \times 5}{F1} \geq 6 \quad (7)$$

$$\text{Capacidad de carga de eslingas} \geq \frac{6 \times F1}{5} \quad (8)$$

De las Tablas 2.2 y 2.3 seleccionamos la eslinga apropiada.

Tabla 2.2: Tabla de capacidad de carga de eslinga de Poliéster.

 Poliéster


| | Planos | Volteados | Vertical | Choker | Basket | |
|--------------------|----------------------|------------|------------|--------|---------|--------|
| Una Cinta | EEFI - 901 | EETI - 901 | 0.34 | 1,250 | 3,200 | |
| | EEFI - 902 | EETI - 902 | 3,200 | 2,500 | 6,400 | |
| | EEFI - 903 | EETI - 903 | 4,800 | 3,800 | 9,600 | |
| | EEFI - 904 | EETI - 904 | 6,400 | 5,000 | 12,800 | |
| | EEFI - 905 | EETI - 905 | 8,000 | 6,400 | 16,000 | |
| | EEFI - 906 | EETI - 906 | 9,600 | 7,700 | 19,200 | |
| | EEFI - 908 | EETI - 908 | 12,800 | 10,200 | 25,600 | |
| | EEFI - 910 | EETI - 910 | 16,000 | 12,800 | 32,000 | |
| | EEFI - 912 | EEFI - 912 | 19,200 | 15,400 | 38,400 | |
| | Dos Cintas | EEF2 - 901 | EET2 - 901 | 3,200 | 2,500 | 6,400 |
| | | EEF2 - 902 | EET2 - 902 | 6,400 | 5,000 | 12,800 |
| | | EEF2 - 903 | EET2 - 903 | 8,600 | 6,900 | 17,200 |
| EEF2 - 904 | | EET2 - 904 | 11,500 | 9,200 | 23,200 | |
| EEF2 - 905 | | EET2 - 905 | 13,600 | 10,900 | 27,200 | |
| EEF2 - 906 | | EET2 - 906 | 16,300 | 13,000 | 32,600 | |
| EEF2 - 908 | | EET2 - 908 | 19,200 | 15,400 | 38,400 | |
| EEF2 - 910 | | EET2 - 910 | 22,400 | 17,900 | 44,800 | |
| EEF2 - 912 | | EEF2 - 912 | 26,900 | 21,500 | 53,800 | |
| Tres Cintas | | EEF3 - 901 | EET3 - 901 | 4,100 | 3,300 | 8,200 |
| | EEF3 - 902 | EET3 - 902 | 8,300 | 6,600 | 16,600 | |
| | EEF3 - 903 | EET3 - 903 | 15,500 | 10,000 | 25,000 | |
| | EEF3 - 904 | EET3 - 904 | 16,000 | 12,800 | 32,000 | |
| | EEF3 - 905 | EET3 - 905 | 19,200 | 15,400 | 38,400 | |
| | EEF3 - 906 | EET3 - 906 | 23,000 | 18,400 | 46,000 | |
| | EEF3 - 908 | EET3 - 908 | 30,700 | 24,500 | 61,000 | |
| | EEF3 - 910 | EET3 - 910 | 36,800 | 29,400 | 73,600 | |
| | EEF3 - 912 | EEF3 - 912 | 44,000 | 35,200 | 88,000 | |
| | Cuatro Cintas | EEF4 - 901 | EET4 - 901 | 5,000 | 4,000 | 10,000 |
| EEF4 - 902 | | EET4 - 902 | 12,300 | 9,920 | 24,800 | |
| EEF4 - 903 | | EET4 - 903 | 17,600 | 14,080 | 35,200 | |
| EEF4 - 904 | | EET4 - 904 | 22,000 | 17,600 | 44,000 | |
| EEF4 - 905 | | EET4 - 905 | 24,800 | 19,800 | 49,600 | |
| EEF4 - 906 | | EET4 - 906 | 33,000 | 26,400 | 66,000 | |
| EEF4 - 908 | | EET4 - 908 | 39,700 | 31,700 | 79,400 | |
| EEF4 - 910 | | EET4 - 910 | 49,600 | 39,600 | 99,200 | |
| EEF4 - 912 | | EEF4 - 912 | 59,500 | 47,600 | 119,000 | |

*Carga límite de trabajo en Libras

Factor de Seguridad 5

Tabla 2.3: Tabla de capacidad de carga de eslinga de Nylon.

 Nylon



| | Sinfin | Vertical | Choker | Basket |
|----------------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|
| Una Cinta | EN1 - 901 | 3,200 | 2,500 | 6,400 |
| | EN1 - 902 | 6,400 | 5,000 | 12,800 |
| | EN1 - 903 | 8,600 | 5,900 | 17,200 |
| | EN1 - 904 | 11,500 | 9,200 | 23,000 |
| | EN1 - 905 | 13,600 | 10,900 | 27,200 |
| | EN1 - 906 | 16,300 | 13,000 | 32,600 |
| | EN1 - 908 | 19,200 | 15,400 | 38,400 |
| | EN1 - 910 | 22,400 | 17,900 | 44,800 |
| | EN1 - 912 | 26,900 | 19,200 | 19,200 |
| Dos Cintas | EN2 - 901 | 6,200 | 4,900 | 12,400 |
| | EN2 - 902 | 12,200 | 9,800 | 24,400 |
| | EN2 - 903 | 16,300 | 13,000 | 32,600 |
| | EN2 - 904 | 20,700 | 16,500 | 41,400 |
| | EN2 - 905 | 24,500 | 19,600 | 49,000 |
| | EN2 - 906 | 28,600 | 23,000 | 57,200 |
| | EN2 - 908 | 30,700 | 24,500 | 61,400 |
| | EN2 - 910 | 33,600 | 26,800 | 67,000 |
| | EN2 - 912 | 37,600 | 30,000 | 75,200 |
| Tres Cintas | EN3 - 901 | 8,000 | 6,400 | 16,000 |
| | EN3 - 902 | 16,000 | 12,800 | 32,000 |
| | EN3 - 903 | 21,500 | 17,200 | 43,000 |
| | EN3 - 904 | 28,700 | 23,000 | 57,400 |
| | EN3 - 905 | 34,000 | 27,200 | 68,000 |
| | EN3 - 906 | 40,700 | 32,500 | 81,400 |
| | EN3 - 908 | 46,000 | 36,800 | 92,000 |
| | EN3 - 910 | 51,500 | 41,200 | 103,000 |
| | EN3 - 912 | 59,200 | 47,300 | 118,400 |
| Cuatro Cintas | EN4 - 901 | 10,000 | 8,000 | 20,000 |
| | EN4 - 902 | 19,800 | 15,800 | 39,600 |
| | EN4 - 903 | 26,700 | 21,300 | 53,400 |
| | EN4 - 904 | 35,600 | 28,400 | 71,200 |
| | EN4 - 905 | 42,200 | 33,700 | 84,400 |
| | EN4 - 906 | 50,500 | 40,400 | 101,000 |
| | EN4 - 908 | 57,600 | 46,000 | 115,200 |
| | EN4 - 910 | 67,200 | 53,700 | 134,400 |
| EN4 - 912 | 80,700 | 64,500 | 161,400 | |

*Carga límite de trabajo en Libras

Factor de Seguridad 5

2.3.3 Grilletes

a) Definición.-

Grillete es un elemento de elevación que se suele usar como pieza intermedia entre el cáncamo o gancho y la eslinga.

El grillete suele constar de una argolla y un perno.

El factor de seguridad usado comúnmente es de 6



Figura 2.5 Grilletes.

b) Selección

i. El dato de entrada que necesitamos conocer para seleccionar una Grillete es:

- La fuerza a la que va a estar sometido cada grillete es la misma a la que va a estar sometido cada estrobo y es igual a F_1 .

ii. Tablas de Selección de Grilletes:

Conociendo la fuerza que estará sometido cada estrobo, podemos conocer la carga o fuerza a izar por grillete.

Luego seleccionamos de la Tabla de Grilletes, Tabla 2.4, un grillete cuya capacidad de izaje supere el peso de la carga a izar por grillete, con un factor de seguridad de 6

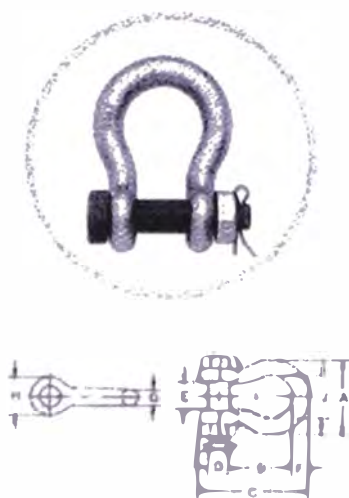


Figura 2.6 Grillete lira con pin y tuerca con pasador.

Tabla 2.4: Capacidad de Carga de Grilletes lira con Pin y tuerca con pasador.

Grillete lira con pin y tuerca con pasador

| Diámetro (plg). | Carga Límite de Trabajo (Ton) | Peso (C/U) (lbs) | A | B | C | D | E | F | G | H | J | B | E |
|-----------------|-------------------------------|------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|-------|------|------|
| 3/16 | 0,33 | 0,06 | 0,98 | 0,88 | 1,47 | 0,25 | 0,38 | 0,19 | 0,19 | 0,56 | 0,60 | 0,06 | 0,06 |
| 1/4 | 0,50 | 0,11 | 1,28 | 1,13 | 1,84 | 0,31 | 0,47 | 0,25 | 0,25 | 0,61 | 0,78 | 0,06 | 0,06 |
| 5/16 | 0,75 | 0,22 | 1,47 | 1,22 | 2,09 | 0,38 | 0,53 | 0,31 | 0,31 | 0,75 | 0,84 | 0,06 | 0,06 |
| 3/8 | 1,00 | 0,33 | 1,78 | 1,44 | 2,49 | 0,44 | 0,66 | 0,38 | 0,38 | 0,91 | 1,03 | 0,13 | 0,06 |
| 7/16 | 1,50 | 0,49 | 2,03 | 1,69 | 2,91 | 0,50 | 0,75 | 0,44 | 0,44 | 1,06 | 1,16 | 0,13 | 0,06 |
| 1/2 | 2,00 | 0,79 | 2,31 | 1,88 | 3,28 | 0,64 | 0,81 | 0,50 | 0,50 | 1,19 | 1,31 | 0,13 | 0,06 |
| 5/8 | 3,25 | 1,68 | 2,94 | 2,38 | 4,19 | 0,77 | 1,06 | 0,69 | 0,63 | 1,50 | 1,69 | 0,13 | 0,06 |
| 3/4 | 4,75 | 2,72 | 3,50 | 2,81 | 4,97 | 0,89 | 1,25 | 0,81 | 0,75 | 1,81 | 2,00 | 0,25 | 0,06 |
| 7/8 | 6,50 | 3,95 | 4,03 | 3,31 | 5,83 | 1,02 | 1,44 | 0,97 | 0,88 | 2,09 | 2,28 | 0,25 | 0,06 |
| 1 | 8,50 | 5,66 | 4,69 | 3,75 | 6,56 | 1,15 | 1,69 | 1,06 | 1,00 | 2,38 | 2,69 | 0,25 | 0,06 |
| 1 1/8 | 9,50 | 8,27 | 5,16 | 4,25 | 7,47 | 1,25 | 1,81 | 1,25 | 1,13 | 2,69 | 2,91 | 0,25 | 0,06 |
| 1 1/4 | 12,00 | 11,71 | 5,75 | 4,69 | 8,25 | 1,40 | 2,03 | 1,38 | 1,29 | 3,00 | 3,25 | 0,25 | 0,06 |
| 1 3/8 | 13,50 | 15,83 | 6,38 | 5,25 | 9,16 | 1,53 | 2,25 | 1,50 | 1,42 | 3,31 | 3,63 | 0,25 | 0,13 |
| 1 1/2 | 17,00 | 20,80 | 6,88 | 5,75 | 10,00 | 1,66 | 2,38 | 1,62 | 1,53 | 3,63 | 3,88 | 0,25 | 0,13 |
| 1 3/4 | 25,00 | 33,91 | 8,80 | 7,00 | 12,34 | 2,04 | 2,88 | 2,25 | 1,84 | 4,19 | 5,00 | 0,25 | 0,13 |
| 2 | 35,00 | 52,25 | 10,15 | 7,75 | 13,68 | 2,30 | 3,25 | 2,40 | 2,08 | 4,81 | 5,75 | 0,25 | 0,13 |
| 2 1/2 | 55,00 | 98,25 | 12,75 | 10,50 | 17,90 | 2,80 | 4,13 | 3,13 | 2,71 | 5,69 | 7,25 | 0,25 | 0,25 |
| 3 | 85,00 | 154,00 | 14,62 | 13,00 | 21,50 | 3,30 | 5,00 | 3,62 | 3,12 | 6,50 | 7,88 | 0,25 | 0,25 |
| 3 1/2 | 120,00 | 265,00 | 17,02 | 14,63 | 24,88 | 3,76 | 5,25 | 4,38 | 3,62 | 8,00 | 9,00 | 0,25 | 0,25 |
| 4 | 150,00 | 338,00 | 18,00 | 14,50 | 25,68 | 4,26 | 5,50 | 4,56 | 4,00 | 9,00 | 10,00 | 0,25 | 0,25 |

Factor de seguridad 6

2.3.4 Grúas

a) Definición.-

Una grúa es una máquina de elevación de movimiento discontinuo destinado a elevar y distribuir cargas en el espacio suspendidas de un gancho.

Por regla general son ingenios que cuentan con poleas acanaladas, contrapesos, mecanismos simples, etc. para crear ventaja mecánica y lograr mover grandes cargas.

Son muy comunes en obras de construcción, puertos, instalaciones industriales y otros lugares donde es necesario trasladar cargas. Existe una gran variedad de grúas, diseñadas conforme a la acción que vayan a desarrollar. Generalmente la primera clasificación que se hace se refiere a grúas móviles y fijas:

i. Móviles

Autogrúas, de gran tamaño y situadas convenientemente sobre vehículos especiales. Pueden ser de los siguientes tipos: Sobre cadenas u orugas. Sobre ruedas o camión.



Figura 2.7 Grúas Telescópica.

ii. Fijas

Cambian la movilidad que da la grúa móvil con la capacidad para soportar mayores cargas y conseguir mayores alturas incrementando la estabilidad. Este tipo se caracteriza por quedar ancladas en el suelo (o al menos su estructura principal) durante el periodo de uso. A pesar de esto algunas pueden ser ensambladas y desensambladas en el lugar de trabajo.

- Grúas pórtico o grúas puente, empleadas en la construcción naval y en los pabellones industriales.
- Grúas de Celosía.
- Plumines, habitualmente situados en la zona de carga de los camiones.



Figura 2.8 Grúas de Celosías o de Castillo.

b) Selección de Grúa

i. Los datos de entrada que necesitamos conocer para seleccionar la grúa a utilizar son:

- Peso de la carga a izar
- Peso de los aparejos a utilizar (estrobos, grilletes, eslingas, etc)
- Entorno del área de montaje, nos permitirá conocer si hay restricciones dimensionales para la ubicación de la grúa
- Las posición inicial y final de la carga a izar
- Radio de giro (distancia horizontal de la tornamesa de la grúa con respecto al centro de gravedad de la carga a izar) en su posición inicial y final
- Longitud de Boom (distancia entre la tornamesa de la grúa con respecto al centro de gravedad de la carga a izar) en su posición inicial y final

ii. Cálculos:

- F: Peso de Carga a Izar
- Faparejos: Peso de estrobos, grilletes, eslingas, etc.
- $\text{Peso Total} = F + F_{\text{aparejos}}$ (9)
- Con los datos de entrada de radio de giro, longitud de boom y peso total a izar seleccionamos la grúa a utilizar
- $\% \text{ de Utilización} = \frac{\text{Peso Total}}{\text{Capacidad de Carga}} \leq 90\%$ (10)

iii. Selección de Grúas:

La tabla de carga de la grúa nos indica la capacidad de carga de la grúa a una longitud de Boom y Radio de giro especificado.

Por norma de la empresa, por seguridad, cuando el % de utilización supera el 90% se tiene que utilizar una grúa de mayor capacidad o disminuir el radio de giro o longitud de boom tal que el % de utilización cumpla con el requisito.

A continuación se presenta las Tablas de Carga de las Grúas a usaron en el montaje. Ver Tabla 2.5, 2.6, 2.7, 2.8 y 2.9

Tabla 2.5: Capacidad de Carga de Grúa de 200 Ton, modelo LTM 1200.

Pluma telescópica LTM 1200

Grúa estabilizada



Zona de trabajo 360°

Base de apoyo 9.9 m x 8.6 m

Con 2° mecanismo elevador o peso auxiliar y

Contrapeso de 59 Ton



TAB 82216 Bl. 3

360°

b

59 t

| Alcance (Radio) (m) | T-33.1 | T-33.1 | T-33.7 | T-38.2 | T-38.2 | T-38.2 |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 6 | 67.0 | 56.0 | 43.0 | | | |
| 7 | 63.0 | 52.0 | 40.5 | 53.0 | 42.0 | 37.5 |
| 8 | 58.0 | 48.5 | 38.0 | 50.0 | 40.0 | 35.0 |
| 9 | 54.0 | 45.5 | 36.0 | 47.5 | 38.0 | 33.0 |
| 10 | 50.0 | 42.0 | 33.0 | 44.5 | 36.0 | 30.5 |
| 12 | 44.5 | 36.5 | 29.0 | 40.0 | 32.0 | 27.0 |
| 14 | 39.0 | 32.0 | 26.0 | 35.5 | 28.5 | 23.8 |
| 16 | 34.5 | 28.5 | 23.4 | 31.5 | 25.5 | 21.3 |
| 18 | 30.0 | 26.0 | 21.3 | 28.2 | 23.0 | 19.4 |
| 20 | 25.5 | 23.5 | 19.5 | 25.4 | 21.0 | 17.8 |
| 22 | 21.8 | 22.0 | 18.0 | 22.6 | 19.5 | 16.5 |
| 24 | 18.8 | 20.0 | 16.5 | 19.5 | 18.0 | 15.4 |
| 26 | 16.4 | 18.3 | 15.3 | 17.1 | 16.5 | 14.3 |
| 28 | 14.3 | 16.3 | 14.0 | 15.0 | 15.4 | 13.3 |
| 30 | | | 13.0 | 13.2 | 14.5 | 12.4 |
| 32 | | | | 11.7 | 13.4 | 11.4 |
| 34 | | | | 10.3 | 12.4 | 10.6 |
| CODIGO LBM | 0001 | 0001 | 0001 | 0001 | 0001 | 0001 |
| Viento máx. (m/s) | 12.8 | 12.8 | 12.8 | 11.1 | 11.1 | 11.1 |
| Viento máx. de giro, grado | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| Tele I | 94 | 0 | 0 | 94 | 0 | 0 |
| Tele II | 94 | 94 | 50 | 94 | 94 | 50 |
| Tele III | 0 | 94 | 50 | 50 | 94 | 94 |
| Tele IV | 0 | 0 | 94 | 0 | 50 | 94 |
| Estado de extensión de los elementos telescópicos (%) | | | | | | |

T- = largo de boom telescópica en metros. Cargas a izar en toneladas.

Tabla 2.6: Capacidad de Carga de Grúa de 200 Ton, modelo 9520.

AMERICAN



**900 SERIES
MODEL 9520
TRUCK CRANE**
with 77.5 Boom

LIFT RATINGS

With 77.5 Tubular Hammerhead Boom and "T-U-R" Counterweight (75,000 Lbs.)

| Longitud Boom (pies) | Radio (pies) | Ángulo Boom (grados) | Carga con gatas contraídas | | Carga con gatas extendidas | | Longitud Boom (pies) | Radio (pies) | Ángulo Boom (grados) | Carga con gatas contraídas | | Carga con gatas extendidas | | |
|----------------------|--------------|----------------------|----------------------------|---------|----------------------------|---------|----------------------|--------------|----------------------|----------------------------|---------|----------------------------|---------|--------|
| | | | Sobre los lados | Reverso | Sobre los lados | Reverso | | | | Sobre los lados | Reverso | Sobre los lados | Reverso | |
| 70 pies | 16 | 82.8 | | 146670 | 400000 | 400000 | 110 pies | 60 | 61.4 | 28970 | 34000 | 72530 | 85160 | |
| | 20 | 79.5 | | 131210 | 319320 | 319320 | | 70 | 55.3 | 23350 | 27380 | 58330 | 70490 | |
| | 25 | 75.4 | | 104260 | 243480 | 243480 | | 80 | 48.6 | 19040 | 22450 | 48250 | 59600 | |
| | 30 | 71.1 | | 83670 | 195990 | 195990 | | 90 | 41.2 | 15610 | 18630 | 40710 | 51200 | |
| | 35 | 66.7 | | 69410 | 160910 | 163440 | | 100 | 32.3 | 12810 | 15560 | 34840 | 44400 | |
| | 40 | 62.2 | 49650 | 58950 | 131130 | 139730 | | 110 | 20.1 | 10440 | 13010 | 30120 | 38660 | |
| | 50 | 52.4 | 38480 | 44590 | 94720 | 107470 | | 120 pies | 22 | 82.9 | | 120320 | 282720 | 282720 |
| | 60 | 41.0 | 30720 | 35180 | 73260 | 86520 | | | 25 | 81.5 | | 102840 | 241980 | 241980 |
| 70 | 25.6 | 24960 | 28490 | 59050 | 71740 | 30 | 79.1 | | | 82190 | 194380 | 194380 | | |
| 80 pies | 17 | 83.0 | | 141670 | 391110 | 391110 | 35 | | 76.7 | 54880 | 67910 | 160550 | 161770 | |
| | 20 | 80.8 | | 130410 | 319090 | 319090 | 40 | | 74.2 | 47270 | 57430 | 130550 | 138030 | |
| | 25 | 77.2 | | 104000 | 243220 | 243220 | 50 | | 69.2 | 36220 | 43090 | 93900 | 105770 | |
| | 30 | 73.5 | | 83400 | 195710 | 195710 | 60 | | 64.0 | 28580 | 33720 | 72340 | 84850 | |
| | 35 | 69.8 | | 69140 | 160910 | 163150 | 70 | | 58.5 | 22980 | 27110 | 58130 | 70180 | |
| | 40 | 65.9 | 49190 | 58680 | 131080 | 139430 | 80 | 52.7 | 18680 | 22190 | 48050 | 59300 | | |
| | 50 | 57.8 | 38060 | 44330 | 94620 | 107190 | 90 | 46.4 | 15270 | 18380 | 40510 | 50910 | | |
| | 60 | 48.8 | 30340 | 34940 | 73150 | 86250 | 100 | 39.3 | 12490 | 15320 | 34650 | 44210 | | |
| 90 pies | 70 | 38.2 | 24650 | 28290 | 58960 | 71530 | 110 | 30.9 | 10160 | 12810 | 29960 | 38500 | | |
| | 80 | 23.8 | 20230 | 23290 | 48850 | 60550 | 120 | 19.2 | 8160 | 10690 | 26090 | 33810 | | |
| | 19 | 82.5 | | 133200 | 339810 | 339810 | 130 pies | 24 | 82.6 | | 107760 | 253860 | 253860 | |
| | 20 | 81.9 | | 129650 | 318840 | 318840 | | 25 | 82.2 | | 102470 | 241580 | 241580 | |
| | 25 | 78.7 | | 103730 | 242940 | 242940 | | 30 | 79.9 | 64090 | 81820 | 193960 | 193960 | |
| | 30 | 75.4 | | 83130 | 195410 | 195410 | | 35 | 77.7 | 54290 | 67520 | 160390 | 161340 | |
| | 35 | 72.1 | 56380 | 68860 | 160860 | 162840 | | 40 | 75.4 | 46680 | 57040 | 130350 | 137590 | |
| | 40 | 68.7 | 48740 | 58390 | 130990 | 139120 | | 50 | 70.8 | 35660 | 42700 | 93650 | 105320 | |
| 50 | 61.7 | 37630 | 44050 | 94480 | 106870 | 60 | | 66.1 | 28030 | 33330 | 72060 | 84400 | | |
| 60 | 54.2 | 29940 | 34670 | 72990 | 85950 | 70 | | 61.2 | 22440 | 26720 | 57830 | 69720 | | |
| 100 pies | 70 | 45.8 | 24280 | 28040 | 58810 | 71250 | 80 | 56.0 | 18160 | 21810 | 47740 | 58850 | | |
| | 80 | 35.9 | 19910 | 23080 | 48720 | 60330 | 90 | 50.5 | 14760 | 18000 | 40200 | 50470 | | |
| | 90 | 22.4 | 16410 | 19200 | 41150 | 51850 | 100 | 44.5 | 12000 | 14960 | 34350 | 43800 | | |
| | 20 | 82.7 | | 128800 | 318530 | 318530 | 110 | 37.7 | 9700 | 12460 | 29660 | 38210 | | |
| | 25 | 79.8 | | 103400 | 242580 | 242580 | 120 | 29.6 | 7740 | 10370 | 25820 | 33540 | | |
| | 30 | 76.9 | | 82780 | 195030 | 195030 | 130 | 18.4 | 6030 | 8560 | 22580 | 29630 | | |
| | 35 | 73.9 | 55830 | 68510 | 160760 | 162450 | 140 pies | 25 | 82.7 | | 102120 | 241200 | 241200 | |
| | 40 | 70.9 | 48200 | 58050 | 130840 | 138730 | | 30 | 80.7 | 63520 | 81450 | 193560 | 193560 | |
| 50 | 64.8 | 37120 | 43710 | 94290 | 106480 | 35 | | 78.6 | 53720 | 67150 | 160230 | 160920 | | |
| 60 | 58.2 | 29450 | 34330 | 72770 | 85560 | 40 | | 76.5 | 46130 | 56670 | 130140 | 137160 | | |
| 70 | 51.2 | 23810 | 27710 | 58580 | 70870 | 50 | | 72.3 | 35110 | 42320 | 93390 | 104880 | | |
| 80 | 43.3 | 19480 | 22770 | 48500 | 59970 | 60 | | 67.9 | 27500 | 32950 | 71780 | 93950 | | |
| 90 | 34.0 | 16030 | 18930 | 40950 | 51550 | 70 | | 63.4 | 21920 | 26340 | 57530 | 69280 | | |
| 100 | 21.2 | 13180 | 15820 | 35050 | 44600 | 80 | | 58.7 | 17650 | 21430 | 47430 | 58410 | | |
| 110 pies | 21 | 82.8 | | 124640 | 299600 | 299600 | 90 | 53.8 | 14270 | 17630 | 39890 | 50030 | | |
| | 25 | 80.7 | | 103080 | 242240 | 242240 | 100 | 48.5 | 11520 | 14590 | 34030 | 43370 | | |
| | 30 | 78.1 | | 82450 | 194660 | 194660 | 110 | 42.8 | 9230 | 12100 | 29350 | 37910 | | |
| | 35 | 75.4 | 55300 | 68170 | 160640 | 162070 | 120 | 36.2 | 7290 | 10020 | 25520 | 33250 | | |
| | 40 | 72.7 | 47680 | 57700 | 130670 | 138340 | 130 | 28.5 | 5620 | 8250 | 22310 | 29360 | | |
| | 50 | 67.2 | 36620 | 43370 | 94070 | 106080 | 140 | 17.7 | 4130 | 6700 | 19560 | 26040 | | |

(Continúa)

Continuación

| Longitud Boom (pies) | Radio (pies) | Ángulo Boom (grados) | Cargas con gatas contraídas | | Con gatas extendidas | | |
|----------------------|--------------|----------------------|-----------------------------|---------|----------------------|---------|--------|
| | | | Sobre los lados | Reverso | Sobre los lados | Reverso | |
| 150 pies | 26 | 82.8 | | 96900 | 229580 | 229580 | |
| | 30 | 81.3 | 62900 | 81060 | 193120 | 193120 | |
| | 35 | 79.4 | 53110 | 66750 | 160060 | 160470 | |
| | 40 | 77.4 | 45530 | 56260 | 129920 | 136700 | |
| | 50 | 73.5 | 34530 | 41910 | 93120 | 104400 | |
| | 60 | 69.5 | 26930 | 32540 | 71470 | 83470 | |
| | 70 | 65.3 | 21360 | 25930 | 57210 | 68800 | |
| | 80 | 61.0 | 17100 | 21020 | 47100 | 57930 | |
| | 90 | 56.6 | 13730 | 17220 | 39550 | 49550 | |
| | 100 | 51.8 | 10980 | 14190 | 33690 | 42890 | |
| | 110 | 46.8 | 8710 | 11710 | 29010 | 37470 | |
| | 120 | 41.2 | 6780 | 9640 | 25180 | 32910 | |
| | 130 | 35.0 | 5130 | 7880 | 21980 | 29030 | |
| | 140 | 27.5 | 3680 | 6350 | 19250 | 25740 | |
| | 150 | 17.1 | 2380 | 5000 | 16890 | 22890 | |
| 160 pies | 27 | 82.9 | | | 202040 | 202040 | |
| | 30 | 81.8 | | | 192700 | 192700 | |
| | 35 | 80.0 | | | 159880 | 160030 | |
| | 40 | 78.2 | | | 129700 | 136250 | |
| | 50 | 74.5 | | | 92840 | 103940 | |
| | 60 | 70.8 | | | 71160 | 83000 | |
| | 70 | 67.0 | | | 56890 | 68330 | |
| | 80 | 63.0 | | | 46760 | 57460 | |
| | 90 | 58.9 | | | 39210 | 49080 | |
| | 100 | 54.6 | | | 33350 | 42430 | |
| | 110 | 50.1 | | | 28660 | 37000 | |
| | 120 | 45.2 | | | 24830 | 32500 | |
| | 130 | 39.8 | | | 21640 | 28690 | |
| | 140 | 33.8 | | | 18930 | 25410 | |
| | 150 | 26.6 | | | 16590 | 22560 | |
| 160 | 16.5 | | | 14530 | 20040 | | |
| 170 pies | 28 | 83.0 | | | 179030 | 179030 | |
| | 30 | 82.3 | | | 179030 | 179030 | |
| | 35 | 80.6 | | | 159670 | 159670 | |
| | 40 | 78.9 | | | 129500 | 135880 | |
| | 50 | 75.5 | | | 92600 | 103550 | |
| | 60 | 72.0 | | | 70900 | 82610 | |
| | 70 | 68.4 | | | 56600 | 67920 | |
| | 80 | 64.7 | | | 46470 | 57060 | |
| | 90 | 60.9 | | | 38910 | 48680 | |
| | 100 | 57.0 | | | 33040 | 42030 | |
| | 110 | 52.8 | | | 28360 | 36610 | |
| | 120 | 48.5 | | | 24530 | 32100 | |
| | 130 | 43.8 | | | 21340 | 28300 | |
| | 140 | 38.6 | | | 18630 | 25040 | |
| | 150 | 32.8 | | | 16300 | 22200 | |
| 160 | 25.7 | | | 14270 | 19710 | | |
| 170 | 16.0 | | | 12460 | 17470 | | |
| 180 pies | 30 | 82.7 | | | 160230 | 160230 | |
| | 35 | 81.1 | | | 159210 | 159210 | |
| | 40 | 79.5 | | | 129270 | 135410 | |
| | 50 | 76.3 | | | 92310 | 103070 | |
| | 60 | 73.0 | | | 70580 | 82110 | |
| | 70 | 69.6 | | | 56260 | 67430 | |
| | 80 | 66.2 | | | 46120 | 56560 | |
| | 90 | 62.7 | | | 38550 | 48180 | |
| | 180 pies | 100 | 59.0 | | | 32680 | 41530 |
| 110 | | 55.2 | | | 27990 | 36110 | |
| 120 | | 51.2 | | | 24160 | 31610 | |
| 130 | | 47.0 | | | 20970 | 27810 | |
| 140 | | 42.5 | | | 18270 | 24560 | |
| 150 | | 37.5 | | | 15940 | 21730 | |
| 160 | | 31.8 | | | 13920 | 19250 | |
| 170 | | 25.0 | | | 12130 | 17050 | |
| 180 | | 15.5 | | | 10530 | 15060 | |
| 190 pies | | 31 | 82.8 | | | 143210 | 143210 |
| | | 35 | 81.6 | | | 143210 | 143210 |
| | | 40 | 80.1 | | | 129040 | 134950 |
| | | 50 | 77.0 | | | 92030 | 102600 |
| | | 60 | 73.9 | | | 70260 | 81630 |
| | | 70 | 70.7 | | | 55930 | 66940 |
| | 80 | 67.5 | | | 45770 | 56070 | |
| | 90 | 64.2 | | | 38190 | 47700 | |
| | 100 | 60.8 | | | 32320 | 41040 | |
| | 110 | 57.3 | | | 27630 | 35630 | |
| | 120 | 53.6 | | | 23800 | 31130 | |
| | 130 | 49.8 | | | 20600 | 27330 | |
| | 140 | 45.7 | | | 17900 | 24080 | |
| | 150 | 41.3 | | | 15580 | 21260 | |
| | 160 | 36.4 | | | 13560 | 18790 | |
| 170 | 30.9 | | | 11780 | 16600 | | |
| 180 | 24.3 | | | 10200 | 14640 | | |
| 190 | 15.1 | | | 8770 | 12860 | | |
| 200 pies | 32 | 82.9 | | | 129410 | 129410 | |
| | 35 | 82.0 | | | 129410 | 129410 | |
| | 40 | 80.6 | | | 128810 | 129410 | |
| | 50 | 77.7 | | | 91730 | 102100 | |
| | 60 | 74.7 | | | 69940 | 81130 | |
| | 70 | 71.7 | | | 55580 | 66440 | |
| | 80 | 68.7 | | | 45410 | 55560 | |
| | 90 | 65.6 | | | 37820 | 47180 | |
| | 100 | 62.4 | | | 31940 | 40530 | |
| | 110 | 59.1 | | | 27250 | 35110 | |
| | 120 | 55.7 | | | 23410 | 30620 | |
| | 130 | 52.2 | | | 20220 | 26820 | |
| | 140 | 48.4 | | | 17510 | 23580 | |
| | 150 | 44.5 | | | 15190 | 20760 | |
| | 160 | 40.2 | | | 13170 | 18300 | |
| 170 | 35.5 | | | 11400 | 16120 | | |
| 180 | 30.1 | | | 9830 | 14170 | | |
| 190 | 23.7 | | | 8420 | 12420 | | |
| 200 | 14.7 | | | 7140 | 10810 | | |
| 210 pies | 33 | 83.0 | | | 117060 | 117060 | |
| | 35 | 82.4 | | | 117060 | 117060 | |
| | 40 | 81.0 | | | 117060 | 117060 | |
| | 50 | 78.3 | | | 91440 | 101620 | |
| | 60 | 75.5 | | | 69610 | 80640 | |
| | 70 | 72.6 | | | 55240 | 65940 | |
| | 80 | 69.8 | | | 45050 | 55060 | |
| | 90 | 66.8 | | | 37460 | 46680 | |
| | 100 | 63.8 | | | 31570 | 40030 | |
| 110 | 60.7 | | | 26870 | 34610 | | |

Tabla 2.7: Capacidad de Carga de Grúa de 80 Ton, modelo RT 780.



| Radio (pies) | Angulo de Boom (grados) | Sobre frente (Lb) | 360° | Radio (pies) | Angulo de Boom (grados) | Sobre frente (Lb) | 360° | Radio (pies) | Angulo de Boom (grados) | Sobre frente (Lb) | 360° |
|-----------------------|-------------------------|-------------------|---------|-----------------------|-------------------------|-------------------|---------|-----------------------|-------------------------|-------------------|--------|
| Longitud Boom 40 pies | | | | Longitud Boom 54 pies | | | | Longitud Boom 66 pies | | | |
| 10 | 69.4 | 160,000 | 160,000 | 10 | 75.0 | 102,500 | 102,500 | 15 | 73.3 | 80,600 | 80,600 |
| 12 | 66.2 | 125,600 | 125,600 | 12 | 72.8 | 102,500 | 102,500 | 20 | 68.6 | 71,900 | 71,900 |
| 15 | 61.3 | 108,800 | 108,800 | 15 | 69.3 | 100,500 | 100,500 | 25 | 63.8 | 64,800 | 64,800 |
| 20 | 52.3 | 84,700 | 84,700 | 20 | 63.4 | 85,300 | 85,300 | 30 | 58.7 | 54,400 | 51,000 |
| 25 | 42.0 | 65,600 | 65,600 | 25 | 57.1 | 66,700 | 66,700 | 35 | 53.3 | 41,000 | 38,200 |
| 30 | 28.5 | 52,800 | 49,200 | 30 | 50.3 | 53,900 | 50,500 | 40 | 47.5 | 32,000 | 29,900 |
| 33.9 | 0.0 | 28,500 | 28,500 | 35 | 42.6 | 40,500 | 37,700 | 45 | 41.1 | 25,900 | 24,100 |
| | | | | 40 | 33.6 | 31,500 | 29,400 | 50 | 33.6 | 21,200 | 19,800 |
| | | | | 45 | 21.0 | 25,200 | 23,500 | 55 | 24.0 | 17,700 | 16,400 |
| | | | | 47.9 | 0.0 | 19,000 | 19,000 | 59.9 | 0.0 | 14,100 | 13,800 |

| Longitud Boom 78 pies | | | | Longitud Boom 90 pies | | | | Longitud Boom 102 pies | | | |
|-----------------------|------|--------|--------|-----------------------|------|--------|--------|------------------------|------|--------|--------|
| 20 | 72.1 | 62,200 | 62,200 | 20 | 74.6 | 56,200 | 56,200 | 25 | 73.5 | 41,900 | 41,900 |
| 25 | 68.1 | 55,700 | 55,700 | 25 | 71.2 | 48,000 | 48,000 | 30 | 70.5 | 36,400 | 36,400 |
| 30 | 64.0 | 49,700 | 49,700 | 30 | 67.7 | 41,700 | 41,700 | 35 | 67.5 | 32,100 | 32,100 |
| 35 | 59.8 | 41,200 | 38,500 | 35 | 64.2 | 36,600 | 36,600 | 40 | 64.3 | 28,600 | 28,600 |
| 40 | 55.3 | 32,300 | 30,200 | 40 | 60.6 | 32,500 | 30,400 | 45 | 61.1 | 25,700 | 24,700 |
| 45 | 50.6 | 26,100 | 24,400 | 45 | 56.8 | 26,300 | 24,600 | 50 | 57.8 | 21,900 | 20,500 |
| 50 | 45.5 | 21,600 | 20,200 | 50 | 52.8 | 21,800 | 20,300 | 55 | 54.4 | 18,400 | 17,200 |
| 55 | 39.9 | 18,100 | 16,900 | 55 | 48.6 | 18,300 | 17,100 | 60 | 50.8 | 15,600 | 14,600 |
| 60 | 33.6 | 15,300 | 14,200 | 60 | 44.1 | 15,500 | 14,500 | 65 | 47.0 | 13,400 | 12,500 |
| 65 | 25.8 | 13,000 | 12,100 | 65 | 39.1 | 13,200 | 12,300 | 70 | 42.9 | 11,500 | 10,800 |
| 70 | 14.2 | 11,100 | 10,300 | 70 | 33.6 | 11,400 | 10,600 | 75 | 38.5 | 10,000 | 9,200 |
| 71.9 | 0.0 | 10,400 | 9,600 | 75 | 27.0 | 9,800 | 9,000 | 80 | 33.6 | 8,600 | 7,900 |
| | | | | 80 | 18.2 | 8,400 | 7,700 | 85 | 27.9 | 7,400 | 6,800 |
| | | | | 83.9 | 0.0 | 7,400 | 6,800 | 90 | 20.7 | 6,400 | 5,800 |

| Longitud Boom 114 pies | | | | Longitud Boom 126 pies | | | |
|------------------------|------|--------|--------|------------------------|------|--------|--------|
| 30 | 72.6 | 31,500 | 31,500 | 35 | 72.0 | 24,700 | 24,700 |
| 35 | 70.0 | 29,500 | 29,500 | 40 | 69.5 | 24,600 | 24,600 |
| 40 | 67.2 | 26,200 | 26,200 | 45 | 67.1 | 22,100 | 22,100 |
| 45 | 64.5 | 23,500 | 23,500 | 50 | 64.5 | 20,000 | 20,000 |
| 50 | 61.6 | 21,400 | 20,600 | 55 | 62.0 | 18,200 | 17,400 |
| 55 | 58.7 | 18,500 | 17,300 | 60 | 59.3 | 15,800 | 14,800 |
| 60 | 55.6 | 15,700 | 14,700 | 65 | 56.6 | 13,600 | 12,700 |
| 65 | 52.5 | 13,500 | 12,600 | 70 | 53.8 | 11,700 | 10,900 |
| 70 | 49.2 | 11,600 | 10,900 | 75 | 50.9 | 10,200 | 9,400 |
| 75 | 45.7 | 10,100 | 9,400 | 80 | 47.8 | 8,800 | 8,200 |
| 80 | 42.0 | 8,800 | 8,100 | 85 | 44.6 | 7,700 | 7,100 |
| 85 | 38.0 | 7,600 | 6,900 | 90 | 41.2 | 6,700 | 6,100 |
| 90 | 33.6 | 6,600 | 6,000 | 95 | 37.6 | 5,800 | 5,200 |
| 95 | 28.5 | 5,700 | 5,100 | 100 | 33.6 | 5,000 | 4,400 |
| 100 | 22.5 | 4,900 | 4,300 | 105 | 29.1 | 4,300 | 3,700 |
| 105 | 13.9 | 4,100 | 3,600 | 110 | 23.8 | 3,600 | 3,100 |
| 107.9 | 0.0 | 3,700 | 3,200 | 115 | 16.9 | 3,100 | 2,500 |
| | | | | 119.9 | 0.0 | 2,500 | 2,000 |

Add 100 lbs to the chart values if the AUXILLIARY BOOM HEAD SHEAVE is NOT ERCTED

Tabla 2.8: Capacidad de Carga de Grúa de 50 Ton, modelo RK 450.

| Radio (m) | Longitud de Boom (m) | | | | |
|-----------|----------------------|-------|-------|-------|-------|
| | 10.45 | 17.55 | 24.65 | 31.75 | 38.85 |
| 3.00 | 45.00 | 28.00 | | | |
| 3.50 | 40.80 | 28.00 | | | |
| 3.75 | 38.80 | 28.00 | | | |
| 4.00 | 36.90 | 28.00 | 20.00 | | |
| 4.50 | 33.40 | 28.00 | 20.00 | | |
| 5.00 | 30.20 | 28.00 | 20.00 | 13.00 | |
| 5.50 | 27.50 | 25.70 | 20.00 | 13.00 | |
| 6.00 | 25.00 | 23.60 | 20.00 | 13.00 | 7.50 |
| 6.50 | 22.70 | 21.80 | 18.40 | 13.00 | 7.50 |
| 7.00 | 20.70 | 20.00 | 17.00 | 13.00 | 7.50 |
| 7.50 | | 18.50 | 15.80 | 13.00 | 7.50 |
| 8.00 | | 17.10 | 14.80 | 12.40 | 7.50 |
| 8.50 | | 16.00 | 14.00 | 11.70 | 7.50 |
| 9.00 | | 15.00 | 13.20 | 11.15 | 7.50 |
| 9.50 | | 13.50 | 12.45 | 10.60 | 7.50 |
| 10.00 | | 12.30 | 11.80 | 10.10 | 7.50 |
| 11.00 | | 10.20 | 9.95 | 9.15 | 6.95 |
| 12.00 | | 8.55 | 8.30 | 8.30 | 6.45 |
| 13.00 | | 7.30 | 7.05 | 7.60 | 6.00 |

*Cargas a izar en toneladas.

Tabla 2.9: Capacidad de Carga de Grúa de 30 Ton, modelo RT 630.

| Radio (m) | Longitud de Boom (m) | | | | | | | | |
|-----------|----------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| | 9.80 | 11.60 | 13.40 | 15.20 | 17.10 | 18.90 | 20.70 | 22.60 | 24.40 |
| 3.00 | 27,000 (63) | 17,900 (68) | 17,000 (71.5) | 16,750 (74) | | | | | |
| 3.50 | 20,000 (59.5) | 17,100 (65) | 16,600 (69) | 16,175 (72) | 14,675 (74.5) | | | | |
| 4.00 | 16,775 (56) | 15,875 (62.5) | 15,525 (66.5) | 15,075 (70) | 14,275 (72.5) | | | | |
| 4.50 | 14,575 (52.5) | 14,450 (59.5) | 14,200 (64.5) | 13,875 (68) | 13,575 (71) | 13,225 (73.5) | | | |
| 5.00 | 13,175 (48.5) | 13,175 (56.5) | 13,125 (62) | 12,850 (66) | 12,775 (69) | 12,375 (71.5) | | | |
| 6.00 | 11,050 (39) | 11,050 (50) | 11,050 (56.5) | 11,050 (61.5) | 10,925 (65.5) | 10,750 (68.5) | 10,100 (70.5) | 9,295 (72.5) | 8,615 (74.5) |
| 7.00 | 9,050 (26.5) | 9,050 (42.5) | 9,050 (51) | 9,050 (57) | 9,050 (61.5) | 9,050 (65) | 9,010 (67.5) | 8,525 (70) | 7,995 (72) |
| 8.00 | | 7,840 (33.5) | 7,840 (45) | 7,840 (52) | 7,840 (57.5) | 7,840 (61.5) | 7,840 (64.5) | 7,680 (67) | 7,275 (69.5) |
| 9.00 | | 7,070 (21) | 7,070 (38) | 7,070 (47) | 7,070 (53) | 7,070 (58) | 7,070 (61.5) | 6,860 (64.5) | 6,685 (67) |
| 10.00 | | | 6,310 (29.5) | 6,310 (41) | 6,310 (48.5) | 6,310 (54.5) | 6,310 (58) | 6,215 (61.5) | 6,060 (64) |
| 12.00 | | | | 4,960 (26) | 4,960 (38) | 4,960 (46) | 4,960 (51) | 4,960 (55) | 4,960 (58.5) |
| 14.00 | | | | | 3,920 (23) | 3,920 (36) | 3,920 (43) | 3,920 (48) | 3,920 (52.5) |
| 16.00 | | | | | | 3,055 (21) | 3,055 (33) | 3,055 (40.5) | 3,055 (46) |
| 18.00 | | | | | | | 2,420 (18) | 2,420 (30.5) | 2,420 (38.5) |
| 20.00 | | | | | | | | 1,935 (15) | 1,935 (29) |
| 22.00 | | | | | | | | | 1,545 (12.5) |

Nota.-

() Ángulo de Boom son en grados

*Cargas a izar en kg.

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

3.1 Ubicación

La Refinería está ubicada en el distrito de Ventanilla, provincia del Callao,.

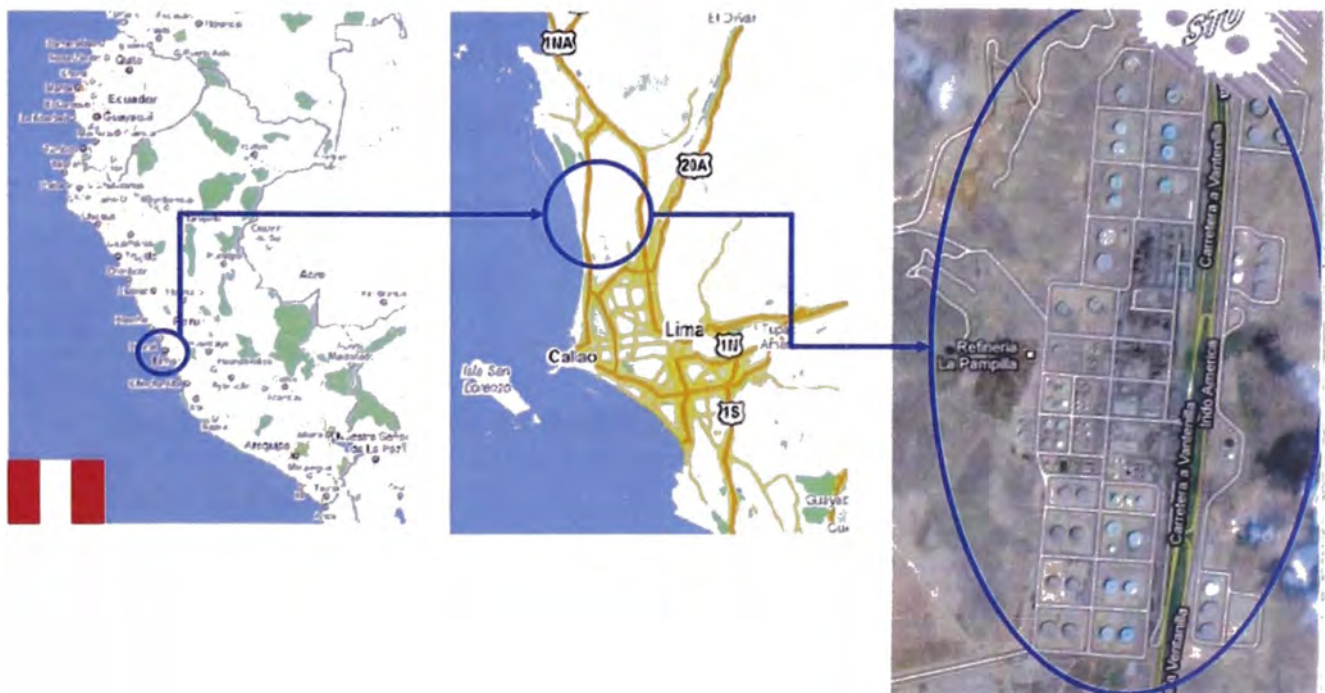


Figura 3.1 Ubicación del Proyecto.

3.2 Descripción Actual de la Refinación

La Refinería tiene actualmente una capacidad de procesamiento de 110.0 MBPD de crudo y produce derivados de hidrocarburos a partir de la refinación del petróleo.

Los hidrocarburos que produce son:

- GLP.
- Gasolinas (84, 90, 95 y 98 octanos) y nafta virgen.
- Kerosene.
- Diesel.
- Gasóleos
- Petróleos industriales N° 6 y 500.
- Asfaltos líquidos RC 250 y MC30.
- Cementos asfálticos de diferentes grados de penetración.

Para efectos de refinación del crudo la refinería cuenta con las siguientes unidades de procesamiento de crudo y productos intermedios:

- Destilación Primaria I (UDP I).
- Destilación Primaria II (UDP II).
- Destilación al Vacío I (UDV I).
- Destilación al Vacío II (UDV II).
- Craqueo Catalítico Fluido (FCC).
- Desulfurización y Reformación Catalítica (Unifining – Platforming).
- Merox de Kerosene I y II.

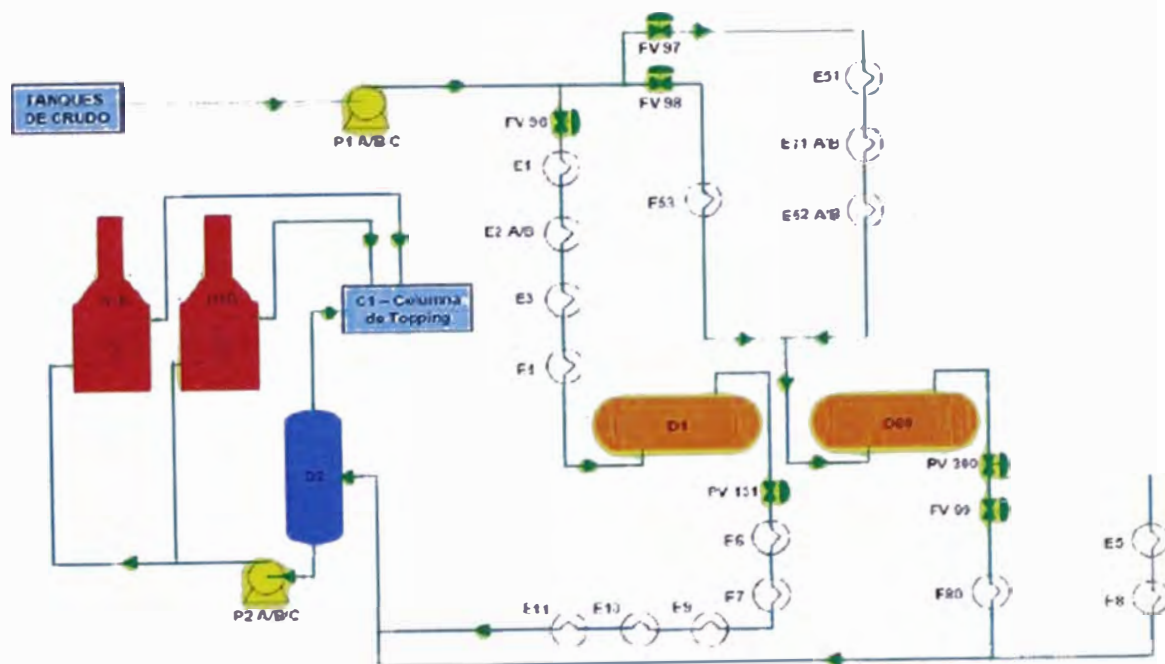


Figura 3.2 Esquema anterior de procesos de la Refinería.

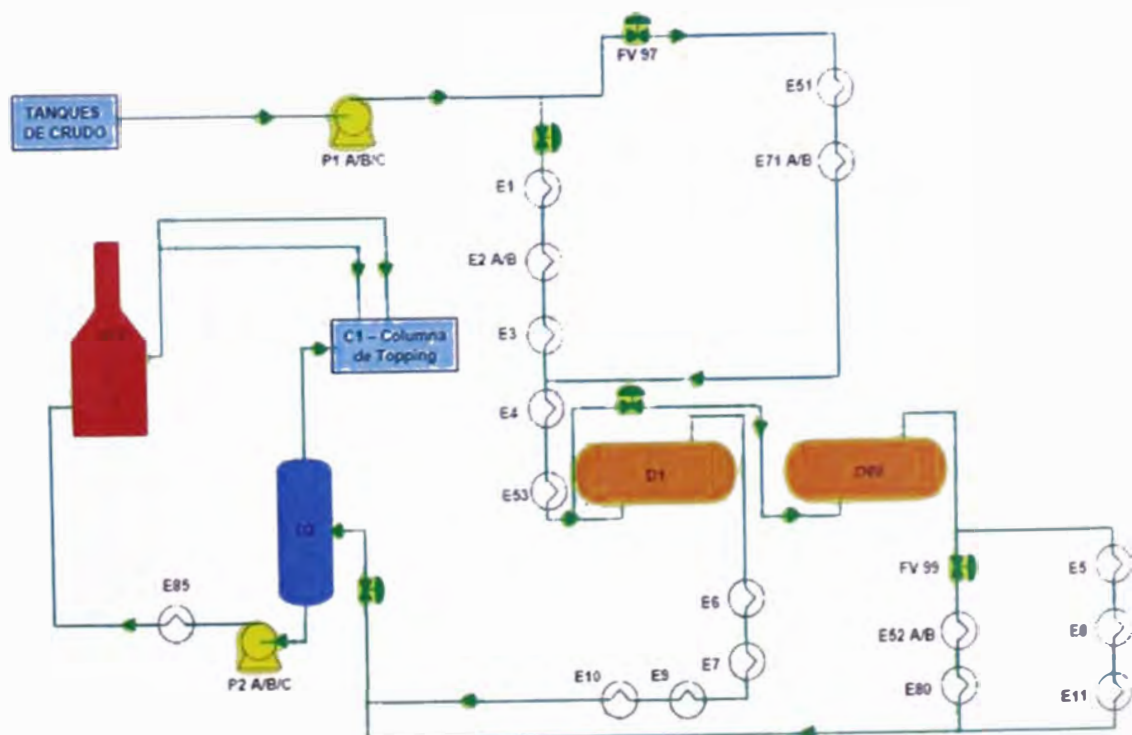


Figura 3.3 Esquema Actual de procesos de la Refinería.

3.3 Descripción de partes del Horno

Se instalará un nuevo Horno, en reemplazo de los dos Hornos Existentes.

El nuevo Horno, figura 3.4, es de tipo cilíndrico vertical con zona convectiva de superficie extendida y chimenea autoportante, construido en chapa de acero al carbono A 36 de 6 mm de espesor.

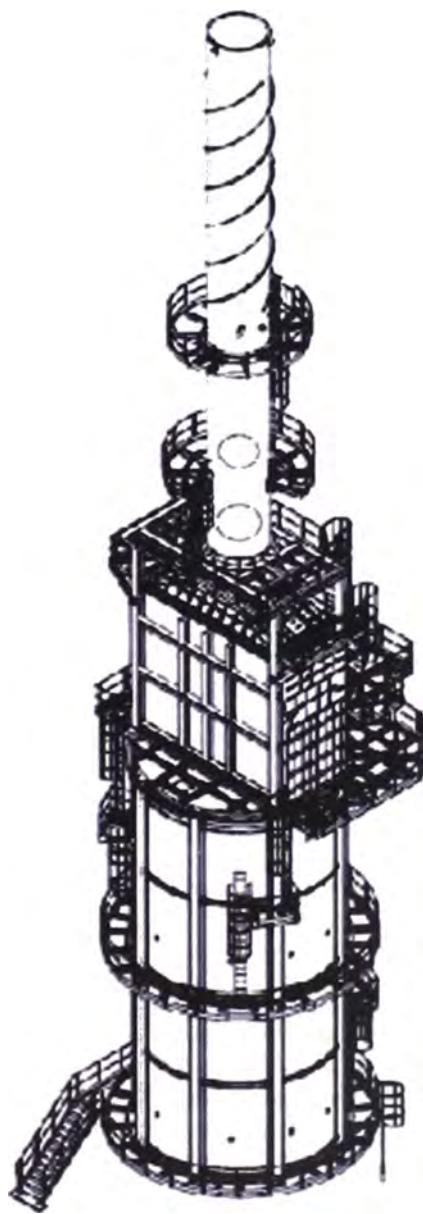


Figura 3.4 Horno.

La chimenea fabricada con el mismo material, A 36, dispone de chapas de 12 y 9 mm de espesor.

El serpentín de proceso se ha fabricado con tubo A 335 Gr P9 sin soldadura. En radiación con 34 tubos de Ø6" Sch 40 y 22 de Ø8" Sch 40, divididos en dos pasos. Las curvas y codos se han instalado de 180° y 90° radio corto (RC) en A 234 WP9, las bridas de entrada de Ø6" 300# WN RF, las de salida de Ø8" 300# WN RF y las de los cross-over de Ø6" 300# WN RF todas en material A 182 F9.

La zona convectiva está compuesta por 15 filas de tubos distribuidas en cuatro bancos. El inferior o de choque dispone de cuatro filas de proceso, tres de 8 tubos de Ø6" Sch 40 lisos en A 335 Gr P9 y la cuarta de 8 tubos de Ø6" Sch 40 en A 335 Gr P9.

Los otros dos bancos están compuestos por ocho y tres filas respectivamente de proceso y una de recalentamiento. El último banco dispone de cuatro filas de recalentamiento y un espacio libre para instalar dos filas futuras. Todos estos bancos están formados por diez tubos por fila de Ø5" Sch 40 en A 335 Gr P9 en proceso y A 335 Gr P11 en recalentamiento.

Los tubos en radiación se fijan a la pared mediante soportes tipo percha, guías intermedias y guías inferiores. Las perchas y las guías intermedias están fabricadas en fundición de IN-657 (50 Cr-50 Ni-Nb) y las inferiores en tubo de Ø1 ½" Sch 80 en A 312 TP 310, estas últimas se introducen en el tintero cerrado en la zona inferior con tapón de rosca hembra, para permitir la limpieza desde el exterior.

Los bancos de tubos de convectiva se soportan mediante placas de tubos, dos extremas construidas en A 570 Gr 40 refractadas con 100 mm de hormigón y una intermedia construida en IN-657. Las placas son discontinuas y entre bancos se

instalan tres niveles de dos sopladores retractiles cada uno, para la limpieza de la superficie extendida.

El Horno dispone de diez quemadores de tiro natural para tiro forzado mixtos fuel oil / fuel gas (FO / FG) y bajo NO_x, modelo AKWR-180 de ZEECO INC. Capaces de liberar 2,75 / 2,8 Gcal / hr con FO y FG respectivamente.

El Horno se ha diseñado para que a la liberación máxima no se produzca impacto de llama en los tubos ni en el refractario. Los quemadores disponen de encendido eléctrico y vigilancia de llama del piloto por ionización.

El Horno dispone de un sistema de Seguridad y Control, compuesto por instrumentos de campo instalados en una Unidad paquete (Skid de combustión), que dispone de las válvulas de control y corte de los combustibles y vapor de atomización, así como de los transmisores de presión, caudal y temperatura que envían los valores de las variables de operación a los sistemas de Seguridad (PLC) y Control (SCD), para regular y asegurar la operación.

En el propio horno se instalan los instrumentos de presión, temperatura y analizadores de O₂, necesarios para conocer la evolución de las variables de operación del equipo.

En el diseño de los equipos se ha tenido en cuenta la posibilidad de montar en un futuro, un sistema de recuperación de energía, mediante la instalación de un sistema de precalentamiento del aire de combustión para lo cual, se han previsto las esperas en quemadores, chimenea e instrumentación necesarios.

La evacuación de los humos en tiro natural, lo realiza una chimenea autoportante de 23,8 m de altura y 2.200 mm de diámetro interior de chapa, refractada con 50 mm de hormigón, la cual dispone de una válvula de regulación de tiro de dos laminas construidas en AISI – 304 y accionada manualmente desde la Casa de

Control, mediante un actuador neumático de giro de simple efecto con electro-positivador y las tomas de muestra de humos y conexiones de instrumentos para control de la combustión.

Para realizar las labores de operación y mantenimiento, el horno dispone de una serie de plataformas de servicio comunicadas por escaleras de gato soportadas por la estructura del Horno y que dan acceso a las puertas de inspección y visita, así como a las veinte mirillas de observación, mariposa de control de tiro, cross-over e instrumentos.

En la zona alta de radiación el horno dispone de cuatro puertas de seguridad, con objeto de aliviar el aumento de presión que se puede producir en caso de explosión.

Por último, indicar que el horno dispone en su totalidad de aislamiento interior de hormigón, de 300 mm en el fondo, 200 mm en la radiante y techo, 150 mm en convección y 75 mm y 50 mm en capota y chimenea, para disminuir las pérdidas de calor a través de las paredes.

El nuevo horno utilizará una mezcla de gas licuado de petróleo (GLP) y gas natural (GN) como combustible principal y podrá utilizar Diesel como combustible alternativo.

La fabricación del horno en talleres será realizada por sectores (zona radiante, zona conectiva y chimenea). Cada sector será recibido en obra en segmentos para facilidad de transporte y para que el montaje en obra sea factible con los equipos de izamiento disponibles en nuestro medio.

Los sectores de la zona radiante y chimenea llegarán a la refinería para su montaje, aplicación de refractario y posterior secado térmico. Las zonas convectivas vendrán con el refractario instalado listo para el secado térmico en obra.

CAPITULO IV

MONTAJE DE UN HORNO DE CRUDO

4.1 Gestión del Alcance del Proyecto

La Gestión del Alcance nos permite definir el alcance claramente, crear la estructura de trabajo (EDT), para poder verificar y controlar el alcance con lo cual conoceremos lo que incluye y no incluye el Montaje de un Horno de Crudo.

4.1.1 Unidades a Mejorar / Modificar

Unidad de Destilación Primaria y Unidad de Vacío:

- La Destilación Primaria (UDP) es la primera etapa de procesamiento del petróleo crudo y consiste en una separación física de los hidrocarburos presentes en el petróleo en función de sus puntos de ebullición.
- La Destilación al Vacío (UDV) es una etapa en la cual el residuo proveniente de la UDP es fraccionado a presiones menores que la atmosférica.

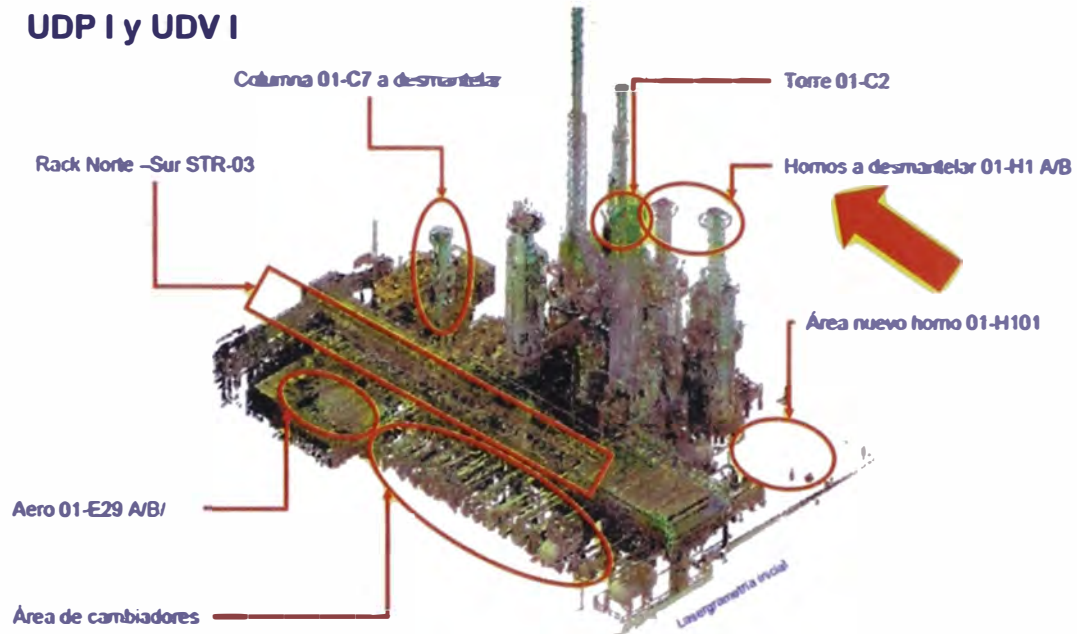


Figura 4.1 Esquema de la Planta a mejorar / modificar.

4.1.2 Consideraciones que se tuvo en la elaboración del Alcance

a. Entregables

a.1. Sección Radiante el cual consta de:

- Pared (4 Tejas)
- Serpentin
- Techo
- Fondo

a.2. Sección Convectiva el cual consta:

- Convectiva - Parte Inferior
- Convectiva – Parte Superior

a.3. Capota de Humos

a.4. Chimenea el cual consta de lo siguiente:

- Chimenea – Parte Inferior
- Chimenea – Parte Superior

a.5. Plataformas y Escaleras en las siguientes secciones:

- Sección Radiante
- Sección Convectiva
- Chimenea

b. Exclusiones:

- No incluye ni la Ingeniería ni el Diseño del Horno
- No incluye Suministro
- No incluyen las Obras Civiles
- No incluyen el soldeo de los serpentines ni de la sección radiante ni convectiva
- No incluye la instalación de material refractario
- No incluye montaje de tuberías ni bandejas, cables u otros elementos de electricidad e instrumentación

c. Supuestos:

- El Cliente entregará un punto de energía y agua para alimentar las instalaciones temporales
- Las obras civiles realizadas por otro subcontratista se terminarán y liberarán una semana antes del inicio del traslado y montaje del Horno, antes del 11 de enero del 2011
- Las zonas de trabajo estarán despejadas y liberadas de tal manera que no existan interferencias con otros subcontratistas en las zonas de maniobras, izaje y traslado de equipos
- La información técnica, como planos de ensamble, catálogos, etc. estarán en obra por lo menos 15 días antes de su montaje para poder realizar las actividades previas a tiempo
- Se realizará sólo Touch Up a los equipos y/o estructuras que se dañen durante el montaje.

d. EDT

El EDT nos permitió tener un control de los entregables terminados y del avance de los no terminados. Ver figura 4.2

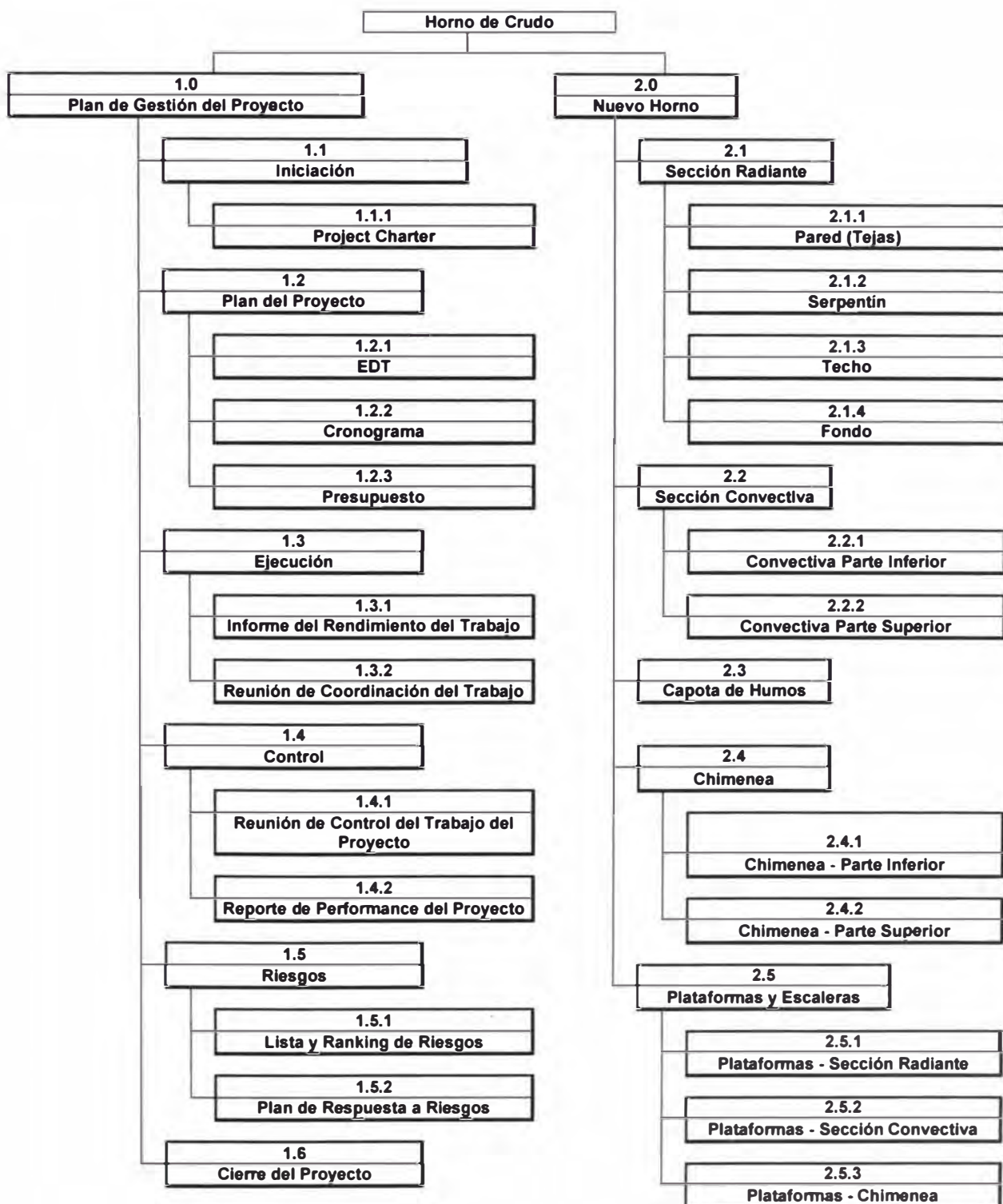


Figura 4.2 Estructura de Trabajo (EDT)

e. Formato de Control de Cambios del Alcance.-

Este formato se usó durante todas las etapas de construcción, el cual nos permitió evaluar y/o analizar la conveniencia del cambio solicitado, el costo y tiempo adicional que se incurría al ejecutar algún cambio de alcance. Para ejecutarse este cambio de alcance se tenía que contar con la aprobación de la Supervisión del Proyecto (Cliente) y de nuestro Gerente de Proyecto. **Ver Anexo A.**

4.2 Gestión del Tiempo del Proyecto

La Gestión del Tiempo nos permite definir, secuenciar, estimar recursos, estimar duración de las actividades para desarrollar y controlar el cronograma con lo cual conoceremos si la ejecución de las diferentes actividades se encuentran dentro de lo estimado y/o gestionar cambios, esto nos permitirá concluir el Montaje del Horno a tiempo.

4.2.1 Consideraciones que se tuvo en la Elaboración del Cronograma

a. Calendario Laboral

Para el proyecto, se estimó una duración de 84 días laborales; se programó las labores de lunes a sábado en un solo turno con jornadas de 10 horas diarias.

- Inicio: 25 de enero del 2011
- Término: 01 de mayo del 2011
- Horario de Trabajo: 07:00 a 18:00 horas.
- Refrigerio: 12:00 a 13:00 horas.

b. Supuestos

- Las obras civiles realizadas por otro subcontratista se terminarán y liberarán una semana antes del inicio del traslado y montaje del Horno.
- Los equipos a montar se encontrarán en almacenes del cliente por lo menos 10 días antes de su montaje para la respectiva inspección y recepción por parte de nuestra área de Calidad.
- La información técnica, como planos de ensamble, catálogos, etc. estarán en obra por lo menos 15 días antes de su montaje para poder realizar las actividades previas a tiempo.
- Las zonas de trabajo estarán despejadas y liberadas de tal manera que no existan interferencias con otros subcontratistas en las zonas de maniobras, izaje y traslado de equipos.
- Se contará con supervisión por parte del Cliente en los horarios establecidos.

c. Curvas "S" e Histograma

La curva "S" y el Histograma, nos permitió conocer las horas hombre utilizados y la cantidad de personal que se requería en el proyecto.

d. Definición de la Línea Base del Cronograma

Se realizó mediante los siguientes documentos:

- Cronograma del Proyecto. **Ver Anexo B.**
- Histograma del Proyecto. Ver figura 4.3.
- La Curva "S" del Proyecto. Ver figura 4.4.

Histograma de Personal Directo Base vs Real

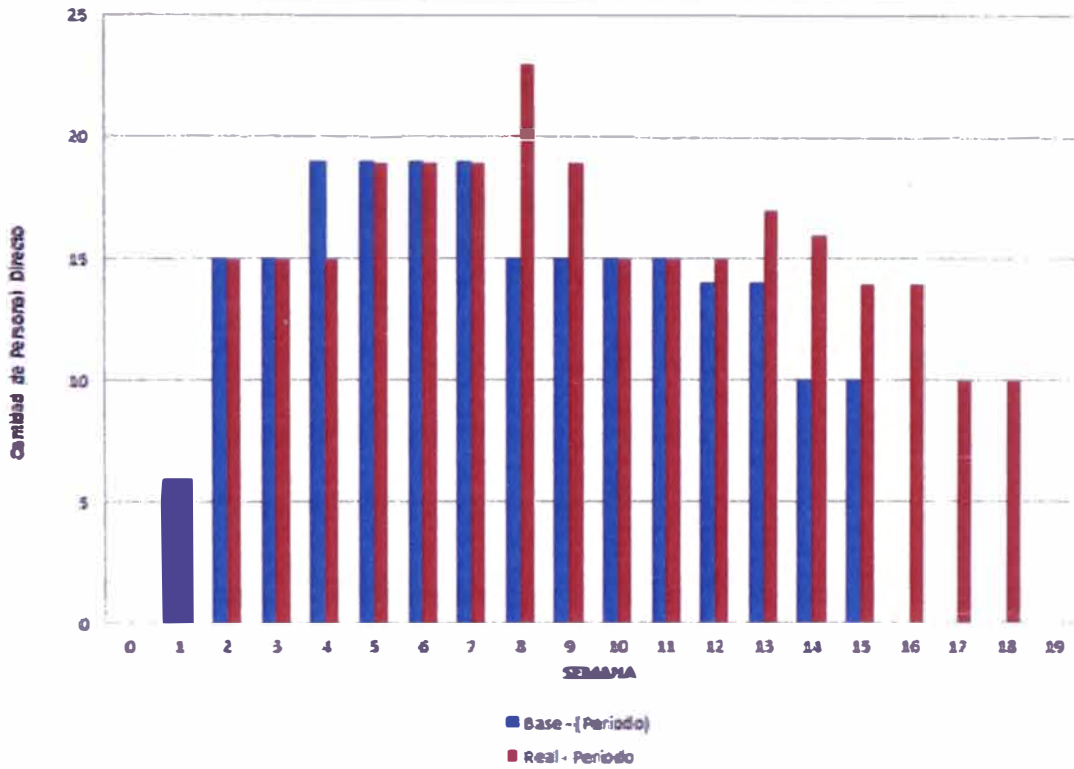


Figura 4.3 Histograma de Personal Directo Base vs Real.

Comparacion de Curva S Base vs Real

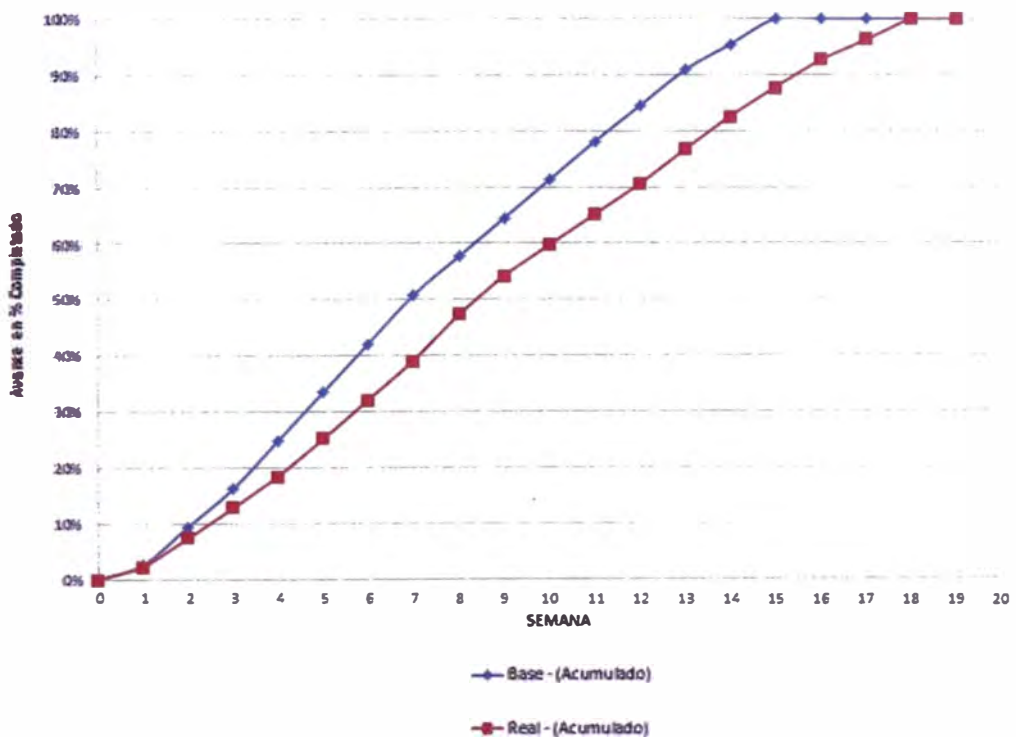


Figura 4.4 Comparación de Curva S Base vs Real.

e. Control del Cronograma y Monitoreo del Avance

El control y Monitoreo nos permitió conocer el estado del proyecto, para actualizar el avance del mismo y gestionar cambios a la Línea Base del Cronograma si fuese necesario, el control consiste en:

- Determinar el avance de la ejecución de los entregables.
- Influir en los factores que generaban cambios en el cronograma.
- Gestionar los Cambios conforme sucedían.

Para efectuar el Monitoreo y Control a la Línea Base del Cronograma, a esta se le comparó con los avances reales vs los avances planificados, los avances reales se obtienen de los reportes de desempeño del trabajo (avance, horas reales y ganada), la comparación permitió realizar un análisis del estado del proyecto en un determinado momento y gestionar los respectivos cambios.

4.3 Gestión de Calidad del Proyecto

La Gestión de la Calidad nos permitió planificar, asegurar y controlar la calidad del Proyecto Montaje de un Horno de Crudo.

También nos permitió definir la Línea Base de la calidad para el proyecto como para su producto, de manera que sirva como punto de referencia para monitorear y controlar la correcta ejecución de las actividades que permitan completar el Proyecto.

El alcance del Plan de Gestión de Calidad abarca los trabajos y controles referentes sólo a la parte de montaje. Se considera que para la fabricación del Horno de Crudo se realizó un Plan independiente.

La Gestión de Calidad del Proyecto se orientó a las actividades del equipo de proyecto que permitirían definir las políticas, objetivos y responsabilidades relativas a la calidad; así como la implementación de los procesos de calidad, aseguramiento de calidad y control de calidad.

La Gestión de Calidad del Proyecto describe como el equipo del Proyecto implementará la política de Calidad de nuestra organización, y trata cómo gestionar el Control de Calidad (QC) y el Aseguramiento de Calidad (QA) de los procesos a desarrollarse durante la ejecución del Proyecto.

4.3.1 Métricas de Calidad

Define en términos muy específicos un atributo del producto o del proyecto, conjuntamente con su tolerancia permisible; las mismas que serán usadas en los procesos de aseguramiento de la calidad y control de calidad. **Ver Anexo E.**

4.3.2 Planes de Inspección y Ensayos (PIE)

Es el plan elaborado para cada componente del entregable final, que sirve para verificar que se realizó usando la secuencia establecida y aprobada para su montaje. **Ver Anexo C.**

4.3.3 Plan de Gestión de la Calidad

Ver Anexo D, Plan de Gestión de la Calidad.

4.4 Procedimiento de Montaje del Horno

4.4.1 Secuencia de Montaje del Horno

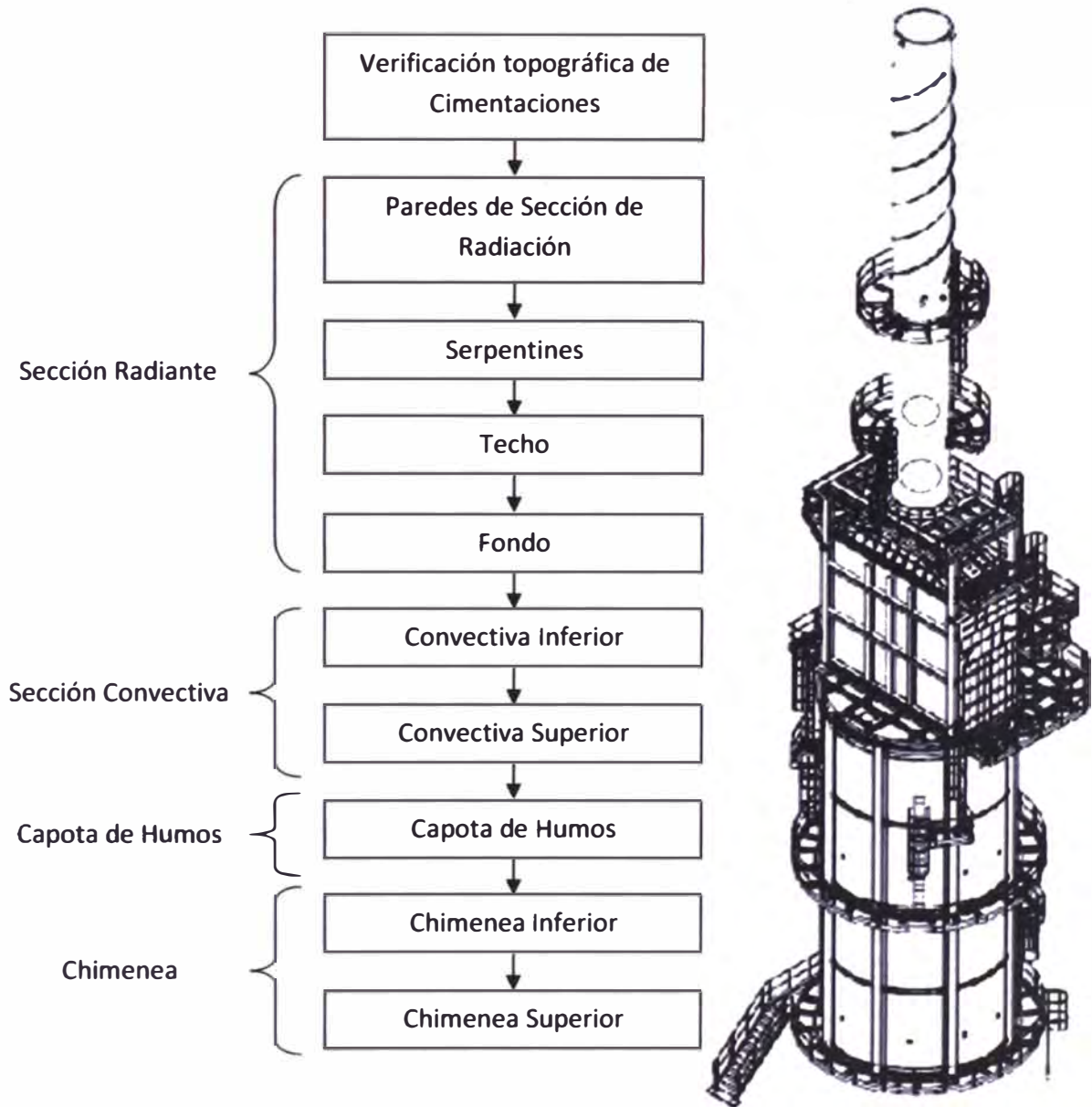


Figura 4.5 Horno de Crudo.

4.4.2 Montaje del Horno y Cálculos

a. Verificación topográfica de Cimentaciones

Para realizar la verificación topográfica de las cimentaciones del Horno, realizado por el Subcontratista de Especialidad Civil, se armó una torre de

andamios en cada cimentación del horno, las mismas no se retiraron hasta concluir el montaje del fondo.

Al realizar la verificación topográfica de los pernos de anclaje del Horno se encontró más de 1mm de desviación con respecto a los planos, lo cual produjo que los pernos de anclaje no encajaran con la base de la pared del Horno, para solucionar el problema se solicitó la autorización a la Supervisión para cerrar los agujeros con problemas y abrir nuevos en reemplazo, con su respectiva aprobación se procedió a modificar la posición de los agujeros que tenían el problema antes mencionado, estos problemas nos produjeron el retraso de 2 días para iniciar el montaje de la pared de la sección radiante.

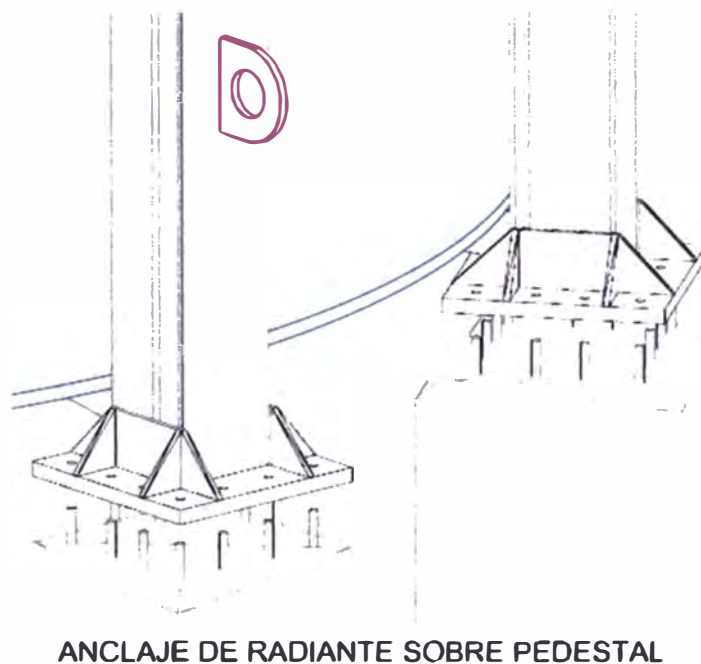


Figura 4.6 Pared de Sección Radiante y Cimentaciones del Horno.

b. Montaje de las Paredes de Sección de Radiante

i. Descripción del Montaje

La pared de la sección radiante se envió desde el taller de fabricación en 4 partes llamadas "Tejas".

Las cuatro Tejas se montaron en el siguiente orden:

- Nor-Oeste (1)
- Sur-Oeste (2)
- Nor-Este (3)
- Sur-Este (4)

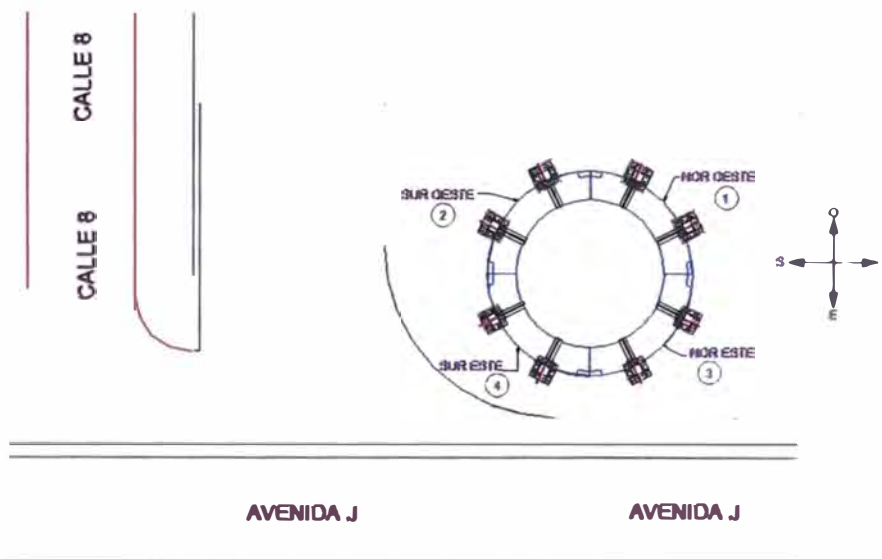


Figura 4.7 Secuencia de montaje de Tejas.

Para lo cual se emplearon los siguientes equipos mayores:

- Grúa de 30 Ton
- Grúa de 200 Ton (Montaje de Teja Nor-Oeste y Sur-Oeste)
- Grúa de 80 Ton (Montaje de Teja Nor-Este y Sur-Este)
- Camión Plataforma Extensible

La ejecución de las maniobras de montaje se realizó según los esquemas mostrados en las figura 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12 y 4.13.

Los equipos de izaje se posicionaron en las ubicaciones mostradas en la figura 4.8. Luego de estrobar la Teja, se izó levemente la misma, de tal forma que se permitió abandonar la zona de montaje al camión plataforma extensible, ver figura 4.9.

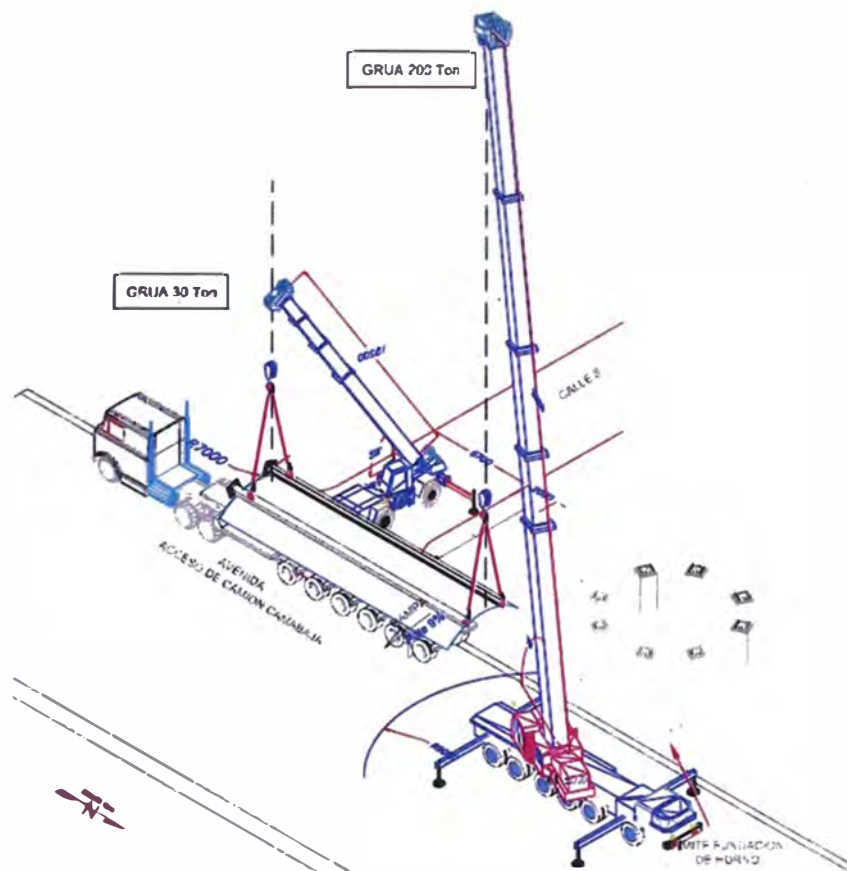


Figura 4.8 Posición de equipos para maniobra de montaje de Tejas

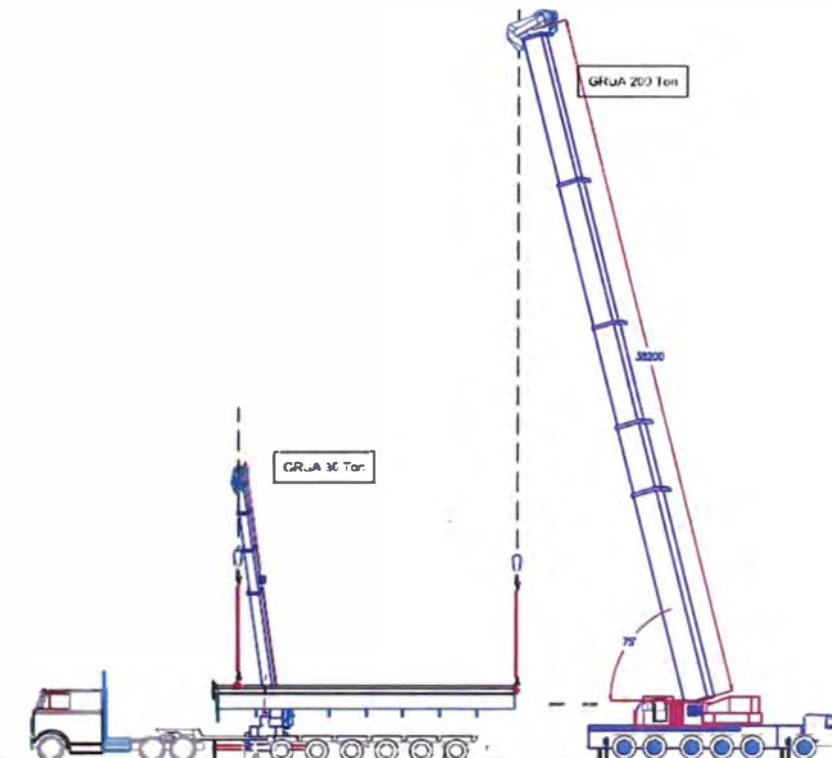


Figura 4.9 Izamiento de Teja para permitir la salida del camión plataforma.

A continuación la grúa de 200 Ton montó la Teja 1, la grúa de 200 Ton levantó el extremo superior de la Teja mientras que la grúa de 30 Ton mantuvo sujeto el extremo inferior de la Teja, simplemente acompañando el movimiento de la misma, ver figura 4.10.

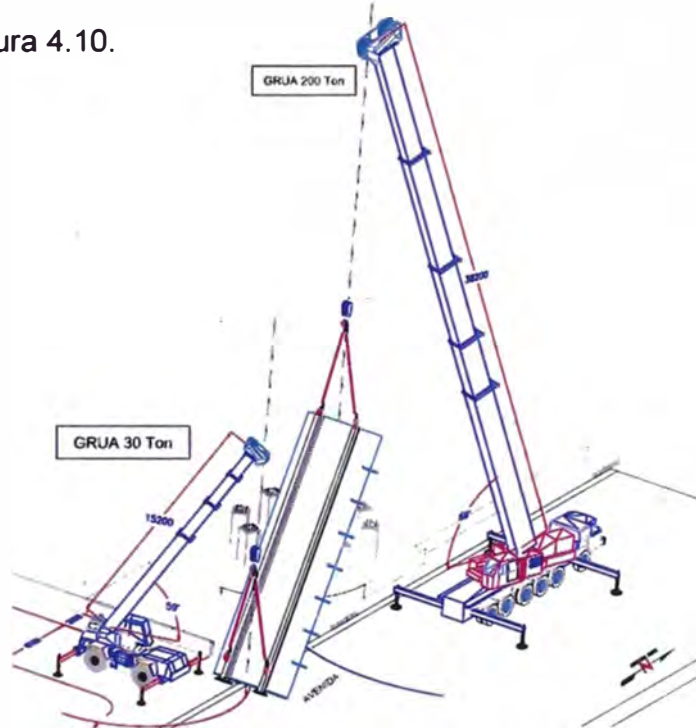


Figura 4.10 Maniobra de montaje de Teja 1.

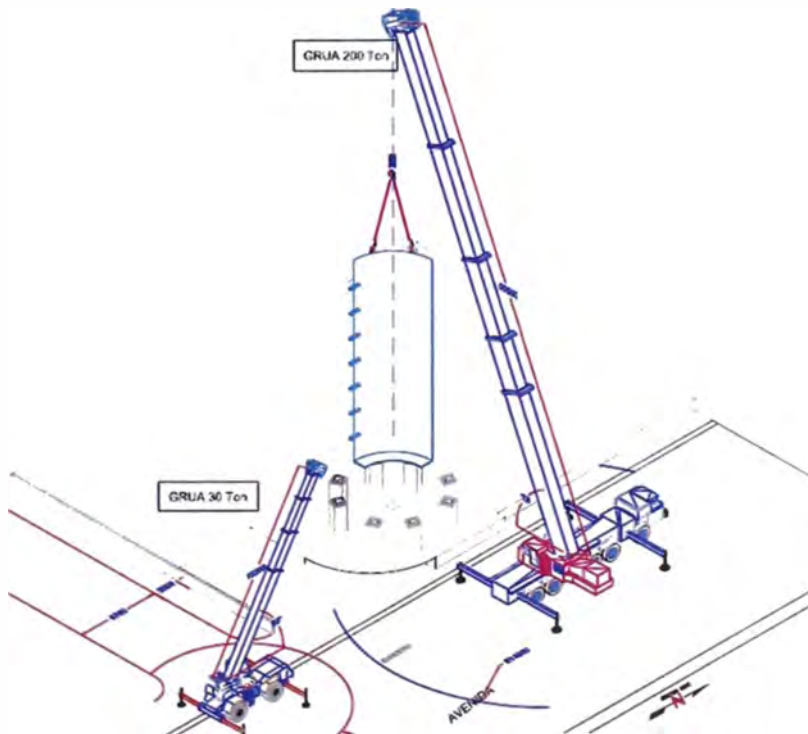


Figura 4.11 Posición final de Teja 1.

El mismo procedimiento de montaje de la Teja 1 se repitió para el montaje de la Teja 2.

Debido a que la grúa de 80 Ton tenía la capacidad de carga para montar las Tejas 3 y 4 del Horno, y por su disponibilidad se cambió la grúa de 200 Ton por la de 80 Ton.

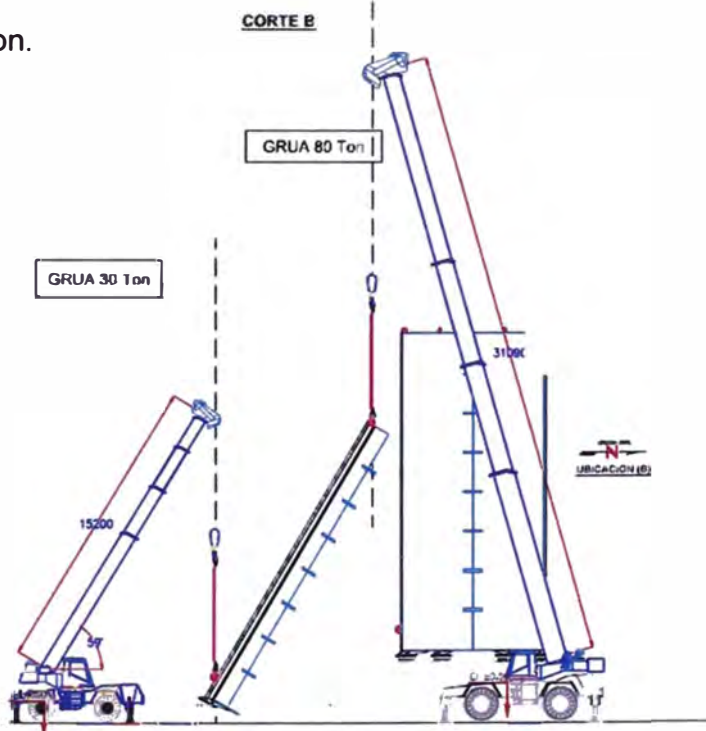


Figura 4.12 Maniobra de montaje de Teja 3.

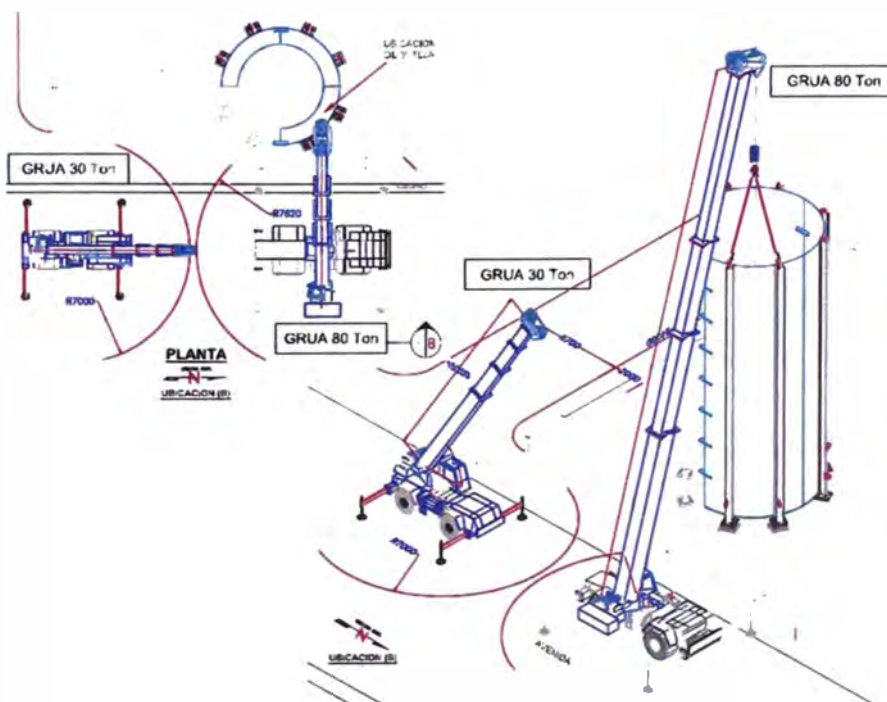


Figura 4.13 Posición final de Teja 3.

El mismo procedimiento de montaje de la Teja 3 se repitió para el montaje de la Teja 4.

Una vez posicionada la Teja sobre el pedestal de cimentación se le colocó cables de aceros anclados al piso, como medida de seguridad para mantener la estabilidad de la Teja.

Terminado el montaje las 4 tejas se procedieron a nivelar (mediante pernos de nivelación) y armar las paredes de la Sección Radiante para su posterior soldadura.

Cuatro columnas de andamios, ubicadas en cada junta vertical, fueron instaladas en el interior y exterior de la Sección Radiante.

Las paredes fueron acercadas entre sí empleando para ello ángulos de sujeción previamente instalados en la etapa de fabricación.

Para mantener el espaciamiento del talón de las juntas se utilizaron unas planchas cuadradas de 3" x 3" x 1/8"

Después de terminados los trabajos de soldadura, se dio un intervalo de 18 días útiles (3 semanas) al subcontratista encargado de instalar el refractario en la parte interior del Horno, mientras íbamos instalando plataformas y escaleras por la parte exterior.

ii. Cálculos y selección de aparejos

- Estrobos

Datos.-

- ✓ Peso de la carga a izar = 13,617 kg (Peso de una Teja).
- ✓ N° de estrobos = 2.
- ✓ Longitud de estrobo necesaria = 6 m.
- ✓ Tipos de accesorios a usarse para unir los estrobos, se unirán en el gancho de la grúa.

Utilizando la ecuación (2) para calcular la fuerza a la que va estar sometido cada estrobo.

$$F1 = \frac{F}{(\text{N}^\circ \text{ de estrobos}) \times \text{Cos } 45^\circ}; \text{ en kg} \quad (2)$$

$$F1 = \frac{13,617}{2 \times \text{Cos } 45^\circ}; \text{ en kg}$$

$$F1 = 9,628 \text{ kg}$$

Para calcular la capacidad de carga que tienen que tener los estrobos hacemos uso de la ecuación (4)

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq \frac{6 \times F1}{5} \quad (4)$$

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq \frac{6 \times 9,628 \text{ kg}}{5}$$

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq 11,554 \text{ kg}$$

De la tabla 2.1, seleccionamos estrobos cuya capacidad de carga supere los 11,554 kg calculados, con un ángulo crítico de 90°.

Elegimos los estrobos cuyos diámetros sean $\varnothing 1 \frac{1}{8}$ ", capacidad de carga de 12,000 kg (12 Ton), con un factor de seguridad superior al requerido.

- Grilletes

Datos.-

$$\checkmark F1 = 9,628 \text{ kg}$$

De la tabla 2.4, seleccionamos grilletes cuya capacidad de carga supere los 9,628 kg a izar por grillete.

Seleccionamos el grillete lira con pin y tuerca con pasador de $\varnothing 1 \frac{1}{4}$ " que tiene la capacidad de izar 12,000 kg (12 Ton), con factor de seguridad 6.

- % de utilización de la Grúa

Datos para Tejas 1 y 2, montajes con grúa de 200 Ton.

- ✓ Long de Boom = 38.2 m
- ✓ Radio de giro.-
 - Posición Inicial = 9 m
 - Posición Final = 14 m

De la tabla 2.5 tenemos que:

- ✓ Para Boom 38.2 m y Radio de giro 9 m la capacidad de carga es 33 Ton (33,000 kg).
- ✓ Para Boom 38.2 m y Radio de giro 14 m la capacidad de carga es 23.8 Ton (23,800 kg) (maniobra crítica).

Calculo de porcentaje de utilización de la grúa para la maniobra crítica

Aparejos: 2 estrobos de $\varnothing 1 \frac{1}{8}$ " x 6m, 2 grilletes de $\varnothing 1 \frac{1}{4}$ ", cable y gancho de la grúa.

Utilizando la ecuación (9)

$$\text{Peso Total} = F + F_{\text{aparejos}} \quad (9)$$

$$\text{Peso Total} = 13,617 \text{ kg} + 2,647 \text{ kg} = 16,264 \text{ kg}$$

Utilizando la ecuación (10)

$$\% \text{ de Utilización} = \frac{\text{Peso Total}}{\text{Capacidad de Carga}} \leq 90\% \quad (10)$$

$$\% \text{ de Utilización} = \frac{16,264 \text{ kg}}{23,800 \text{ kg}}$$

$$\% \text{ de Utilización} = 68\% \leq 90\%$$

Datos para tejas 3 y 4, montajes con grúa de 80 Ton.

- ✓ Long de Boom= 31.09 m = 102 pies
- ✓ Radio de giro.-
 - Posición Inicial = 7.62 m = 25 pies
 - Posición Final = 7.62 m = 25 pies

De la tabla 2.7 tenemos que:

- ✓ Para Boom 102 pies y Radio de giro 25 pies la capacidad de carga es 41,900 lb (19,000 kg).

Cálculo de porcentaje de utilización de la grúa para la maniobra

Aparejos: 2 estobos de \varnothing 1 1/8" x 6m, 2 grilletes de \varnothing 1 1/4", cable y gancho de la grúa.

Utilizando la ecuación (9)

$$\text{Peso Total} = F + F_{\text{aparejos}} \quad (9)$$

$$\text{Peso Total} = 13,617 \text{ kg} + 1,247 \text{ kg} = 14,864 \text{ kg}$$

Utilizando la ecuación (10)

$$\% \text{ de Utilización} = \frac{\text{Peso Total}}{\text{Capacidad de Carga}} \leq 90\% \quad (10)$$

$$\% \text{ de Utilización} = \frac{14,864 \text{ kg}}{19,800 \text{ kg}}$$

$$\% \text{ de Utilización} = 78\% \leq 90\%$$

c. Montaje de Serpientes

Una vez finalizada la instalación del refractario y previa liberación de la sección radiante por parte del subcontratista, se procederá a montar los serpentines.

i. Descripción del Montaje

Los Serpentines se montaron en el siguiente orden:

- Nor-Oeste (1).
- Nor-Este (2).
- Sur-Oeste (3).
- Sur-Este (4).

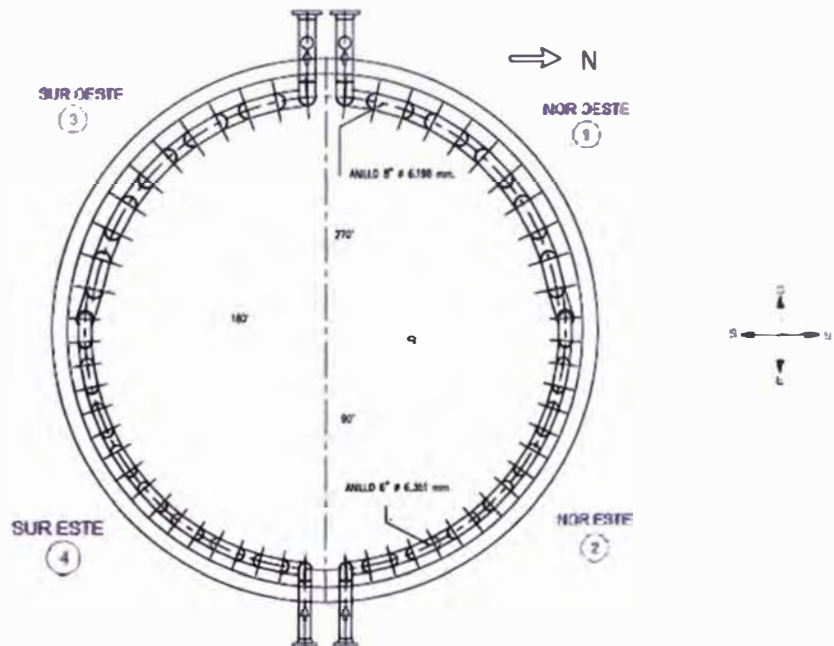


Figura 4.14 Secuencia de montaje de Serpentines.

Para lo cual se emplearon los siguientes equipos mayores:

- Grúa 80 Ton
- Grúa 200 Ton
- Camión plataforma extensible

Como trabajo preliminar, se acondicionaron los andamios en la parte interior del horno para tener acceso a los soportes y guías del serpentín, así como a los aparejos de la maniobra, para que al finalizar la maniobra se puedan retirar.

La ejecución de las maniobras de montaje se realizó según los esquemas mostrados en las figura 4.15, 4.16 y 4.17.

Los equipos de izaje se posicionaron en las ubicaciones mostradas en la figura 4.15. A continuación la grúa de 200 Ton montó el serpentín 1, la grúa de 200 Ton levantó el extremo superior del serpentín mientras que la grúa de 80 Ton

mantuvo sujeto el extremo inferior del mismo, simplemente acompañando el movimiento, ver figura 4.16

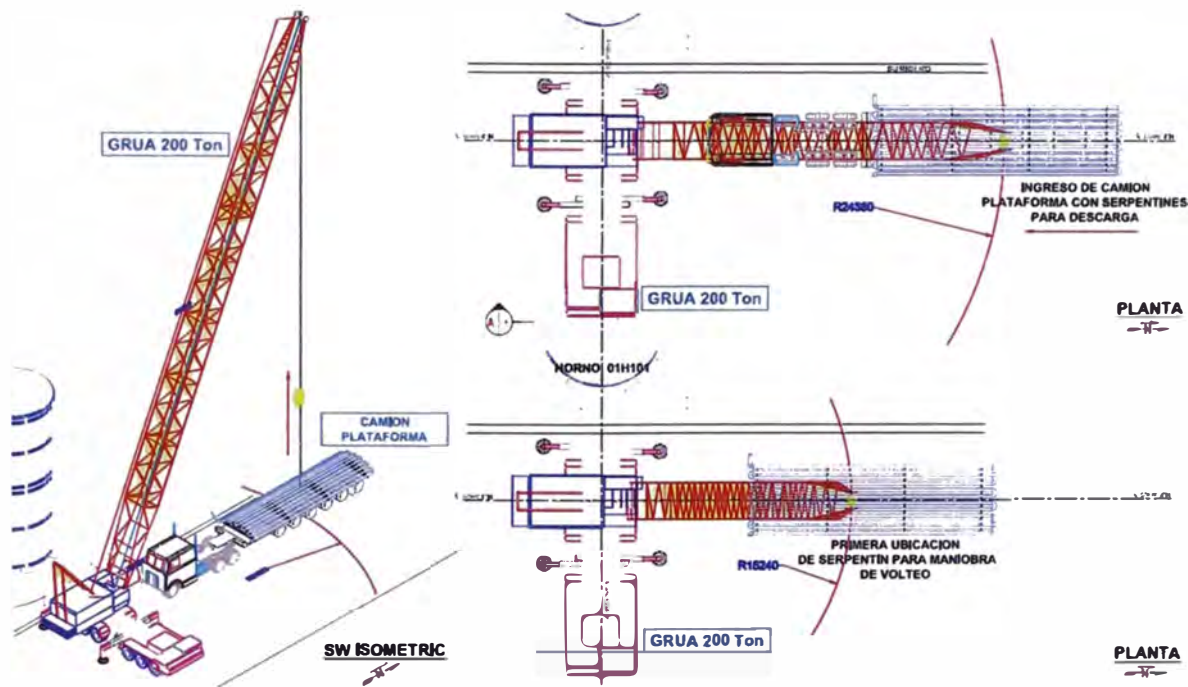


Figura 4.15 Posición de equipos para maniobra de montaje de Serpientes.

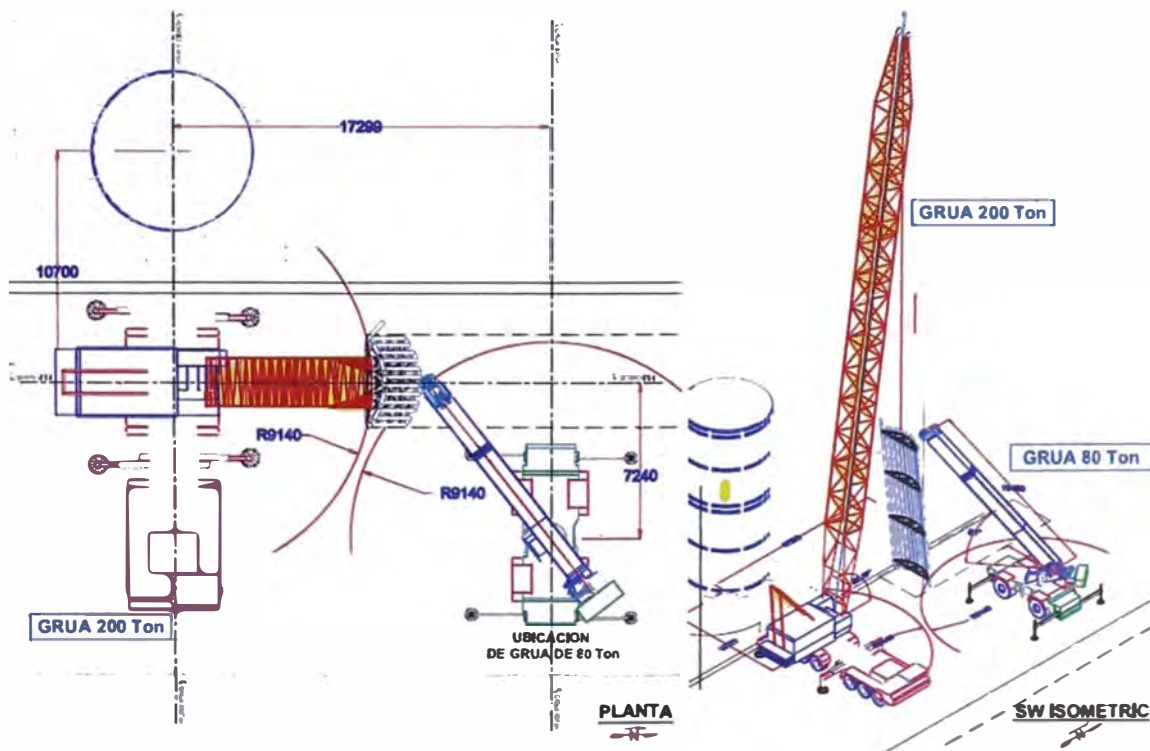


Figura 4.16 Maniobra de montaje del Serpentin 1.

Luego los serpentines fueron introducidos por la parte superior de la sección radiante, ver figura 4.17. Los tubos guías fueron introducidos en los tinteros ubicados en la corona del fondo y se colocarán las anclas de las guías asegurándolas con sus respectivos bujes.

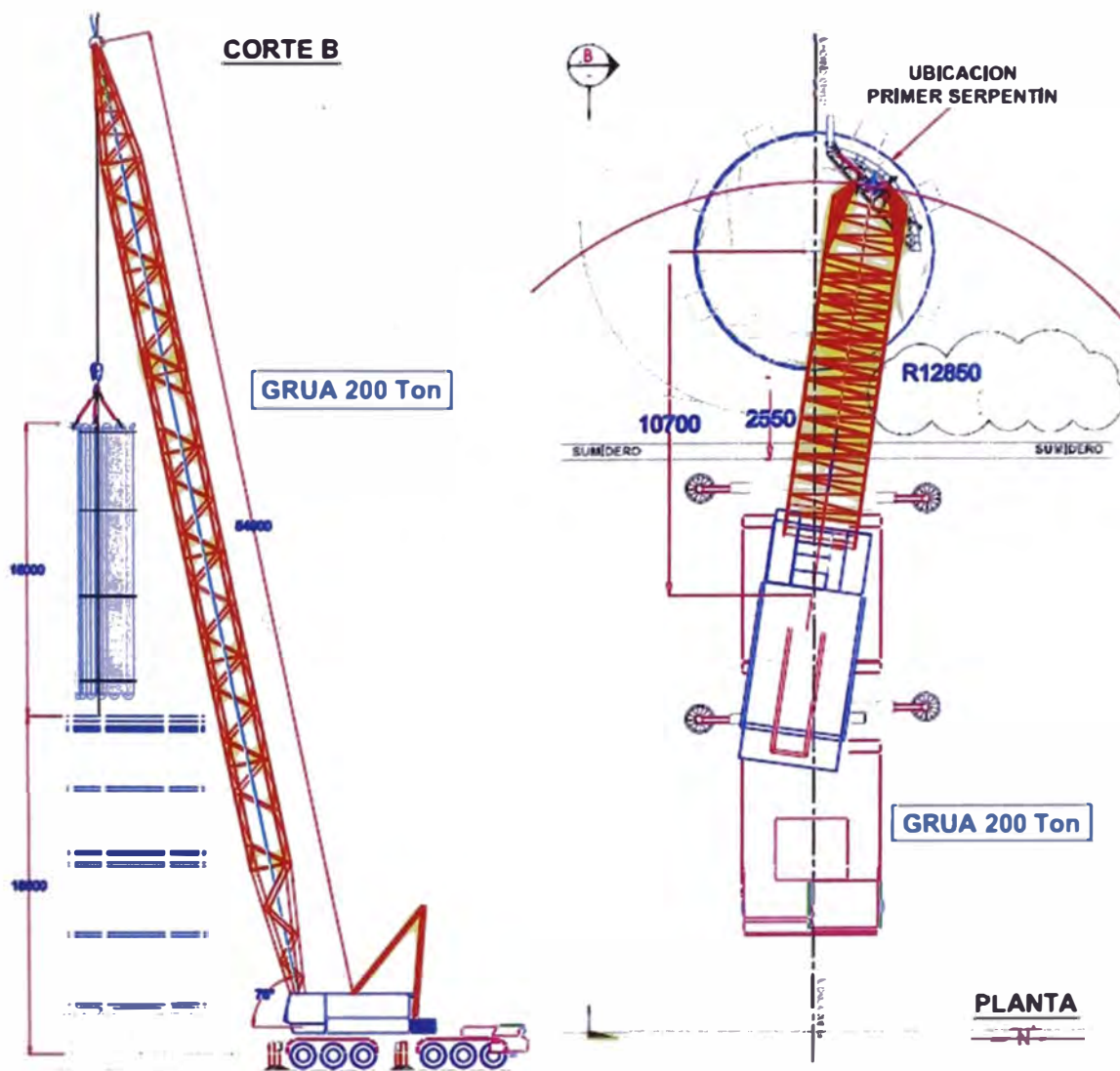


Figura 4.17 Posición final del serpentín 1.

El mismo procedimiento de montaje del serpentín 1 se repitió para el montaje de los demás serpentines.

Una vez montados todos los serpentines, se armaron las juntas de interconexión de los serpentines. En este punto se le otorgó al cliente un

intervalo de 3 días útiles para que procedan con la soldadura, tratamiento térmico y pruebas radiográficas de las referidas juntas.

ii. Cálculos y selección de aparejos

- Eslingas

Datos.-

- ✓ Peso de la carga a izar = 7,000 kg (Peso de un Serpentin).
- ✓ N° de eslingas = 2.
- ✓ Longitud de eslinga necesaria = 10 m.

Utilizando la ecuación (6) para calcular el peso al que va estar sometida cada eslinga.

$$F1 = \frac{F}{(\text{N}^\circ \text{ de eslingas}) \times \text{Cos } 45^\circ}; \text{ en kg} \quad (6)$$

$$F1 = \frac{7,000}{2 \times \text{Cos } 45^\circ}; \text{ en kg}$$

$$F1 = 4,950 \text{ kg}$$

Para calcular la capacidad de carga que tienen que tener las eslingas hacemos uso de la ecuación (8)

$$\text{Capacidad de carga de eslingas} \geq \frac{6 \times F1}{5} \quad (8)$$

$$\text{Capacidad de carga de eslingas} \geq \frac{6 \times 4,950 \text{ kg}}{5}$$

$$\text{Capacidad de carga de eslingas} \geq 5,940 \text{ kg}$$

De la tabla 2.2, seleccionamos eslingas cuya capacidad de carga supere los 5,940 kg (13,095 lb) calculadas.

Elegimos la eslinga EEF4-903 que es una eslinga 3" de ancho x 4 capas y capacidad de carga de 6,386 kg (14,080 lb) en modo Choker.

- % de utilización de la Grúa

Datos para montaje de serpentines, montajes con grúa de 200 Ton.

- ✓ Long de Boom = 54.9 m = 180 pies
- ✓ Radio de giro.-
 - Posición Inicial = 9.14 m = 30 pies
 - Posición Final = 12.85 m = 42 pies

De la tabla 2.6 tenemos que:

- ✓ Para Boom 180 pies y Radio de giro 30 pies la capacidad de carga es 160,230 lb (72,679 kg).
- ✓ Para Boom 180 pies y Radio de giro 42 pies la capacidad de carga es 103,070 lb (46,752 kg) (maniobra crítica).

Calculo de porcentaje de utilización de la grúa para la maniobra crítica

Aparejos: 2 eslingas de 3" ancho x 4 capas x 10 m, cable y gancho de la grúa.

Utilizando la ecuación (9)

$$\text{Peso Total} = F + F_{\text{aparejos}} \quad (9)$$

$$\text{Peso Total} = 7,000 \text{ kg} + 3,320 \text{ kg} = 10,320 \text{ kg}$$

Utilizando la ecuación (10)

$$\% \text{ de Utilización} = \frac{\text{Peso Total}}{\text{Capacidad de Carga}} \leq 90\% \quad (10)$$

$$\% \text{ de Utilización} = \frac{10,320 \text{ kg}}{46,752 \text{ kg}}$$

$$\% \text{ de Utilización} = 22\% \leq 90\%$$

d. Montaje de Techo

Como trabajo previo El Cliente, a través de su subcontratista designado, deberá aplicar refractario a las partes que conforman el techo.

Para el montaje del techo se emplearán los siguientes equipos mayores:

- Grúa 200 Ton
- Andamios

El Cliente, a través de su subcontratista designado, instalará la junta cerámica en la unión del techo con la pared de la sección radiante.

A continuación montamos y soldamos las secciones del techo.

e. Montaje de Fondo

Se armaron andamios por debajo del nivel del fondo de manera que sirvieron de respaldo para apuntalar y soldar las dos mitades que conforman el fondo.

f. Montaje de Convectiva Inferior

i. Descripción del Montaje

Luego de haber terminado la soldadura del Techo de la Sección Radiante se procedió a montar la parte inferior de la Sección Convectiva, según los esquemas mostrados en las figuras 4.18 y 4.19

Para lo cual se emplearon los siguientes equipos mayores:

- Grúa 200 Ton
- Camión cama baja 80 Ton

Una vez posicionada y nivelada la convectiva inferior, se procedió a soldar las planchas que forman el ducto de paso entre la Sección Radiante y la Sección Convectiva (Cuello); para ello preliminarmente se tuvo que armar andamios en el interior y desde el piso de la sección radiante.

Terminado la soldadura del cuello se retiraron todos los andamios y se procedió a liberar el fondo de la Sección Radiante al cliente, que a través de su subcontratista designado procedió a instalar el refractario.

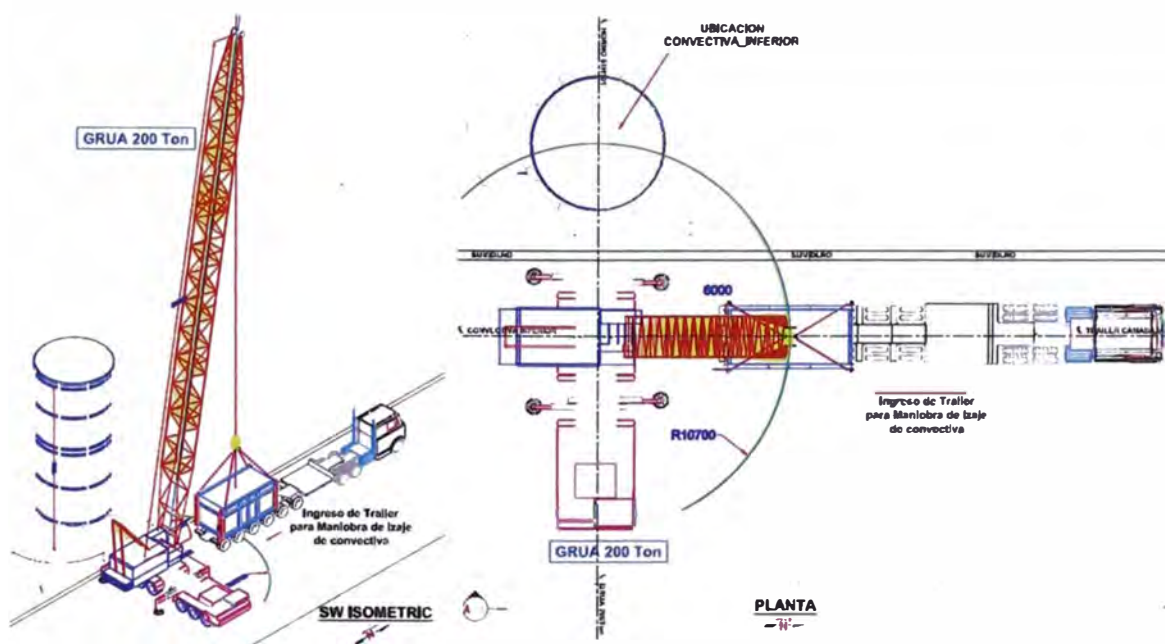


Figura 4.18 Posición de equipos para maniobra de montaje de Conectiva Inferior.

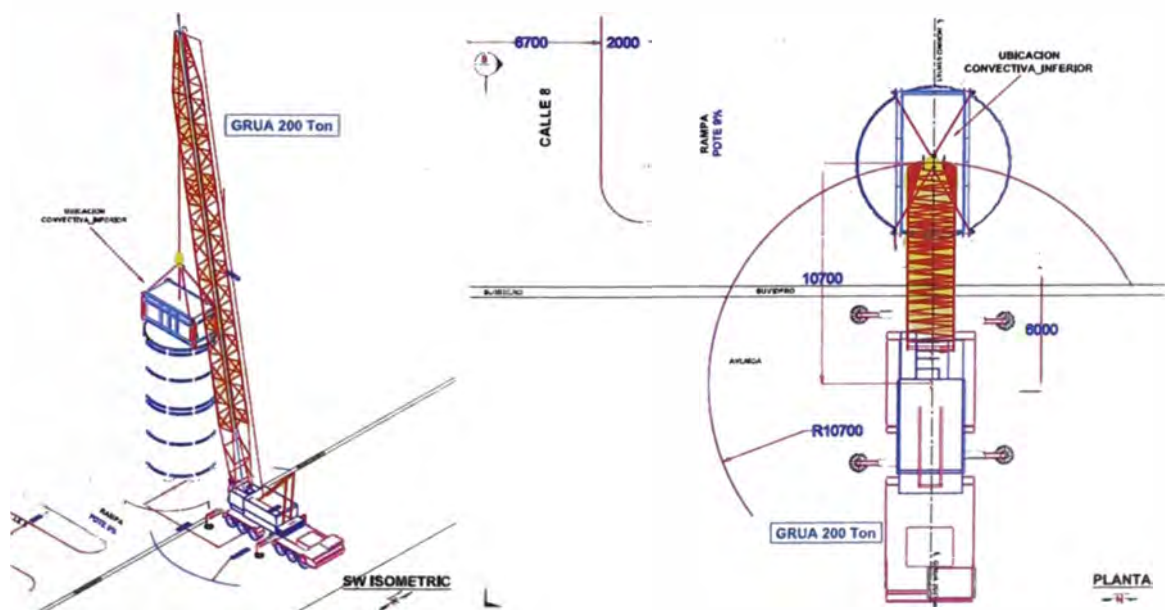


Figura 4.19 Posición final de Conectiva Inferior.

ii. Cálculos y selección de aparejos

- Estrobos

Datos.-

- ✓ Peso de la carga a izar = 54,500 kg (Peso de Convectiva Inferior).
- ✓ N° de estrobos = 4.
- ✓ Longitud de estrobo necesaria = 12 m.
- ✓ Tipos de accesorios a usarse para unir los estrobos, se unirán en el gancho de la grúa.

Utilizando la ecuación (2) para calcular el peso al que va estar sometido cada estrobo.

$$F1 = \frac{F}{(N^{\circ} \text{ de estrobos}) \times \text{Cos } 45^{\circ}}; \text{ en kg} \quad (2)$$

$$F1 = \frac{54,000}{4 \times \text{cos } 45^{\circ}}; \text{ en kg}$$

$$F1 = 19,268 \text{ kg}$$

Para calcular la capacidad de carga que tienen que tener los estrobos hacemos uso de la ecuación (4)

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq \frac{6 \times F1}{5} \quad (4)$$

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq \frac{6 \times 19,268 \text{ kg}}{5}$$

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq 23,122 \text{ kg}$$

De la tabla 2.1, seleccionamos estrobos cuya capacidad de carga supere los 23,122 kg calculados, con un ángulo crítico de 90°.

Elegimos los estrobos cuyos diámetros sean $\varnothing 1 \frac{3}{4}$ " y capacidad de carga de 28,000 kg (28 Ton), con un factor de seguridad superior al requerido.

- Grilletes

Datos.-

- ✓ $F1 = 19,268 \text{ kg}$

De la tabla 2.4, seleccionamos grilletes cuya capacidad de carga supere los 19,268 kg a izar por grillete.

Seleccionamos el grillete lira con pin y tuerca con pasador de $\varnothing 1 \frac{3}{4}$ " que tiene la capacidad de izar 25,000kg (25 Ton), con factor de seguridad 6.

- % de utilización de la Grúa

Datos para Convectiva Inferior, montajes con grúa de 200 Ton.

- ✓ Long de Boom= 54.9 m = 180 pies

- ✓ Radio de giro.-

- Posición Inicial = 10.7 m = 35 pies

- Posición Final = 10.7 m = 35 pies

De la tabla 2.6 tenemos que:

- ✓ Para Boom 180 pies y Radio de giro 35 pies la capacidad de carga es 159,210 lb (72,216 kg).

Calculo de porcentaje de utilización de la grúa para la maniobra crítica

Aparejos: 4 estrobos de $\varnothing 1 \frac{3}{4}$ " x 12m, 4 grilletes de $\varnothing 1 \frac{3}{4}$ ", cable y gancho de la grúa.

Utilizando la ecuación (9)

$$\text{Peso Total} = F + F_{\text{aparejos}} \quad (9)$$

$$\text{Peso Total} = 54,500 \text{ kg} + 3,498 \text{ kg} = 57,998 \text{ kg}$$

Utilizando la ecuación (10)

$$\% \text{ de Utilización} = \frac{\text{Peso Total}}{\text{Capacidad de Carga}} \leq 90\% \quad (10)$$

$$\% \text{ de Utilización} = \frac{57,998 \text{ kg}}{72,216 \text{ kg}}$$

$$\% \text{ de Utilización} = 80\% \leq 90\%$$

g. Montaje de Convectiva Superior

i. Descripción del Montaje

Después de haber terminado el montaje, la verificación topográfica y la soldadura de la parte inferior de la Sección Convectiva, el cliente a través de su subcontratista designado procedió a instalar la manta cerámica en la unión de las dos partes de la Sección Convectiva, es una especie de sello que va entre las secciones inferior y superior de la Convectiva.

Luego procedimos a montar la Parte Superior de la Sección Convectiva, según los esquemas mostrados en las figuras 4.20 y 4.21.

Para lo cual se emplearon los siguientes equipos mayores:

- Grúa 200 Ton
- Camión cama baja 80 Ton

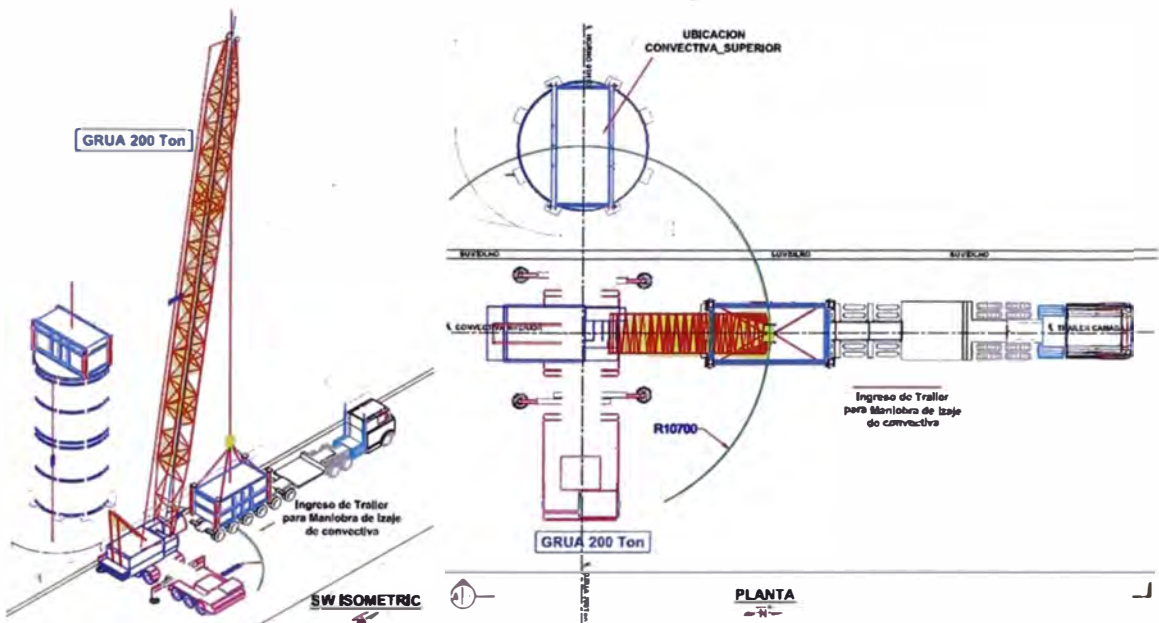


Figura 4.20 Posición de equipos para maniobra de montaje de Conectiva Superior.

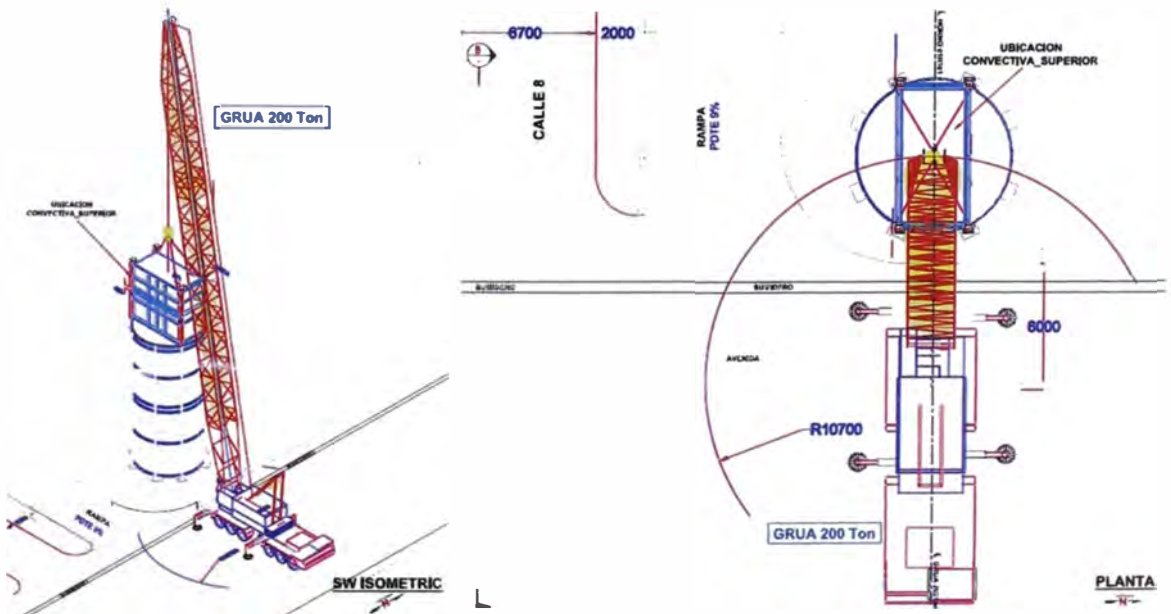


Figura 4.21 Posición final de Conectiva Superior.

ii. Cálculos y selección de aparejos

- Estrobos

Datos.-

- ✓ Peso de la carga a izar = 45,000 kg (Peso de Convectiva Superior).
- ✓ N° de estrobos = 4.
- ✓ Longitud de estrobo necesaria = 12 m.
- ✓ Tipos de accesorios a usarse para unir los estrobos, se unirán en el gancho de la grúa.

Utilizando la ecuación (2) para calcular el peso al que va estar sometido cada estrobo.

$$F1 = \frac{F}{(N^{\circ} \text{ de estrobos}) \times \text{Cos } 45^{\circ}}; \text{ en kg} \quad (2)$$

$$F1 = \frac{45,000}{4 \times \text{Cos } 45^{\circ}}; \text{ en kg}$$

$$F1 = 15,910 \text{ kg}$$

Para calcular la capacidad de carga que tienen que tener los estrobos hacemos uso de la ecuación (4)

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq \frac{6 \times F1}{5} \quad (4)$$

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq \frac{6 \times 15,910 \text{ kg}}{5}$$

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq 19,092 \text{ kg}$$

De la tabla 2.1, seleccionamos estrobos cuya capacidad de carga supere los 19,092 kg calculados, con un ángulo crítico de 90°.

Elegimos los estrobos cuyos diámetros sean $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ " y capacidad de carga de 21,000 kg (21 Ton), con un factor de seguridad superior al requerido.

- Grilletes

Datos.-

$$\checkmark F1 = 15,910 \text{ kg}$$

De la tabla 2.4, seleccionamos grilletes cuya capacidad de carga supere los 15,910 kg a izar por grillete.

Seleccionamos el grillete lira con pin y tuerca con pasador de $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ " que tiene la capacidad de izar 17,000 kg (17 Ton), con factor de seguridad 6.

- % de utilización de la Grúa

Datos para Convectiva Superior, montajes con grúa de 200 Ton.

$$\checkmark \text{ Long de Boom} = 54.9 \text{ m} = 180 \text{ pies}$$

$$\checkmark \text{ Radio de giro. -}$$

$$\circ \text{ Posición Inicial} = 10.7 \text{ m} = 35 \text{ pies}$$

$$\circ \text{ Posición Final} = 10.7 \text{ m} = 35 \text{ pies}$$

De la tabla 2.6 tenemos que:

$$\checkmark \text{ Para Boom } 180 \text{ pies y Radio de giro } 35 \text{ pies la capacidad de carga es } 159,210 \text{ lb (72,216 kg)}.$$

Calculo de porcentaje de utilización de la grúa para la maniobra crítica

Aparejos: 4 estrobos de $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ " x 12m, 4 grilletes de $\varnothing 1 \frac{1}{2}$ ", cable y gancho de la grúa.

Utilizando la ecuación (9)

$$\text{Peso Total} = F + F_{\text{aparejos}} \quad (9)$$

$$\text{Peso Total} = 45,000 \text{ kg} + 3,498 \text{ kg} = 48,498 \text{ kg}$$

Utilizando la ecuación (10)

$$\% \text{ de Utilización} = \frac{\text{Peso Total}}{\text{Capacidad de Carga}} \leq 90\% \quad (10)$$

$$\% \text{ de Utilización} = \frac{48,498 \text{ kg}}{72,216 \text{ kg}}$$

$$\% \text{ de Utilización} = 67\% \leq 90\%$$

h. Montaje de Capota de Humos

Previamente al montaje de la Capota de Humos, instalamos las plataformas y escaleras de la Sección Radiante y Convectiva.

i. Descripción del Montaje

Montamos la Capota de Humos de según los esquemas mostrados en las figuras 4.22 y 4.23

Para lo cual se emplearon los siguientes equipos mayores:

- Grúa 200 Ton
- Camión cama baja 80 Ton

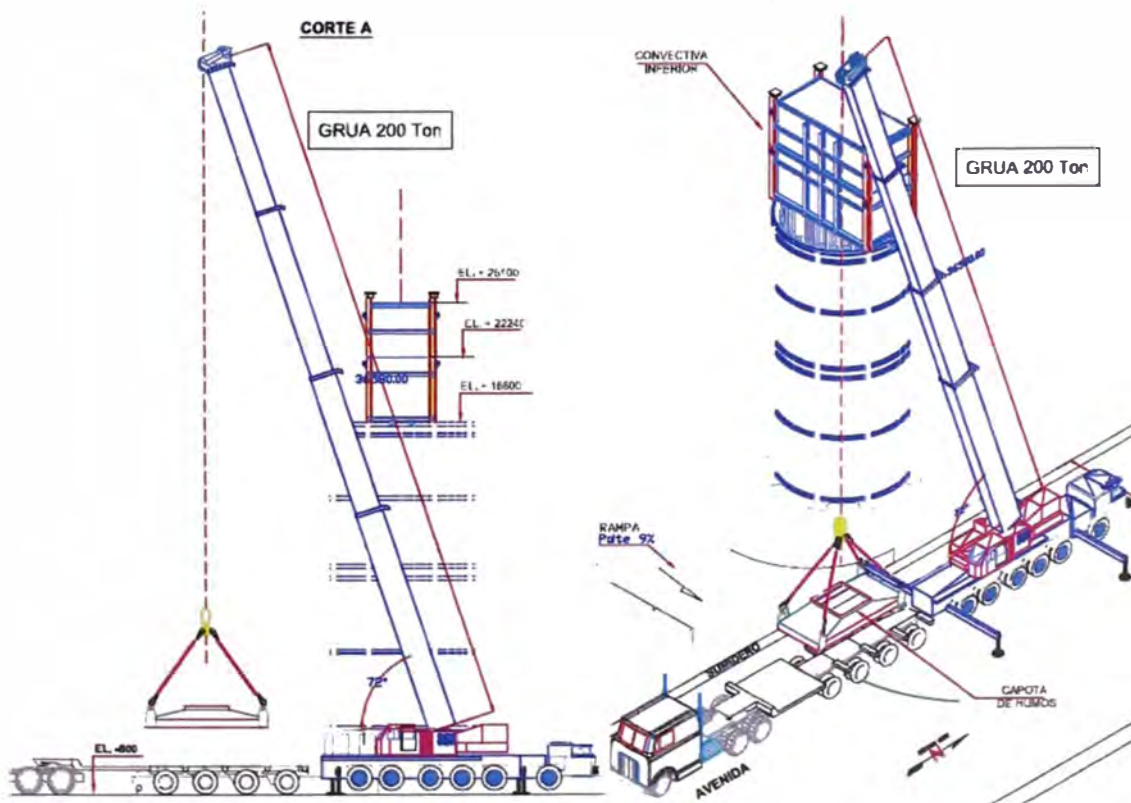


Figura 4.22 Posición de equipos para maniobra de montaje de Capota de Humos.

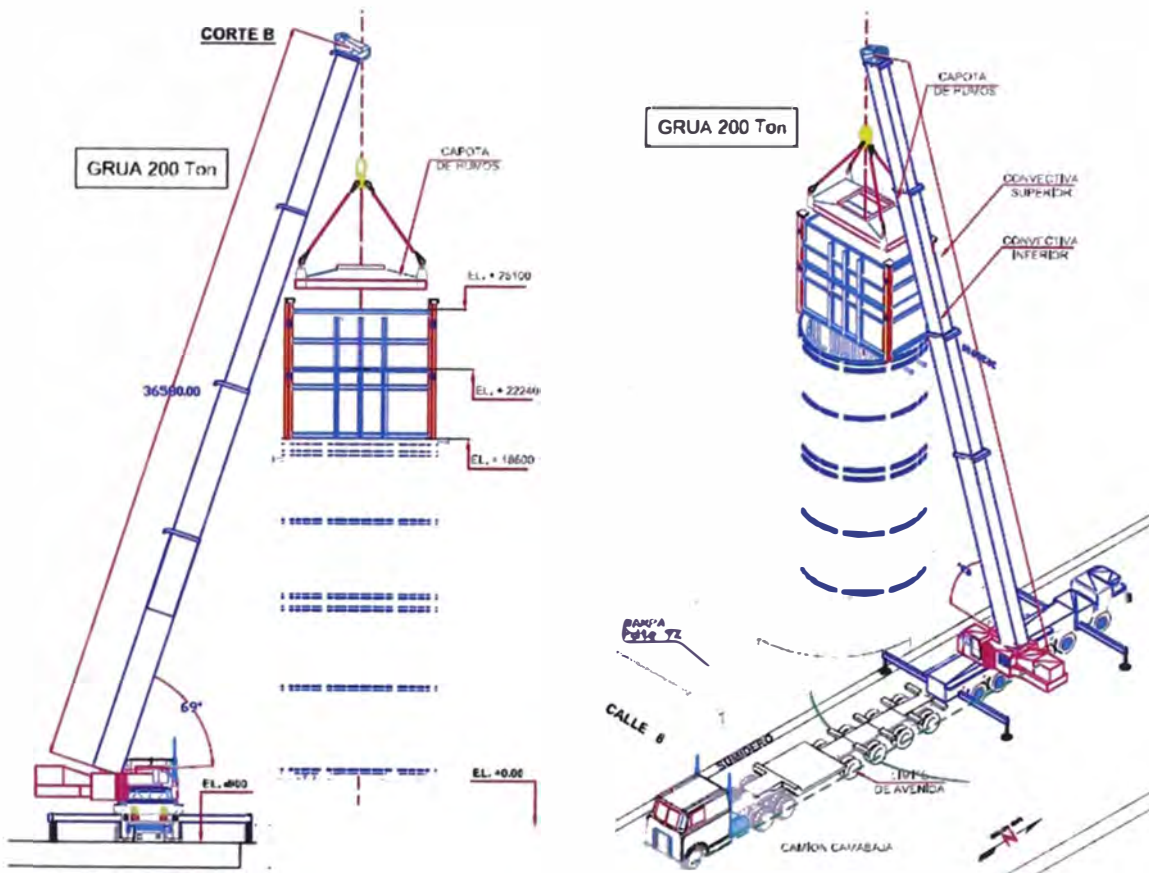


Figura 4.23 Posición final de Capota de Humos.

Una vez posicionada y nivelada, se procedió con la soldadura de sello en todo el perímetro.

ii. Cálculos y selección de aparejos

- Estrobos

Datos.-

- ✓ Peso de la carga a izar = 6,000 kg (Peso de Capota de Humos).
- ✓ N° de estrobos = 4.
- ✓ Longitud de estrobo necesaria = 12 m.
- ✓ Tipos de accesorios a usarse para unir los estrobos, se unirán en el gancho de la grúa.

Utilizando la ecuación (2) para calcular el peso al que va estar sometido cada estrobo.

$$F1 = \frac{F}{(\text{N}^\circ \text{ de estrobos}) \times \text{Cos } 45^\circ}; \text{ en kg} \quad (2)$$

$$F1 = \frac{6,000}{4 \times \text{Cos } 45^\circ}; \text{ en kg}$$

$$F1 = 2,122 \text{ kg}$$

Para calcular la capacidad de carga que tienen que tener los estrobos hacemos uso de la ecuación (4)

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq \frac{6 \times F1}{5} \quad (4)$$

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq \frac{6 \times 2,122 \text{ kg}}{5}$$

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq 2,546 \text{ kg}$$

De la tabla 2.1, seleccionamos estrobos cuya capacidad de carga supere los 2,546 kg calculados, con un ángulo crítico de 90°.

Elegimos los estrobos cuyos diámetros sean \emptyset 5/8" y capacidad de carga de 3,900 kg (3.9 Ton), con un factor de seguridad superior al requerido.

- Grilletes

Datos.-

$$\checkmark F1 = 2,122 \text{ kg}$$

De la tabla 2.4, seleccionamos grilletes cuya capacidad de carga supere los 2,122 kg a izar por grillete.

Seleccionamos el grillete lira con pin y tuerca con pasador de \emptyset 5/8" que tiene la capacidad de izar 3,250 kg (3.25 Ton), con factor de seguridad 6.

- % de utilización de la Grúa

Datos para Capota de Humos, montajes con grúa de 200 Ton.

- ✓ Long de Boom = 54.9 m = 180 pies
- ✓ Radio de giro.-
 - Posición Inicial = 10.7 m = 35 pies
 - Posición Final = 10.7 m = 35 pies

De la tabla 2.6 tenemos que:

- ✓ Para Boom 180 pies y Radio de giro 35 pies la capacidad de carga es 159,210 lb (72,216 kg).

Calculo de porcentaje de utilización de la grúa para la maniobra crítica

Aparejos: 4 estrobos de Ø 5/8" x 12m, 4 grilletes de Ø 5/8", cable y gancho de la grúa.

Utilizando la ecuación (9)

$$\text{Peso Total} = F + F_{\text{aparejos}} \quad (9)$$

$$\text{Peso Total} = 6,000 \text{ kg} + 3,320 \text{ kg} = 9,320 \text{ kg}$$

Utilizando la ecuación (10)

$$\% \text{ de Utilización} = \frac{\text{Peso Total}}{\text{Capacidad de Carga}} \leq 90\% \quad (10)$$

$$\% \text{ de Utilización} = \frac{9,320 \text{ kg}}{72,216 \text{ kg}}$$

$$\% \text{ de Utilización} = 12.9\% \leq 90\%$$

i. Montaje de Chimenea Inferior

i. Descripción del Montaje

Después de que sea montó la Capota de Humos y antes de montar la chimenea inferior se montó la estructura soporte de la chimenea.

La conexión entre la estructura soporte y la chimenea se realizó mediante una brida ubicada en la elevación 26,200 mm (la elevación 0 se ubica en el piso).

Una vez traída la chimenea inferior a obra, ésta no fue montada directamente si no que fue apoyada verticalmente sobre unos tacos de madera para instalar las plataformas de las elevaciones 30,800 mm y 36,800 mm alrededor, para luego izar el conjunto directamente desde esa ubicación.

Montamos la Chimenea Inferior según los esquemas mostrados en las figuras 4.24, 4.25 y 4.26.

Para lo cual se emplearon los siguientes equipos mayores:

- Grúa 50 Ton
- Grúa 200 Ton
- Camión cama baja 80 Ton

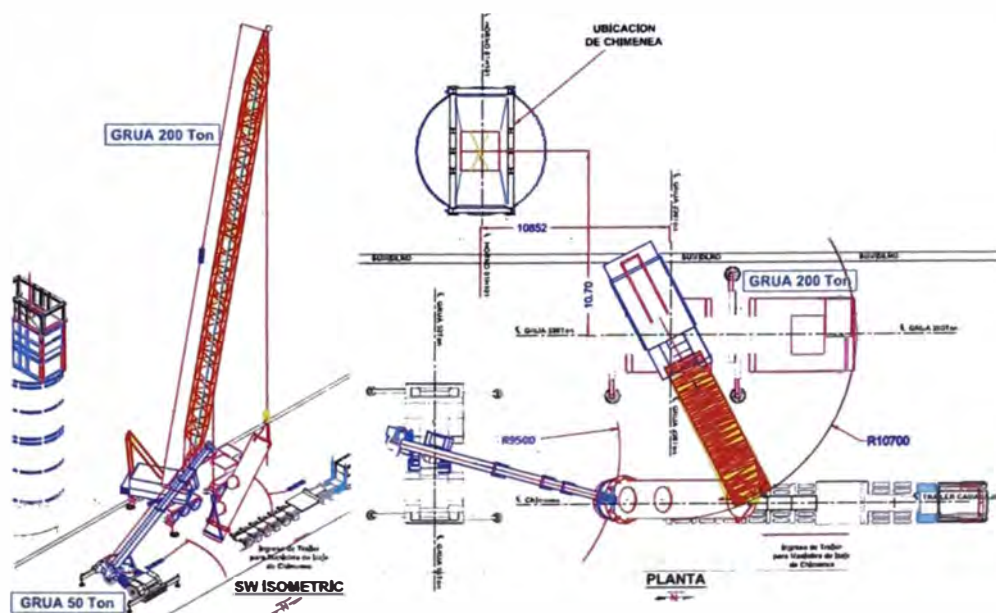


Figura 4.24 Posición de equipos para maniobra de montaje de Chimenea Inferior.

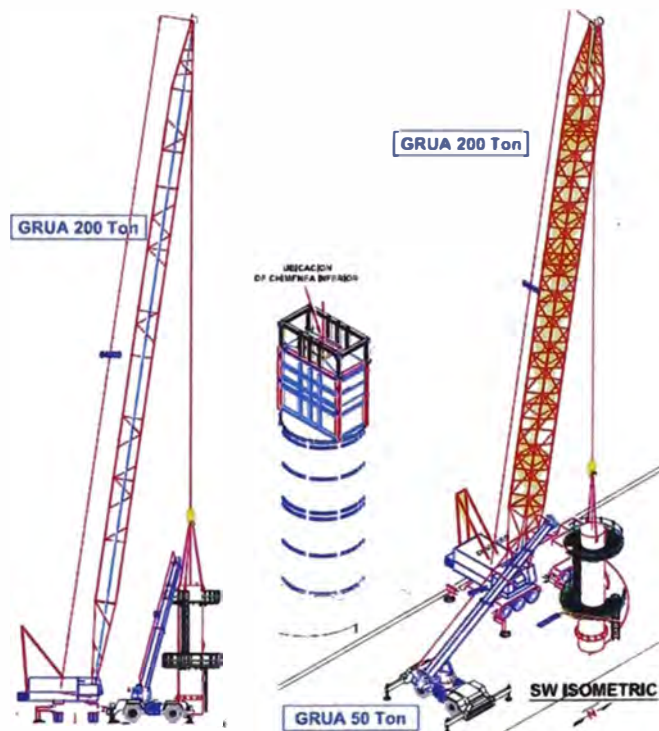


Figura 4.25 La Chimenea es apoyada sobre tacos de madera para instalar las plataformas de las elevaciones 30,800 mm y 36,800 mm.

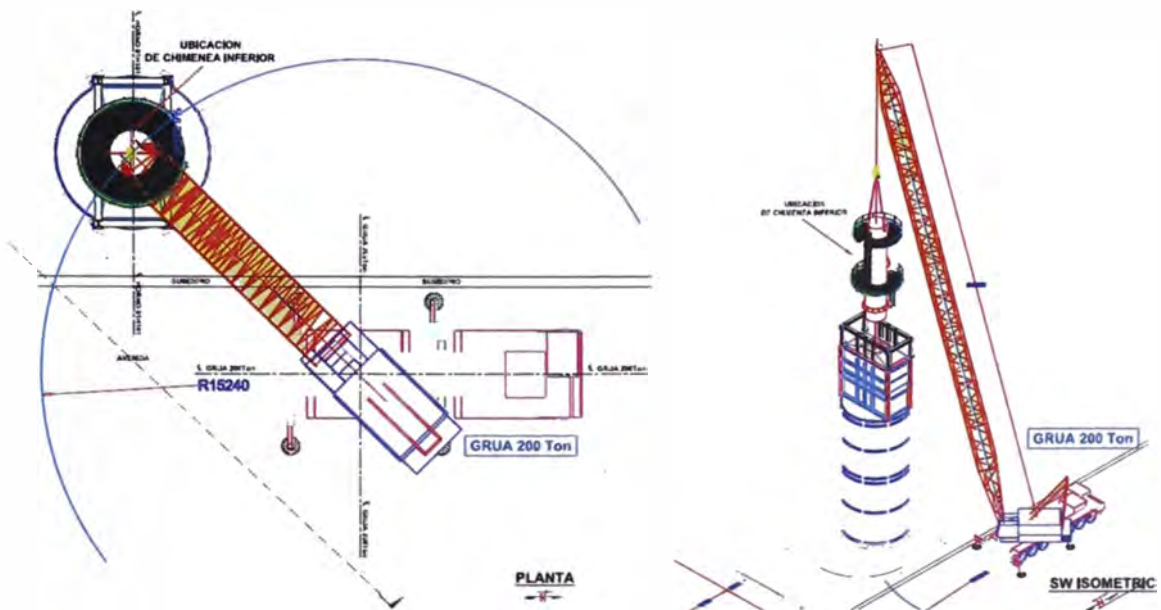


Figura 4.26 Posición final de Chimenea Inferior.

La brida, antes mencionada, fue enviada suelta de taller, inicialmente esta brida se empernó con la chimenea y una vez nivelada la chimenea se procedió a soldar la brida con la estructura soporte.

ii. Cálculos y selección de aparejos

- Estrobos

Datos.-

- ✓ Peso de la carga a izar = 18,819 kg (Peso de Chimenea Inferior).
- ✓ N° de estrobos = 4.
- ✓ Longitud de estrobo necesaria = 12 m.
- ✓ Tipos de accesorios a usarse para unir los estrobos, se unirán en el gancho de la grúa.

Utilizando la ecuación (2) para calcular el peso al que va estar sometido cada estrobo.

$$F1 = \frac{F}{(N^{\circ} \text{ de estrobos}) \times \text{Cos } 45^{\circ}}; \text{ en kg} \quad (2)$$

$$F1 = \frac{18,819}{4 \times \text{Cos } 45^{\circ}}; \text{ en kg}$$

$$F1 = 6,654 \text{ kg}$$

Para calcular la capacidad de carga que tienen que tener los estrobos hacemos uso de la ecuación (4)

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq \frac{6 \times F1}{5} \quad (4)$$

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq \frac{6 \times 6,654 \text{ kg}}{5}$$

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq 7,985 \text{ kg}$$

De la tabla 2.1, seleccionamos estrobos cuya capacidad de carga supere los 7,985 kg calculados, con un ángulo crítico de 90°.

Elegimos los estrobos cuyos diámetros sean \varnothing 1" y capacidad de carga de 9,800 kg (9.8 Ton), con un factor de seguridad superior al requerido.

- Grilletes

Datos.-

- ✓ $F1 = 6,654 \text{ kg}$

De la tabla 2.4, seleccionamos grilletes cuya capacidad de carga supere los 6,654 kg a izar por grillete.

Seleccionamos el grillete lira con pin y tuerca con pasador de \varnothing 1" que tiene la capacidad de izar 8,500 kg (8.5 Ton), con factor de seguridad 6.

- % de utilización de la Grúa

Datos para Capota de Humos, montajes con grúa de 200 Ton.

- ✓ Long de Boom = 64 m = 210 pies

- ✓ Radio de giro.-

- Posición Inicial = 10.7 m = 35 pies

- Posición Final = 15.24 m = 50 pies (maniobra crítica)

De la tabla 2.6 tenemos que:

- ✓ Para Boom 210 pies y Radio de giro 35 pies la capacidad de carga es 117,060 lb que equivale a 53,097 kg.

- ✓ Para Boom 210 pies y Radio de giro 50 pies la capacidad de carga es 91,440 lb (41,476 kg) (maniobra crítica).

Calculo de porcentaje de utilización de la grúa para la maniobra crítica

Aparejos: 4 estrobos de \varnothing 1" x 12m, 4 grilletes de \varnothing 1", cable y gancho de la grúa.

Utilizando la ecuación (9)

$$\text{Peso Total} = F + \text{Faparejos} \quad (9)$$

$$\text{Peso Total} = 18,819 \text{ kg} + 3,391 \text{ kg} = 22,210 \text{ kg}$$

Utilizando la ecuación (10)

$$\% \text{ de Utilización} = \frac{\text{Peso Total}}{\text{Capacidad de Carga}} \leq 90\% \quad (10)$$

$$\% \text{ de Utilización} = \frac{22,210 \text{ kg}}{41,476 \text{ kg}}$$

$$\% \text{ de Utilización} = 54\% \leq 90\%$$

j. Chimenea Superior

i. Descripción del Montaje

Tanto la parte Superior e Inferior de la Chimenea se fabricaron con una cartelas de posicionamiento que fueron retiradas una vez concluido el montaje.

Terminado el montaje de la chimenea inferior, El cliente a través de su Subcontratista designado, instaló una junta cerámica que conecta ambas chimeneas, en la elevación 38,300 mm, luego se siguió con el montaje de la parte superior de la chimenea.

Montamos la chimenea superior según los esquemas mostrados en las figuras 4.27, 4.28 y 4.29.

Para lo cual se emplearon los siguientes equipos mayores:

- Grúa 50 Ton
- Grúa 200 Ton
- Camión cama baja 80 Ton

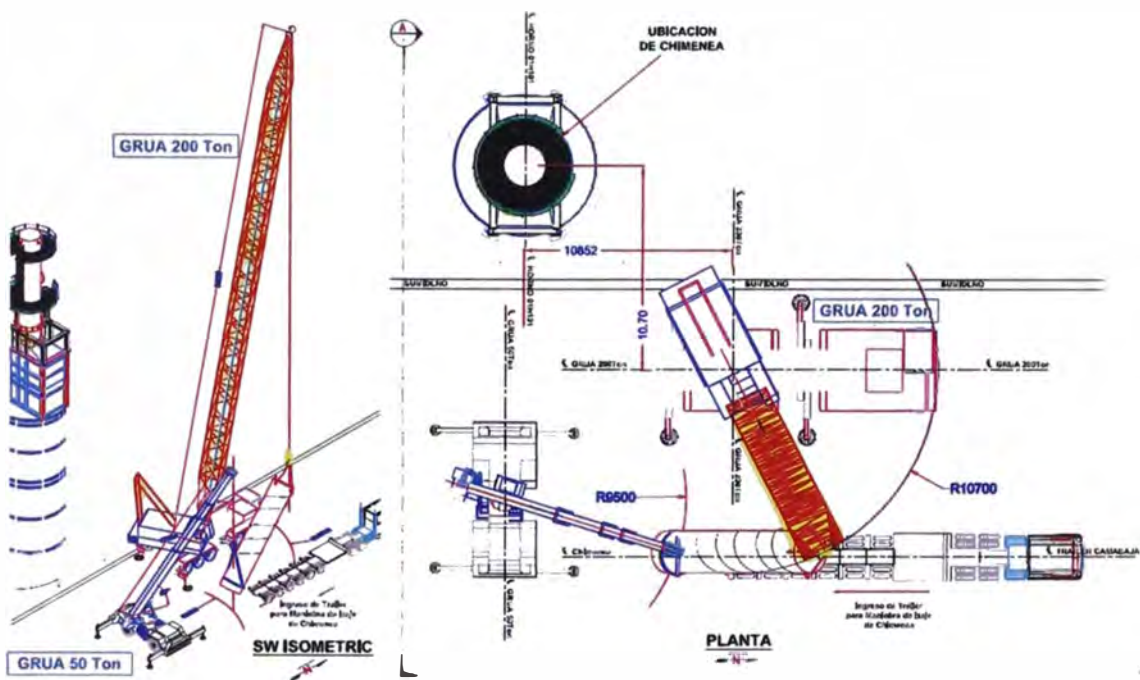


Figura 4.27 Posición de equipos para maniobra de montaje de Chimenea Superior.

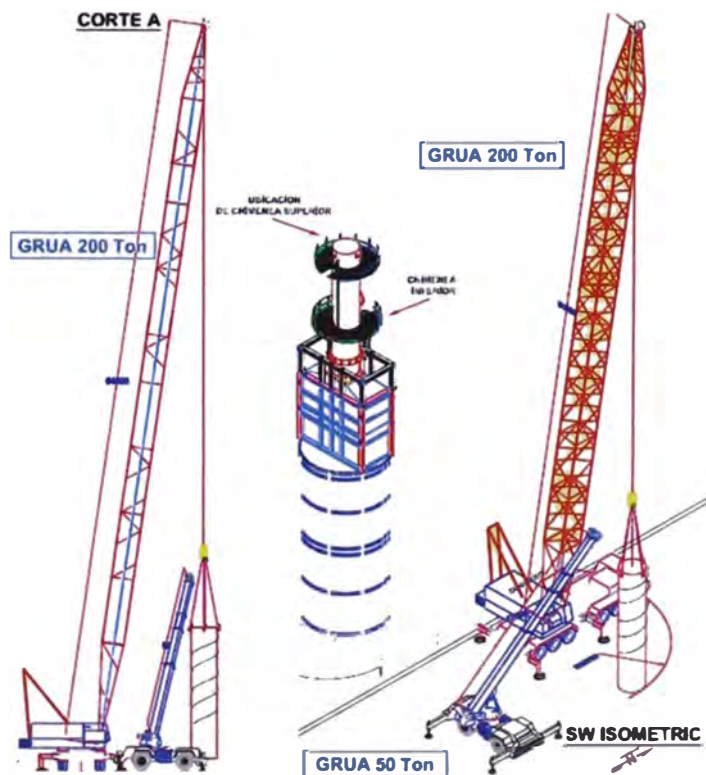


Figura 4.28 La Chimenea es apoyada sobre tacos para luego llevarla a su posición final

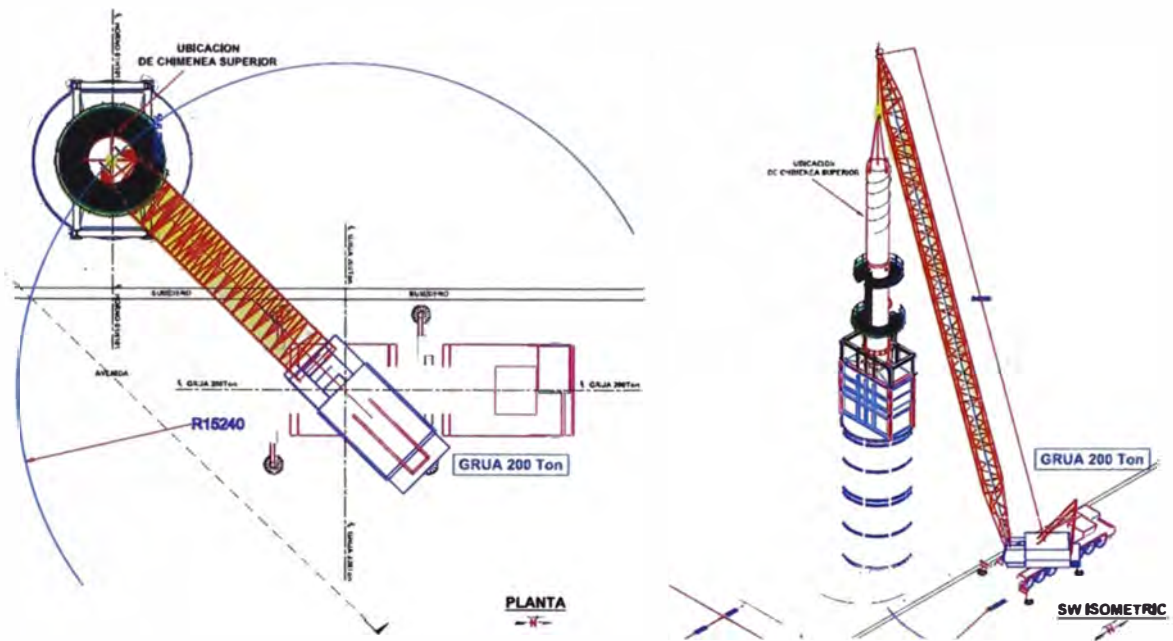


Figura 4.29 Posición final de Chimenea Superior.

La parte superior se aproximó a la inferior y nuestro personal, ubicado en la plataforma de la elevación 36,800 mm unió temporalmente las dos partes de la chimenea utilizando las cartelas de posicionamiento y pernos con sus respectivas tuercas.

Una vez alineada y verticalizada la parte superior de la chimenea, se procedió con la soldadura de ambas partes.

ii. Cálculos y selección de aparejos

- Estrobos

Datos.-

- ✓ Peso de la carga a izar = 11,542 kg (Peso de Chimenea Superior).
- ✓ N° de estrobos = 4.
- ✓ Longitud de estrobo necesaria = 12 m.
- ✓ Tipos de accesorios a usarse para unir los estrobos, se unirán en el gancho de la grúa.

Utilizando la ecuación (2) para calcular el peso al que va estar sometido cada estrobo.

$$F1 = \frac{F}{(\text{N}^\circ \text{ de estrobos}) \times \text{Cos } 45^\circ}; \text{ en kg} \quad (2)$$

$$F1 = \frac{11,542}{4 \times \text{Cos } 45^\circ}; \text{ en kg}$$

$$F1 = 4,081 \text{ kg}$$

Para calcular la capacidad de carga que tienen que tener los estrobos hacemos uso de la ecuación (4)

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq \frac{6 \times F1}{5} \quad (4)$$

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq \frac{6 \times 4,081 \text{ kg}}{5}$$

$$\text{Capacidad de carga de estrobos} \geq 4,897 \text{ kg}$$

De la tabla 2.1, seleccionamos estrobos cuya capacidad de carga supere los 4,897 kg calculados, con un ángulo crítico de 90°.

Elegimos los estrobos cuyos diámetros sean Ø 3/4" y capacidad de carga de 5,600 kg (5.6 Ton), con un factor de seguridad superior al requerido.

- Grilletes

Datos.-

$$\checkmark F1 = 4,081 \text{ kg}$$

De la tabla 2.4, seleccionamos grilletes cuya capacidad de carga supere los 4,081 kg a izar por grillete.

Seleccionamos el grillete lira con pin y tuerca con pasador de Ø 3/4" que tiene la capacidad de izar 4,750 kg (4.75 Ton), con factor de seguridad 6.

- % de utilización de la Grúa

Datos para Capota de Humos, montajes con grúa de 200 Ton.

- ✓ Long de Boom = 64 m = 210 pies
- ✓ Radio de giro.-
 - Posición Inicial = 10.7 m = 35 pies
 - Posición Final = 15.24 m = 50 pies (maniobra crítica)

De la tabla 2.6 tenemos que:

- ✓ Para Boom 210 pies y Radio de giro 35 pies la capacidad de carga es 117,060 lb que equivale a 53,097 kg.
- ✓ Para Boom 210 pies y Radio de giro 50 pies la capacidad de carga es 91,440 lb (41,476 kg) (maniobra crítica).

Calculo de porcentaje de utilización de la grúa para la maniobra crítica

Aparejos: 4 estrobos de Ø 3/4" x 12m, 4 grilletes de Ø 3/4", cable y gancho de la grúa.

Utilizando la ecuación (9)

$$\text{Peso Total} = F + F_{\text{aparejos}} \quad (9)$$

$$\text{Peso Total} = 11,542 \text{ kg} + 3,391 \text{ kg} = 14,933 \text{ kg}$$

Utilizando la ecuación (10)

$$\% \text{ de Utilización} = \frac{\text{Peso Total}}{\text{Capacidad de Carga}} \leq 90\% \quad (10)$$

$$\% \text{ de Utilización} = \frac{14,933 \text{ kg}}{41,476 \text{ kg}}$$

$$\% \text{ de Utilización} = 36\% \leq 90\%$$

CAPITULO V

COSTOS

5.1 Gestión de los Costos del Proyecto

La Gestión de los Costos del Proyecto nos permitió estimar y presupuestar el costo del proyecto en la etapa de licitación, para que una vez adjudicado el proyecto a nuestra empresa lo controlemos y podamos obtener el margen esperado, la secuencia que se siguió fue:

- **Estimar los Costos.-** es una aproximación de los recursos necesarios como supervisión, equipos, mano de obra, materiales, etc. para completar cada actividad del proyecto. Esta actividad fue desarrollada durante la etapa de licitación.
- **Determinar el Presupuesto.-** consiste en sumar los costos estimados de actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costo autorizada. Esta actividad fue desarrollada durante la etapa de licitación. Ver Tabla 5.1.

Tabla 5.1: Resumen de Presupuesto de Montaje de un Horno.

| RESUMEN DE PRESUPUESTO MONTAJE DE UN HORNO | | | | |
|--|---|---|-------------------|--|
| Tipo | Concepto | Monto (US\$) | | |
| Costo Indirecto | Implantación (60%) y retirada (40%) de instalaciones temporales de obra | 3,913.62 | | |
| | Movilización (60%) y desmovilización (40%) de maquinaria y equipos | 5,218.40 | | |
| | Equipo completo de personal con cargo a costes indirectos | 122,767.85 | | |
| | Utilidad | 68,704.02 | | |
| | | Monto por (US\$) | 200,603.89 | |
| Precios Unitarios | 1.1 Sección Radiante | 243,425.95 | | |
| | 1.2 Sección Convectiva | 44,528.50 | | |
| | 1.3 Capota de Humos | 11,242.69 | | |
| | 1.4 Chimenea | 36,633.66 | | |
| | 1.5 Plataformas y Escaleras | 148,000.30 | | |
| | | Monto por Precios Unitarios (US\$) | 483,831.10 | |
| | | Presupuesto del Proyecto (US\$) | 684,434.99 | |

- **Controlar los Costos.-** consiste en monitorear la situación del proyecto para actualizar el presupuesto del mismo y gestionar cambios a la línea base de costo. Esta actividad fue desarrollada en la etapa de ejecución.

Tabla 5.2: Costo Presupuestado y Real por Semanas.

| Semana N° | Costo Presupuestado | | Costo Real | |
|-----------|-----------------------|---------------------------------|-----------------------|---------------------------------|
| | Costo (\$) por Semana | Costo (\$) Acumulado por Semana | Costo (\$) por Semana | Costo (\$) Acumulado por Semana |
| Semana 01 | 11,626.43 | 11,626.43 | 3,116.99 | 3,116.99 |
| Semana 02 | 50,003.04 | 61,629.47 | 48,972.82 | 52,089.80 |
| Semana 03 | 53,490.84 | 115,120.31 | 52,460.62 | 104,550.43 |
| Semana 04 | 37,280.99 | 152,401.30 | 52,460.62 | 157,011.05 |
| Semana 05 | 32,645.05 | 185,046.35 | 35,205.72 | 192,216.76 |
| Semana 06 | 32,651.50 | 217,697.85 | 35,205.72 | 227,422.48 |
| Semana 07 | 51,157.84 | 268,855.69 | 49,068.06 | 276,490.54 |
| Semana 08 | 53,702.72 | 322,558.42 | 55,648.69 | 332,139.23 |
| Semana 09 | 51,536.88 | 374,095.29 | 54,504.01 | 386,643.24 |
| Semana 10 | 42,635.56 | 416,730.85 | 52,672.50 | 439,315.74 |
| Semana 11 | 33,573.95 | 450,304.80 | 43,419.33 | 482,735.08 |
| Semana 12 | 37,672.35 | 487,977.15 | 50,513.11 | 533,248.19 |
| Semana 13 | 37,672.35 | 525,649.50 | 42,369.25 | 575,617.43 |
| Semana 14 | 36,017.55 | 561,667.04 | 37,283.15 | 612,900.58 |

| Semana N° | Costo Presupuestado | | Costo Real | |
|-----------|-----------------------|---------------------------------|------------|-----------------------|
| | Costo (\$) por Semana | Costo (\$) Acumulado por Semana | Semana N° | Costo (\$) por Semana |
| Semana 15 | 41,354.06 | 603,021.10 | 44,861.61 | 657,762.19 |
| Semana 16 | 12,709.87 | 615,730.97 | 42,590.63 | 700,352.82 |
| Semana 17 | 0.00 | 615,730.97 | 41,025.44 | 741,378.26 |
| Semana 18 | 0.00 | 615,730.97 | 19,877.02 | 761,255.29 |
| Semana 19 | 0.00 | 615,730.97 | 7,250.58 | 768,505.87 |

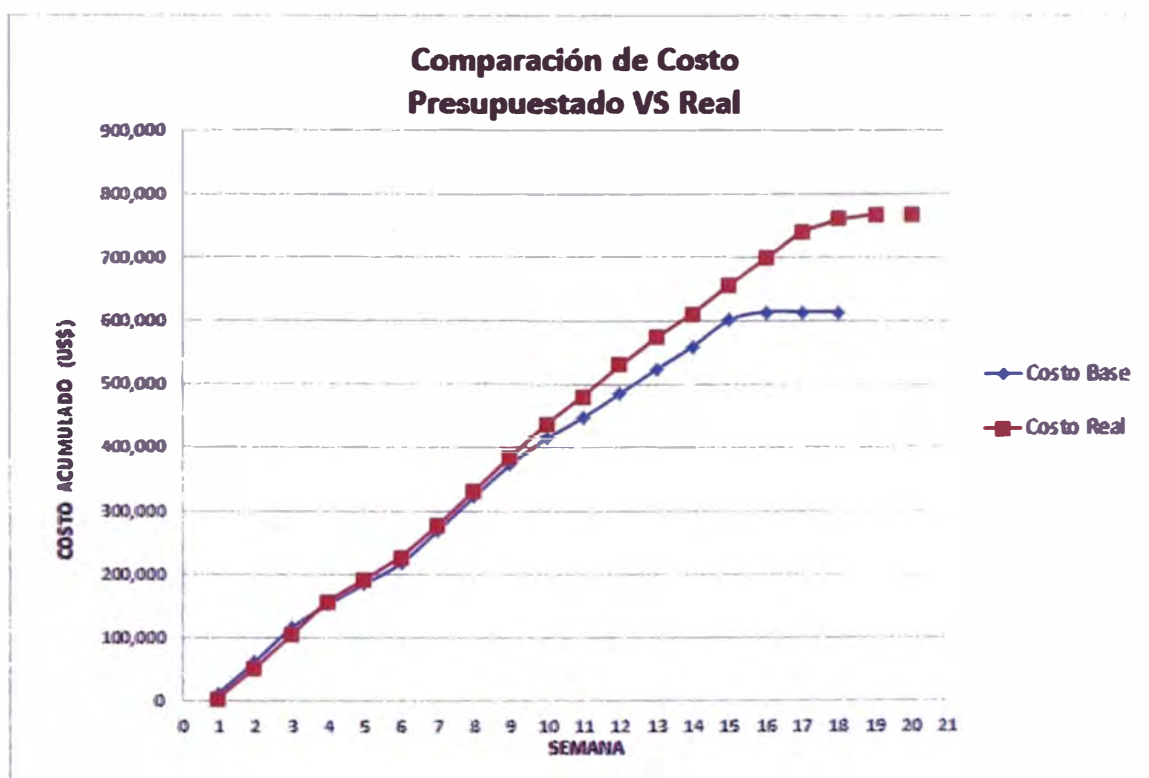


Figura 5.1 Comparación de Costo Presupuestado (Línea Base) vs Costo Real.

- **Calculo del Margen del Proyecto.**- definimos el margen como la Utilidad dividida entre la Venta.

Venta: Monto que nos paga el cliente en US\$ por el trabajo realizado, el trabajo contractual, adicionales y/o reclamos.

Costo: Monto incurrido para completar las actividades del proyecto:

Supervisión, mano de obra, equipos, materiales y gastos generales.

Utilidad: Es la resta entre la Venta y el Costo.

$$\% \text{Margen} = \frac{\text{Utilidad}}{\text{Venta}} = \frac{\text{Venta} - \text{Costo}}{\text{Venta}} \quad (11)$$

La tabla 5.3 nos muestra el margen considerado en el presupuesto y el margen conseguido en el proyecto.

Tabla 5.3: Costo Presupuestado y Real por Semanas.

| | Presupuestado (US\$) | Real (US\$) |
|---------------------|---------------------------------|------------------------|
| Venta Contractual | 684,434.99 | 684,434.99 |
| Venta por Reclamos* | 0.00 | 155,136.03 |
| Venta Total | 684,434.99 | 839,571.02 |
| Costo | 615,730.97 | 768,505.87 |
| Utilidad | 68,704.02 | 71,065.15 |
| % Margen | 10.0% | 8.46% |

* Los reclamos realizados fueron por mayor Gastos Generales (Supervisión), mayor permanencia de equipos y mano de obra directa, esto debido a que el presupuesto se hizo en base a un calendario laboral de trabajo de lunes a sábado y 10 horas diarias lo que nos daría un total de 60 horas a la semana, pero ya en el proyecto se modificó el régimen laboral, indicando que solo se podía trabajar de lunes a viernes y 10 horas diarias lo que nos dio un total de 50 horas a la semana, la disminución de horas trabajadas a la semana produjo un incremento de días en el programa incrementando también los costos mencionados.

CONCLUSIONES

1. El plan de gestión de proyectos nos permitió controlar el proyecto para no desviarnos de las líneas bases de alcance, tiempo, costo y calidad, alcanzando un margen de 8.46 % del 10% presupuestado, como se indica en la tabla 5.3.
2. El plan de gestión del Calidad nos permitió realizar el aseguramiento y control de calidad del proyecto. Gracias al plan de inspección y ensayo se siguió un orden adecuado en la toma de controles de los entregables. (Ver Anexo D).
3. La secuencia y cálculos del montaje nos permitieron realizar un montaje seguro libre de daños a la propiedad, medio ambiente y personal, alcanzando el objetivo de la empresa de cero accidentes durante el proyecto.

RECOMENDACIONES

1. Antes de iniciar la ejecución del proyecto se tiene que realizar un plan de gestión del proyecto, esto nos ayudará a generar líneas bases de alcance, tiempo, costo y calidad, al cual podremos medirnos durante la etapa de ejecución y poder tomar acción en caso de desviaciones.
2. Definir claramente el alcance, esto nos permitirá saber si una actividad se encuentra es contractual o adicional, realizar una curva S base de tiempo y costo para que nos sirva de guía durante el proyecto y poder tomar acción en caso de desviaciones.
3. Es sumamente importante realizar y hacer aprobar por el cliente el plan de inspección y ensayo (PIE) ya que este plan nos indica en qué etapa y donde realizar los controles, cualquier control adicional no indicado en el PIE se tiene que cobrar al cliente el costo asociado.
4. Realizar la secuencia y cálculos del montaje nos permitirá realizar un montaje seguro libre de daños a la propiedad, medio ambiente y personal, alcanzando el objetivo de toda empresa de cero accidentes durante el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

1. Canta Rojas Guillermo Martin, **Montaje de dos hornos de calentamiento de petróleo en una parada de planta en operaciones Conchan, informe de suficiencia**, Lima, 2011.
2. Condori Roque Freddy Rafael, **Fabricación, montaje de estructuras e instalación de horno para Clinker bajo el enfoque del PMBOK**, informe de suficiencia, Lima, 2010.
3. Flores Yenque Luis Alberto, **Recuperación Mejorada de Petróleo (EOR) Mediante Inyección de Nitrógeno en el noroeste Peruano**, Tesis de Grado, Lima, 2009.
4. Rivas Janqui, Eimar, **Montaje Mecanico de un Horno Rotatorio en la planta de calcinación en el Proyecto Bongara de CPSAA**, informe de suficiencia, Lima, 2009.
5. Segovia Canales Víctor Andrés, **Montaje de un tanque cilindro vertical de acero soldado para almacenamiento de 90 000 barriles**, informe de suficiencia, Lima, 2009.
6. Cazar Rivera Eduardo Santiago, **Auditoria y Propuesta de un Plan de Ahorro Energético en el Horno PH1 (300189), de la Planta Parsons de la Refinería la Libertad**, Tesis de Grado, Ecuador, 2007.

7. CS Beaver S.A.C, Catálogo de selección de aparejos de montaje, Lima, 2011.
8. Guía de los Fundamentos de la Dirección de Proyectos, Cuarta Edición, 2008.
9. Norma ISO 9001 – “International Organization for Standardization”, 2008.
10. Direcciones electrónicas
 - [http://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%BAa_\(m%C3%A1quina\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%BAa_(m%C3%A1quina))
 - <http://www.csbeaver.com/>
 - <http://amarengo.org/linkarg/industria-de-la-construccion-en-el-peru-vive-un-boom.html>

ANEXOS

1. **Anexo A**, Formato de Control de Cambios del Alcance.
2. **Anexo B**, Cronograma del Proyecto.
3. **Anexo C**, Plan de Inspección y Ensayo.
4. **Anexo D**, Plan de Gestión de Calidad.
5. **Anexo E**, Plantilla métrica de Calidad y Línea Base de Control de Calidad.

ANEXO A, Formato de Control de Cambios del Alcance.

| | | |
|---|-----------------------------|---------------|
| Nombre del Proyecto: | | |
| Preparado por: | | |
| Fecha: | | |
| Persona(s) que solicita(n) el cambio: | | |
| Número del Cambio: | | |
| Descripción detallada del cambio solicitado en el alcance: | | |
| Justificación de la solicitud del cambio: | | |
| Efectos en el costo del Proyecto: | | |
| <input type="checkbox"/> Sobre costo proyectado: _____ % aproximado | | |
| <input type="checkbox"/> Estimación de reducción del Costo: _____ % aproximado | | |
| Efectos en el Cronograma: | | |
| <input type="checkbox"/> Fecha de término planeada del proyecto: | | |
| <input type="checkbox"/> Nueva fecha de término del proyecto: | | |
| Comentarios adicionales: | | |
| Aprobación | Gerente del Proyecto | Fecha: |
| Aprobación | Persona autorizada | Fecha: |

Anexo B, Cronograma del Proyecto

| Id | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin | | | | | | | | | | | | |
|----|---|----------------|---------------------|---------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--|--|--|--|
| | | | | | 25 ene '10 | 08 feb '10 | 22 feb '10 | 08 mar '10 | 22 mar '10 | 05 abr '10 | 19 abr '10 | 03 may '10 | | | | |
| 1 | MONTAJE DE UN HORNO | 84 días | lun 25/01/10 | sáb 01/05/10 | 21 25 29 02 06 10 14 18 22 26 02 06 10 14 18 22 26 30 03 07 11 15 19 23 27 01 05 | | | | | | | | | | | |
| 2 | 1.0 Horno | 84 días | lun 25/01/10 | sáb 01/05/10 | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 1.1 Seccion Radiante | 48 días | lun 25/01/10 | sáb 20/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 4 | 1.1.1 Pared (Tejas) | 14 días | lun 25/01/10 | mar 09/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 1.1.1 A01 TEJA 01: Transporte y Montaje | 2 días | lun 25/01/10 | mar 26/01/10 | | | | | | | | | | | | |
| 6 | 1.1.1 A02 TEJA 02: Transporte y Montaje | 2 días | mié 27/01/10 | jue 28/01/10 | | | | | | | | | | | | |
| 7 | 1.1.1 A03 TEJA 03: Transporte y Montaje | 2 días | vie 29/01/10 | sáb 30/01/10 | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 1.1.1 A04 TEJA 04: Transporte y Montaje | 2 días | lun 01/02/10 | mar 02/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 1.1.1 A05 Armado y Soldeo de Tejas | 6 días | mié 03/02/10 | mar 09/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 10 | 1.1.2 Serpentin | 13 días | sáb 27/02/10 | sáb 13/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 1.1.2 A01 Serpentin 01 Transporte y Montaje | 1 día | sáb 27/02/10 | sáb 27/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 12 | 1.1.2 A02 Serpentin 02 Transporte y Montaje | 1 día | lun 01/03/10 | lun 01/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 13 | 1.1.2 A03 Serpentin 03 Transporte y Montaje | 1 día | mar 02/03/10 | mar 02/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 14 | 1.1.2 A04 Serpentin 04 Transporte y Montaje | 1 día | mié 03/03/10 | mié 03/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 15 | 1.1.2 A05 Armado y Soldeo de Serpentes | 6 días | jue 04/03/10 | mié 10/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 16 | 1.1.2 A06 Prueba Hidraulica de Serpentes | 3 días | jue 11/03/10 | sáb 13/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 17 | 1.1.3 Techo | 4 días | lun 15/03/10 | jue 18/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 18 | 1.1.3 A01 Primera mitad Transporte y Montaje | 1 día | lun 15/03/10 | lun 15/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 19 | 1.1.3 A02 Segunda mitad Transporte y Montaje | 1 día | mar 16/03/10 | mar 16/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 1.1.3 A03 Soldeo de Cierre | 2 días | mié 17/03/10 | jue 18/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 1.1.4 Fondo | 2 días | vie 19/03/10 | sáb 20/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 1.1.4 A01 Transporte y Montaje | 1 día | vie 19/03/10 | vie 19/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 1.1.4 A02 Soldeo de Cierre | 1 día | sáb 20/03/10 | sáb 20/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 24 | 1.2 Seccion Convectiva | 8 días | vie 19/03/10 | sáb 27/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 25 | 1.2.1 Convectiva Inferior | 4 días | vie 19/03/10 | mar 23/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 26 | 1.2.1 A01 Transporte | 1 día | vie 19/03/10 | vie 19/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 27 | 1.2.1 A02 Montaje | 1 día | sáb 20/03/10 | sáb 20/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 1.2.2 A03 Soldeo con Seccion Radiante | 2 días | lun 22/03/10 | mar 23/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 29 | 1.2.2 Convectiva Superior | 4 días | mié 24/03/10 | sáb 27/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 1.2.2 A01 Transporte | 1 día | mié 24/03/10 | mié 24/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 31 | 1.2.2 A02 Montaje | 1 día | jue 25/03/10 | jue 25/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 32 | 1.2.2 A03 Solde con Seccion Inferior de la Convecti | 2 días | vie 26/03/10 | sáb 27/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 33 | 1.3 Capota de Humos | 2 días | lun 29/03/10 | mar 30/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 34 | 1.3 A01 Transporte y Montaje | 1 día | lun 29/03/10 | lun 29/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 35 | 1.3 A02 Soldeo | 1 día | mar 30/03/10 | mar 30/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 36 | 1.4 Chimenea | 8 días | vie 23/04/10 | sáb 01/05/10 | | | | | | | | | | | | |
| 37 | 1.4.1 Chimenea Parte Inferior | 4 días | vie 23/04/10 | mar 27/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 38 | 1.4.1 A01 Transporte | 1 día | vie 23/04/10 | vie 23/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 39 | 1.4.1 A02 Montaje | 1 día | sáb 24/04/10 | sáb 24/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 40 | 1.4.1 A03 Soldeo con Seccion Convectiva | 2 días | lun 26/04/10 | mar 27/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 41 | 1.4.2 Chimenea Parte Superior | 4 días | mié 28/04/10 | sáb 01/05/10 | | | | | | | | | | | | |
| 42 | 1.4.2 A01 Transporte | 1 día | mié 28/04/10 | mié 28/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 43 | 1.4.2 A02 Montaje | 1 día | jue 29/04/10 | jue 29/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 44 | 1.4.2 A03 Soldeo con Chimenea Parte Inferior | 2 días | vie 30/04/10 | sáb 01/05/10 | | | | | | | | | | | | |
| 45 | 1.5 Plataformas y Escaleras | 62 días | mié 10/02/10 | jue 22/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 46 | 1.5.1 Plataformas Seccion Radiante | 44 días | mié 10/02/10 | jue 01/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 47 | 1.5.1.1 Plataforma EL.+2700 | 4 días | mié 10/02/10 | sáb 13/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 48 | 1.5.1.1 A01 Transporte | 1 día | mié 10/02/10 | mié 10/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 49 | 1.5.1.1 A02 Pre-Ensamble | 1 día | jue 11/02/10 | jue 11/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 50 | 1.5.1.1 A03 Montaje | 2 días | vie 12/02/10 | sáb 13/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 51 | 1.5.1.2 Plataforma EL.+6600 | 2 días | lun 15/02/10 | mar 16/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 52 | 1.5.1.2 A01 Transporte | 0.5 días | lun 15/02/10 | lun 15/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 53 | 1.5.1.2 A02 Pre-Ensamble | 0.5 días | lun 15/02/10 | lun 15/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 54 | 1.5.1.2 A03 Montaje | 1 día | mar 16/02/10 | mar 16/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 55 | 1.5.1.3 Plataforma EL.+11600 | 4 días | mié 17/02/10 | sáb 20/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 56 | 1.5.1.3 A01 Transporte | 1 día | mié 17/02/10 | mié 17/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 57 | 1.5.1.3 A02 Pre-Ensamble | 1 día | jue 18/02/10 | jue 18/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 58 | 1.5.1.3 A03 Montaje | 2 días | vie 19/02/10 | sáb 20/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 59 | 1.5.1.4 Plataforma EL.+14636 | 2 días | lun 22/02/10 | mar 23/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 60 | 1.5.1.4 A01 Transporte | 0.5 días | lun 22/02/10 | lun 22/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 61 | 1.5.1.4 A02 Pre-Ensamble | 0.5 días | lun 22/02/10 | lun 22/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 62 | 21A03 Montaje | 1 día | mar 23/02/10 | mar 23/02/10 | | | | | | | | | | | | |
| 63 | 1.5.1.5 Plataforma EL.+18600 | 4 días | lun 29/03/10 | jue 01/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 64 | 1.5.1.5 A01 Transporte | 1 día | lun 29/03/10 | lun 29/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 65 | 1.5.1.5 A02 Pre-Ensamble | 1 día | mar 30/03/10 | mar 30/03/10 | | | | | | | | | | | | |
| 66 | 1.5.1.5 A03 Montaje | 2 días | mié 31/03/10 | jue 01/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 67 | 1.5.2 Plataformas Seccion Convectiva | 10 días | vie 02/04/10 | mar 13/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 68 | 1.5.2.1 Plataforma EL.+21500 | 5 días | vie 02/04/10 | mié 07/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 69 | 1.5.2.1 A01 Transporte | 1 día | vie 02/04/10 | vie 02/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 70 | 1.5.2.1 A02 Pre-Ensamble | 1 día | sáb 03/04/10 | sáb 03/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 71 | 1.5.2.1 A03 Montaje | 3 días | lun 05/04/10 | mié 07/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 72 | 1.5.2.2 Plataforma EL.+25500 | 5 días | jue 08/04/10 | mar 13/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 73 | 1.5.2.2 A01 Transporte | 1 día | jue 08/04/10 | jue 08/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 74 | 1.5.2.2 A02 Pre-Ensamble | 1 día | vie 09/04/10 | vie 09/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 75 | 1.5.2.2 A03 Montaje | 3 días | sáb 10/04/10 | mar 13/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 76 | 1.5.3 Plataformas Chlmenea | 8 días | mié 14/04/10 | jue 22/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 77 | 1.5.3.1 Plataforma EL.+27600 | 4 días | mié 14/04/10 | sáb 17/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 78 | 1.5.3.1 A01 Transporte | 1 día | mié 14/04/10 | mié 14/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 79 | 1.5.3.1 A02 Pre-Ensamble | 1 día | jue 15/04/10 | jue 15/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 80 | 1.5.3.1 A03 Montaje | 2 días | vie 16/04/10 | sáb 17/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 81 | 1.5.3.2 Plataforma EL.+30800 | 6 días | mié 14/04/10 | mar 20/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 82 | 1.5.3.2 A01 Transporte | 1 día | mié 14/04/10 | mié 14/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 83 | 1.5.3.2 A02 Pre-Ensamble | 1 día | jue 15/04/10 | jue 15/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 84 | 1.5.3.2 A03 Montaje | 2 días | lun 19/04/10 | mar 20/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 85 | 1.5.3.3 Plataforma EL.+36800 | 8 días | mié 14/04/10 | jue 22/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 86 | 1.5.3.3 A01 Transporte | 1 día | mié 14/04/10 | mié 14/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 87 | 1.5.3.3 A02 Pre-Ensamble | 1 día | jue 15/04/10 | jue 15/04/10 | | | | | | | | | | | | |
| 88 | 1.5.3.3 A03 Montaje | 2 días | mié 21/04/10 | jue 22/04/10 | | | | | | | | | | | | |

ANEXO C, Plan de Inspección y Ensayo.

| 1.- IDENTIFICACION | | | | | | | REGISTRO N°: PIMO | | | | | | | |
|----------------------------------|---|--|-------------------------------|------------------------|--|--------------|--------------------|---------------------------|---|-----|---|---|--|--|
| PROYECTO: Montaje de un Horno | | Aprb Consorcio: | | | | | FECHA: 05/01/10 | | | | | | | |
| | | Aprb.Cliente.: | | | | | CLIENTE: Refineria | | | | | | | |
| 2.- PLAN DE INSPECCION Y ENSAYOS | | | | | | | | | | | | | | |
| N° | PROCESO A SER INSPECCIONADO | DESCRIPCION PUNTOS DE INSPECCION Y ENSAYOS | METODO DE INSPECCION O ENSAYO | CRITERIO DE ACEPTACION | DOCUMENTO DE REFERENCIA | | RESPONSABLE | AUTORIDADES DE INSPECCION | | | | | | |
| | | | | | PLANOS, ESPECIF. PROCED. | FORMATO | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 1 | Revisión de los planos de fabricación y de los procesos a emplear | -Geometría de las juntas -Tipos de materiales | V, revisión de documentos | WPS/P1-P1/001 | Planos aprobados para construcción Norma ASME Secc. VIII Div. 1 | --- | JCO,SCO,SOB | R | R | | | | | |
| 2 | Selección de proceso a emplear | -Comparativo de procesos de soldadura (SMAW,SAW,GMAW,FCAW,GTAW) -Disponibilidad de equipos y mano de obra calificada. | V, revisión de documentos | WPS/P1-P1/001 | Norma ASME Secc IX Catálogos, hojas técnicas, manuales (equipos y electrodos). | --- | JCO,SCO,SOB | R | R | | | | | |
| | Elaboración de especificaciones de procedimiento de soldadura (WPS) | -Material base -Material de Aporte -Variables de soldadura -Detalle de Junta | V, revisión de documentos | Certificados | Norma ASME Secc. IX | RESO-01-F001 | JCO,SCO,SOB | I/R | I | H/R | | | | |
| 3 | Proceso de calificación de procedimiento de soldadura | -Probeta(s): tipo y dimensiones -Geometría de la junta -Verificación de parámetros de soldadura | V | Norma ASME Secc IX. | Norma ASME Secc IX. | --- | JCO,SCO,SOB | I/R | I | H/R | | | | |
| | Ejecución de ensayos mecánicos | -Tipos de ensayos -Criterios de aceptación | V | Norma ASME Secc VIII. | Norma ASME Secc V. Norma ASME Secc VIII. | --- | JCO,SOB | R | | R | | | | |
| | Elaboración de registro de calificación de procedimiento (PQR) | -Dimensiones y rango calificado -Parámetros de soldadura -Criterios de aceptación | V, revisión de documentos | Norma ASME Secc IX. | Norma ASME Secc IX. | RESO-01-F002 | JCO,SOB | I/R | | R | | | | |
| 4 | Calificación de Soldadores | -Dimensiones de las probetas -Material Base -Posición de soldadura -Destreza/ técnica -Pruebas a realizar -Ejecución de soldadura en probetas -Parámetros de soldadura | V,INST-revisión de documentos | Norma ASME Secc IX. | Norma ASME Secc IX. | RESO-01-F003 | JCO,SCO,SOB | I/R | I | H/R | | | | |
| | Elaboración de registro de calificación de soldadores | -Resultado de ensayos a probetas | V-revisión de documentos | Norma ASME Secc IX. | Norma ASME Secc IX. | RESO-01-F003 | JCO,SOB | I/R | | R | | | | |

| 1.- IDENTIFICACION | | | | | | | REGISTRO N°: PIMO | | | | | | |
|----------------------------------|--|--|-------------------------------|---|--|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|---|-----|---|---|--|
| PROYECTO: Montaje de un Horno | | Aprb Consorcio: | | | | | FECHA: 05/01/10 | | | | | | |
| | | Aprb.Cliente.: | | | | | CLIENTE: Refineria | | | | | | |
| 2.- PLAN DE INSPECCION Y ENSAYOS | | | | | | | | | | | | | |
| N° | PROCESO A SER INSPECCIONADO | DESCRIPCION PUNTOS DE INSPECCION Y ENSAYOS | METODO DE INSPECCION O ENSAYO | CRITERIO DE ACEPTACION | DOCUMENTO DE REFERENCIA | | RESPONSABLE | AUTORIDADES DE INSPECCION | | | | | |
| | | | | | PLANOS, ESPECIF. PROCED. | FORMATO | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
| 5 | Elaboración de lista de soldadores calificados | -Registros de Calificación de soldadores | V, revisión de documentos | --- | --- | RESO-02-F001 | JCO,SCO,SOB | I/R | I | R | | | |
| 6 | Calificación del personal y procedimiento NDT | -Certificaciones vigentes -Procedimiento de RT.UT | V, revisión de documentos | Según ASNT SNT -TC-1A | Certificado de Nivel II en RT,UT según ASNT SNT -TC-1A | --- | JCO,SOB | R | | R | | | |
| 7 | Control dimensional | -Dimensiones de Partes casco de radiación cuerpo de convección | V,D | circularidad tolerancia máxima 20mm para un diámetro interior 7208mm. circunferencia tolerancia se adjunta Norma AS 4458-1997 addenda 1999 | Norma Australiana AS 4458-1997 addenda 1999 Pressure Equipment Manufacture | RE-0C0-2048-003 ;RE-0C0-2048-001 | JCO,SCO,SOB | I/R | I | I/R | | | |
| | | -Dimensiones de Partes chimenea | V,D,INST | Desalineamiento entre planchas junta a tope hasta plancha de ¼" Tol. ¼" Deformaciones cilíndricas Tol. Max 6mm. Redondez la diferencia de diámetros máximo y mínimo no debe exceder al 2% del diámetro. | ASME STS-1 2003 | RE-0 C0-2048-003 ;RE-0C0-2048-001 | JCO,SCO,SOB | I/R | I | I/R | | | |
| 8 | Topografía | -Verticalidad casco de radiación -Verticalidad cuerpo de convección | V, revisión de documentos | 1mm/m(línea fuera a plomo). Comprobación final la tolerancia de nivel será como máximo 0.3mm/m. | EC-B50 rev.2 | RE-0C0-2048-001 ;RE-0C0-2048-002 | JCO,SCO,SOB | R | R | I/R | | | |
| | | -Verticalidad de la chimenea | V, revisión de documentos | Verticalidad 2" en 30m. | ASME STS-1 2003 | RE-0C0-2048-001 ;RE-0C0-2048-002 | JCO,SCO,SOB | R | R | I/R | | | |
| 9 | Proceso de Ensamble y Apuntalado | -WPS Aplicable -Geometría de la junta -Abertura de raíz -Alineamiento | V,INST-revisión de documentos | --- | Planos aprobados para construcción. | REME-01-F001 | JCO,SCO,SOB | I/R | I | I/R | | | |

| | | | |
|--------------------------------------|-----------------|--------------------|--|
| 1.- IDENTIFICACION | | REGISTRO N°: PIMO | |
| PROYECTO: Montaje de un Horno | Aprb Consorcio: | FECHA: 05/01/10 | |
| | Aprb.Cliente.: | CLIENTE: Refineria | |

| 2.- PLAN DE INSPECCION Y ENSAYOS | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------------------------|---|-------------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------|-------------|---------------------------|---|-----|---|---|--|--|
| N° | PROCESO A SER INSPECCIONADO | DESCRIPCION PUNTOS DE INSPECCION Y ENSAYOS | METODO DE INSPECCION O ENSAYO | CRITERIO DE ACEPTACION | DOCUMENTO DE REFERENCIA | | RESPONSABLE | AUTORIDADES DE INSPECCION | | | | | | |
| | | | | | PLANOS, ESPECIF. PROCED. | FORMATO | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| 10 | Proceso de Soldadura | -Secuencia de soldadura -Parametros de soldadura -Limpieza entrepases | V | WPS aprobado. PQR aprobado. | WPS aprobado. PQR aprobado. | RESO-01-F001 | JCO,SCO,SOB | R | I | I/R | | | | |
| 11 | Identificación, Marcado de la junta | -Estampa del Soldadura | V-revisión de documentos | --- | Planos aprobados para construcción. | RESO-02-F008 RESO-02-F005 | JCO,SCO,SOB | R | I | M | | | | |
| 12 | Inspeccion visual de soldadura | -Discontinuidades de soldadura -Acabado | V,INST-revisión de documentos | Norma ASME Secc VIII Div. 1 | Norma ASME Secc VIII Div. 1 | RESO-02-F002 RESO-02-F003 | JCO,SOB | I/R | | I/R | | | | |
| 13 | Ensayos no destructivos | -Tintes Penetrantes | END | Norma ASME Secc VIII DIV.1 apendice 8 (100% costuras longitudinales del casco de radiación ; costura circunferencial del cuerpo de la convección y de la chimenea y 5% costuras en filete) | Norma ASME Secc V Art. 6 | RESO-02-F006 | JCO,SOB | I/R | | I/R | | | | |
| 14 | Ensayos no destructivos | -Radiografía RT | END | Norma ASME Secc VIII Div. 1 UW52 apendice 4 (chimenea 100% longitud de costura circunferencial). | Norma ASME Secc V Art. 2 | Reporte de la empresa END | JCO,SOB | R | | R | | | | |
| 15 | Control de No conformidades | -ISO 9001:2008 | revisión de documentos | --- | Registro | RE-SGC-00-F005 | JCO,SOB | R | | R | | | | |

| 3. ABREVIATURAS | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|--|---|---|--|--|
| METODOS DE INSPECCION | | METODOS DE ENSAYOS/ PRUEBAS | | AUTORIDAD DE INSPECCION | | | CODIGOS DE INSPECCION | | |
| V | VISUAL | C | COMPRESION DE TESTIGOS | 1 | Jefe de Calidad en Obra, (JCO) | M | MONITOR: Verifica Aleatoriamente para asegurar el cumplimiento de los requerimientos del proyecto | | |
| D | DIMENSIONAL | END | ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS | | | | | | |
| EP | ESPESOR DE PINTURA | ED | ENSAYOS DESTRUCTIVOS | 2 | Jefe/ Supervisor (construccion) ,(SCO) | I | INSPECCION: Atestigua y aprueba | | |
| T | TORQUE | | | | | | | | |
| P | SEGUN ESPECIFICACIONES DEL PROVEEDOR | | | 3 | QA QC Cliente, (SOB) | H | HOLD POINT: No debe efectuarse la actividad sin ser Atestiguado 100% por Autoridad de Inspección | | |
| INST | KIT DE INSPECCION DE SOLOADURA | | | | | | | | |
| | | | | | | R | REVISION: Revision de la Inspección y/o reportes de pruebas | | |

ANEXO D, Plan de Gestión de la Calidad

| | |
|----------------------------|---------------------|
| Nombre del Proyecto | Siglas del Proyecto |
| MONTAJE DE UN HORNO | MNH |

Política de Calidad del Proyecto: Especificar la intención de dirección que formalmente tiene el equipo de proyecto con la calidad del proyecto.

El proyecto se debe cumplir con los requisitos de calidad requeridos por REFINERIA., y culminar el proyecto dentro del tiempo y el presupuesto planificados.

Línea base de calidad del proyecto: Especificar los factores de calidad relevantes para el producto del proyecto y para la gestión del proyecto. Para cada factor de calidad relevante definir los objetivos de calidad, las métricas a utilizar, y las frecuencias de medición y de reporte.

Ver Anexo E Plantilla de Métricas de Calidad
y Línea Base de la Calidad

Plan de Mejora de Procesos: especificar los pasos para analizar procesos, los cuales facilitarán la identificación de actividades que generan o que no agregan valor.

1. Delimitar el proceso
2. Determinar la oportunidad de mejora
3. Tomar información sobre el proceso
4. Analizar la información levantada
5. Definir las acciones correctivas para mejorar el proceso
6. Aplicar las acciones correctivas
7. Verificar si las acciones correctivas han sido efectivas
8. Estandarizar las mejoras logradas para hacerlas parte del Proceso

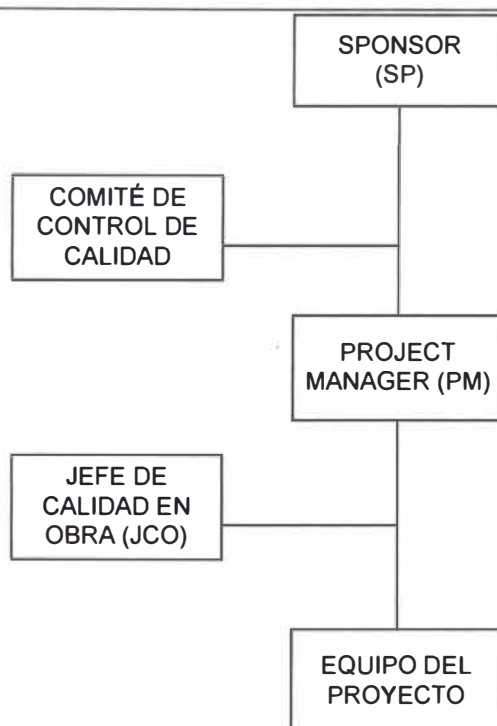
Matriz de Actividades de Calidad: Especificar para cada paquete de trabajo si existe un estándar o norma de calidad aplicable a su elaboración. Analizar la capacidad del proceso que generará cada entregable y diseñar actividades de prevención y de control que asegurarán la obtención de entregables con el nivel de calidad requerido (Ver matriz adjunta)

| Paquete de Trabajo | Estándar o Norma de Calidad Aplicable | Actividades de Prevención | Actividades de Control |
|--|---------------------------------------|---------------------------|------------------------|
| Ver Anexo C Planes de Inspección y Ensayos | | | |

| Roles para la Gestión de la Calidad: Especificar los roles que serán necesarios en el equipo de proyecto para desarrollar los entregables y actividades de gestión de la calidad. Para cada rol especificar: objetivos, funciones, niveles de autoridad, a quien reporta, a quien supervisa, requisitos de conocimientos, habilidades, y experiencia para desempeñar el rol | |
|--|--|
| <p>Rol No 1: Promotor del Proyecto</p> | <i>Objetivos del Rol:</i> Responsable Ejecutivo final por la calidad del proyecto. |
| | <i>Funciones del Rol:</i> Revisar, aprobar, y tomar acciones correctivas para mejorar la calidad. |
| | <i>Niveles de autoridad:</i> Facilitar a discreción los recursos para el proyecto, renegociar contratos. |
| | <i>Reporta a:</i> Directorio de la empresa. |
| | <i>Supervisa a:</i> Project Manager |
| | <i>Requisitos de conocimientos:</i> Gestión de Proyectos |
| | <i>Requisitos de habilidades:</i> Liderazgo, Comunicación, Negociación, Motivación, y Solución de Conflictos. |
| | <i>Requisitos de experiencia:</i> más de 20 años de experiencia en ese cargo. |
| <p>Rol No 2: Project Manager o Jefe de Proyecto (PM o JP)</p> | <i>Objetivos del Rol:</i> Gestionar el Plan de Calidad. |
| | <i>Funciones del Rol:</i> Revisar estándares, revisar entregables, aceptar entregables o disponer su reproceso, deliberar para generar acciones correctivas, aplicar acciones correctivas. |
| | <i>Niveles de autoridad:</i> Aplicar a discreción los recursos para el proyecto, renegociar contratos. Exigir el cumplimiento de entregables a los miembros del equipo. |
| | <i>Reporta a:</i> Promotor del Proyecto |
| | <i>Supervisa a:</i> Equipo del Proyecto |
| | <i>Requisitos de conocimientos:</i> Gestión de Proyectos |
| | <i>Requisitos de habilidades:</i> Liderazgo, Comunicación, Negociación, Motivación, y Solución de Conflictos. |
| <i>Requisitos de experiencia:</i> más de 10 años de experiencia en ese cargo. | |

| | |
|---|---|
| <p>Rol No 3: Jefe de Oficina de Calidad (JOC)</p> | <p><i>Objetivos del Rol:</i> Responsable final por la calidad del Montaje del Nuevo Horno de Crudo</p> |
| | <p><i>Funciones del Rol:</i> Revisar estándares, revisar entregables, aceptar entregables o disponer su reproceso, deliberar para generar acciones correctivas, aplicar acciones correctivas.</p> |
| | <p><i>Niveles de autoridad:</i> Aplicar los recursos de la empresa para la ejecución de los trabajos de campo. Exigir el cumplimiento de entregables a los miembros del equipo.</p> |
| | <p><i>Reporta a:</i> Project Manager o Jefe de Proyecto</p> |
| | <p><i>Supervisa a:</i> Equipo del Proyecto</p> |
| | <p><i>Requisitos de conocimientos:</i> Estándares y Normas Internacionales de calidad como el ISO, etc.</p> |
| | <p><i>Requisitos de habilidades:</i> Liderazgo, Comunicación, Negociación, Motivación, y Solución de Conflictos.</p> |
| <p>Rol No 3: Miembros del Equipo del Proyecto</p> | <p><i>Objetivos del Rol:</i> Elaborar los entregables con la calidad requerida y según estándares establecidos por el Sistema de Gestión de Calidad de la empresa</p> |
| | <p><i>Funciones del Rol:</i> Elaborar entregables</p> |
| | <p><i>Niveles de autoridad:</i> Aplicar los recursos que se le han asignado</p> |
| | <p><i>Reporta a:</i> Project Manager o Jefe de Proyecto</p> |
| | <p><i>Supervisa a:</i></p> |
| | <p><i>Requisitos de conocimientos:</i> Gestión de Proyectos, y las inherentes al desarrollo de los entregables que se les ha asignado</p> |
| | <p><i>Requisitos de habilidades:</i> Específicas según el entregable asignado</p> |
| <p><i>Requisitos de experiencia:</i> más de 2 años de experiencia en ese cargo.</p> | |

Organización para la Calidad del Proyecto: Especificar organigrama del proyecto indicando claramente donde están situados claramente los roles para la Gestión de la Calidad.



Documentos Normativos para la Calidad: especificar que documentos normativos registrarán los procesos y actividades de Gestión de la Calidad

| | |
|----------------|--|
| Procedimientos | 1.- Control Documental del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) |
| | 2.- Identificación y Trazabilidad de las partes de la Instalación |
| | 3.- Inspección y Ensayos |
| | 4.- Tratamiento de las No Conformidades del Producto |
| | 5.- Gestión de la No Conformidad del SGC |
| | 6.- Control de Registros de Calidad |
| | 7.- Capacitación de Personal |
| | 8.- Recepción de Equipos y Materiales en Obra |
| | 9.- Manipulación, almacenamiento, mantenimiento y despacho de materiales y equipos en el almacén de obra |
| | 10.- Control de los Procesos |
| | 11.- Selección y evaluación de Subcontratistas |
| Plantillas | 1.- Para la elaboración de informes técnicos |

| | |
|--|---|
| | 2.- Para la elaboración de metrados |
| | 3.- Para la elaboración cronogramas |
| | 4.- Para la elaboración de costos |
| Formatos | 1.- Para dibujos de Planos |
| | 2.- Para registros de calidad |
| CheckLists | 1.- Lista de revisión de Planos |
| | 2.- Lista de verificación del contenido de informes técnicos |
| Otros Documentos | 1.- |
| Procesos de Gestión de la Calidad: Especificar el enfoque para realizar los procesos de Gestión de la Calidad indicando el Qué, Quién, Cómo, Cuándo, Dónde, Con Qué, y Por Qué. | |
| Enfoque de Aseguramiento de la Calidad | <ul style="list-style-type: none"> ✓ El aseguramiento de la Calidad se hará monitoreando continuamente la performance del trabajo, los resultados del control de calidad, y sobre todo las métricas del proyecto. ✓ De esta manera se descubrirá tempranamente cualquier necesidad de auditoría de procesos, o de mejora de procesos. ✓ Los resultados se formalizarán como Solicitudes de Cambio. ✓ Asimismo se verificará dichas Solicitudes de Cambio. |
| Enfoque de Control de Calidad | <ul style="list-style-type: none"> ✓ El control de calidad se ejecutará revisando los entregables para ver si están conformes o no. ✓ Los resultados de las mediciones se consolidarán y enviarán al proceso de aseguramiento de la calidad. ✓ Asimismo en este proceso se hará la medición de las métricas y se informarán al proceso de aseguramiento de la calidad. ✓ Los entregables que han sido reprocesados se volverán a revisar para verificar si ya se han vuelto conformes. ✓ Para los defectos se tratará de detectar las causas raíces de los defectos para eliminar las fuentes del error, los resultados y conclusiones se formalizarán como solicitudes de cambio. |
| Enfoque de Mejora de Procesos | <p>Cada vez que se requiera mejorar un proceso se seguirá lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Delimitar el proceso 2. Determinar la oportunidad de mejora 3. Tomar información sobre el proceso 4. Analizar la información levantada 5. Definir las acciones correctivas para mejorar el proceso 6. Aplicar las acciones correctivas 7. Verificar si las acciones correctivas han sido efectivas 8. Estandarizar las mejoras logradas para hacerlas parte del proceso |

ANEXO E, Plantilla de Métricas de Calidad y Línea Base de Control de Calidad

| Métrica de: | | | |
|--|--|----------|---|
| Producto | | Proyecto | x |
| Factor de Calidad Relevante: Especificar cuál es el factor de calidad relevante que da origen a la métrica. | | | |
| - Performance del Proyecto y del Entregable | | | |
| Definición del Factor de Calidad: Definir el factor de calidad involucrado en la métrica y especificar porqué es relevante. | | | |
| La performance del Proyecto y de los entregables, se definen como el cumplimiento del cronograma y del presupuesto del proyecto. Este factor de calidad es relevante pues permitirá al equipo de proyecto lograr la margen de utilidad que ha sido calculado para el proyecto, caso contrario el proyecto podría no generar utilidades o más aún, podría generar pérdidas. | | | |
| Propósito de la Métrica: Especificar para qué se desarrolla la métrica? | | | |
| La métrica se desarrolla para monitorear la performance del proyecto en cuanto al cumplimiento del cronograma y del presupuesto, y poder tomar las acciones correctas en forma oportuna | | | |
| Definición operacional: Definir como operará la métrica, especificando el Quién, Qué, Cuándo, Dónde, Cómo? | | | |
| El Jefe de Planeamiento y Control actualizará las hojas de cálculo de Gestión del Proyecto, Los días 30 de cada mes con corte al 25 del mismo mes, y calculará el CPI (Cost Performance Index) y del SPI (Schedule Performance Index), obteniendo de esta forma los ratios de performance del proyecto, los cuales se tendrán disponibles para revisión por el Project Manager los 30 de cada mes. | | | |
| Método de Medición: Definir los pasos y las consideraciones para efectuar la medición | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Se recabará información de avances reales, valor ganado, fechas de inicio y fin real, trabajo real, y costo real, los cuales se ingresarán en las hojas de cálculo de Gestión del Proyecto. 2. La hoja de cálculo de Gestión del Proyecto calculará los índices de CPI y SPI. 3. Estos índices se trasladarán al informe semanal del Proyecto. 4. Se revisará el informe con el Patrocinador y se tomarán las acciones correctivas y/o preventivas pertinentes. 5. Se informará al cliente de dichas acciones de ser el caso. | | | |
| Resultado Deseado: Especificar cuál es el objetivo o resultado deseado para la métrica | | | |
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Para el CPI se desea un valor acumulado no menor a 0.85 2. Para el SPI se desea un valor acumulado no menor a 0.85 | | | |

| |
|---|
| <p>Enlace con Objetivos Organizacionales: Especificar cómo se enlaza la métrica y el factor de calidad relevante con los objetivos de la organización.</p> |
| <p>El cumplimiento de las métricas es indispensable para poder obtener la utilidad deseada de los proyectos, lo cual a su vez posibilitará el crecimiento de la empresa y la mejora de sus productos y servicios.</p> |
| <p>Responsable del Factor de Calidad: Definir Quién es la persona responsable de vigilar el factor de calidad, los resultados de la métrica, y de promover las mejoras de procesos que sean necesarias.</p> |
| <p>La persona operativamente responsable de vigilar el factor de calidad, los resultados de la métrica, y de promover las mejoras de procesos que sean necesarias para lograr los objetivos de calidad planteados, es el Project Manager en primera instancia, pero la responsabilidad última de lograr la rentabilidad del proyecto y el cumplimiento de los plazos recae en forma ejecutiva en el Sponsor del Proyecto.</p> |

| LÍNEA BASE DE CONTROL DE CALIDAD | | | | |
|----------------------------------|---------------------|---|---|--|
| Factor de Calidad Relevante | Objetivo de Calidad | Métrica a Utilizar | Frecuencia y Momento de Medición | Frecuencia y Momento de Reporte |
| Performance del Proyecto | $CPI \geq 0.85$ | CPI= Cost Performance Index Acumulado | Los días 30 de cada mes con corte al 25 del mismo mes, se calculará el CPI obteniendo de esta forma los ratios de performance del proyecto. | Frecuencia mensual Reporte, 30 de cada mes. |
| Performance del Proyecto | $SPI \geq 0.85$ | SPI= Schedule Performance Index Acumulado | Los días 30 de cada mes con corte al 25 del mismo mes, se calculará el SPI obteniendo de esta forma los ratios de performance del proyecto. | Frecuencia mensual Reporte, 30 de cada mes. |