

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“MONTAJE Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO DEL
ESPESADOR TIPO RASTRA Y SISTEMA DE
FILTRADO TIPO DISCO PARA LA LÍNEA DE
CONCENTRADO DE COBRE. MINERA SHUNTUR -
ANCASH”**

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

SALVADOR MÁXIMO CALDERÓN CRUCES

CALLAO, MAYO DEL 2018

PERÚ

DEDICATORIA

Por el gran cariño que me ofrecen día a día y su apoyo incondicional que me da fuerzas para afrontar los retos de la vida, porque permite ser perseverante en la vida y en lo profesional ya que son el motor en mi vida, es que le dedico este trabajo con mucho amor a mis hijos.

AGRADECIMIENTO

A Dios por la luz que guía mi camino, a la Universidad Nacional del Callao que me dio la fortaleza profesional, a mis profesores y compañeros que me acompañaron y apoyaron compartiendo parte de su experiencia para hacer esto posible.

A todos ustedes gracias.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
I. OBJETIVOS	9
1.1 Objetivo General	9
1.2 Objetivos Específicos.....	9
II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	10
2.1 Reseña Histórica	10
2.2 Declaraciones Estratégicas	10
2.3 Organigrama.....	12
III. ACTIVIDADES DESARROLLADOS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	14
3.1 Servicios	14
3.2 Principales Clientes	14
IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA..	16
4.1 Descripción del Tema	16
4.2 Antecedentes.....	16
4.3 Planteamiento del Problema.....	17
4.4 Justificación	17
4.5 Marco Teórico.....	18
4.5.1 Antecedentes de Estudio	18
4.5.2 Marco Conceptual	19
4.5.3 Definiciones Básicas	36
4.5.4 Marco Normativo	38
4.6 Fases del proyecto	39

4.6.1	Fase I: Ingeniería Preliminar del Proyecto	43
4.6.2	Fase II: Montaje del Espesador tipo Rastra	60
4.6.3	Fase III: Montaje del Filtro tipo Discos	91
4.6.4	Fase IV: PRUEBAS Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO..	108
V.	EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA	121
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	123
6.1	Conclusiones	123
6.2	Recomendaciones	124
VII.	REFERENCIALES	126
VIII.	ANEXOS Y PLANOS	1288
8.1	Anexos.....	1288
8.2	Planos.....	1444

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N° 01: UBICACIÓN DE LA EMPRESA FUNDICIÓN Y MAESTRANZA INDUSTRIAL S.R.L.	10
FIGURA N° 02: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA FUNDICIÓN Y MAESTRANZA INDUSTRIAL S.R.L.	13
FIGURA N° 03: CHANCADORA TIPO QUIJADA	21
FIGURA N° 04: MOLINO DE BARRAS	22
FIGURA N° 05: MOLINO DE BOLAS	22
FIGURA N° 06: CELDA DE FLOTACIÓN	23
FIGURA N° 07: FORMACIÓN DE ESPUMA EN CELDA DE FLOTACIÓN	25
FIGURA N° 08: ESPESADOR TIPO RASTRA	27
FIGURA N° 09: FILTRO TIPO PRENSA	29
FIGURA N° 10: FILTRO TIPO TAMBOR	30
FIGURA N° 11: FILTRO TIPO DISCO	31
FIGURA N° 12: CAÍDA DE LA TORTA DE CONCENTRADO	31
FIGURA N° 13: POLIPASTOS MANUALES	33
FIGURA N° 14: GRÚA POSICIÓN DE OPERACIÓN	34
FIGURA N° 15: FASES DEL PROYECTO	42
FIGURA N° 16: TORTUGA MECÁNICA	44
FIGURA N° 17: EQUIPO DE IZAJE CON PARANTE	44
FIGURA N° 18: EQUIPO DE IZAJE GIRABLE	45
FIGURA N° 19: ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL PROYECTO	46
FIGURA N° 20: FLUJOGRAMA DEL ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO	57
FIGURA N° 21: INSPECCIÓN DE COTAS DE LOS PEDESTALES DEL ESPESADOR	61
FIGURA N° 22: DIMENSIÓN ENTRE ESPÁRRAGOS DE LA PLANCHA BASE	61

FIGURA N° 23: PLANCHAS DEL FONDO CÓNICO - SECCIÓN 1 Y 3.....	63
FIGURA N° 24: PLANCHAS DEL FONDO CÓNICO - SECCIÓN 2	63
FIGURA N° 25: PLANCHAS DEL FONDO CÓNICO - SECCIÓN 4 Y 3a	63
FIGURA N° 26: PLANCHAS DEL FONDO CÓNICO - SECCIÓN 1a Y 2a	64
FIGURA N° 27: PLANCHAS DEL FONDO CÓNICO - SECCIÓN 4a Y 3a	64
FIGURA N° 28: PLANCHAS DEL CILINDRO DEL ESPESADOR	65
FIGURA N° 29: PARTES DE LA ESTRUCTURA BASE DEL ESPESADOR	65
FIGURA N° 30: COLUMNAS EXTERIORES E INTERIORES	66
FIGURA N° 31: EJE CENTRAL	67
FIGURA N° 32: SISTEMA RASTRA Y ARRIOSTRES DE SUJECCIÓN	68
FIGURA N° 33: VISTA SUPERIOR DEL ESPESADOR	70
FIGURA N° 34: POSICIÓN DE COLUMNAS EXTERIORES E INTERIORES ..	71
FIGURA N° 35: POSICIÓN DE VIGAS A SU POSICIÓN FINAL	71
FIGURA N° 36: TECLE DE IZAJE (PARANTE Y POLIPASTO).....	72
FIGURA N° 37: MONTAJE DE VIGAS EN SU POSICIÓN FINAL	73
FIGURA N° 38: MONTAJE DEL FONDO CÓNICO EN SU POSICIÓN FINAL ..	77
FIGURA N° 39: MONTAJE DEL CILINDRO PLANCHA CON PLANCHA	79
FIGURA N° 40: MONTAJE DEL CILINDRO PLANCHA DE REFUERZO	79
FIGURA N° 41: MONTAJE DEL CILINDRO EN SU POSICIÓN FINAL	82
FIGURA N° 42: EJE CENTRAL DEL SISTEMA RASTRA	83
FIGURA N° 43: VISTA FRONTAL DEL ESPESADOR	90
FIGURA N° 44: INSPECCIÓN DE COTAS DE LOS PEDESTALES DEL SISTEMA DE FILTRADO	91
FIGURA N° 45: FILTRO DE DISCOS	93
FIGURA N° 46: BOMBA DE VACÍO	94
FIGURA N° 47: SISTEMA DE FILTRADO TIPO DISCOS	95
FIGURA N° 48: BASE ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE FILTRADO	96

FIGURA N° 49: IZAJE Y UNIÓN POR PERNOS DE LA ESTRUCTURA	97
FIGURA N° 50: MONTAJE DE TANQUE TRAMPA DE HUMEDAD Y TUBERÍAS	100
FIGURA N° 51: MONTAJE DE TANQUE RECEPTOR DE VACÍO Y TUBERÍAS	100
FIGURA N° 52: DETALLE DE LA JUNTA DE SOLDADURA	106
FIGURA N° 53: CONCENTRADO DE MINERAL DESHIDRATADO	118
FIGURA N° 54: ESPESADOR DE CONCENTRADO DE COBRE EN FUNCIONAMIENTO	119
FIGURA N° 54: MODELO DE ACTA DE ENTREGA Y CONFORMIDAD	120

LISTA DE TABLAS

TABLA N° 01: PARTES DEL ESPESADOR	49
TABLA N° 02: ANÁLISIS DE RIESGOS DEL PROYECTO	52
TABLA N° 03: PARTES DEL FONDO CÓNICO	62
TABLA N° 04: PARTE DEL CILINDRO DEL ESPESADOR	64
TABLA N° 05: PARTES DE LA ESTRUCTURA BASE DEL ESPESADOR	65
TABLA N° 06: PARTE DEL PUENTE DEL ESPESADOR	66
TABLA N° 07: PARTE DEL EJE MOTRIZ DEL ESPESADOR	67
TABLA N° 08: TABLA DE APRIETE DE PERNOS - ESPESADOR	76
TABLA N° 09: TABLA DE CARGA GRÚA TEREX RT 555-1	85
TABLA N° 10: TABLA DE APRIETE DE PERNOS – SISTEMA DE FILTRADO	99
TABLA N° 11: TABLA DE PRODUCCIÓN DE CONCENTRADO DEL COBRE	119

INTRODUCCIÓN

La minería es uno de los principales pilares de la economía peruana, ya que representa el 11% del Producto Bruto Interno, dentro de este grupo se encuentran las empresas mineras que extraen el cobre, como la minera SHUNTUR SAC. Que realiza actividades de exploración, explotación y comercialización de minerales en el departamento de Ancash. La explotación de mineral se inicia en el yacimiento pasando por una serie de procesos para remover el mineral, reducir su tamaño y formar el concentrado de cobre, este mineral en primera instancia contiene material no deseado, el cual es eliminado en esta etapa obteniendo un producto en donde los minerales de valor se encuentran en mayor proporción (concentrado), este producto es llevado al área de extracción, que se encarga de extraer los minerales contenidos en el concentrado, para luego ser refinados y llevados a manufactura.

La separación de minerales en la línea de concentrado es por gravedad en donde el mineral con tamaño reducido es deshidratado, pasando por unas Cochas de separación en donde se retira parte del líquido y luego ser esparcido al suelo para ser secado de forma natural, siendo este proceso lento y poco eficiente en comparación a la instalación de un Espesador que extraería una mayor cantidad de agua del producto por rebose en menor tiempo, es por este motivo que la minera contrato los servicios de la empresa FUNDICIÓN Y MAESTRANZA INDUSTRIAL S.R.L. para solucionar esta problemática en la línea de concentrado de cobre, por lo que el informe de trabajo de suficiencia profesional, titulado : ***“Montaje y Puesta en Funcionamiento del Espesador tipo Rastra y Sistema de Filtrado tipo Disco para la Línea de Concentrado de Cobre. Minera Shuntur - Ancash”***, tiene como propósito aumentar la producción de concentrado de cobre en un 23%, agilizando el proceso de secado del mineral mediante un filtro tipo discos, llegando a alcanzar hasta una humedad del 11%.

El montaje del Espesador y del sistema de filtrado en la línea de concentrado de cobre de la minera, se realizó en una zona poco accesible para el uso de grúas, por lo que el montaje fue realizado por medio de maniobras de izaje 90% manual; según las siguientes fases:

FASE I: Ingeniería preliminar del proyecto: en esta actividad se hace una inspección de la zona para recopilar información técnica y proyectar la planificación del montaje del Espesador y el sistema de Filtrado, tomando en cuenta los recursos necesarios a utilizar.

FASE II: Montaje del Espesador tipo Rastra: Aquí se analizan las condiciones previas al montaje del Espesador, el montaje de la base estructural del Espesador, el montaje de las planchas de acero del Espesador y el montaje del sistema tipo Rastra.

FASE III: Montaje del Filtro tipo disco: Aquí se analizan las condiciones previas al montaje del sistema de filtrado, el montaje de la base estructural del sistema de filtrado y la trampa de Humedad, el montaje de equipos del sistema de Filtrado, así como montaje de tuberías y conexiones del sistema.

FASE IV: Pruebas y puesta en funcionamiento: Esta fase comprende la realización de todas las pruebas que se realizaron durante la ejecución del proyecto las cuales fueron: Los ensayos no destructivos (Inspección Visual, por Tintes Penetrantes y Radiografía Industrial), Pruebas de fuga y la puesta en funcionamiento de equipos sin carga o en vacío y entrega de del proyecto. Incrementando de esta manera el crecimiento económico de la zona y por ende beneficiando a las poblaciones dentro de este sector del país.

I. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

Desarrollar procedimientos para el montaje y puesta en funcionamiento del Espesador tipo Rastra y el sistema de Filtrado tipo Disco que permita incrementar la productividad del concentrado de cobre de la minera Shuntur S.A.C - Ancash.

1.2 Objetivos Específicos

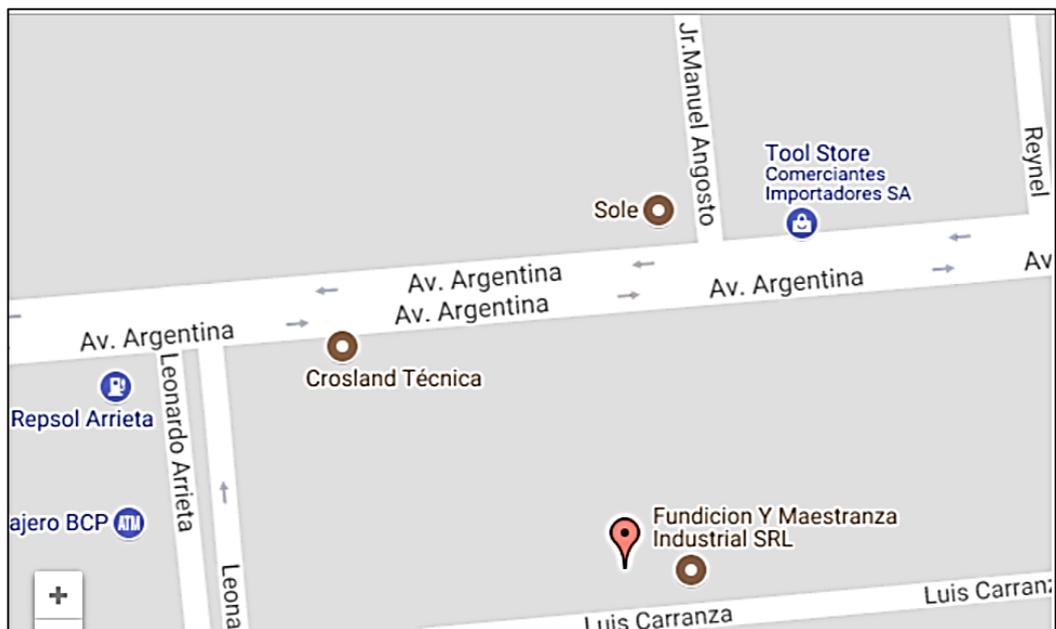
- Examinar la ingeniería preliminar del proyecto y las condiciones de obra de la minera SHUNTUR SAC, para realizar la planificación de actividades del montaje del Espesador tipo Rastra y el sistema de Filtrado tipo Disco.
- Determinar las actividades necesarias para la ejecución del montaje del Espesador tipo Rastra, en la línea de concentrado de cobre de la minera SHUNTUR SAC.
- Definir las actividades necesarias para la ejecución del montaje del Sistema de Filtrado tipo Disco, en la línea de concentrado de cobre de la minera SHUNTUR SAC.
- Realizar las pruebas de monitoreo y control para el montaje del Espesador tipo Rastra y del sistema de Filtrado tipo Disco, de tal manera que garantice su puesta en funcionamiento y entrega del proyecto en la minera SHUNTUR SAC.

II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

2.1 Reseña Histórica

La empresa **FUNDICIÓN Y MAESTRANZA INDUSTRIAL S.R.L.** con RUC 20100426235, es una empresa Metal Mecánica peruana fundada en 1986, ubicado en JR. Luis Carranza N° 2250 LIMA - LIMA – LIMA como se indica en la Figura N° 1, la cual se dedica a la fabricación y reparación de equipos industriales, estructuras manufactureras y venta de repuestos.

FIGURA N° 01: UBICACIÓN DE LA EMPRESA FUNDICIÓN Y MAESTRANZA INDUSTRIAL S.R.L.



Fuente: Elaboración Propia.

2.2 Declaraciones Estratégicas

Misión

Nuestra misión es apoyar a la industria nacional brindando la solución técnica más económica a los problemas mecánicos de los equipos y procesos de nuestros clientes. Al mismo tiempo

queremos crear un entorno de trabajo que permita el desarrollo profesional y personal de sus trabajadores, en un ámbito de respeto y conservación del medio ambiente.

Visión

Nuestra visión es ser reconocida en la industria como la primera alternativa para la fabricación y reparación de sus equipos.

Valores

Los valores son aquellos principios que identifican a toda entidad, permitiendo a la organización orientar el comportamiento de cada integrante con la finalidad de proporcionar metas y objetivos comunes.

Los valores más importantes en nuestra empresa son:

- **Responsabilidad:** Es uno de nuestros valores más importantes y refleja el grado de cumplimiento del total los compromisos adquiridos con nuestros clientes de manera sustentable.
- **Respeto:** es uno de los valores básicos en nuestra empresa porque nos permite construir relaciones sociales y agiliza la comunicación entre todos los integrantes de la organización y de nuestros clientes.
- **Honestidad:** Es un valor importante ya que es la base para mantener a nuestros clientes, haciendo sostenible a la empresa.
- **Trabajo en equipo:** es la columna vertebral y uno de los valores mejor apreciados en nuestra empresa ya que nos une bajo un objetivo en común, permitiéndonos realizar mayores trabajos con el menor esfuerzo posible.

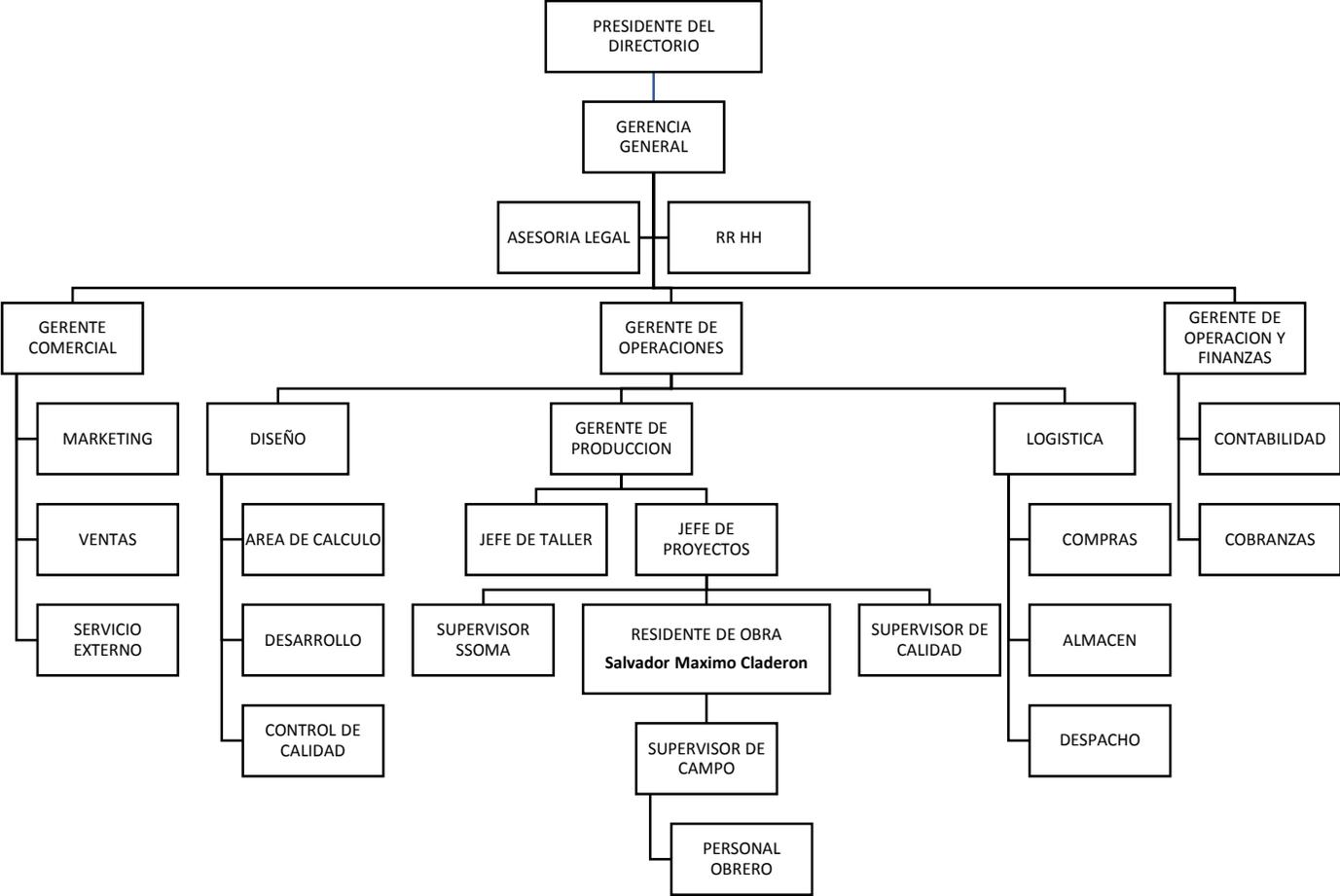
2.3 Organigrama

La estructura organizacional de la empresa FUNDICIÓN Y MAESTRANZA INDUSTRIAL S.R.L. está dividido por departamentos o áreas, en donde se observa de manera jerárquica la cadena de mando, con la finalidad de realizar nuestros servicios mediante un orden y un adecuado control, alcanzando así las metas y objetivos de la organización.

En mi calidad de Residente de obra, en el proyecto del Montaje y Puesta en funcionamiento del Espesador tipo Rastra y Sistema de Filtrado tipo Disco para la línea de concentrado de cobre en la minera SHUNTUR, realice las siguientes funciones.

- Planificar las actividades y tareas que se ejecutarán antes durante y después del proceso de descarga de materiales ya sea de orden manual o con equipos.
- Efectuar las coordinaciones requeridas para que se realicen las actividades cumpliendo con lo previsto.
- Brindar los recursos y facilidades necesarias para la ejecución del presente proyecto.
- Difundir este procedimiento para su oportuna aplicación.
- Brindar todas las facilidades para la implementación del presente procedimiento.
- Dirigir y organizar los recursos para ejecutar las actividades y tareas.
- Efectuar las coordinaciones requeridas para que se ejecuten las actividades y tareas cumpliendo con lo previsto.

FIGURA N° 02: ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA FUNDICIÓN Y MAESTRANZA INDUSTRIAL S.R.L.



Fuente: Elaboración Propia.

III. ACTIVIDADES DESARROLLADOS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

3.1 Servicios

Los servicios que brinda la empresa FUNDICION Y MAESTRANZA INDUSTRIAL S.R.L. (FIM), son los siguientes:

➤ **Fabricación de equipos y Repuestos**

Nuestra empresa busca satisfacer las necesidades de nuestros clientes, dando soluciones viables fabricando equipos y repuestos, teniendo experiencia en el sector Minero, Pesquero e Industrial.

➤ **Montaje de Líneas**

Realizamos montaje en diversas líneas de producción como Chancado, Molienda, Flotación, Filtrado, etc. Contando con profesionales de amplia experiencia.

➤ **Proyectos**

Nuestra amplia experiencia en el mercado laboral nos permite asesorar de la mejor manera para realizar proyectos al menor costo.

3.2 Principales Clientes

➤ **Minería**

• **Compañía Minera MILPO.**

Construcción del sistema completo de filtrado para el proyecto Cerro Lindo en la minera MILPO. En el año 2008 - 2014.

• **Compañía Minera CASAPALCA.**

Fabricación y montaje de fajas transportadoras y celdas de flotación en el interior de la compañía minera, en el año 2014.

- **Compañía Minera LINCUNA.**

Fabricación de repuestos para Zarandas y Agitadores en el año 2016.

- **Compañía Minera SHUNTUR.**

Fabricación y montaje de zarandas, en el interior de la compañía minera, en el año 2016.

- **Compañía Minera CONTONGA.**

Fabricación y montaje de líneas de relave en el interior de la compañía minera, en el año 2016.

➤ **Industria**

- **Transportadora Callao S.A.**

Reparación y fabricación de repuestos de fajas transportadoras en el interior de la empresa, en el año 2016.

- **Productos Tissue del Perú S.A.**

Fabricación de faja transportadora de paquete, y mescladores en el interior de la empresa, en el año 2015.

- **Refractarios Peruanos S.A.**

Mantenimiento y fabricación de repuestos de Molino de bolas y cambio de chimenea del horno, en el interior de la empresa, en el año 2015.

- **Pesquera HAYDUK S.A.**

Mantenimiento y fabricación de repuestos de Molino de martillo, en el interior de la empresa, en el año 2015.

- **Reactivos nacionales S.A.**

Mantenimiento y fabricación de repuestos de bomba de vacío, en el interior de la empresa, en el año 2015.

IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

4.1 Descripción del Tema

La minera SHUNTUR SAC, con Ruc 20509512869 y ubicada en el distrito de Pira, provincia de Huaraz, región Ancash, se dedica a la extracción de minerales metalíferos no ferrosos, dentro de los cuales se encuentra la de extracción de cobre, este proceso se inicia con la etapa de Liberación, que consiste en obtener partículas de tamaño adecuado en las áreas de Chancado, Tamizado y Molienda, esta reducción comprende de tamaños 25 pulgadas hasta 74 micrones, tamaño usual para el tratamiento en concentración de minerales, para luego pasar a la etapa de Separación la cual consiste en seleccionar las partículas valiosas en Concentrado y Relave, para que final mente pase a la línea de concentrado el cual se efectúa por precipitación en cochas, eliminación de agua por medio de un filtrado, facilitando el transporte de los Concentrados.

4.2 Antecedentes

Nuestra empresa ha tenido como cliente desde el año 2007 a la minera SHUNTUR SAC, realizando trabajos de mantenimiento y fabricación de equipos, entre otros proyectos, esta minera realizaba el espesamiento del mineral mediante cochas concentradoras utilizando el sistema gravimétrico, haciendo que se precipiten las partículas de cobre, sin embargo este proceso se tornaba muy lento y se perdía parte del mineral, es por esta razón que la minera SHUNTUR SAC solicito a la empresa FUNDICIÓN Y MAESTRANZA INDUSTRIAL S.R.L. la construcción de un nuevo sistema para la línea de concentrado de cobre, este debería construirse a unos 400 metros de las cochas de concentración, siendo este un lugar sin acceso vehicular hasta ese momento, por lo que se tuvo que planificar y acordar con la minera las actividades de montaje que serían en su totalidad por medio de

maniobras manuales, sin uso de Grúa Motriz, haciendo uso de tecles y otros elementos de Izaje.

4.3 Planteamiento del Problema

¿De qué manera el adecuado montaje y puesta en funcionamientos de un Espesador tipo Rastra y un sistema de Filtro tipo Disco mejoran la producción en la línea de concentrado de cobre en la Minera SHUNTUR SAC - Ancash?

4.4 Justificación

Teórica

El presente informe de trabajo de suficiencia profesional es relevante y útil, ya que se revisa teorías y estrategia de supervisión y montaje de estructuras en obra con maniobras de izaje, el cual aportara significativamente a todo aquel investigador o ingeniero supervisor como una alternativa de solución.

Práctica

De las Fases del proyecto del presente informe de trabajo de experiencia profesional, se describirán los procedimientos de la ejecución de actividades, aportando de esta manera con prácticas de trabajo de campo real y aprobados por la minera, es por ello que esta investigación tiene una plena justificación práctica, ya que darán luces con respecto a una forma alternativa para realizar el montaje de estructuras y equipos.

Económica

La construcción y montaje de un Espesador tipo rastra y un Filtro tipo discos tiene como fin repotenciar a la línea de concentrado de cobre de la minera SHUTUR SAC, incrementando su eficiencia de

producción, es por esta razón que este trabajo tiene una justificación económica, ya que esta mayor producción aumentaría el beneficio económico de nuestro cliente.

4.5 Marco Teórico

4.5.1 Antecedentes de Estudio

Sánchez Pintado, Mario Miguel (2013). En su informe de experiencia laboral titulada **“Aseguramiento y Control de Calidad para el Montaje de Espesadores Soldados en Obra”**. tuvo objetivo principal fue describir una secuencia de montaje de un Espesador alineada con una correcta utilización de la gestión de calidad, para el proyecto Pueblo Viejo en República Dominicana, concluyendo que el incumplimiento o mala realización del aseguramiento y control de calidad podría originar retrasos en los trabajos, toma de datos erróneos, reprocesos innecesarios, teniendo como consecuencias el incumplimiento del cronograma y un aumento en el costo del proyecto.

Así mismo el mencionado informe se detallan los conceptos básicos de aseguramiento y control de la calidad, su respectivo plan, los puntos de inspección y procedimientos de trabajo que fueron necesarios para la ejecución del montaje de los Espesadores de dicho proyecto.

Anaya Huamán, Ronald (2016). En su tesis titulada **“Estudio de la Influencia del Espesador de Cono Profundo, para la Recuperación de agua en la Compañía Minera Volcán s.a.”**, tuvo como objetivo el análisis del torque de la rastra y el análisis de la adición de floculante basado en la razón de alimentación en la minera VOLCAN S.A, concluyendo que mediante este equipo se puede también recuperar minerales como oro y plata que posteriormente fueron enviados al tanque de almacenamiento, recuperando y mejorando la producción de minerales.

así mismo la mencionada tesis nos indica que el adecuado control de la cantidad de elementos que ingresan al espesador ya sea floculante, cal, pulpa, agua fresca, influyen directamente en la recuperación de agua ya que de acuerdo a los análisis obtenidos se recuperó más de 70 m³/h de agua de proceso

Espinoza Camacho, Edgar Gilmer (2009). En su tesis titulada: **“Diseño de un Espesador para Concentrado de Cobre de 1,78 Tn/h”**, cuyo objetivo principal fue determinar los factores preponderantes que aporten a conseguir un 65-75 % de sólidos en la descarga de un espesador para concentrado de cobre de 1,78 Tn/h. Concluyendo en que la forma del tanque influye mucho con el periodo de asentamiento, este incremento tubo una eficiencia de 32,5 % lo cual influyo en la producción de espesamiento de concentrado.

Ojeda Vasquez, Pablo (2014). En su tesis titulada **“Diseño e Implementación Lógica de Control Experto en Espesador de Relaves – Plantas las Tórtolas”**. Tuvo como objetivo elaborar una secuencia de control operacional, así como un control automático siendo estos controlados por computadoras.

Ojeda Vásquez en su tesis hace referencia a las operaciones de espesamiento en las operaciones mineras, esto nos ayudara en el montaje debido a que en su tesis nos brinda una descripción detallada de los elementos estructurales que lo componen, tomando como referencia el correcto desarrollo del trabajo al momento de realizar el montaje.

4.5.2 Marco Conceptual

Línea de concentrado de cobre

Son una serie de procesos producto de la extracción de un yacimiento de cobre, con el fin de liberar a las partículas de cobre y eliminar el

material no deseado, concentrando de esta manera a los minerales de mayor valor que se encuentran en forma de sulfuros en las rocas mineralizadas, reduciendo de esta manera los costos de extracción y embarque. El proceso de concentración de minerales de cobre se divide en Chancado, molienda, flotación y secado..

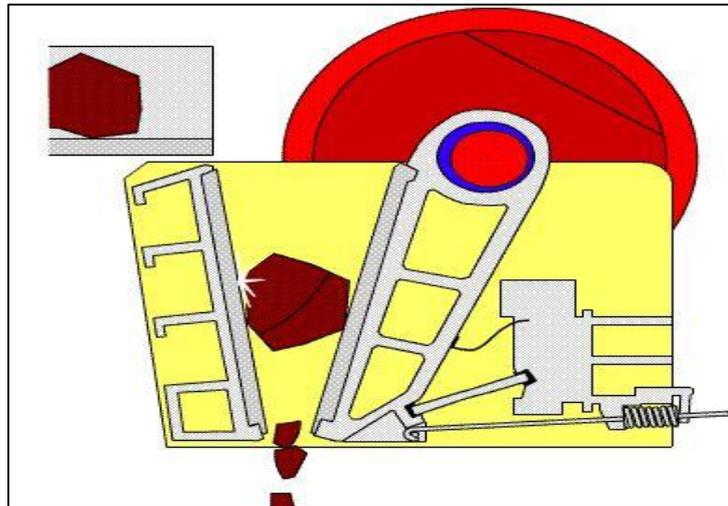
a) Chancado.¹

Es un proceso de reducción de tamaño del mineral proveniente del yacimiento minero el cual presenta una granulometría variada, pudiendo encontrar partículas desde 1 mm hasta fragmentos mayores que 1 m de diámetro, por lo que el objetivo este proceso será de reducir el tamaño de los fragmentos mayores hasta obtener un tamaño uniforme máximo de ½ pulgada. La reducción de tamaño se realiza mediante 3 etapas, en donde el mineral pasa por una chancadora primaria con el fin de lograr reducir el tamaño de los minerales hasta un tamaño máximo de 8 pulgadas los cuales tienen que pasar por una parrilla de 8" x 8", en la etapa secundaria, el tamaño del material se reduce a 3 pulgadas y en la etapa terciaria, el material mineralizado logra llegar finalmente a ½ pulgada.

Las chancadoras son máquinas de baja velocidad utilizadas para la reducción de grandes volúmenes de sólidos triturando a la roca mediante movimientos vibratorios, estos son alimentados por la parte superior y descargan por la parte inferior a través de una abertura graduada de acuerdo al diámetro requerido. El transporte del material es a base de fajas transportadoras las cuales distribuyen a estos a través de toda la planta.

¹ Estudios Mineros del Perú. *Manual de minería*. S/A.

FIGURA N° 03: CHANCADORA TIPO QUIJADA



Fuente: Fundición Ventanilla S.A.

b) Molienda.²

Es el proceso siguiente a la de chancado, en donde se sigue reduciendo el tamaño de las partículas que componen el mineral, para obtener un tamaño más fino con un máximo de 0,18 mm y permitir de esta manera la liberación de la mayor parte de los minerales de cobre en forma de partículas individuales, la reducción de tamaño se realiza mediante molinos de forma cilíndrica los cuales pasan por dos etapas diferentes, en la primera etapa el mineral proveniente de la chancadora terciaria es mezclado con agua y pasa por un molino giratorio de barras, en donde se va moliendo por acción del movimiento de las barras que se encuentran libres y caen sobre el mineral, obteniendo un producto más homogéneo el cual recibe el nombre de Pulpa, en la segunda etapa la pulpa ingresada a un molino tipo bolas el cual contiene en su interior unas bolas de acero de 3.5 pulgadas de diámetro, estas producto del movimiento impactan en el material reduciendo su tamaño hasta un máximo de 0.18 mm.

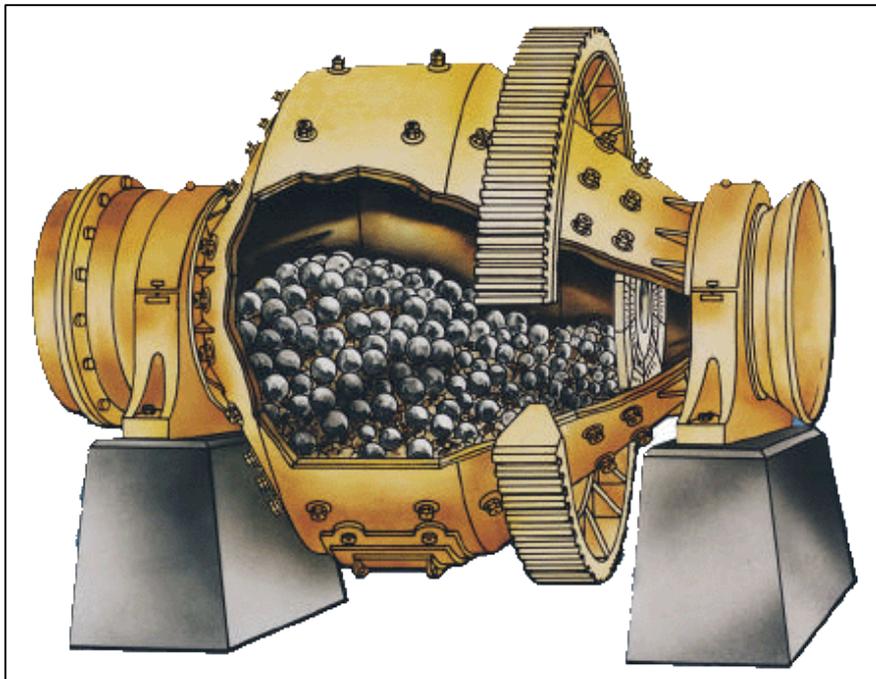
² Estudios Mineros del Perú. *Manual de minería*. S/A.

FIGURA N° 04: MOLINO DE BARRAS



Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N° 05: MOLINO DE BOLAS

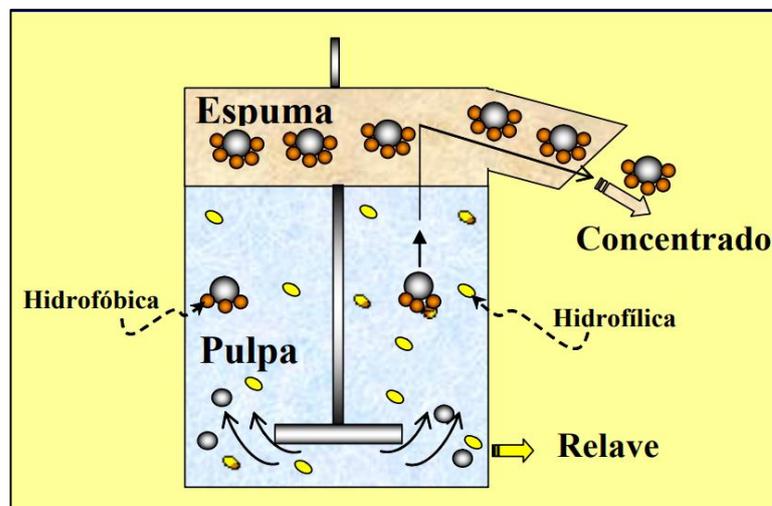


Fuente: International Global Mining Solution.

c) Flotación.³

Una vez que el material es reducido al tamaño deseado, es transportado hacia un banco de celdas de flotación en donde el cobre se separa adhiriéndose a burbujas de aire que suben a la superficie por medio de un proceso físico-químico de separación de minerales, basado en las propiedades hidrofílicas e hidrofóbicas de estos mismos, el cual es un fenómeno de comportamiento de sólidos frente al agua, en donde los metales nativos, sulfuros o especies como el grafito, carbón bituminoso, talco y otros son poco mojables por el agua y se llaman minerales hidrofóbicos, por otra parte, los sulfatos, carbonatos, fosfatos, etc. Son hidrofílicos o sea mojables por el agua.

FIGURA N° 06: CELDA DE FLOTACIÓN



Fuente:

Los reactivos que se incorporan en la molienda tienen diferentes naturalezas y cumplen diferentes funciones, estos suelen ser:

Reactivos Espumantes: Tienen como objetivo producir burbujas resistentes.

³ Estudios Mineros del Perú. *Manual de minería*. S/A.

Reactivos colectores: tienen la misión de impregnar las partículas de sulfuros de cobre y de molibdeno para que se separen del agua (efecto hidrófobo) y se peguen en las burbujas.

Reactivos espesantes: destinados a provocar el efecto inverso al de los reactivos colectores para evitar la recolección de otros minerales como la pirita, que es un sulfuro que no tiene cobre.

Otros aditivos: como la cal sirven para estabilizar la acidez de la mezcla en un valor de pH determinado, proporcionando el ambiente adecuado para que ocurra todo el proceso de flotación.

Tipos de flotación.

Los tipos de flotación son:

- **Flotación no selectiva de aceite (bulk oil flotation).**

Esta técnica fue desarrollada en 1860, la cual consistía en mezclar la pulpa molida con aceite y posteriormente con agua, de tal manera que las partículas del mineral sulfuroso, por sus propiedades superficiales hidrófobas, quedaban retenidas en la fase aceitosa y aquellas partículas que se mojaban en el agua se quedaban en la fase acuosa, de modo que al final del proceso, flotaba una capa de aceite sobre la pulpa, la cual contenía las partículas de mineral sulfuroso que eran separados por decantación y se separaba del aceite por filtración.

- **Flotación de película (film or skin flotation).**

En esta técnica, el mineral finamente molido era esparcido cuidadosamente sobre la superficie libre del agua, de modo que las partículas de sulfuro, que se caracterizan por tener propiedades hidrófobas, sobrenadaban en la superficie del agua, formando una delgada película que era removida por medio de algún mecanismo;

en cambio la ganga se mojaba y sedimentaba en el fondo del recipiente de agua.

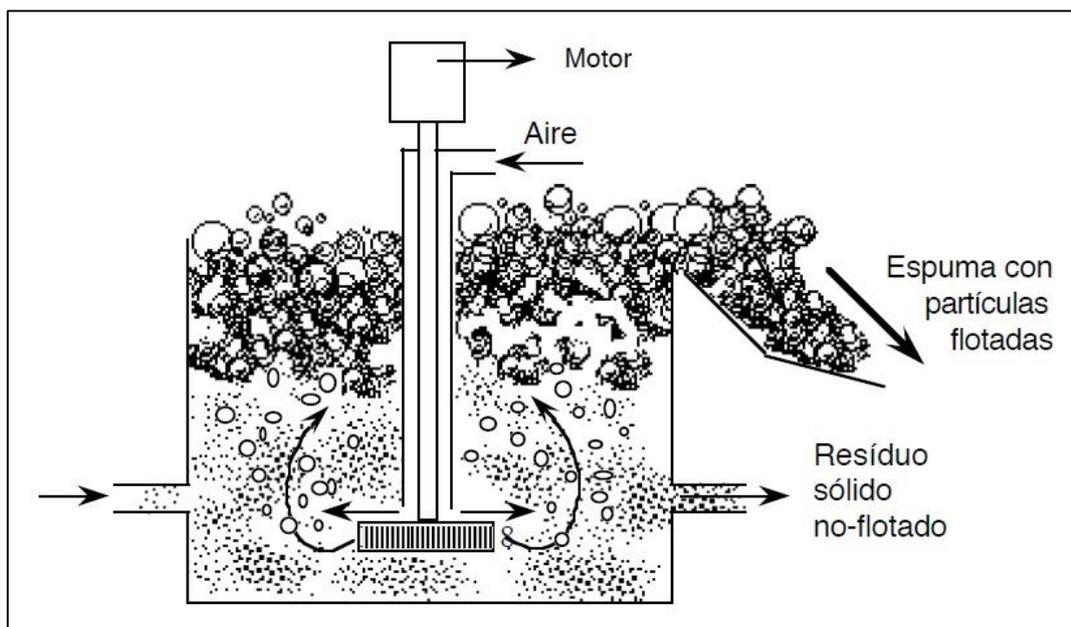
- **Flotación de espuma.**

Con la flotación de espuma la separación se la realiza gracias a la adhesión selectiva de partículas hidrófobas a pequeñas burbujas de gas (aire) que son inyectadas al interior de la pulpa. El conjunto partícula-burbuja asciende a la superficie formando una espuma mineralizada, la cual es removida por medio de paletas giratorias o simplemente por rebalse. Las propiedades superficiales de las partículas y las características del medio pueden ser reguladas con ayuda de reactivos.

- **Flotación de iones.**

Con ayuda de reactivos de flotación se precipitan los iones y luego éstos son flotados como en el caso de la flotación de espuma.

FIGURA N° 07: FORMACIÓN DE ESPUMA EN CELDA DE FLOTACIÓN



Fuente: <http://procesosbio.wikispaces.com/Flotaci%C3%B3n>

d) Secado.⁴

Una vez extraído y concentrado el mineral en el banco de celdas de flotación hasta un valor promedio del 31% de cobre total, este es conducido para el proceso de secado, normalmente se encuentra constituido por un espesador y un sistema de filtrado.

Espesador:

El Espesador tiene la función de sacar el agua de una pulpa, en otras palabras genera una pulpa con mayor densidad y recuperar agua que recirculara en toda la línea, esto está basado bajo el principio de gravedad o sedimentación, pues los sólidos por ser más densos van hacia el fondo y el agua va hacia arriba.

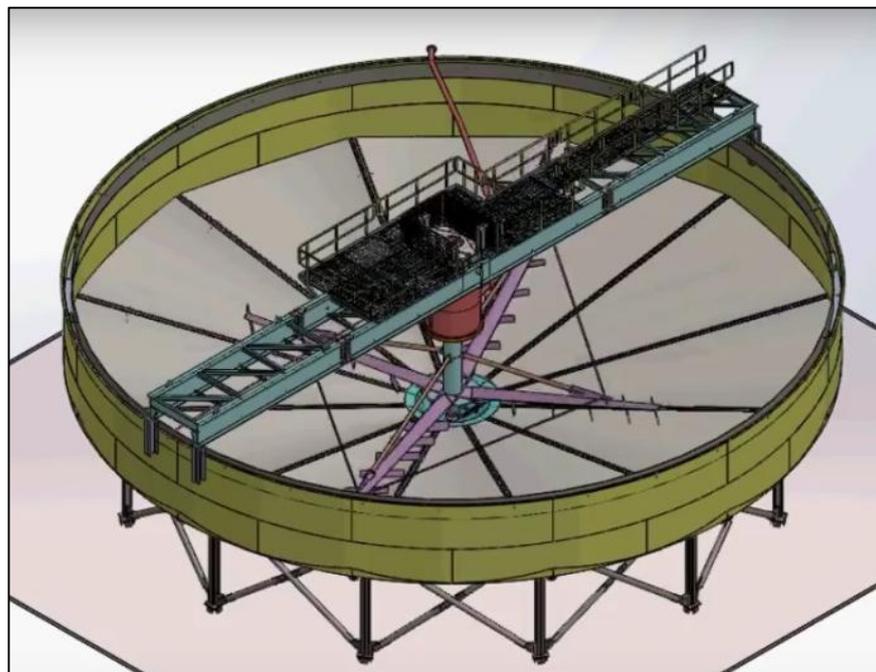
Su estructura es metálica y está conformado por un tanque que es el cuerpo del Espesador, este generalmente tiene la forma de un embudo, y cuya profundidad varía dependiendo de la cantidad de líquidos que se quiera recuperar, además cuenta con un sistema de giro el cual consta de unas rastras, un eje principal, motor, puente de metal para el mantenimiento y ubicación de los sistemas electromecánicos y caja reductora

- Las Rastras son una especie de aletas que han sido diseñadas para realizar el trabajo de arrastrar los sólidos al centro, en otras palabras que en vuelta y vuelta van llevando los sólidos hasta el centro del Espesador.
- El eje del Espesador tiene una función similar a la del eje de un agitador, solo que en vez de hélices utiliza unas rastras de acero al carbono.

⁴ Antonio C. Bravo G. *Planta Concentradora. Casapalca 2004*

- En la parte superior cuenta con un motor eléctrico unidos a un eje sin fin con corona no solo para variar la velocidad sino más bien para brindar mayor fuerza al torque en el fondo del tanque, las velocidades en las rastras son bien bajas, casi imperceptibles, siendo de una vuelta cada 05 a 06 minutos y gracias a ello lo que ese obtiene es una cama de sólidos.
- De igual manera el Espesador cuenta con un puente metálico en donde están ubicados los equipos y los instrumentos que indican el torque, este indicador tiene mucha importancia ya que a medida que se van sedimentando los sólidos el torque va aumentando.

FIGURA N° 08: ESPESADOR TIPO RASTRA



Fuente: Elaboración propia.

En principio la pulpa ingresa al Espesador el cual separa los líquidos de los sólidos, en donde los sólidos se descargan por la parte inferior del tanque.

Filtros de concentrado⁵

El filtrado es el proceso siguiente después del espesado y consiste en retirar la mayor cantidad de agua posible concentrando aún más al mineral, esto es posible mediante la intervención un medio filtrante y una succión por vacío, en otras palabras este proceso consiste separar una mezcla heterogénea de un fluido y de las partículas de un sólido, esto es posible gracias al uso de un medio filtrante que permite el paso del fluido, pero que retenga a las partículas del sólido, formando de esta manera una torta porosa sobre la que se superponen estratos sucesivos a medida que el líquido va atravesando la torta y el medio filtrante.

Podemos se puede clasificar a los filtros de la siguiente forma:

- **Filtros por gravedad**

Es el tipo más antiguo y sencillo de los filtros ya que tiene como fuerza impulsora a la gravedad, el medio filtrante está compuesto por depósitos de fondo perforado llenos de arena porosa, a través de la cuál pasa el fluido en forma de flujo laminar.

- **Filtros de Filtros Prensa**

Los filtros de prensa son separadores de líquidos y sólidos, están equipados con placas filtrantes resistentes a la corrosión, su operación consiste en hacer bombear al fluido a deshidratar hacia la cámara de filtrado, esta es deshidratada a medida que el líquido es obligada a pasar por el medio filtrante, producto del aumento de presión, el cual es generado normalmente por un pistón hidráulico, en donde las partículas en suspensión se acumulan en las telas o paños dejando las cámaras llenas de

⁵ Antonio C. Bravo G. *Planta Concentradora. Casapalca 2004*

tora solida de lo filtrado. Al cabo del tiempo necesario solo resta retirar las tortas, las cuales se hacen fácilmente invirtiendo el movimiento del pistón hidráulico, de esta manera la torta se desprende y cae en un depósito situado bajo el filtro prensa.

FIGURA N° 09: FILTRO TIPO PRENSA



Fuente: productos Shanghai Dazhang Co.

- **Filtros de vacío continuos de tipo rotatorio**

Los filtros de vacío logran separar los sólidos de los líquidos mediante la aspiración que genera una bomba de vacío hacia la superficie en donde reposa la pulpa o lodo a deshidratar.

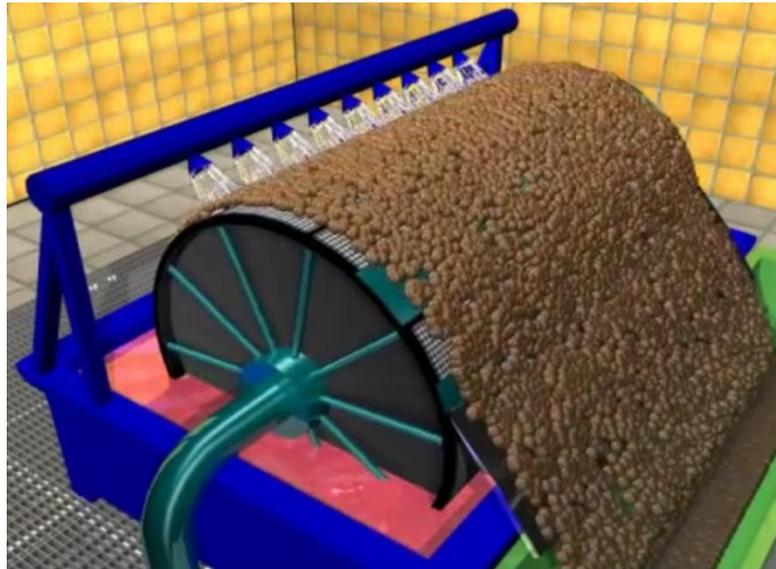
Su aplicación es conveniente para trabajos a gran escala en donde se pueden diferenciar los tipos:

Filtro tipo Tambor:

Este tipo de filtros consiste en un tambor giratorio que es en donde se encuentra el medio filtrante, el cual está sumergido en la suspensión a tratar, la aplicación de vacío al medio filtrante origina la formación de un depósito o torta sobre la superficie exterior del tambor, el tambor está dividido en

segmentos cada una de las cuales va, conectado a la pieza giratoria de la válvula distribuidora por la cual se aplica el vacío, se separa el líquido filtrante y los de lavado y llega el aire.

FIGURA N° 10: FILTRO TIPO TAMBOR



Fuente: Elaboración propia.

Filtro tipo Disco:

Los Filtros tipo discos trabajan bajo el mismo principio que el del tipo tambor, sin embargo su superficie filtrante se encuentra distribuida en discos en donde los sectores individuales de los discos pueden cambiarse de modo independiente mientras que los restantes continúen trabajando

El funcionamiento de este tipo de filtros hace que el eje central que es en donde están montados los filtros giren en forma lenta y continua a una velocidad aprox. de 0.25-0.3 RPM, la parte inferior de los discos que están sumergido dentro de la pulpa, hace que el concentrado se pegue a la lona succionando al agua mediante una presión de vacío el cual pasa atreves de la lona, esta succión seguirá actuando hasta que la torta llega

cerca de la zona de extracción que es en donde se deja de ejercer vacío haciendo que la torta caiga por su propio peso, dejándola caer hasta un montículo de concentrado, por otro lado el agua que se ha succionado, es re circulante al proceso ya que podría contener partículas valiosas.

FIGURA N° 11: FILTRO TIPO DISCO



Fuente: Elaboración propia.

FIGURA N° 12: CAÍDA DE LA TORTA DE CONCENTRADO



Fuente: Elaboración propia.

Montaje Mecánico

El montaje mecánico es una parte de la ejecución de proyectos de construcción y tiene como actividad al armado e instalación insitu de elementos que tales como, equipos, Estructuras metálicas, etc. Esta labor se puede dividir entre las siguientes actividades:

a) Verificación de ejes y medidas

Es la actividad inicial del montaje en donde se procede a verificar por medio de la topografía las cotas de nivel de referencia sobre las bases en donde descansaran las estructuras o equipos, esta cota se materializará sobre un lateral accesible y fácilmente visible de la base mediante el pintado de un triángulo invertido de color claramente identificable, sobre el que se marcará claramente el valor de la cota elegida.

Para evitar confusiones, se tratará de marcar la misma cota de elevación en todas las bases de altura similar con respecto al nivel de terreno o piso terminado.

b) Traslado de elementos

Es desplazamientos de los elementos ya sean estructuras o equipos hacia el lugar de trabajo y/o recogida del material en el almacén, para luego ser montados a su posición final pudiendo ser de forma manual en caso de ser pequeños y por izaje en caso de ser de gran tamaño o de gran peso.

c) Izaje Mecánico de cargas ⁶

El izaje mecánico de cargas es una actividad que se realiza para mover objetos grandes y/o pesados y que no pueden ser

⁶ Graña y Montero. Manual Básico de grúas. S/A.

transportados manualmente, el equipo o dispositivo utilizado para el izaje pueden ser del tipo de maniobra manual como el polipasto o de maniobra motriz como el uso de grúas, los cuales permiten elevar o bajar una carga, esta debe ser calculada en forma segura y controlada.

Por otro lado, debido a que las cargas son elevadas, estas acumulan una mayor energía potencial las cuales se convierten en un alto riesgo, esto unido a una mala operación u operación no controlada, un mal mantenimiento del equipo o incluso una inspección inadecuada de los dispositivos o aspectos de la zona podría terminar en alguna muerte o lesiones graves en especial con el uso de grúas, por lo que un análisis de riesgo antes de dar inicio a las actividades de izaje es siempre recomendable.

FIGURA N° 13: POLIPASTOS MANUALES



Fuente: Manual técnico Yale Hoists.

FIGURA N° 14: GRÚA POSICIÓN DE OPERACIÓN



Fuente: Catalogo Terex QUADSTAR 1075L.

d) Análisis de riesgos

El análisis de riesgo tiene como objetivo identificar todos los riesgos probables dentro de un área de trabajo, reconociendo los posibles eventos desencadenantes, evaluando la probabilidad de ocurrencia de eventos, definiendo los eventos de riesgo probables, analizando las consecuencias de un evento peligroso, valorando y calificando el riesgo para finalmente establecer medidas de prevención, control o mitigación.

En el caso de izaje de cargas estas pueden ser con maniobra manual o con maniobra motriz como son el uso de grúas, en cualquier caso, debe haber una buena comunicación entre el rigger

y el operador del izaje, de tal manera que pueda controlar cada etapa de la maniobra.

Previamente se debe restringir el acceso a la zona de trabajo y así evitar riesgos de aplastamiento por caída de carga, también se deben verificar si en el lugar de la maniobra existen peligros eléctricos, en especial cuando se utiliza una grúa móvil, la presencia de líneas eléctricas aéreas son un alto riesgo las cuales se deben evitar durante el desarrollo de la maniobra, se debe evitar que el extremo de la pluma de la grúa, el cable o la carga misma se acerque a los cables conductores lo máximo posible, en ocasiones se recomienda evitar aproximarse a menos de 5 metros de estos si la tensión es igual o mayor a 50 KV y a menos de 3 metros si la tensión presente resulta inferior a los 50 KV.

Por tanto todo trabajo que implique el uso de grúas representan una tarea que implica un cierto riesgo no solo por parte del operador de grúa, sino también por parte de los otros integrantes del equipo de maniobra, por lo que es imperativo que se sigan todas las indicaciones de seguridad en este tipo de actividades, recayendo la mayor responsabilidad al operador por lo que debe de contar con buena condicione física, una óptima condicione visual y auditiva, por lo que no debe sufrir padecimientos crónicos y además no debe consumir drogas ni alcohol, de modo que tenga un balance mental completo y sobre todo una alto sentido de la responsabilidad.

De igual manera es recomendable retirar todo tipo de materiales inflamables antes de iniciar alguna actividad de izaje, en caso el trabajo se realiza en espacios cerrados, se deberá medir con frecuencia las concentraciones tóxicas provenientes de la emisión de combustión de los motores de las máquinas.

4.5.3 Definiciones Básicas

- **Estructura metálica:** Es todo aquel conjunto de elementos mecánicos con propiedades individuales que forman un cuerpo metálico. Diseñado para estabilizar y soportar fuerzas.
- **Equipo Estático:** Unidad que forma parte de un sistema y que no posee partes móviles que generen vibración.
- **Equipo Rotativo:** Unidad electromecánica que forma parte de un sistema posee partes móviles que generan movimiento y vibración (Bomba de vacío, Filtro de discos, motores, etc.).
- **Equipo de levante:** Aquel que permite desplazar mecánicamente una carga entre dos puntos diferentes.
- **Izaje:** Es el proceso de maniobrar objetos pesados haciendo uso de algún equipo.
- **Carga:** Es todo objeto susceptible a ser movido.
- **Tecle Manual de Cadena:** son equipos de izaje de una gran importancia dentro de los trabajos de montajes, son adecuados para levantar grandes pesos y trasladarlos hasta una posición deseada según su radio de alcance. La cadena permite levantar y bajar alternadamente la carga sin mayor esfuerzo.
- **Cuerda guía (viento):** Cuerda usada para controlar la posición de la carga suspendida a fin de evitar que ésta entre en contacto con trabajadores, equipos y/o instalaciones.
- **Eslingas:** Una línea flexible diseñada para asegurar, levantar, bajar o manipular una carga de alguna manera. Para los propósitos de este documento y, a menos que se indique de

otra manera, una “eslinga” se referirá a cualquier dispositivo construido con cables de acero o torones de fibra sintética o natural cuyo uso está reglamentado por documentos ASME / ANSI.

- **Estrobos:** Son cables de acero que en sus extremos poseen ojales con guardacabos y sirven para levante de carga.
- **Grillete:** Elemento de acero donde se colocan los ojales de los estrobos o de las eslingas.
- **Rolado:** Es un proceso de curvado de láminas o planchas de acero con forma cilíndrica, haciendo pasar a las planchas por medio de rodillos provocando una serie de flexiones en estas.
- **Spool de Tubería:** Se refiere a una sección pre-fabricada de un sistema de tuberías que incluye la tubería y sus accesorios que son pre-ensamblados en una planta de fabricación y que luego son transportados a obra.
- **Torque:** Fuerza aplicada a una palanca, para producir un ajuste.
- **Perno:** Pieza de hierro u otro metal, larga, cilíndrica, que se usa para afirmar piezas de gran volumen.
- **Torquímetro:** Instrumento para la aplicación de torque de piezas.
- **Unión Empernada:** La que usa pernos como elementos de unión.
- **Material de aporte:** Se refiere al material empleado en los procesos de soldadura y que al fundirse con el metal base constituyen la soldadura propiamente dicha.

- **Material Base:** Se refiere al material a unir mediante un proceso de soldadura.
- **Soldadura:** Operación destinada a unir de modo permanente dos o más piezas de metal.
- **Juntas:** Durante el proceso de soldadura y para poder efectuar en forma adecuada la unión de los materiales, es necesario realizarlo a través de preparaciones de los extremos o bordes de tuberías que se denominan “juntas”.
- **Soldador Calificado:** Es todo aquel soldador que ha demostrado destreza y experiencia al efectuar la soldadura de probetas, las cuales han sido sometidas primero a inspección visual y posteriormente a ensayos mecánicos (doblez guiado) en juntas a tope de penetración total.

4.5.4 Marco Normativo

- **ANSI/AISC 360-10:** Norma que proporciona los parámetros dimensionales de los perfiles a utilizar, así como las características básicas de diseño para construcciones de acero.
- **ANSI/AWS D1.1:** Norma que proporciona reglas para la soldadura estructural en acero.
- **API 650:** Norma que proporciona reglas para el diseño, montaje y construcción de tanque de acero soldado a presiones atmosféricas o bajas presiones.
- **ASME Sección IX:** Norma que proporciona reglas para el desarrollo y calificación de Procedimientos y Soldadores.

- **ASME B 31.3:** Norma que proporciona las reglas para la fabricación y montaje de Tuberías de Proceso de Refinerías y Plantas Químicas.
- **ASME V:** Norma que proporciona las reglas para contiene los requisitos y métodos de análisis no destructivos (END).
- **SSPC:** Norma que proporciona las reglas una correcta preparación de superficie previo a la aplicación de cualquier tipo de revestimiento o pintura.
- **ASTM D 3359:** Norma que proporciona los Métodos de prueba estándar para medir la adherencia de la pintura mediante prueba de cinta.
- **ASTM A325:** Especificación para pernos hexagonales de alta resistencia.
- **ASTM A307:** Especificación para pernos hexagonales de mediana resistencia.

4.6 Fases del proyecto

El proyecto Montaje de un Espesador tipo Rastra y sistema de filtrado tipo disco fue realizado en un periodo de 10 semanas, desde el 12-11-12 hasta el 20-02-13, realizándose en forma independiente como se muestra en el cronograma de actividades, estas actividades fueron planificadas mediante una examinación preliminar in situ y coordinadas con todo el personal involucrado de la empresa y con el cliente, de esta manera se logró sub dividir al proyecto en cinco etapas o fases las cuales involucran las labores de examinación preliminar del proyecto, montaje del Espesador tipo rastra, montaje del filtro tipo discos, pruebas - limpieza del sistema y puesta en funcionamiento, como se observa en la Figura N° 15.

CRONOGRAMA DEL PROYECTO FASES I, II y III

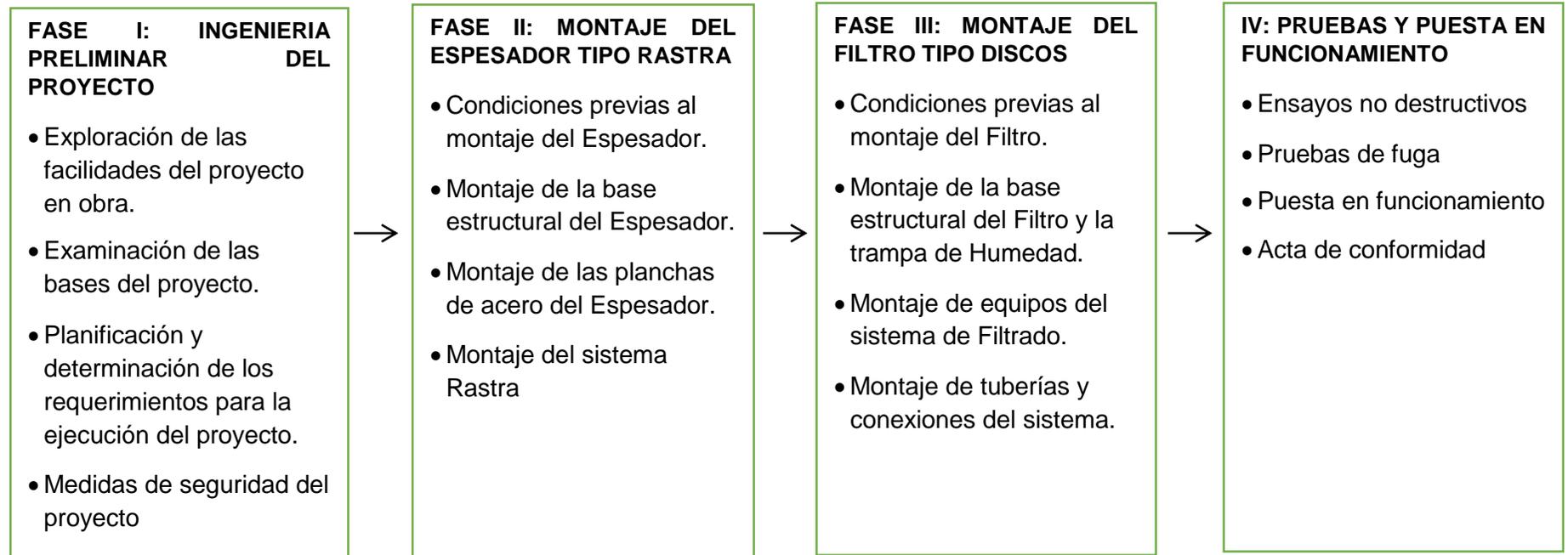
ETAPA DEL PROCESO	INICIO	FIN	2012																2013									
			Noviembre								Diciembre								Enero									
			12	14	15	17	19	22	25	28	01	04	07	11	14	17	20	23	02	05	08	11	14	17	20	23		
1.0	FASE I: INGENIERIA PRELIMINAR DEL PROYECTO																											
1.1	Exploración de las facilidades del proyecto en obra.	12-11-12	14-11-16																									
1.2	Planificación y determinación de los requerimientos para la ejecución del proyecto.	15-11-16	17-11-16																									
2.0	FASE II: MONTAJE DEL ESPESADOR TIPO RASTRA																											
2.1	Montaje de la base estructural del Espesador.	19-11-12	28-11-12																									
2.2	Montaje de las planchas de acero del Espesador.	29-11-12	23-12-12																									
2.3	Montaje del sistema tipo Rastra	02-01-13	11-01-13																									
3.0	FASE II: MONTAJE DEL FILTRO TIPO DISCOS																											
3.1	Montaje de la base estructural del Filtro y la trampa de Humedad.	11-12-12	23-12-12																									
3.2	Montaje de equipos del sistema de Filtrado	02-01-13	14-0-13																									
3.3	Montaje de tuberías y conexiones del sistema.	14-01-13	23-01-13																									

CRONOGRAMA DEL PROYECTO FASE IV

ETAPA DEL PROCESO	INICIO	FIN	2012										2013										
			Diciembre										Enero										
			01	04	07	11	14	17	20	22	23	02	05	08	11	16	17	18	19	22	25	28	31
4.0	FASE IV: PRUEBAS Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO																						
4.1	Ensayos no destructivos																						
4.2	Inspección visual de soldadura	01-12-12	22-12-12																				
4.3	Inspección por tintes penetrantes	01-12-12	22-12-12																				
4.4	Inspección Radiográfica	22-12-12	23-12-12																				
4.5	Pruebas de Fuga																						
4.6	Prueba de Vacío	16-01-13	17-01-13																				
5.1	Prueba Neumática	18-01-13	18-01-13																				
5.2	Prueba Hidrostática	19-01-13	22-01-13																				
5.3	Puesta en funcionamiento	25-01-13	31-01-13																				

Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 15: FASES DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración Propia.

4.6.1 Fase I: Ingeniería Preliminar del Proyecto

La Fase de ingeniería preliminar es una actividad importante en todo proyecto ya que permite analizar las variables que intervienen en la misma, de esta manera se puede realizar una planificación con todos los elementos en personal y equipos que cuenta la empresa Fundación y Maestranza Industrial S.R.L, con el fin de cumplir con los objetivos trazados, dentro de esta fase podemos encontrar las siguientes actividades:

➤ Exploración de las facilidades del proyecto en obra

Esta etapa busca analizar y encontrar facilidades para la ejecución del proyecto mediante el reconocimiento del terreno y de esta manera buscar la recopilación de información como las condiciones ambientales y accesibilidad del terreno, el conocimiento preciso de esta información facilitará la toma de decisiones tales como:

- **La localización del punto de acopio de materiales**

El punto de acopio entregado por la minera se situó a pocos metros de la zona de trabajo, minimizando de esta manera los tiempos en el traslado de los materiales hasta su posición final.

- **La forma de traslado de materiales**

Esta actividad hace referencia al traslado de los materiales desde el punto de acopio hasta la zona de trabajo y de ahí hasta su posición final, estos fueron realizados de manera manual y por maniobras, siendo necesario el uso de polipastos, eslingas y tortugas mecánicas, así como estructuras para izaje como un parante en forma de U unido a un tecele en el centro para la parte estructural y una pluma giratoria a base de tubos unido a un brazo con un tecele para el montaje de las planchas del fondo y el cilindro, como se observa en la figura N 16, 17, 18.

FIGURA N° 16: TORTUGA MECÁNICA



Fuente: Fabricaciones Modelos S.A.

FIGURA N° 17: EQUIPO DE IZAJE CON PARANTE



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 18: EQUIPO DE IZAJE GIRABLE



Fuente: Elaboración Propia.

- **Las maniobras a ejecutar**

Los tipos de maniobra que se emplearon en el presente proyecto fueron manuales, esto quiere decir que no se utilizó máquinas automáticas, como motores, salvo por el traslado de materiales desde el traslado hacia la mina y alguna maniobra puntual necesaria.

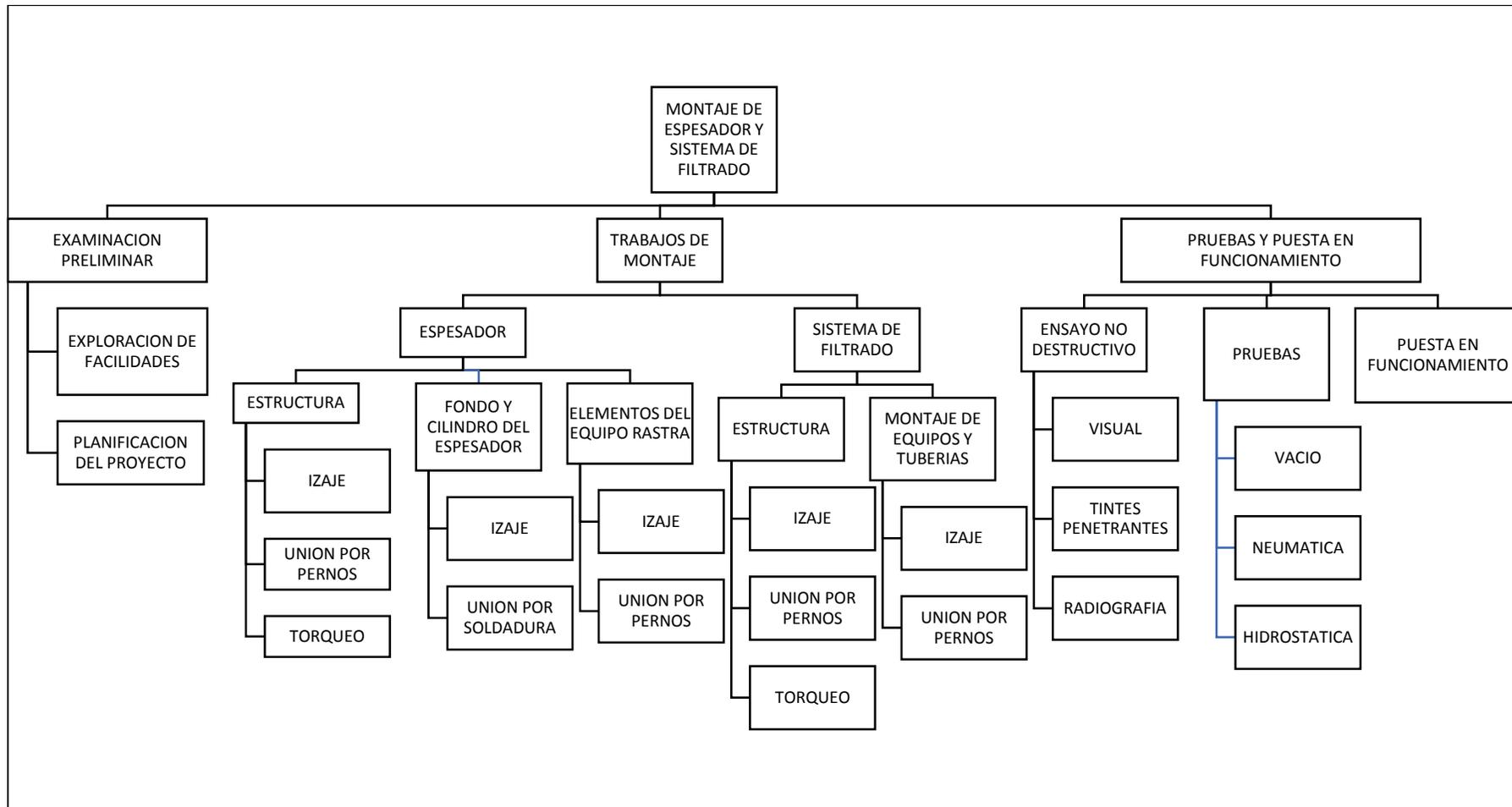
- **La evaluación del tipo de riesgos**

La evaluación fue realizada analizando el entorno del lugar, en donde se realizó una planificación previa de las medidas de seguridad una vez recabada toda la información pertinente.

- **La planificación de los tipos de trabajos**

Esta actividad fue realizada mediante la Estructura de Desglose de Trabajo (EDT), propuesto por las buenas prácticas del Project Management Institute (PMI), consiste en descomponer los entregables del proyecto en actividades más pequeñas y por ende más fáciles de manejar, como se observa en la figura N° 19.

FIGURA N° 19: ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL PROYECTO



Fuente: Elaboración Propia.

En si estas actividades deben estar alineados con los requerimientos que solicita el cliente y con ello se previnieren interrupciones y contratiempos innecesarios al estar dentro de la minera.

➤ **Examinación de las bases del proyecto**

• **Examinación de las especificaciones del cliente**

La revisión de las especificaciones del cliente es importante antes de dar comienzo a cualquier tipo de trabajo en obra, ya que en estas especificaciones se encuentra la forma de satisfacer sus necesidades y en base a estos se define nuestro alcance, en ellas se encuentra los tipos de materiales, acabados he incluso dan lineamientos en la forma de trabajar y evitar así conflictos a la hora de realizar los trabajos.

En otras palabras las Especificaciones Técnicas son el conjunto de indicaciones aplicables a cada una de las partidas o actividades de la obra con el fin de garantizar un nivel de calidad satisfactorio de los materiales empleados en la construcción y los métodos constructivos aplicados. Asimismo, estas indicaciones complementan las instrucciones escritas en los planos y otros documentos técnicos y minimizan las probables controversias que se puedan generar en la administración del Contrato de Construcción y garantizar la más alta calidad de la obra.

• **Examinación de la ingeniería del proyecto**

En esta etapa se da lugar a la revisión de los documentos y/o planos, analizando la información de los mismos para cumplir con los requisitos especificados e identificar cualquier problema y proponer las acciones correctivas que eviten contratiempos en la etapa de Construcción y montaje en obra. El ingeniero de proyecto debe revisar el documento en base a los dibujos, planos,

croquis o diagramas propios de su disciplina, así como también las especificaciones y de esta manera dar inicio a la planificación de sus actividades, dentro de las cuales está la verificación de la existencia de cada componente mediante un check list, para posteriormente realizar su respectiva codificación, de tal forma de dar agilidad al montaje de cada uno de los componentes del proyecto.

➤ **Planificación y Determinación de los requerimientos para la ejecución del proyecto**

Una vez recopilada toda la información pertinente, se procederá a la planificación propiamente dicha, en otras palabras en esta etapa se deberá definir, coordinar y determinar el orden en que deben realizarse las actividades con el fin de lograr la más eficiente y económica utilización de los equipos, elementos y recursos que se dispone y de eliminar diversificaciones innecesarias de los esfuerzos, proceso que se establece o define en un plan de trabajo, el cual debe ser controlado a lo largo de la ejecución de la obra para saber si se está cumpliendo o si debe ser sometido a una revisión o modificación a fin de que se pueda cumplir con el objetivo final fijado. Uno de los puntos importantes de la planificación es la determinación de ciertos requerimientos previos para la ejecución de la obra tales como:

• **Selección de movilidad para el transporte de material**

Consiste en la selección de un transporte idóneo para la movilización de los materiales y equipos desde el taller en Lima hasta el punto de acopio entregado por la minera SHUNTUR S.A. Por lo que en principio para la selección del transporte se deberá contar con la cantidad de materiales y el peso en general, como se puede observar a continuación.

TABLA N° 01: PARTES DEL ESPESADOR

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	PESO (Kg)
1	Planchas del Cuerpo del Tanque Espesador	30	11,993
2	Planchas del Cono Inferior del Espesador	28	8,752
3	Columnas Interiores y Exteriores	16	1,742
4	Puente	1	3,145
5	Escalera de Gato	1	193
6	Barandas	5	274
7	Piso de Plancha Estriada	8	658
8	Eje Motriz	1	674
9	Tanque de Alimentación	1	431
10	Rastra tipo 1	1	612
11	rastra tipo 2	1	433
Peso Total			28,905

Fuente: Elaboración Propia.

Por el peso se escogió como transportes a un camión tráiler de 30 toneladas de carga útil, de 12 metros de largo por 2.6 metros de ancho, sin embargo por la geometría de los componentes, será necesario contar con otra movilidad, por lo que se contrató adicionalmente un camión grúa de 16 toneladas, con el cual se trasladó parte del material, además de poder cargar los mismos en planta y descargar en obra, siendo estas actividades realizadas con especial cuidado en las labores de manipulación y traslado, bajo un cumplimiento estricto del plan de seguridad que cumple nuestra empresa.

• **Selección de personal**

La buena selección del personal es de carácter vital ya que esta permitirá al proyecto ser eficiente y eficaz, el personal operativo seleccionado para el montaje de estructuras metálicas, fue compuesto por:

- 1 Operario Montajistas.
- 2 Armadores.
- 3 Soldadores Calificados.

- 2 Pintores
- 5 Oficiales calificados
- 4 personal de apoyo

- **Relación de equipos y herramientas**

Luego de la planificación de trabajo a ejecutar, procedemos en realizar divisiones de estos en actividades cada vez más pequeñas que son más fáciles de controlar, dando origen a la necesidad de determinadas herramientas para poder cumplir con los trabajos, Estos equipos y herramientas seleccionados para este proyecto fueron los siguientes:

Equipos de protección personal:

- ✓ Casco
- ✓ Lentes
- ✓ Ropa de faena
- ✓ Guantes de Cuero
- ✓ Zapato de Seguridad
- ✓ Protectores Auditivos
- ✓ Mandil de Cuero
- ✓ Mangas de Cuero
- ✓ Escarpines de Cuero
- ✓ Arnes de seguridad

Equipos de trabajo

- ✓ Tirfor de 3.2 Ton, con 15m de Cable.
- ✓ Tecla de 3 Ton
- ✓ Gata Hidráulica de 2 Ton.
- ✓ Combas de 6 Lb,4 Lb.
- ✓ Amoladora 4" y 7"
- ✓ Máquina de Soldar para proceso SMAW, Miller 200 STR

- ✓ Equipo de Nivelación
- ✓ Equipos de oxicorte
- ✓ Llaves de 3",5/8".
- ✓ Equipo de Corte

Equipos de Levante y Herramientas.

- ✓ Estrobos de acero de 1/2", 5/8", 3/4", 1".
- ✓ Eslingas de Poliéster, de 2 capas y de capacidad de carga de 4 Ton.
- ✓ Grilletes de 3/4"
- ✓ Soga de nylon de 1/2" de 30 mt.
- ✓ Grúa telescópica TEREX RT 555-1 de 50 Toneladas

➤ **Medidas de seguridad del proyecto**

Las medidas de seguridad fueron realizadas en función a las condiciones encontradas en obra y las actividades a realizar para la ejecución de la misma, estos están plasmados en documentos o procedimientos de trabajo, los cuales están alineados a plan de seguridad y salud ocupacional que posee la empresa, el cual tiene como objetivo organizar de manera sistemática las actividades de los trabajos, sensibilizando a todos los involucrados a participar de esta política laboral, logrando así una respuesta rápida ante algún peligro o riesgo, disminuyendo de esta manera posibles daños a la vida y a la propiedad, siendo estos los siguientes:

• **Análisis de trabajo seguro - ATS**

Como su nombre lo indica, el ATS es un análisis y planeamiento de actividades paso por paso ver anexo N° 1, tiene como fin el dar a conocimiento el tipo de riesgos que se puede tener en alguna actividad y así poder tener una revisión y verificación de los controles a seguir, de esta manera evitar accidentes e incidentes.

TABLA N° 02: ANÁLISIS DE RIESGOS DEL PROYECTO

Actividad	Peligros / Riesgos	Acciones Preventivas / Control de Riesgo
1. Traslado de materiales	Exceso de la carga / Posición inadecuada de carga.	Identificar personal con lumbalgia preexistente, reubicación de tipo de trabajo. Capacitación de manipulación de carga. Carga máxima por persona no mayor a 25 Kg.
	Lumbalgia / Enfermedad preexistente	Uso de herramientas, tortugas mecánicas, polipastos, eslingas, etc.
2. Trabajos en Altura	Caída de personal a diferente nivel.	Uso adecuado del EPP, equipo de protección contra caídas (arnés de cuerpo entero, línea de anclaje con absorbedor de impacto, etc.), Diseño y cálculo de líneas de vida y/o puntos de anclaje, inspección diaria de arnés, línea de anclaje, línea de vida, etc. Cursos de entrenamiento (trabajos en altura, andamios y plataformas elevadas), charlas de 5 minutos.
	Caída de material, herramientas desde altura.	Aseguramiento correcto de las herramientas y materiales, charla acerca de manejo de materiales, cercamiento del área de trabajo. Aseguramiento de herramientas con drizas de 1/8".
3. Corte de estructuras, planchas de acero y tuberías por oxicorte o amoladora	Generación de partículas incandescentes/ quemaduras.	Se evitará que las partículas generadas por el proceso de corte y amolado, alcancen los lugares donde se encuentran laborando las personas. Toda el área debajo del Pipe Rack estará acordonada y señalizada: PROHIBIDO EL INGRESO, ACCESO RESTRINGIDO, y permanecerá libre de personas y equipos. Uso del EPP reglamentario y adicionalmente: careta, guantes, mandil y escafpines de cuero.
	Generación de partículas incandescentes/ incendios, explosión.	Permiso de trabajo en caliente, instrumento certificado y calibrado diariamente por supervisor competente. Monitor habilitado. Se contará con extintores de PQS de 20 lbs tipo ABC, listados UL.
	Botellas presurizadas con gas combustible/ incendio, explosión.	Equipo certificado e inspeccionado diariamente. Check list de pre uso. Se evitará ubicar las botellas del equipo de oxicorte, en puntos cercanos debajo de la zona de labor, para evitar que pudiera arder alguna probable fuga de gas. El equipo contará con válvulas arrestallamas tanto a la descarga de los reguladores de gas como en la llegada a la caña porta boquillas. Botellas en posición vertical sujetadas a carreta porta botellas. Mangueras de gas sin empalmes ni abrazaderas de cobre. Reguladores de gas provistos con válvulas de seguridad o alivio.
	Trabajo sobre andamios/ caída a diferente nivel.	Andamios certificados y habilitados diariamente por supervisor competente. Uso de arnés listado UL, con doble línea de enganche y amortiguador de impacto adecuadamente sujetado en la estructura permanente. Personal capacitado y habilitado. Supervisión permanente.

	Herramientas manuales en altura/ golpeado por caída de objetos.	Capacitación al personal en el uso adecuado de las herramientas manuales cuando se realizan trabajos en altura. Asegurarlas mediante cuerdas para evitar su caída si escapan de las manos. Toda el área debajo del Pipe Rack estará acordonada y señalizada: PROHIBIDO EL INGRESO, ACCESO RESTRINGIDO para evitar la exposición de personas a golpes por caída de herramientas. Vigía externo.
4. Preparación de las juntas a soldar.	Generación de partículas incandescentes/ quemaduras.	Se evitará que las partículas generadas por el proceso de desbaste y biselado, alcancen los lugares donde se encuentran laborando las personas. Uso del EPP reglamentario: casco, lentes de seguridad, guantes de cuero y zapatos con puntera de acero. Toda el área debajo del Pipe Rack estará acordonada y señalizada: PROHIBIDO EL INGRESO, ACCESO RESTRINGIDO, libre de personas y equipos. Vigía externo.
	Generación de partículas incandescentes/ incendios, explosión.	Permiso de trabajo en caliente, instrumento certificado y calibrado diariamente por supervisor competente. Personal a cargo de la tarea capacitado y habilitado para trabajos en caliente. Monitor habilitado. Se contará con extintores de PQS de 20 lbs tipo ABC, listados UL.
	Uso de amoladora eléctrica/ electrocución.	Inspección registrada de pre uso del equipo. Verificación del buen estado del aislamiento de la carcasa y de los conductores de alimentación eléctrica. Evitar el contacto del equipo con agua o la humedad producida por la lluvia.
	Disco giratorio de amoladora/ rotura del disco, lesiones por proyección de fragmentos del disco.	No está permitido retirar las guardas de protección del disco de la amoladora. Sólo personal capacitado y autorizado operará dicho equipo. Empleo simultáneo de careta (face shield) y lentes de seguridad. El operador estará protegido además con guantes, mandiles y escaarpines de cuero; tapones de oído y protección respiratoria para partículas. Usar el disco que corresponda a la velocidad de giro del equipo.
	Disco giratorio de amoladora/ hipoacusia, inhalación de partículas.	El operador estará protegido además de su EPP reglamentario, con tapones de oído, careta y protección respiratoria para partículas.
	Disco giratorio de amoladora/ atrapamiento por giro del disco.	Operador capacitado y autorizado para operar la amoladora. No está permitido operar este equipo vistiendo prendas sueltas o con colgajos que pudieran ser atrapados por el movimiento giratorio del disco. Empleo de guantes de caña larga, mandil y escaarpines de cuero.
	Herramientas manuales/ sobreesfuerzo, golpes, lesiones punzocortantes.	Capacitación al personal en el empleo adecuado de herramientas y posiciones ergonómicas para aplicar esfuerzo. Herramientas inspeccionadas y señalizadas con el color correspondiente al mes.
	Herramientas manuales en	Capacitación al personal en el uso adecuado de las herramientas manuales cuando se realizan

	altura/ golpeado por caída de objetos.	trabajos en altura. Asegurarlas mediante cuerdas para evitar su caída si escaparan de las manos. Toda el área debajo del Pipe Rack estará acordonada y señalizada: PROHIBIDO EL INGRESO, ACCESO RESTRINGIDO para evitar la exposición de personas a golpes por caída de herramientas. Vigía externo.
	Trabajo sobre andamios/ caída a diferente nivel.	Andamios certificados y habilitados diariamente por supervisor competente. Uso de arnés listado UL, con doble línea de enganche y amortiguador de impacto adecuadamente sujetado en la estructura permanente. Personal capacitado y habilitado. Supervisión permanente.
5. Acoplamiento de partes a soldar.	Herramientas manuales/ sobreesfuerzo, golpes, lesiones punzocortantes.	Capacitación al personal en el empleo adecuado de herramientas y posiciones ergonómicas para aplicar esfuerzo. Herramientas inspeccionadas y señalizadas con el color correspondiente al mes.
	Trabajo sobre andamios/ caída a diferente nivel.	Andamios certificados y habilitados diariamente por supervisor competente. Uso de arnés listado UL, con doble línea de enganche y amortiguador de impacto adecuadamente sujetado en la estructura permanente. Personal capacitado y habilitado. Supervisión permanente.
6. Apuntalamiento y soldadura.	Generación de partículas incandescentes/ quemaduras.	Se evitará que las partículas generadas por el proceso de desbaste y biselado, alcancen los lugares donde se encuentran laborando las personas. Uso del EPP reglamentario: casco, lentes de seguridad, guantes de cuero y zapatos con puntera de acero. Toda el área debajo del Pipe Rack estará acordonada y señalizada: PROHIBIDO EL INGRESO, ACCESO RESTRINGIDO, libre de personas y equipos. Vigía externo.
	Generación de partículas incandescentes/ incendios, explosión.	Permiso de trabajo en caliente, instrumento certificado y calibrado diariamente por supervisor competente. Personal a cargo de la tarea capacitado y habilitado para trabajos en caliente. Monitor habilitado. Se contará con extintores de PQS de 20 lbs tipo ABC, listados UL.
	Trabajo sobre andamios/ caída a diferente nivel.	Andamios certificados y habilitados diariamente por supervisor competente. Uso de arnés listado UL, con doble línea de enganche y amortiguador de impacto adecuadamente sujetado en la estructura permanente. Personal capacitado y habilitado. Supervisión permanente.
7. Limpieza y desbaste de cordón soldado mediante el empleo de disco de desbaste	Generación de partículas incandescentes/ quemaduras.	Se evitará que las partículas generadas por el proceso de desbaste y biselado, alcancen los lugares donde se encuentran laborando las personas. Uso del EPP reglamentario: casco, lentes de seguridad, guantes de cuero y zapatos con puntera de acero. Toda el área debajo del Pipe Rack estará acordonada y señalizada: PROHIBIDO EL INGRESO, ACCESO RESTRINGIDO, libre de personas y equipos. Vigía externo.
	Generación de partículas incandescentes/ incendios, explosión.	Permiso de trabajo en caliente, instrumento certificado y calibrado diariamente por supervisor competente. Personal a cargo de la tarea capacitado y habilitado para trabajos en caliente. Monitor habilitado. Se contará con extintores de PQS de 20 lbs tipo ABC, listados UL.

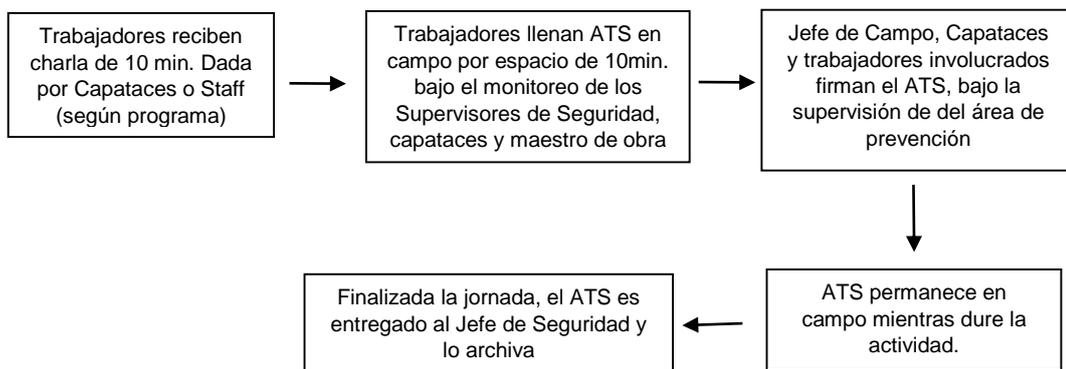
	Trabajo sobre andamios/ caída a diferente nivel.	Andamios certificados y habilitados diariamente por supervisor competente. Uso de arnés listado UL, con doble línea de enganche y amortiguador de impacto adecuadamente sujetado en la estructura permanente. Personal capacitado y habilitado. Supervisión permanente.
8. Limpieza con escobilla rotatoria	Generación de partículas incandescentes/ quemaduras.	Se evitará que las partículas generadas por el proceso de desbaste y biselado, alcancen los lugares donde se encuentran laborando las personas. Uso del EPP reglamentario: casco, lentes de seguridad, guantes de cuero y zapatos con puntera de acero. Toda el área debajo del Pipe Rack estará acordonada y señalizada: PROHIBIDO EL INGRESO, ACCESO RESTRINGIDO, libre de personas y equipos. Vigía externo.
	Generación de partículas incandescentes/ incendios, explosión.	Permiso de trabajo en caliente, instrumento certificado y calibrado diariamente por supervisor competente. Personal a cargo de la tarea capacitado y habilitado para trabajos en caliente. Monitor habilitado. Se contará con extintores de PQS de 20 lbs tipo ABC, listados UL.
	Trabajo sobre andamios/ caída a diferente nivel.	Andamios certificados y habilitados diariamente por supervisor competente. Uso de arnés listado UL, con doble línea de enganche y amortiguador de impacto adecuadamente sujetado en la estructura permanente. Personal capacitado y habilitado. Supervisión permanente.
9. Acoplamiento de uniones bridadas mediante el empleo de espárragos y tuercas	Herramientas manuales/ sobreesfuerzo, golpes, lesiones punzocortantes.	Capacitación al personal en el empleo adecuado de herramientas y posiciones ergonómicas para aplicar esfuerzo. Herramientas inspeccionadas y señalizadas con el color correspondiente al mes.
	Empleo de herramientas manuales en altura/ Caída de herramientas desde altura, golpes, incendios, explosión.	Capacitación al personal en el uso adecuado de las herramientas manuales cuando se realizan trabajos en altura. Asegurarlas mediante cuerdas para evitar su caída si escaparan de las manos. Toda el área debajo del Pipe Rack estará acordonada y señalizada: PROHIBIDO EL INGRESO, ACCESO RESTRINGIDO para evitar la exposición de personas a golpes por caída de herramientas. Vigía externo. Evitar golpes metálicos, permiso para trabajo en caliente.
	Trabajo sobre andamios/ caída a diferente nivel.	Andamios certificados y habilitados diariamente por supervisor competente. Uso de arnés listado UL, con doble línea de enganche y amortiguador de impacto adecuadamente sujetado en la estructura permanente. Personal capacitado y habilitado. Supervisión permanente.
10. Ajuste y torqueo de espárragos	Herramientas manuales/ sobreesfuerzo, golpes, lesiones punzocortantes.	Capacitación al personal en el empleo adecuado de herramientas y posiciones ergonómicas para aplicar esfuerzo. Herramientas inspeccionadas y señalizadas con el color correspondiente al mes.
	Trabajo sobre andamios/ caída a diferente nivel.	Andamios certificados y habilitados diariamente por supervisor competente. Uso de arnés listado UL, con doble línea de enganche y amortiguador de impacto adecuadamente sujetado en la estructura permanente. Personal capacitado y habilitado. Supervisión permanente.

	Empleo de herramientas manuales en altura/ Caída de herramientas desde altura, golpes, incendios, explosión.	Capacitación al personal en el uso adecuado de las herramientas manuales cuando se realizan trabajos en altura. Asegurarlas mediante cuerdas para evitar su caída si escapan de las manos. Toda el área debajo del Pipe Rack estará acordonada y señalizada: PROHIBIDO EL INGRESO, ACCESO RESTRINGIDO para evitar la exposición de personas a golpes por caída de herramientas. Vigía externo. Evitar golpes metálicos, permiso para trabajo en caliente.
11.Pintado y resane	Trabajo sobre andamios/ caída a diferente nivel.	Andamios certificados y habilitados diariamente por supervisor competente. Uso de arnés listado UL, con doble línea de enganche y amortiguador de impacto adecuadamente sujetado en la estructura permanente. Personal capacitado y habilitado. Supervisión permanente.
	Solventes inflamables de la pintura/ Incendio, explosión.	Permiso de trabajo en caliente, instrumento certificado y calibrado diariamente por supervisor competente. Personal a cargo de la tarea capacitado y habilitado para trabajos en caliente. Se evitará pintar simultáneamente con labores de amolado en una misma área. Monitor habilitado. Se contará con extintores de PQS de 20 lbs tipo ABC, listados UL.
	Solventes tóxicos de la pintura/ Inhalación, contacto a través de la piel, ojos.	El personal deberá ser capacitado previamente en el procedimiento aplicable a esta actividad y en la información contenida en los MSDS de la pintura y solventes. Uso de EPP: casco, caretas, gafas, protección respiratoria para vapores orgánicos y guantes de jebe.
	Pintura, solventes/ vertimiento, emisión contaminante.	Sólo personal capacitado y habilitado se encargará de la manipulación de pinturas y solventes. Kit de contingencia contra derrames, personal capacitado en respuesta a derrames. Colocación de bandeja de geomembrana debajo de los recipientes de pintura.

Fuente: Elaboración Propia.

Estas medidas de seguridad fueron realizadas tanto en actividades rutinarias como en no rutinarias y plasmados en el ATS, cuyo proceso de generación y finalización se observa en la siguiente figura.

FIGURA N° 20: FLUJOGRAMA DEL ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO



Fuente: Elaboración Propia.

Así mismo para la realización de cualquier trabajo dentro de la minera Shuntur S.A.C, fue necesario la aprobación de un permiso de trabajo el cual se dividía en trabajos de bajo riesgo y trabajos de alto riesgo, este último conocido también como PETAR, ver anexo N° 2, el cual se aplica conforme el grado de riesgo de salud y/o seguridad de la actividad a realizar, siendo aplicado en el presente proyecto en las siguientes actividades:

- **Levantamiento y movilización de carga**

El levantamiento de carga es una actividad considerada de alto riesgo debido a su potencial riesgo de dañar a la vida y a la propiedad, cediendo de contar con un permiso de trabajo y un vigía el cual en caso de movilización deberá trasladarse con la carga mostrando el permiso de trabajo, en caso de estar en una zona delimitada, esta deberá estar acordonada, evitando el

ingreso de personal no autorizado, así mismo para realizar esta actividad se debieron de cumplir con lo siguiente:

- ✓ El permiso de trabajo de vera estar en un lugar visible y en el area de trabajo, este debe ser llenado y aperturado en campo por el supervisor del cliente y el residente de la obra, asi mismo el permiso de trabajo perdera su valor en caso cambien las condiciones iniciales con la que aperturo, debiendo de aperturar un nuevo permiso de trabajo indicando las nuevas condiciones de seguridad.
 - ✓ Toda maniogra de izaje debera ser realizado por el equipo adecuado y certificado, en donde por ningun motivo se realizaran izajes de carga que exedan lo recomendado por el fabricante.
 - ✓ El área de trabajo debera ser señalizada y solo permanecerá el personal involucrado e inscrito en el permiso, debiendo detenerse las actividades en caso de que se observe algun personal ajeno a la actividad o que no este inscrito en el permiso de trabajo, considerandose como una falta grave el faltar a esta regla y con posibilidad de retiro y cancelacion de contrato .
 - ✓ La carga a elevar debera ser izada o girada gradualmente por medio de lineas o cuerdas denominados vientos, el cual debe ser realizado por un personal capasidado en esta actividad y con una amplia experiencia, ademas no se permitira algun personal debajo de carga suspendida o moverse la carga sobre las personas.
- **Trabajos en caliente**

Se tramitará un permiso de trabajo en caliente en casos como:

Trabajos de soldadura eléctrica, oxicorte, corte con amoladora o corte con disco con antorcha y balón de gas; en los que se deberá contar con el permiso de autorización el cual será llenado por la supervisión del cliente y debe de ser pegado en un sitio visible o en el lugar de trabajo teniéndose que contar obligatoriamente con un extintor al lado para el control de cualquier accidente a la vez se deberá verificar el área de trabajo y retiro de cualquier material inflamable, esta es una actividad de alto riesgo, por lo ue fue cumplir con lo siguiente:

- ✓ Se debera designar a un trabajador como observador contra Incendios, con el fin de evitar cualquier amague de incendio y de extinguirlo lo antes posible de ser el caso.
- ✓ El permiso de trabajo perdera su efecto ante cualquier cambio en las condiciones iniciales en la que apertura el permiso, reestableciendose las actividades con un nuevo permiso indicando las nuevas condiciones de seguridad.
- ✓ Todo equipo asi como los balones de acetileno y oxigeno usados en los trabajos en caliente deberan contar con su certificadi de operatividad, ademas de acreditar que el personal asignado reuna la experiencia necesaria para realizar estas actividades.

- **Trabajos en altura.**

Para todo trabajo en altura se tramitará un formato el cual será llenado por el supervisor de la minera que verificará los andamios, estos permisos serán publicados en un sitio visible en el andamio. Para que lo fiscalicen tanto los empleados, trabajadores y la supervisión del cliente, cabe resaltar que dicho formato será llenado sin borrones y solo será usado en el horario y día autorizado. Deberá indicar los requisitos para

trabajo de altura como uso obligatorio de arnés, así como su inspección, ver anexo N° 3, además se debe cumplir lo siguiente:

- ✓ Se considera un trabajo en altura a toda actividad que este por encima de 1.80metros del suelos, por lo que es obligatorio el uso del equipo de protección anticaídas incluido el barbiquejo del casco de seguridad.
- ✓ Se deberan instalar lineas de vida para el desplazamiento del personal de trabajo y estos deberan de usar un equipo de proteccion anticaidas de doble cola, por lo que deberan estar conectados a una linea de vida en todo momento.
- ✓ Se debera contar con cuerdas de amarre o drizas aseguradas al cinturón de herramientas del trabajador para las herramientas, pudiendo ser estas manuales, eléctricas y neumáticas, etc. Evitando de esta manera su caída a niveles inferiores.

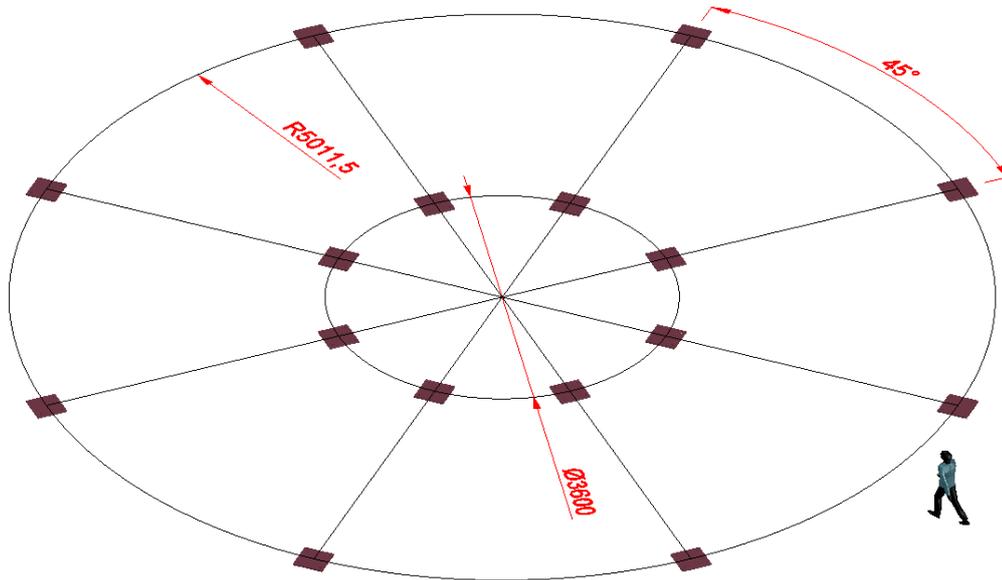
4.6.2 Fase II: Montaje del Espesador tipo Rastra

➤ Condiciones previas al montaje del Espesador

Inspección de cotas y trabajos Anteriores. -

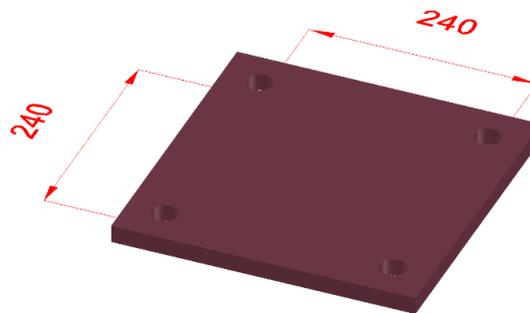
Antes de iniciar el montaje, se realizara una verificación de las cotas con apoyo topográfico a los pedestales de concreto realizados por el área de construcción civil, de esta manera se puede corroborar las medidas según plano, tales como el nivel y alineamiento de los ejes de las columnas con respecto al centro del Espesador, esta actividad tiene gran importancia ya que permite asegurar los trabajos de montaje con las medidas establecidas y evitar así cambios inesperados o reprocesos que tienden hacer muy costosos.

FIGURA N° 21: INSPECCIÓN DE COTAS DE LOS PEDESTALES DEL ESPESADOR



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 22: DIMENSIÓN ENTRE ESPÁRRAGOS DE LA PLANCHA BASE



Fuente: Elaboración Propia.

Recepción de Materiales y traslado a obra

La recepción de materiales es un proceso mediante el cual se recibe los productos semi terminados procedentes de la planta en Lima, estos se recibe previo aviso y de forma ordenada, en donde el responsable de ingreso al almacén verifica que la documentación este conforme para autorizar el ingreso de los productos de la siguiente forma.

- El responsable de Almacén recibe el aviso de llegada del transporte.
- Se Verifica en la guía indique las cantidades, marca, tipo, características físicas estén de acuerdo al requerimiento.
- Si hubiese materiales con observaciones, ruptura se toma foto y se envía mediante un correo a planta.
- Si se encontrase materia prima no conforme, se aplicará una acción inmediata o se coordinará la acción correctiva con los responsables de Producción y Oficina Técnica.
- Se hará un registra el ingreso.

La descripción de los materiales más importantes del Espesador que fueron ingresados son los siguientes:

- Planchas del Cono Inferior del Espesador

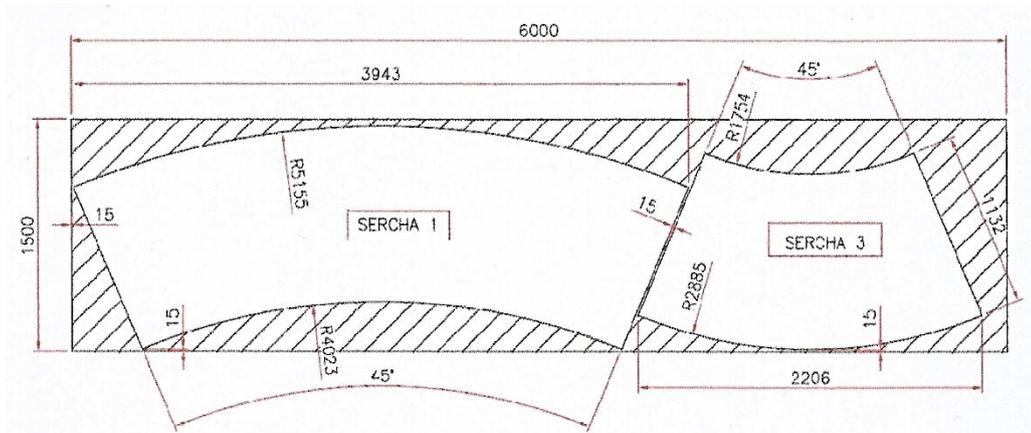
Forma parte del lado inferior del Espesador las cuales fueron fabricadas a partir de planchas de acero de 1500 x 6000 mm con espesor de 3/8" en A-36.

TABLA N° 03: PARTES DEL FONDO CÓNICO

ÍTEM	SECCIÓN	CANT	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
1	Sección 1	6	Plancha de 3/8" rolada	Ver figura N°: 23
2	Sección 2	6	Plancha de 3/8" rolada	Ver figura N°: 24
3	Sección 3	6	Plancha de 3/8" rolada	Ver figura N°: 23
4	Sección 4	2	Plancha de 3/8" rolada	Ver figura N°: 25
6	Sección 1a	2	Plancha de 3/8" rolada	Ver figura N°: 26
7	Sección 2a	2	Plancha de 3/8" rolada	Ver figura N°: 26
8	Sección 3a	2	Plancha de 3/8" rolada	Ver figura N°: 27
9	Sección 4a	2	Plancha de 3/8" rolada	Ver figura N°: 27

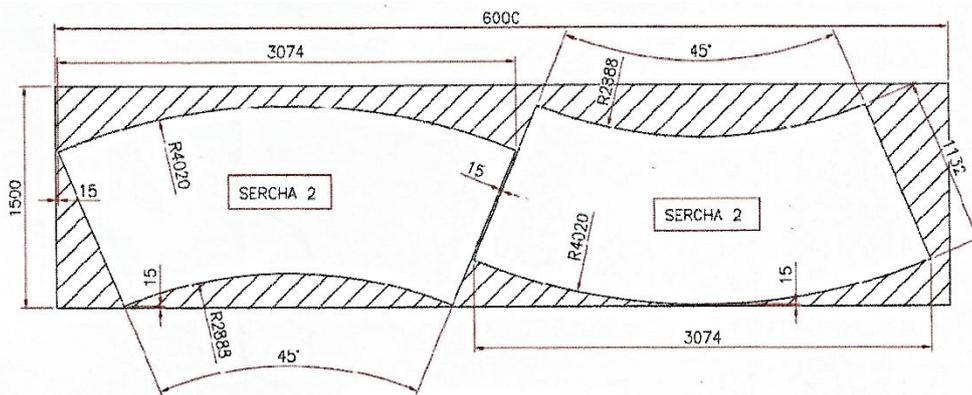
Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 23: PLANCHAS DEL FONDO CÓNICO - SECCIÓN 1 Y 3



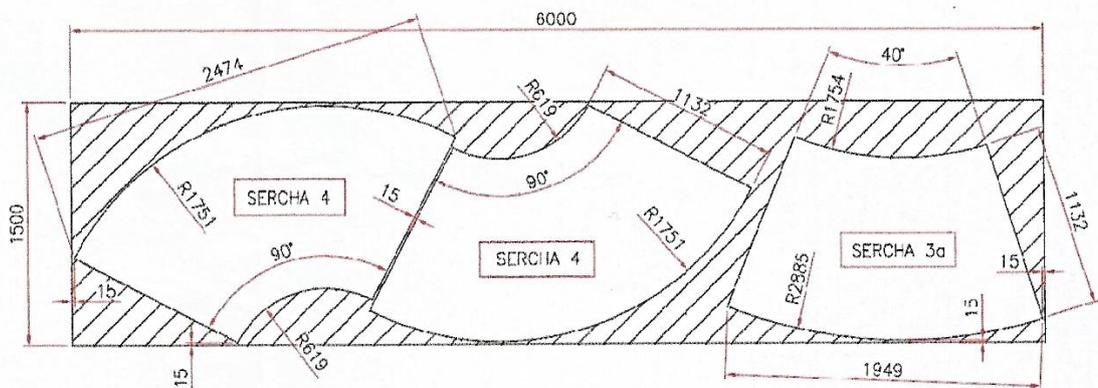
Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 24: PLANCHAS DEL FONDO CÓNICO - SECCIÓN 2



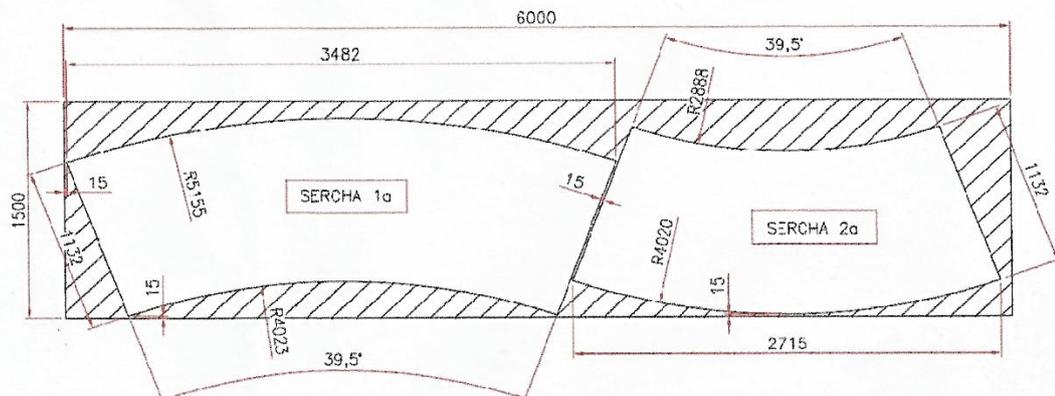
Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 25: PLANCHAS DEL FONDO CÓNICO - SECCIÓN 4 Y 3a



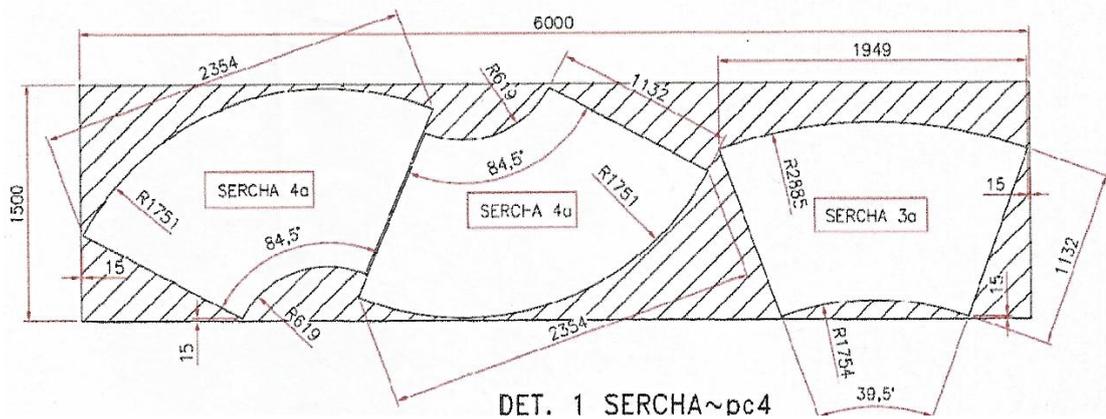
Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 26: PLANCHAS DEL FONDO CÓNICO - SECCIÓN 1a Y 2a



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 27: PLANCHAS DEL FONDO CÓNICO - SECCIÓN 4a Y 3a



DET. 1 SERCHA~pc4

Fuente: Elaboración Propia.

- Planchas del Cuerpo del Tanque Espesador

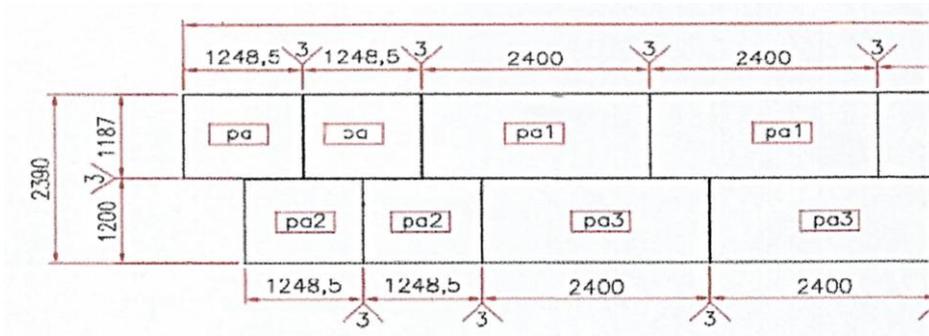
Forman parte del cuerpo del Espesador las cuales fueron fabricadas a partir de planchas de acero ASTM A-36 de 3/8" x 1500 x 6000 mm.

TABLA N° 04: PARTE DEL CILINDRO DEL ESPESADOR

ÍTEM	SECCIÓN	CANT	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
1	Pa	4	Plancha de 2248.5 x 1187 mm x 3/8"	Ver fig. N°: 28
2	Pa 1	11	Plancha de 2248.5 x 1187 mm x 3/8"	Ver fig. N°: 28
3	Pa 2	4	Plancha de 2248.5 x 1187 mm x 3/8"	Ver fig. N°: 28
4	Pa 3	11	Plancha de 2248.5 x 1187 mm x 3/8"	Ver fig. N°: 28

Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 28: PLANCHAS DEL CILINDRO DEL ESPESADOR



Fuente: Elaboración Propia

- Columnas Exteriores y Exteriores

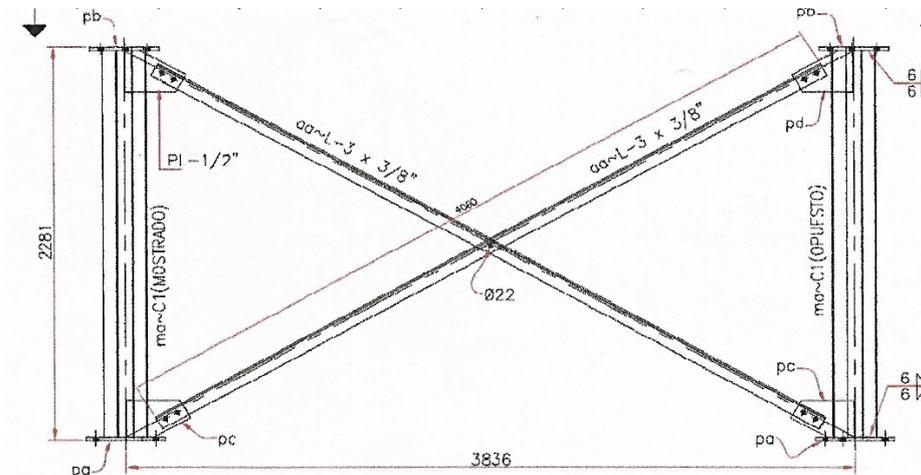
Forman parte de la base estructural que soporta al Espesador y su contenido, está conformado por:

TABLA N° 05: PARTES DE LA ESTRUCTURA BASE DEL ESPESADOR

ÍTEM	SECCIÓN	CANT	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
1	Columnas Exteriores	8	Viga W 8 x 24, con 2281 mm	Ver figura N°: 30
2	Columnas Interiores	8	Viga W 8 x 24, con 1380 mm	Ver figura N°: 30
3	Arriostres	16	Angulo L 3 x 3/8"	Ver figura N°: 29

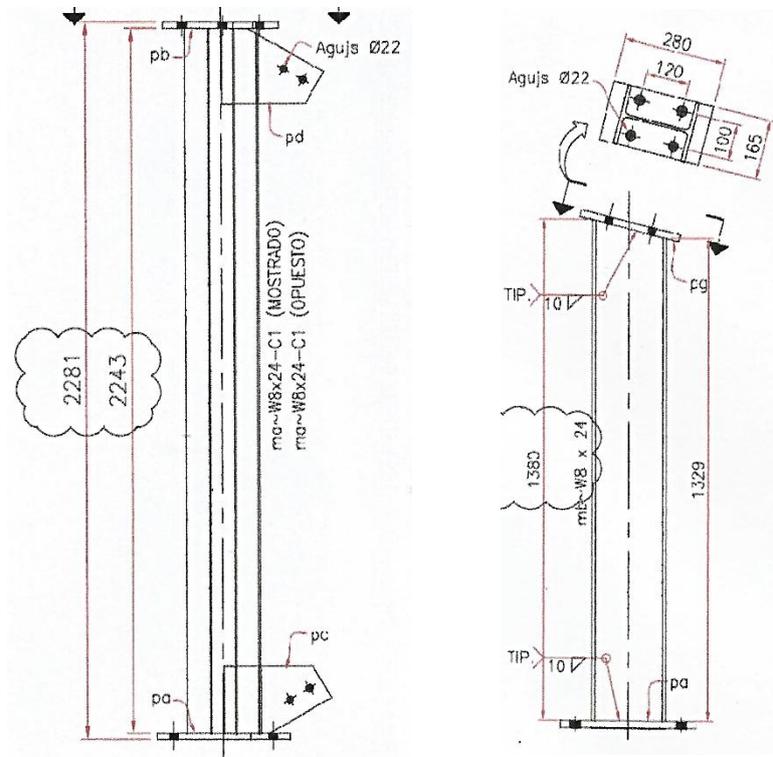
Fuente: Elaboración Propia

FIGURA N° 29: COLUMNAS EXTERIORES Y ARRIOSTRES



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 30: COLUMNAS EXTERIORES E INTERIORES



Fuente: Elaboración Propia.

- Puente

Forman parte del lado superior de Espesador, en ella se instala el eje central con el sistema rastra y el moto-reductor, el puente está conformado por las siguientes partes:

TABLA N° 06: PARTE DEL PUENTE DEL ESPESADOR

ÍTEM	SECCIÓN	CANT	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
1	Estructura	1	Viga W 21 x 68, con 2281 mm Viga W 21 x 68, con 2281 mm Angulo L 3 x 1/4"	Ver Plano N° 03
2	Barandas	7	Tubo 1 1/4" sch 40	-
3	Plancha estriada	9	Plancha de 1/4 " estriada	-
4	Escalera de gato	1	Conjunto de acero galvanizado de 2215 x 918 mm	-

Fuente: Elaboración Propia.

- Eje Motriz

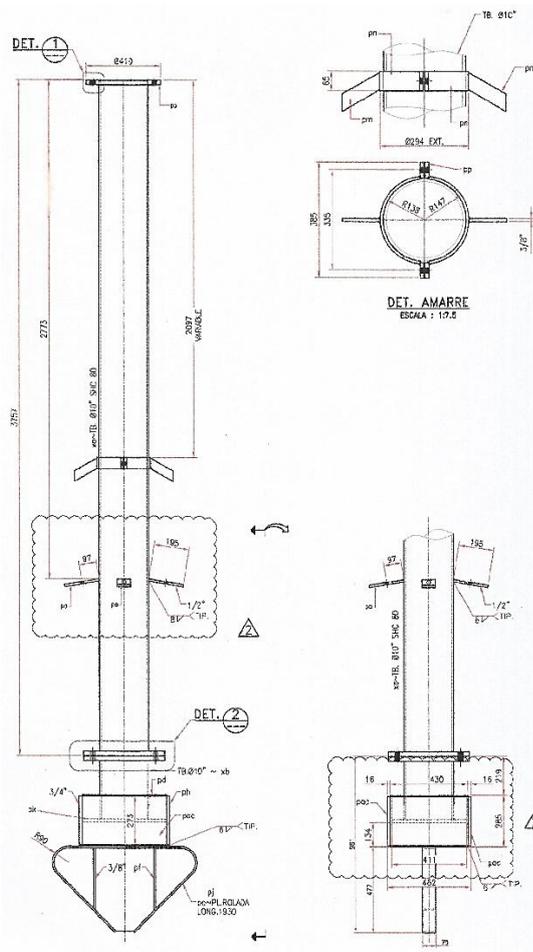
Es el que le transmite el movimiento de giro a las rastras generado por el moto-reductor, está conformado por las siguientes partes:

TABLA N° 07: PARTE DEL EJE MOTRIZ DEL ESPESADOR

ÍTEM	SECCIÓN	CANT	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIÓN
1	Eje central	1	Tubo de 10" sch 80 de 3760 mm	Ver fig. N°: 31
2	Sistema rastra	4	2 Tubo de 6" sch 80 de 3230 mm 2 Tubo de 6" sch 80 de 4760 mm	Ver fig. N°: 32
3	Arriostre	4	Tubo de 2" sch 80 de 2395 mm	Ver fig. N°: 32

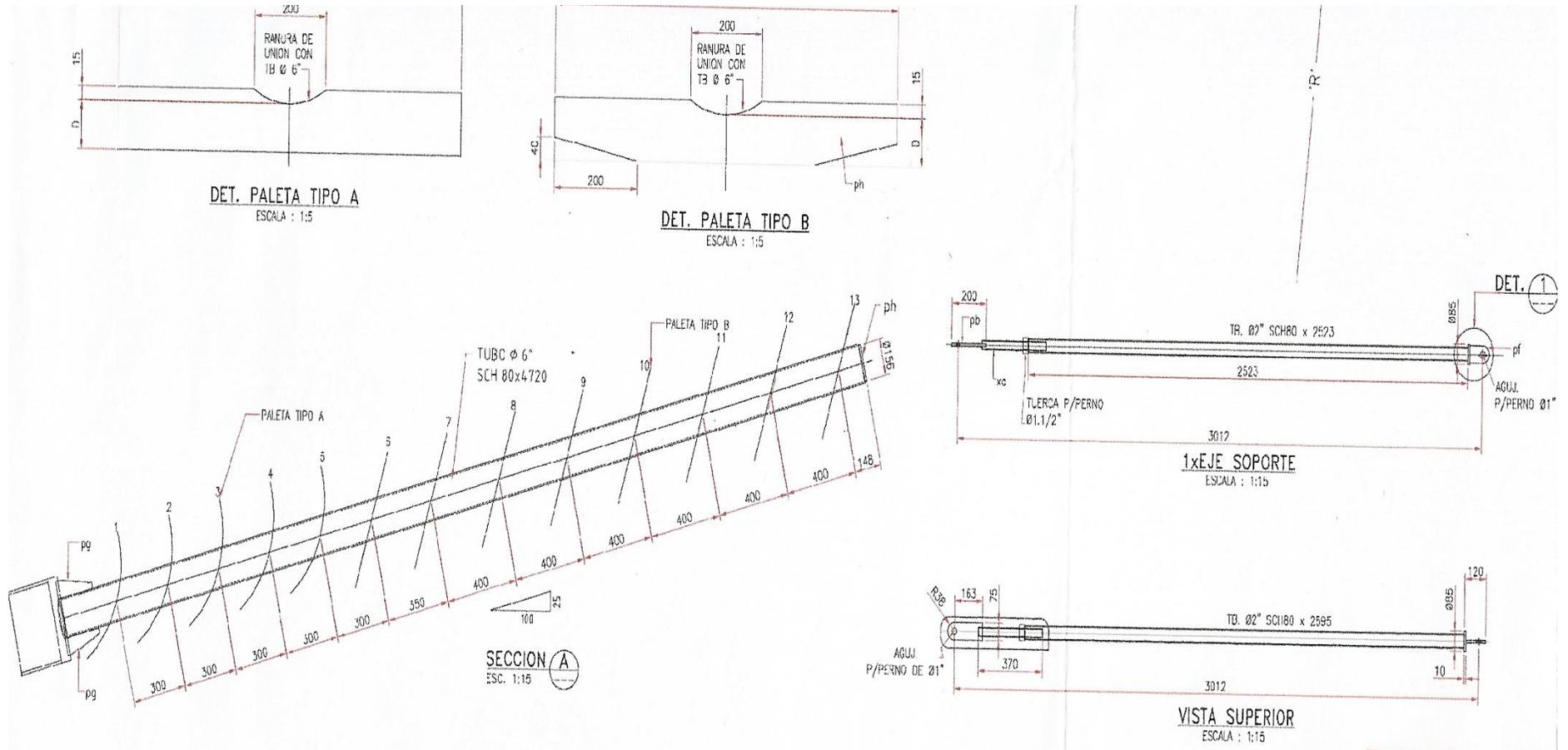
Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 31: EJE CENTRAL



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 32: SISTEMA RASTRA Y ARRIOSTRES DE SUJECIÓN



Fuente: Elaboración Propia.

- Tanque de Alimentación

Es el encargado de recepcionar el concentrado de cobre combinado con agua de la línea de concentrado y depositarlo en el Espesador, este tanque fue construido desde planta con materia de acero A – 36 y tiene un diámetro de 1490 mm y una altura de 800 mmm

- Sistema de mecanismo giratorio del Espesador

Es la encargada de dar movimiento a todo el sistema rastra cuyas características técnicas son las siguientes:

- Motor Reductor Marca SEW EURO DRIVE

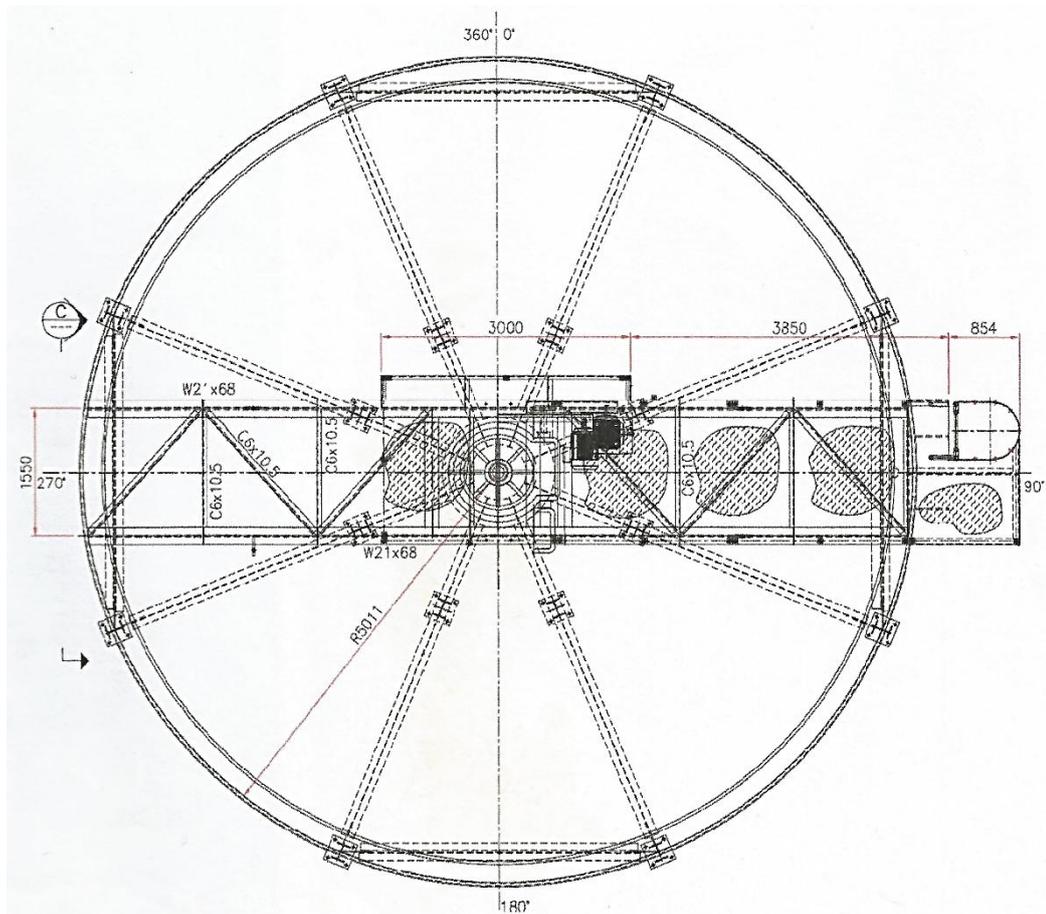
De 5.5Hp de potencia; Voltaje: 440V; Amperaje: 7.9 A, con 1760 Rpm de Velocidad y de 60 Hz.

- Reductor principal Corona – Sin fin

Con reducción de 72:1, con rodajes SKF, retenes, empaquetaduras y volante con tornillo sin fin.

Cabe mencionar que la ubicación y confirmación de la llegada de cada uno de los materiales a obra es una actividad de gran importancia ya en caso de faltar algún elemento, se podrá solicitar este a tiempo, evitando retrasos innecesarios y de esta manera realizar el montaje completo.

FIGURA N° 33: VISTA SUPERIOR DEL ESPESADOR

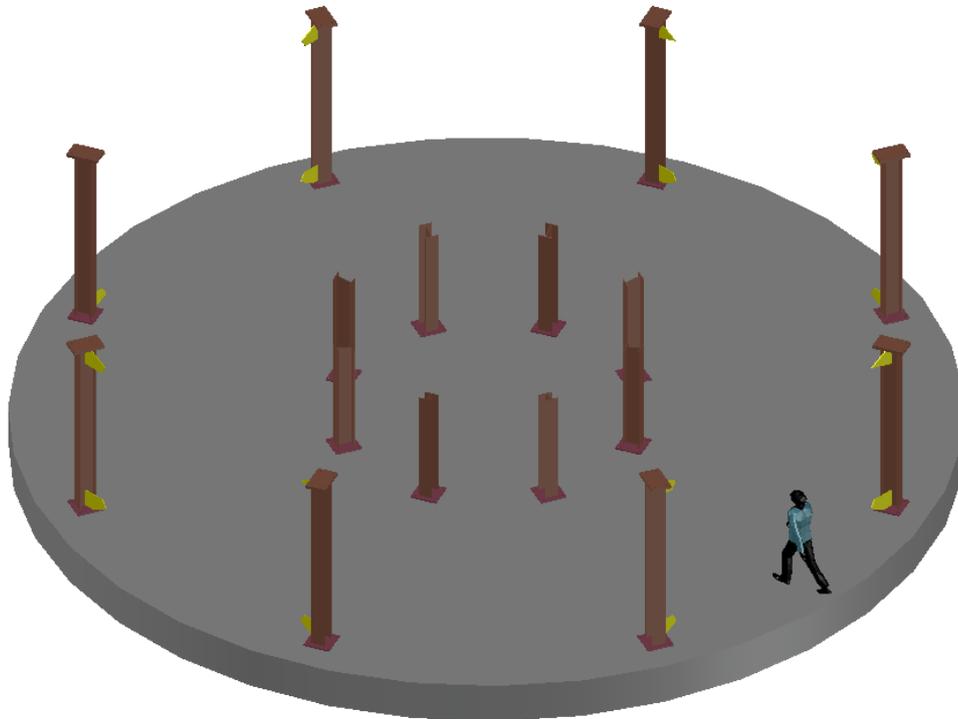


Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Montaje de la base estructural del Espesador.**

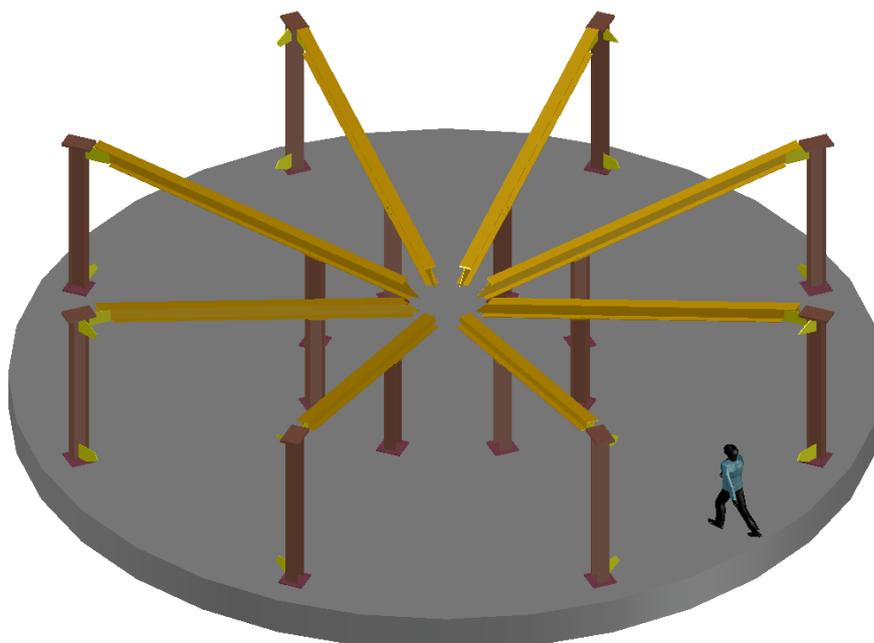
La base estructural que soporta el peso del Espesador, está conformado por 8 columnas exteriores W 8x24 de 2.28 metros y 8 columnas interiores W 8x24 de 1.38 metros como se muestra en la figura N° 34 y sus vigas de amarre de W 8x24 con una inclinación de 1 a 4 el cual formará el cono del Espesador, como se muestra en las figuras N° 35, estas siendo montados con un tecele tipo pórtico móvil como se muestra en la figura N° 37.

FIGURA N° 34: POSICIÓN DE COLUMNAS EXTERIORES E INTERIORES



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 35: POSICIÓN DE VIGAS A SU POSICIÓN FINAL



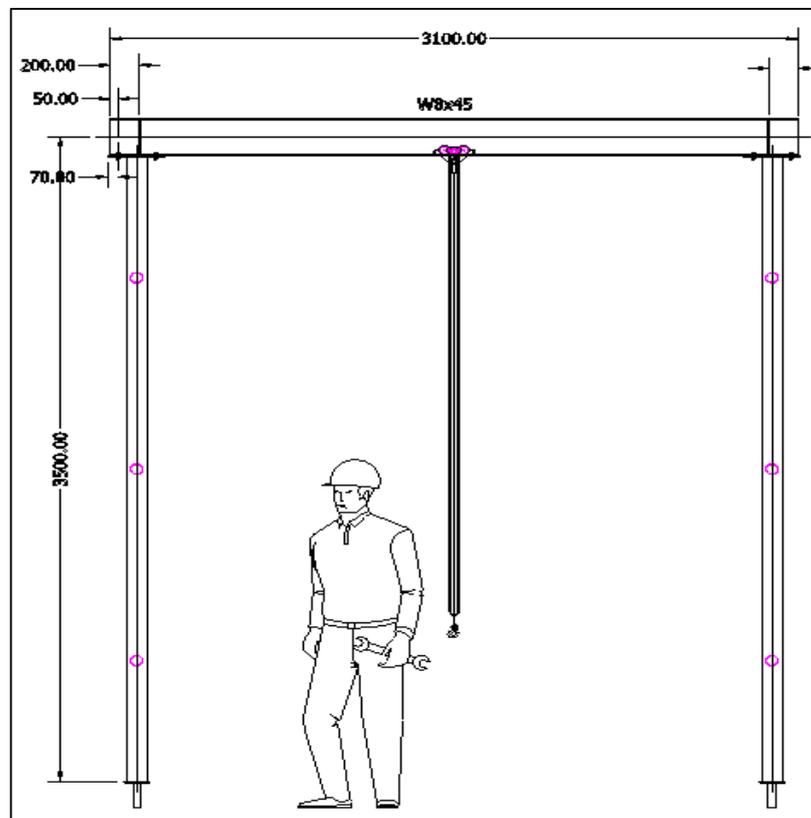
Fuente: Elaboración Propia.

Sin embargo antes de realizar cualquier tipo de actividad se procedió a solicitar los respectivos permisos de trabajo en donde estaban incluidos el Análisis de Trabajo Seguro (ATS) y la evaluación de riesgos de maniobras, con lo que se procedió a realizar las siguientes actividades.

- **Izaje de Estructuras**

Realizado la recepción de los materiales, y estando todo conforme con respecto a los materiales, en dimensiones y estado, se procedió con los acarreo hacia la zona de montaje, paralelamente con otra cuadrilla de trabajadores se encargará de realizar el montaje de los parlantes de 3 metros con teclé (teclé de izaje) para la respectiva maniobra de izaje como se muestra en la figura 36.

FIGURA N° 36: TECLE DE IZAJE (PARANTE Y POLIPASTO)

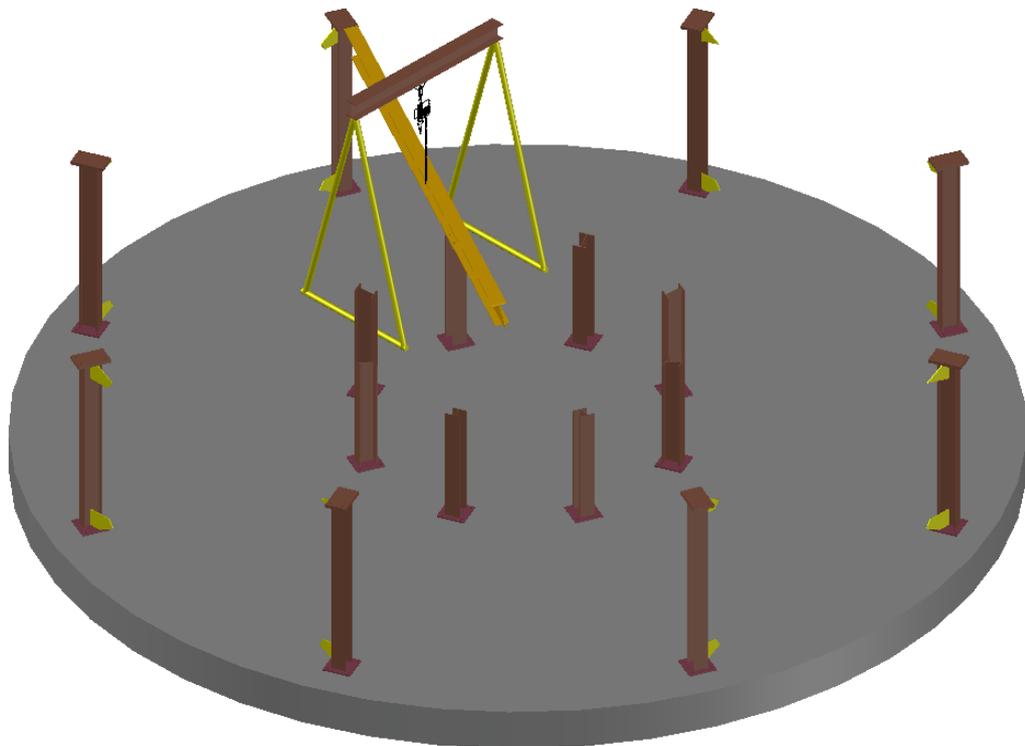


Fuente: Elaboración Propia.

Una vez que el material y el tecle de izaje se encuentran en posición, se procedió al montaje de las columnas en sus pedestales de la siguiente manera:

- ✓ Izaje de las columnas W8x24 de 2,2 y 1.3 metros de altura con la ayuda del tecle, eslingas, estrobos y grilletes.
- ✓ Ubicación en los puntos de anclaje dejados por el contratista civil, los cuales se encuentra alrededor de todo el diámetro del Espesador.
- ✓ Unión de las columnas con el pedestal mediante el apriete de pernos.
- ✓ Izaje de las vigas W8x24 con la ayuda del tecle.
- ✓ Montaje de arriostres entre las columnas (ángulos de 3/4").

FIGURA N° 37: MONTAJE DE VIGAS EN SU POSICIÓN FINAL



Fuente: Elaboración Propia.

En todo momento se deberá respetar el procedimiento de izaje de carga, el cual indica:

- ✓ Deberá existir un único encargado de dar las señales manuales el cual será llamado como Rigger.
- ✓ Se utilizarán siempre cuerdas guía (viento) para controlar la carga.
- ✓ El peso de la carga no deberá sobrepasar la capacidad de los dispositivos.
- ✓ Antes de izar la carga se deberá verificar que todos los trabajadores no tienen partes del cuerpo (dedos, manos, pies, etc.) entre la eslinga y la carga.
- ✓ Las eslingas deberán estar sin nudos, tornillos o enrollados alrededor del gancho del tecele.
- ✓ Las eslingas deberán estar protegidas de los bordes filosos de la carga.
- ✓ El área de levantamiento deberá estar demarcada y libre de personas ajenas a la labor.
- ✓ No deberá existir personal ni partes del cuerpo bajo cargas suspendidas.

- **Rigidez mediante apriete de pernos**

Las actividades de ajuste y torque fueron llevadas a cabo por personal calificado, quienes tienen conocimientos de la secuencia y presentación de las uniones empernadas, así como las especificaciones del tipo de perno y grado, para este proyecto se utilizaron pernos y espárragos estructurales tipo ASTM 325 grado 8, con diámetros de 3/4", 1 1/4".

Por otro lado los equipos y/o herramientas a emplear fueron inspeccionados periódicamente, además el Torquímetro utilizado contaba con su respectivo certificado de calibración, vigente para las actividades de ese momento, para los trabajos en altura las llaves, pernos, torquímetros y herramientas en general, fueron trasladados a través de depósitos adecuados y sujetos por soguillas para evitar su exposición en las plataformas y caídas a desnivel. En puntos de amarre la pernería será mantenida en bolsos de cuero o depósitos adecuados.

Los trabajos de ajuste y torque se realizaron de la siguiente manera:

- Limpieza de los pernos en caso de no estar libres de suciedad como tierra arena y obstáculos sueltos para la operación (pernos de anclaje).
- Realizar un ajuste suave con el fin de aproximar las dos caras de la estructura.
- Realizar el ajuste inicial al 30% del torque final siguiendo un orden en forma de X, desde el centro hacia afuera.
- Finalmente se realizará un ajuste al 100% del torque final, como se indica en la tabla N° 08, siguiendo un orden en forma de X, desde el centro hacia afuera.
- Realizar el ajuste de verificación y llenar los protocolos de torque.

TABLA N° 08: TABLA DE APRIETE DE PERNOS - ESPESADOR

Diámetro nominal (Nominal diameter)	Tipo de rosca (Pitch)		Grado de Resistencia (Grade Designation)		
			Grado 2 (Grade 2)	Grado 5 (Grade 5)	Grado 8 (Grade 8)
1/2	13	RO	45.0 - 52.0	71.0 - 82.0	100.0 - 115.0
	20	RF	51.0 - 59.0	80.0 - 90.0	112.0 - 128.0
9/16	12	RO	66.0 - 75.0	103.0 - 116.0	145.0 - 165.0
	18	RF	73.0 - 85.0	113.0 - 130.0	160.0 - 184.0
5/8	11	RO	91.0 - 105.0	150.0 - 170.0	200.0 - 230.0
	18	RF	103.0 - 117.0	160.0 - 180.0	225.0 - 255.0
3/4	10	RO	160.0 - 183.0	250.0 - 290.0	350.0 - 405.0
	16	RF	179.0 - 205.0	275.0 - 320.0	390.0 - 450.0
7/8	9	RO	155.0 - 180.0	400.0 - 465.0	570.0 - 660.0
	14	RF	171.0 - 200.0	445.0 - 515.0	620.0 - 730.0
1	8	RO	233.0 - 270.0	600.0 - 705.0	850.0 - 1 000.0
	14 UNS	RF	261.0 - 300.0	660.0 - 775.0	930.0 - 1 090.0
1-1/8	7	RO	330.0 - 380.0	740.0 - 860.0	1 200.0 - 1 400.0
	12	RF	370.0 - 425.0	830.0 - 955.0	1 350.0 - 1 545.0
1-1/4	7	RO	470.0 - 540.0	1 050.0 - 1 220.0	1 700.0 - 1 940.0
	12	RF	520.0 - 600.0	1 180.0 - 1 345.0	1 880.0 - 2 180.0

Fuente: Elaboración Propia.

➤ Montaje de las planchas de acero del Espesador

Para este proyecto las planchas de acero fueron tipo A 36, de 3/8" de espesor, las cuales llegaron roladas y pintadas salvo en la línea en donde se realizará la soldadura (a 2" del extremo), siendo separadas según el orden de montaje a la hora de su recepción.

El montaje se inició en el cono (tendido del fondo), ya que toda la base estructural se encontraba montada, para luego proceder con el montaje de los anillos o virolas.

• Izaje de Planchas de acero en el cono

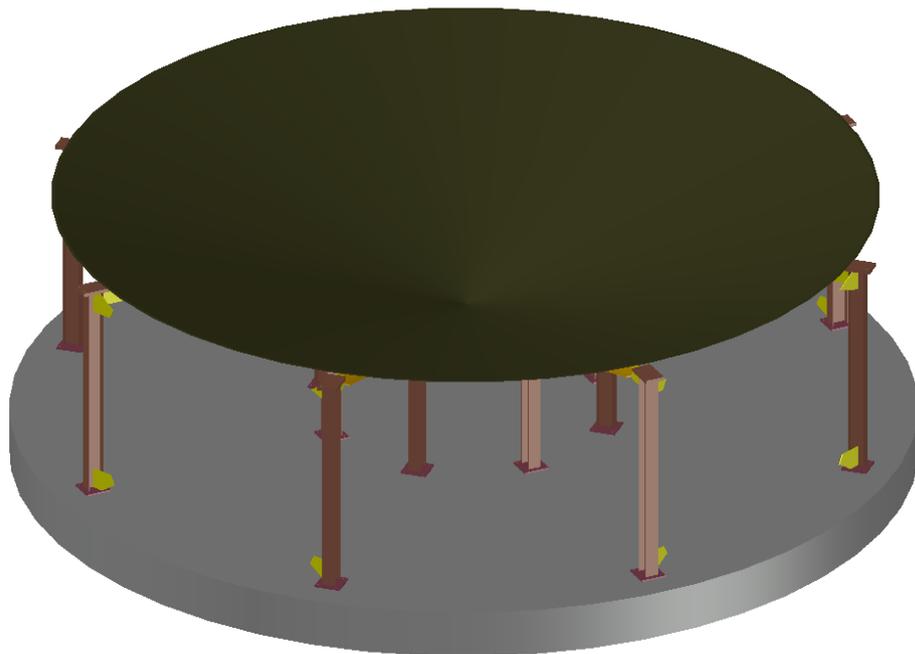
Esta actividad inicio con los acarreo de las planchas roladas hacia la zona de montaje, paralelamente con otra cuadrilla de trabajadores se encargó de colocar líneas de vida en la estructura ya que los trabajos serian en altura y finalmente realizar el montaje

con un equipo de izaje girable como se observó en la figura N° 18, y pasara por cuatro posiciones para las respectivas maniobras de izaje.

Una vez que el material y el tecele de izaje giratorio se encuentran en posición, se procedió realizar el izaje de las planchas del cono de la siguiente manera:

- ✓ Izaje de las planchas roladas en la posición N° 1 a una altura de 5 metros con la ayuda del equipo de izaje giratorio, eslingas, estrobos, grilletes y soguillas (viento).
- ✓ Tendido de las planchas por medio de puntos de soldadura a la estructura.
- ✓ Desmontaje y montaje del tecele de izaje giratorio a la siguiente posición.
- ✓ Repetir la secuencia hasta completar el tendido del fondo.

FIGURA N° 38: MONTAJE DEL FONDO CÓNICO EN SU POSICIÓN FINAL



Fuente: Elaboración Propia.

• Izaje de Planchas de acero en el cilindro

Una vez terminado el montaje del fondo cónico, se procedió con el montaje del cilindro, de igual manera se usará el tecele de izaje giratorio, una vez que el material y el tecele de izaje giratorio se encuentran en posición, se procedió realizar el izaje de las planchas del cilindro o virolas de la siguiente manera:

- ✓ Izaje de las planchas roladas en la posición N° 1 a una altura de 5 metros con la ayuda del tecele de izaje giratorio, eslingas, estrobos, grilletes y soguillas (viento).
- ✓ montaje de cada una de las planchas en forma vertical y armado de las mismas con una separación entre plancha y plancha de 3 mm.
- ✓ Unión por medio de puntos de soldadura a la estructura con electrodo E 6011 para el primer pase y E 7018 para el relleno
- ✓ Desmontaje y montaje del tecele de izaje giratorio a la siguiente posición.
- ✓ Repetir la secuencia hasta completar el tendido del fondo.

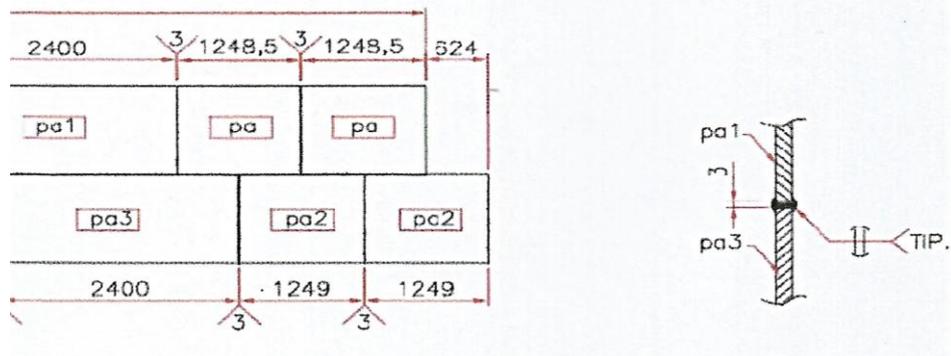
• Armado de las planchas de acero

La actividad de armado de las planchas se realiza en forma paralela al izaje de las planchas de acero en el tendido del fondo y el montaje de las virolas, estos lo realizan operarios armadores de vasta experiencia, da tal manera que se ubique cada una de las planchas en su posición final, verificando en cada montaje su nivelación y verticalidad mediante un equipo topográfico, además se debe dejar un espacio correspondiente entre plancha y plancha (luz) según los planos de montaje, de tal forma que el personal técnico en soldadura (operarios soldadores), unan las piezas de forma definitiva.

- **Unión mediante soldadura**

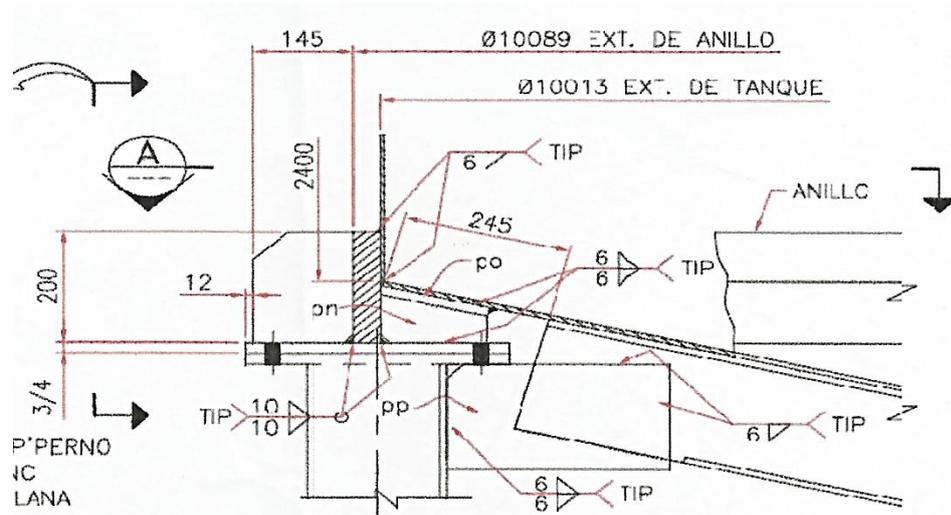
Todos los trabajos serán realizados por Soldadores Calificados y acreditados, los cuales fueron calificados antes de realizar soldaduras en producción mediante Norma ASME Sección IX (Desarrollo y calificación de Procedimientos y Soldadores), así mismo el proceso utilizado para la fabricación del Espesador fue por Electrodo Revestido (SMAW), por otra parte se ha de llevar un control diario de los trabajos de soldadura realizados, y a la vez se deben reportar las uniones soldadas concluidas y liberadas mediante la inspección visual.

FIGURA N° 39: MONTAJE DEL CILINDRO PLANCHA CON PLANCHA



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 40: MONTAJE DEL CILINDRO PLANCHA DE REFUERZO



Fuente: Elaboración Propia.

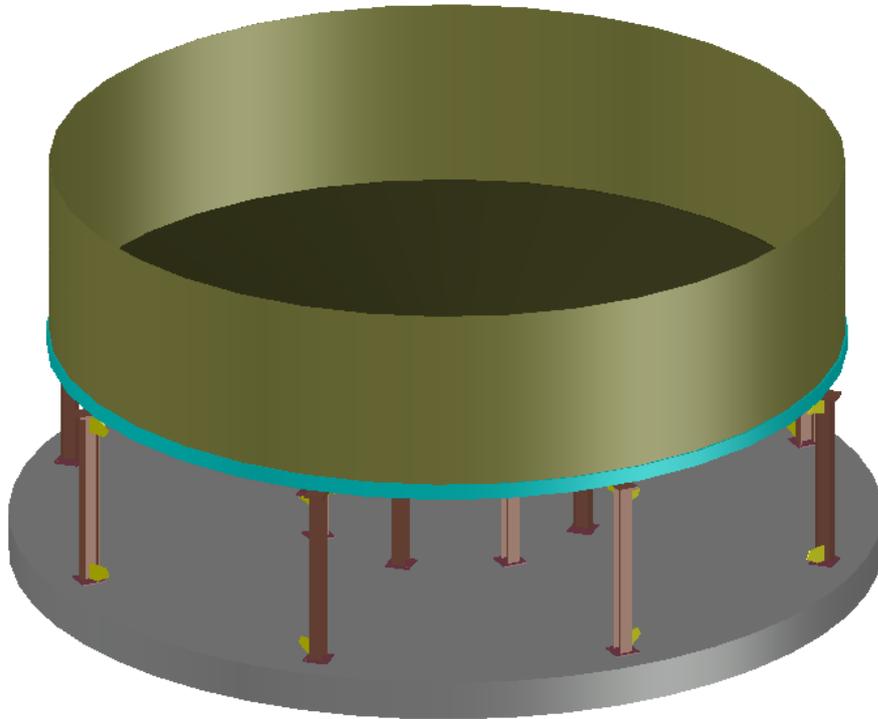
El procedimiento para el soldeo del Espesador fue el siguiente:

- ✓ Se debe considerar el uso de EPP adecuado para realizar la actividad. (Arnés de seguridad con absorbedor de caídas de doble cola de cinta cable para soldadores, traje completo de cuero, colas de acero, careta facial, guantes largos, respiradores contra humos metálicos y gases).
- ✓ Todo material a unir mediante soldadura, tales como planchas de acero, cartelas, ángulos, barandas, plataformas escaleras y demás elementos en los cuales se requiera la unión mediante soldadura, fueron esmerilados con una escobilla circular o piedra de esmeril, evitando dañar el material base, esto con el fin de evitar realizar el soldeo con partículas de corrosión.
- ✓ Para realizar el apuntalamiento de los elementos a unir se utilizaron electrodos de menores diámetros (2.4mm ó 3.2mm) que en todo momento se deberán de encontrar en hornos portátiles.
- ✓ Antes de proceder con el soldeo se comprobó que la máquina de soldar se encuentre en óptimas condiciones para evitar que ocasione defectos en la soldadura.
- ✓ En caso de que el material base se encuentre por debajo de 15°C, se deberá de precalentar el material base hasta alcanzar como mínimo esta temperatura para evitar posibles defectos en los cordones de soldadura.
- ✓ El material de aporte utilizado para realizar la soldadura fue de electrodo revestido E 6011 con 2.4 mm de diámetro para el pase de raíz y E 7018 con 3.2mm de diámetro, para el relleno según procedimiento aprobado, que en todo momento deben

de encontrarse en hornos portátiles manteniéndose en la temperatura de 100 a 120°C.

- ✓ El soldador iniciará el pase de raíz con material en las zonas libres de apuntalado y sólo procederá a retirar el apuntalado cuando haya completado más del 50% del pase de raíz. El apuntalado (pepas) será retirado con esmeril y disco de corte.
- ✓ El soldador colocará su código de identificación en una ubicación adyacente a la junta, el supervisor de soldadura comprobará que cada junta cuenta con el código del soldador (o soldadores) que la ejecuta y anotará la fecha de ejecución de la misma, esta información debe ser registrada por el inspector de calidad en el registro diario de soldadura.
- ✓ En caso de rechazo de alguna junta soldada, esta sería removida completamente mediante esmeril, para luego proceder a la reparación siguiendo el mismo procedimiento de soldadura original.
- ✓ Finalizada la reparación, la soldadura será nuevamente inspeccionada usando los mismos criterios que para la soldadura original.
- ✓ La limpieza final de la soldadura se hará mediante escobillado y/o herramientas manuales.
- ✓ Los electrodos E7018 expuestos al ambiente, sin superar el tiempo permitido por el fabricante, podrán ser devueltos al horno y mantenidos a 120°C mínimo, luego de un periodo mínimo de mantenimiento de 4 horas los electrodos podrán re-utilizarse.

FIGURA N° 41: MONTAJE DEL CILINDRO EN SU POSICIÓN FINAL



Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Montaje del sistema de Rastrar**

Una vez terminada las actividades del montaje del cilindro y demás elementos necesarios, se procederá al montaje del sistema Rastra el cual es conformado por los mecanismos de sistema de transmisión o caja reductora, el eje central de rastra, los brazos de la rastra, las paletas de la rastra, pozo de alimentación, estructura del puente, estos elementos son independientes y montables por ajuste de pernos, en el caso del eje central, esta termina en una brida como se observa en la figura N° 42 en donde su montaje concluye al acoplarlo con eje del moto reductor el cual termina en un plato que cuenta con los mismos agujeros de la brida , El posicionamiento de los componentes del sistema en el interior del tanque y el montaje de la estructura del puente y la caja reductora fue realizado por una grúa telescópica TEREX RT 555-1 de 50 Toneladas, la cual fue habilitada por la minera.

- **Determinación de la Maniobra**

Esta actividad comprende las siguientes consideraciones:

- ✓ Determinación de los pesos a manipular.
Estructura del puente y piso : 3802,5 Kg
Eje motriz : 674,1 Kg
Tanque de alimentación : 430.5 Kg
Brazo de rastra tipo 1 : 611.63 Kg
Brazo de rastra Tipo 2 : 433.11 Kg
- ✓ Determinación de los centros de gravedad de los elementos a manipular.
- ✓ Selección de los elementos auxiliares de izaje.
Para el izaje de los elementos del sistema rastra fueron necesarios contar con:
Eslingas, grilletes, estrobos y cuerdas viento.
- ✓ Relevamiento del lugar de izaje y del emplazamiento de la grúa con atención a los obstáculos existentes sobre la superficie.
- ✓ Dibujo del esquema de izaje en elevación y planta.
- ✓ Requerimientos para la preparación del terreno e implementos de apoyo de las grúas.
- ✓ Secuencia de los movimientos previos de la carga a montar antes del izaje final sobre su emplazamiento definitivo.

Por otro lado, para poder obtener el permiso de trabajo se tuvo que presentar el plan de izaje de la grúa Terex RT 555-1, basado en caculo de la Carga Máxima de trabajo o capacidad de la grúa, analizando esta carga con la más crítica del proyecto como se muestra a continuación:

• **Capacidad de carga de la Grúa**

Viene a ser la carga máxima que puede elevar una grúa sin que afecte su integridad o causar accidentes, esta cantidad se halla con la tabla del fabricante, en donde se requirieren los siguientes datos:

- **El radio de trabajo de la Grúa:** es la distancia calculada desde el centro de giro de la Grúa al centro del gancho.

Radio. Grúa Terex RT 555-1 = 50 pies.

- **Largo de la Pluma:** Es la distancia hasta donde se extiende la pluma para las actividades de izaje.

Largo de la pluma. Grúa Terex RT 555-1 = 80 Pies

TABLA Nº 9: TABLA DE CARGA GRÚA TEREX RT 555-1

LOAD RADIUS (FT)	BOOM LENGTH 80 FT			BOOM LENGTH 95 FT			BOOM LENGTH 110 FT			LOAD RADIUS (FT)
	LOADED BOOM ANGLE (DEG)	OVER REAR (LB)	360° (LB)	LOADED BOOM ANGLE (DEG)	OVER REAR (LB)	360° (LB)	LOADED BOOM ANGLE (DEG)	OVER REAR (LB)	360° (LB)	
10										10
12										12
15										15
20	72.7	38,700*	38,700							20
25	68.9	33,600*	33,600	72.3	29,300*	29,300*				25
30	65.0	29,600*	29,600	69.1	25,900*	25,900*	72.1	22,900*	22,900*	30
35	61.0	26,500*	26,500	65.9	23,000*	23,000*	69.3	20,500*	20,500*	35
40	56.8	23,000	22,000	62.5	20,800*	20,800*	66.5	18,400*	18,400*	40
45	52.4	18,600	17,700	59.1	18,800	17,900	63.6	16,500*	16,500*	45
50	47.7	15,300	14,600	55.5	15,500	14,800	60.7	14,900*	14,900	50
55	42.7	12,700	12,100	51.7	12,900	12,300	57.7	13,000	12,400	55
60	37.1	10,700	10,100	47.8	10,900	10,400	54.5	11,000	10,500	60
65	30.6	9,000	8,500	43.6	9,200	8,800	51.3	9,400	8,900	65
70	22.6	7,500	7,100	39.0	7,900	7,400	47.8	8,000	7,600	70
75	9.8	6,300	5,900	33.9	6,700	6,300	44.2	6,800	6,500	75
80	**			28.1	5,700	5,300	40.4	5,900	5,500	80
85				20.8	4,800	4,400	36.1	5,000	4,700	85
90				9.0	3,900	3,600	31.5	4,200	3,900	90
95				**			26.5	3,500	3,200	95
100							19.3	2,900	2,400	100
105							8.4	2,300	2,100	105
110							**			110

FUENTE: Catalogo Terex RT 555-1

Como se observa en la tabla N° 9 la capacidad de carga para la grúa Terex RT 555-1 es de 14 600 libras lo que es igual a 6622 Kg

- **Porcentaje de Izaje (I%)**

Es la relación entre el peso total de la carga y la capacidad de carga según tabla, por medidas de seguridad esta no debe ser mayor al 80%.

$$I\% = \frac{\text{Peso total de la carga}}{\text{Capacidad de la carga de tabla}} \dots\dots\dots (1)$$

➤ **Peso total de la carga (W_{Total}):** Se calcula al sumar todos los pesos involucrados en el izaje.

$$W_{\text{Total}} = W_{\text{gancho}} + W_{\text{Htas}} + W_{\text{Carga}} \dots\dots\dots (2)$$

Dónde:

W_{gancho} = Peso del Gancho

Peso del gancho. Grúa Terex RT 555-1 = 500 kg

W_{Htas} = Peso de las Herramientas de Izaje.

W_{Htas}. Grúa Terex RT 555-1 = 100 kg

W_{Carga} = Peso de la carga a izar.

Peso de la carga. Grúa Terex RT 555-1 = 3802,5 Kg

De la ecuación (2)

$$W_{\text{Total}} = 700 \text{ kg} + 500 \text{ kg} + 3802,5 \text{ Kg}$$

W_{Total} de la Grúa Terex RT 555-1 = 5002,5 Kg

$$I\% = \frac{4402,5}{6622}$$

I% Grua Terex RT 555 – 1 = 66,48 %

- **Posicionamiento de la grúa para operar**

Esta actividad comprende las siguientes consideraciones:

- ✓ Verificación del estado de consolidación del terreno, este debe estar en una superficie firme que soporte el peso del trabajo de izaje.
- ✓ Extender totalmente las patas estabilizadoras, ya que estas le darán mayor estabilidad a la Grúa.
- ✓ Elevación de la Grúa sobre piso firme, despegando las ruedas del piso.
- ✓ Se colocarán plataformas adicionales o tacos bajo las patas de una superficie equivalente a tres veces la superficie de la base de la pata
- ✓ Nivelación de la grúa antes de iniciar la maniobra.

- **Izaje y posicionamiento**

- ✓ Aseguramiento y rigidización de la carga a izar y posicionar.
- ✓ Izamiento de la carga.
- ✓ posicionamiento de carga.

- **Consideraciones Preventivas de Seguridad**

Esta actividad comprende las siguientes tareas de supervisión antes y durante la maniobra a fin de que sea realizada en las condiciones técnicas y de seguridad previstas:

- ✓ Verificar que se haya extendido y firmado por los niveles autorizantes correspondientes por el cliente.
- ✓ El Equipo de Izaje deberá contar con la certificación vigente emitida por una empresa especializada.

- ✓ El operador y rigger deberán contar con la certificación vigente emitida por una empresa especializada.
- ✓ Se deberá verificar las condiciones del área de trabajo como el espacio del que se dispone para realizar la maniobra, las vías de acceso, superficie de descarga, superficie de ubicación del equipo y características de la carga.
- ✓ Verificar las condiciones climatológicas como: Lluvias, velocidad del viento (no debe superar los 9.72 m/s), nieblas.
- ✓ Ninguna grúa deberá sobrepasar el 80% de su capacidad de carga según tabla, esta deberá estar en la cabina del operador.
- ✓ Todas las cargas deberán tener un factor adicional del 20% adicionado al peso de carga anticipada para terminar con variaciones en el peso de la carga.
- ✓ Verificar las condiciones del terreno y suelo donde se posicionarán las grúas, este deberá ser firme y estar nivelado
- ✓ El área deberá estar señalizada con cintas, conos, vallas, de manera tal que impida el ingreso de personal no autorizado al área de maniobra.
- ✓ Se debe cumplir con la Inspección de Elementos de Izaje.
- ✓ El rigger dirigirá la maniobra utilizando el código de señales normado por la ANSI/ASME B 30.5
- ✓ Se debe realizar una reunión previa donde se indique y especifique las funciones de todos los intervinientes en la tarea.
- ✓ Verificar la existencia de tabla de capacidad de carga de la grúa, esta deberá estar en la cabina a la vista del operador.

- ✓ Verificación de los anclajes o estado del lugar donde será emplazado el equipo o bulto a montar.
- ✓ Verificación del correcto posicionamiento y nivelación de las grúas y de los radios máximos de carga establecidos en el estudio de izaje.
- ✓ Asegurarse que se hayan tomado todas las medidas de seguridad para aislar la zona de ejecución de las maniobras, disposición de señaleros si fuera requerido, y evaluación de la zona del personal no involucrado expresamente en la maniobra.
- ✓ Por ningún motivo se permitirá el ingreso de personal debajo de la carga, previo a la maniobra deberán colocar elementos de apoyo (soportes, tacos) en la posición final de carga.
- ✓ Verificar la correcta posición y orientación de la carga en su ubicación final.
- ✓ Recoger todos los elementos auxiliares empleados en la maniobra y liberar el área.

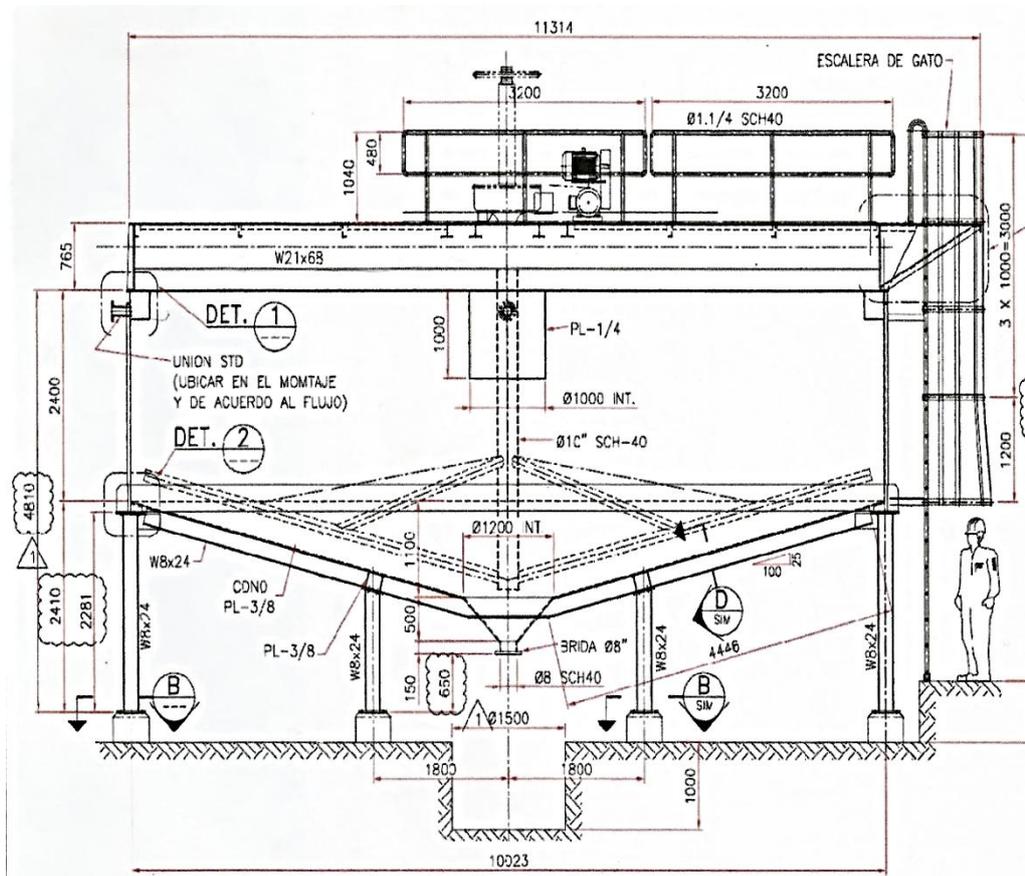
Una vez montado en su posición final y asegurado con pernos al puente y a la caja reductora, se procede a realizar el montaje de los componentes del sistema rastra de la siguiente manera:

- ✓ Montaje del eje de unión entre la caja reductora y el eje principal. - Este eje es elevado por izaje manual, por medio de un tecla de 2 Toneladas enganchado en la estructura del puente, e instalado en la caja de chumaceras de la caja reductora.
- ✓ Montaje del eje principal.- De igual manera que en el caso anterior, el eje principal es elevado por izaje manual, por medio

de un tecele de 2 Toneladas enganchado en la estructura del puente, realizando la instalación por medio de una unión bridada en su extremo.

- ✓ Montaje de los brazos de la rastra.- Los brazos son de 4,7 metros y de 611 Kg, los cuales se instalaron desde el eje central por medio de unión pernada, esta es elevada por izaje manual colocando vigas por el medio del puente con una oreja en el extremo tal que pueda instalarse un tecele de dos toneladas, realizando la instalación por medio de una unión bridada en su extremo, estos brazos a su vez están suspendidos por sujetadores hechos de tubería a de 2 pulgadas SCH 80 tal como se muestra en la figura N° 43.

FIGURA N° 43: VISTA FRONTAL DEL ESPESADOR



Fuente: Elaboración Propia.

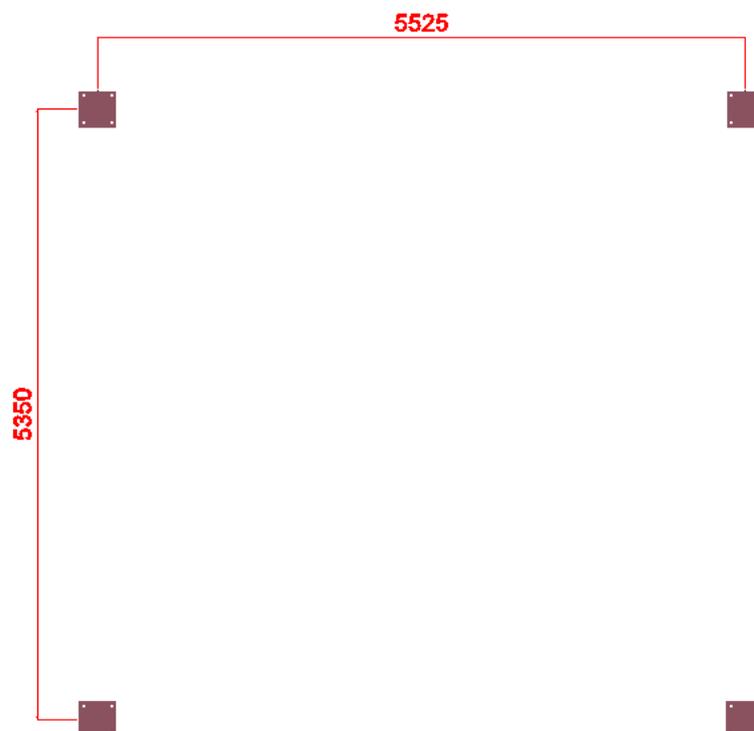
4.6.3 Fase III: Montaje del Filtro tipo Discos

➤ Condiciones previas al montaje del Filtro.

Inspección de cotas y trabajos civiles

Al igual que en el caso anterior antes de iniciar cualquier montaje estructural, se debe realizar una inspección a las bases o pedestales de concreto realizados por el área de construcción civil, esto se da con el fin de verificar medidas según plano, tales como el nivel y alineamiento de los ejes de las columnas en donde se montara la estructura en donde ira el sistema de filtrado por discos, la importancia de esta actividad permitirá asegurar el correcto montaje con las medidas planificadas y de esta manera evitar realizar cambios inesperados o reprocesos que elevarían el costo del proyecto.

FIGURA N° 44: INSPECCIÓN DE COTAS DE LOS PEDESTALES DEL SISTEMA DE FILTRADO



Fuente: Elaboración Propia.

Recepción de Materiales y traslado a obra

De manera similar que en el caso del Espesador, la recepción de materiales dio inicio con el ingreso de los componentes del sistema de filtrado en obra, estos fueron:

- **La base estructural en donde se montaron los componentes del sistema de filtrado**

Esta estructura tiene la función de soportar al filtro de discos y sus componentes, es construido a base de vigas tipo 8 W 24.

- **Filtro de Discos**

Es un equipo que se encarga de reducir la humedad del concentrado de cobre que llega del Espesador, este ingresa con una humedad aproximada de 60% de sólido y 40% de líquido y sale con una humedad de 11 a 12 %, este equipo cuenta con las siguientes características técnicas.

- ✓ Equipo : Filtro de disco de 6 pies x 4 discos.
- ✓ Tipo : Continuo rotativo.
- ✓ Serie : FMI 318 – 12 / 001.
- ✓ Sistema de accionamiento.
 - Motor Principal WEG de 4.8 HP, 440 Voltios, de 60 Hz y 1760 RPM, reductor FMI MQ4 Reducción 40:1
 - Reductor de corona sin fin, con una relación de 77:1.
- ✓ Sistema de agitación.

Moto-reductor de 1445/103 RPM, marca SEW EURODRIVE, de 4.8 HP, 440 Voltios y de 60 Hz.

FIGURA N° 45: FILTRO DE DISCOS



Fuente: Elaboración Propia.

- Sistema compacto de soplado
 - ✓ Sistema de accionamiento.
 - Motor Principal de 3 fases, de 12.5 HP, 440 Voltios y de 60 Hz, marca Delcrosa,
 - Velocidad igual a 2920 RPM, con una Transmisión de Polea motriz de 127 mm y polea conducida de 175 mm.
 - ✓ Soplador.

De 2 canales – 5VX, con una velocidad máxima de 3600 RPM, marca GARDNER DENVER SOTORBILT.
- Bomba de vacío

Es un equipo que genera una presión menor a la atmosfera, está conectada con al filtro de discos por medio de un sistema de tuberías de 6”, extrayendo en conjunto la humedad del concentrado de cobre, sus características técnicas son las siguientes:

- ✓ Equipo : Bomba de Vacío.
- ✓ Modelo : FMI 1000.
- ✓ Serie : FMI 318 – 12 / 005.
- ✓ Sistema de accionamiento.
 - Motor Principal asíncrono jaula de ardilla, de 50 HP, 440 Voltios, de 60 Hz, de 1775 RPM, marca WEG.
 - Transmisión: Polea motriz de 244 mm y polea conducida de 710 mm.

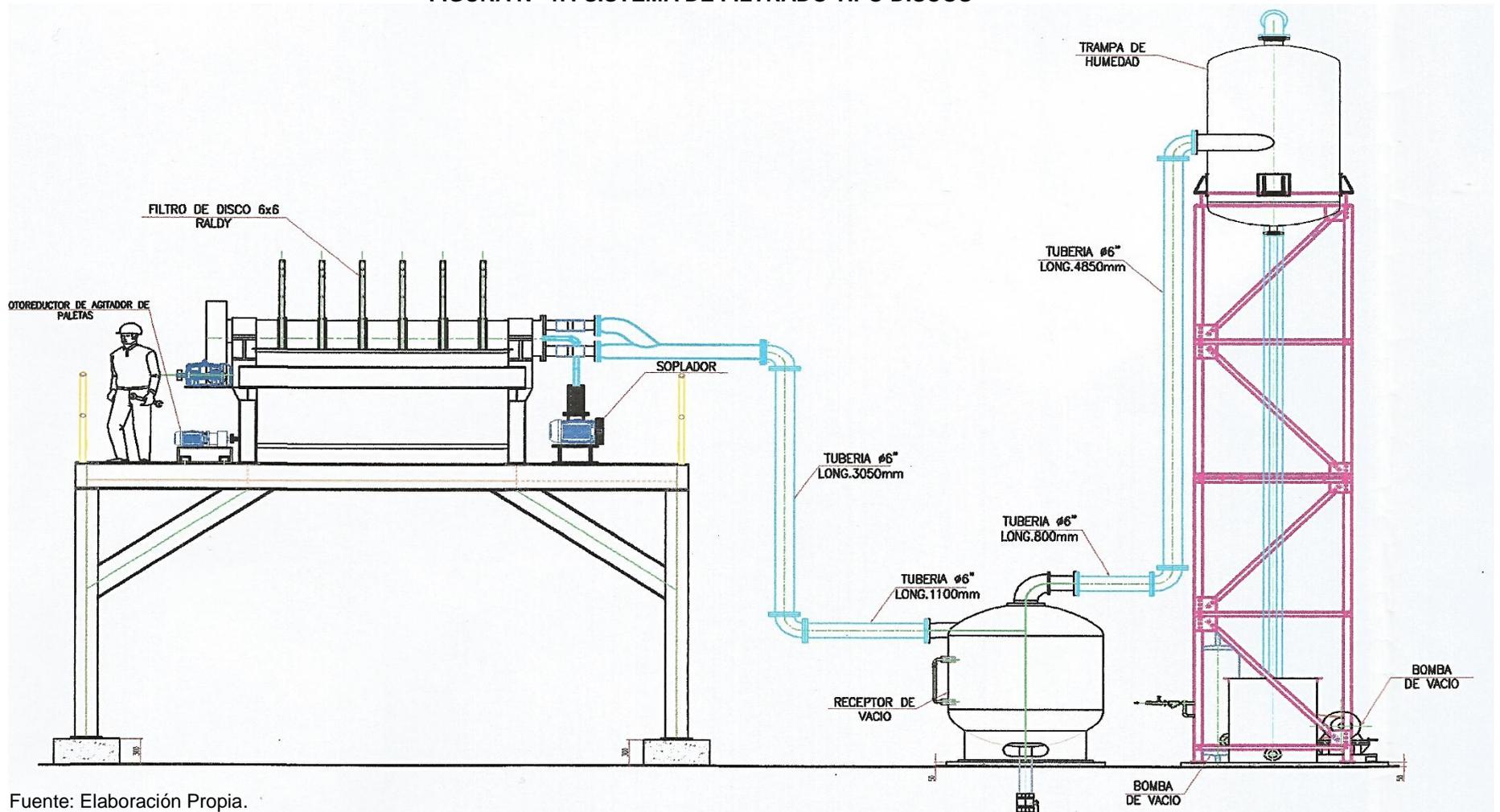
FIGURA N° 46: BOMBA DE VACÍO



Fuente: Elaboración Propia.

- Tanque receptor de vacío
- Tanque silenciador
- La estructura para la trampa de humedad.
- La trampa de humedad
- Trampa de sellado
- Tuberías de unión

FIGURA N° 47: SISTEMA DE FILTRADO TIPO DISCOS



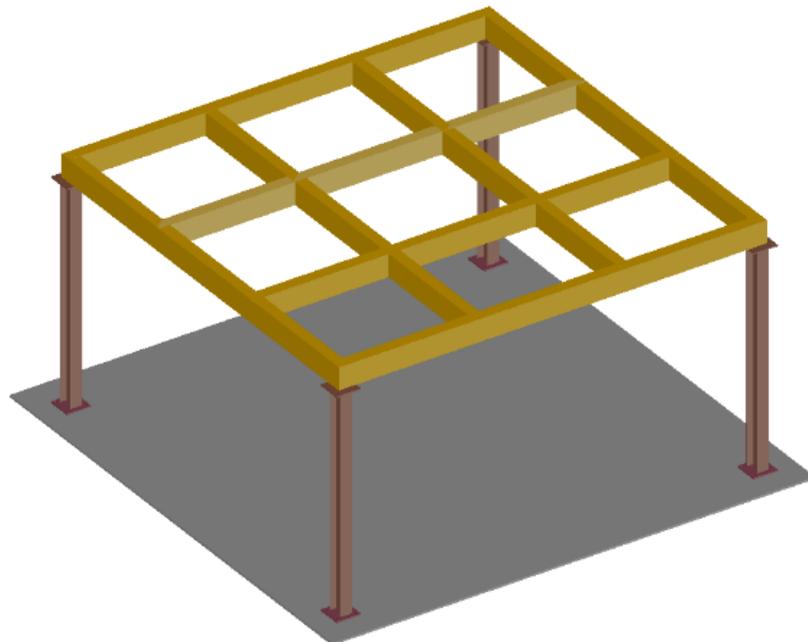
Fuente: Elaboración Propia.

Todos estos son recibidos con previo aviso y son clasificados de forma ordenada tal que el responsable de ingreso al almacén verificara que la documentación este conforme en las cantidades, marca, tipo y características físicas, así como el estado en que llega, de tal manera que de encontrar una no conformidad, se aplicará una acción inmediata o se coordinará la acción correctiva con los responsables de Producción y Oficina Técnica, de estar todo conforme se procederá a autorizar el ingreso de los de los componentes del sistema de Filtrado por Discos.

➤ **Montaje de la base estructural del Filtro y la trampa de Humedad.**

La estructura que servirá de base para el montaje del sistema de filtrado estará conformada por 4 columnas de W 8x24 de 4 metros, y sus vigas de amarre de W 8x24 como se puede observar en la figura N° 48, en su parte superior estarán montados todos los elementos del sistema de filtrado.

FIGURA N° 48: BASE ESTRUCTURAL DEL SISTEMA DE FILTRADO



Fuente: Elaboración Propia.

- **Izaje de Estructuras**

Esta actividad se realizó de manera similar al de la estructura del Espesador, Procediendo con el acarreo de los materiales hacia la zona de montaje y con ayuda de un parante de izaje el cual se debe encontrar en posición, se procedió al montaje de las columnas en sus pedestales de la siguiente manera:

- ✓ Izaje de las columnas W8x24 de 4 metros de altura con la ayuda del tecele, eslingas, estrobos y grilletes.
- ✓ Ubicación en los puntos de anclaje.
- ✓ Unión de las columnas con el pedestal mediante el apriete de pernos.
- ✓ Izaje de las vigas W8x24 con la ayuda del tecele
- ✓ Montaje de arriostres entre las columnas
- ✓ De manera paralela de se procede a unir la estructura de la trampa de humedad para posteriormente.

FIGURA N° 49: IZAJE Y UNIÓN POR PERNOS DE LA ESTRUCTURA



Fuente: Elaboración Propia.

En todo momento se deberá obedecer al procedimiento de izaje aprobado por el cliente, en donde:

- ✓ Solo deberá haber un encargado de dar las señales manuales el cual será llamado como Rigger.

- ✓ Se utilizarán siempre cuerdas guía para controlar la carga.
- ✓ El peso de la carga no deberá sobrepasar la capacidad de los dispositivos.
- ✓ Antes de izar la carga se deberá verificar que todos los trabajadores no tienen partes del cuerpo (dedos, manos, pies, etc.) entre la eslinga y la carga.
- ✓ Las eslingas deberán estar sin nudos, tornillos o enrollados alrededor del gancho del tecele.
- ✓ Las eslingas deberán estar protegidas de los bordes filosos de la carga.
- ✓ El área de levantamiento deberá estar demarcada y libre de personas ajenas a la labor.
- ✓ No deberá existir personal ni partes del cuerpo bajo cargas suspendidas.

- **Rigidez mediante apriete de pernos**

Las actividades de ajuste y torque fueron realizadas de manera similar que en los trabajos del Espesador, los cuales fueron realizados por personal calificado, realizando los trabajos de la siguiente manera:

- ✓ Limpieza de los pernos en caso de no estar libres de suciedad como tierra arena y obstáculos sueltos para la operación (pernos de anclaje).
- ✓ Realizar un ajuste suave con el fin de aproximar las dos caras de la estructura.
- ✓ Realizar el ajuste inicial al 30% del torque final siguiendo un orden en forma de X, desde el centro hacia afuera.

- ✓ Finalmente se realizará un ajuste al 100% del torque final, como se indica en la tabla N° 10, siguiendo un orden en forma de X, desde el centro hacia afuera.
- ✓ Realizar el ajuste de verificación y llenar los protocolos de torque.

TABLA N° 10: TABLA DE APRIETE DE PERNOS – SISTEMA DE FILTRADO

Diámetro nominal (Nominal diameter)	Tipo de rosca (Pitch)		Grado de Resistencia (Grade Designation)		
			Grado 2 (Grade 2)	Grado 5 (Grade 5)	Grado 8 (Grade 8)
1/2	13	RO	45.0 - 52.0	71.0 - 82.0	100.0 - 115.0
	20	RF	51.0 - 59.0	80.0 - 90.0	112.0 - 128.0
9/16	12	RO	66.0 - 75.0	103.0 - 116.0	145.0 - 165.0
	18	RF	73.0 - 85.0	113.0 - 130.0	160.0 - 184.0
5/8	11	RO	91.0 - 105.0	150.0 - 170.0	200.0 - 230.0
	18	RF	103.0 - 117.0	160.0 - 180.0	225.0 - 255.0
3/4	10	RO	160.0 - 183.0	250.0 - 290.0	350.0 - 405.0
	16	RF	179.0 - 205.0	275.0 - 320.0	390.0 - 450.0
7/8	9	RO	155.0 - 180.0	400.0 - 465.0	570.0 - 660.0
	14	RF	171.0 - 200.0	445.0 - 515.0	620.0 - 730.0
1	8	RO	233.0 - 270.0	600.0 - 705.0	850.0 - 1 000.0
	14 UNS	RF	261.0 - 300.0	660.0 - 775.0	930.0 - 1 090.0
1-1/8	7	RO	330.0 - 380.0	740.0 - 860.0	1 200.0 - 1 400.0
	12	RF	370.0 - 425.0	830.0 - 955.0	1 350.0 - 1 545.0
1-1/4	7	RO	470.0 - 540.0	1 050.0 - 1 220.0	1 700.0 - 1 940.0
	12	RF	520.0 - 600.0	1 180.0 - 1 345.0	1 880.0 - 2 180.0
1-1/2	6	RO	810.0 - 930.0	1 820.0 - 2 080.0	2 940.0 - 3 370.0
	12	RF	915.0 - 1 045.0	2 050.0 - 2 340.0	3 320.0 - 3 790.0

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Montaje de equipos del sistema de Filtrado.**

• **Izaje y posicionamiento de las partes del filtro de Discos.-**

Una vez terminado el montaje de la estructura del sistema de filtrado se procedió por medio de una grúa telescópica de 20 toneladas a izar a cada uno de los elementos del sistema los cuales fueron el filtro de discos, la estructura de la trampa de humedad con su trampa de humedad, la bomba de vacío, el

silenciador y la trampa de sellado, estos fueron reubicados hasta la parte superior de la estructura y montados a su posición final, esta grúa fue la misma que realizo previamente el montaje del puente del Espesador, siendo esta actividad realizada de la siguiente manera:

FIGURA N° 50: MONTAJE DE TANQUE TRAMPA DE HUMEDAD Y TUBERÍAS



Fuente: Elaboración Propia.

FIGURA N° 51: MONTAJE DE TANQUE RECEPTOR DE VACÍO Y TUBERÍAS



Fuente: Elaboración Propia.

- **Diseño de la Maniobra**

Esta actividad comprende las siguientes consideraciones:

- ✓ Determinación de los pesos a manipular.

Filtro de Discos	: 500 Kg
Estructura de la trampa de humedad	: 700 Kg
Bomba de Vacío	: 250 Kg
Silenciador	: 150 Kg
Trampa de sellado	: 100 Kg
- ✓ Determinación de los centros de gravedad de los elementos a manipular.
- ✓ Selección de los elementos auxiliares de izaje.
- ✓ Selección de la grúa a utilizar y sus parámetros de trabajo (longitud de pluma, radio de trabajo, ángulo de pluma, cuadrante de operación, número de ramales de cable en el aparejo del gancho, etc.)
- ✓ Requerimientos para la preparación del terreno e implementos de apoyo de las grúas.
- ✓ Secuencia de los movimientos previos de la carga a montar antes del izaje final sobre su emplazamiento definitivo.

- **Posicionamiento de la grúa para operar**

Para esta actividad se Verifico el estado de consolidación del terreno, verificado esto se procedió a extender totalmente las patas estabilizadoras, siendo estas colocadas sobre plataformas adicionales o tacos bajo las patas de una superficie equivalente a tres veces la superficie de la base de la pata, continuando con la elevación de la Grúa sobre piso firme, finalmente se procedió a nivelar de la grúa antes de iniciar la maniobra.

- **Izaje y posicionamiento**

Para esta actividad se procedió a asegurar cada uno de los elementos o la carga a izar, realizado esto se procedió a elevar la carga desde el nivel cero hasta la plataforma de la estructura, para finalmente ubicar cada carga en su posición final.

- **Consideraciones Preventivas de Seguridad**

Las consideraciones para esta actividad fueron similares a las usadas en izaje del puente del Espesador, dentro de los cuales los más importantes fueron

- ✓ Verificar las condiciones climatológicas como: Lluvias, velocidad del viento (no debe superar los 9.72 m/s), nieblas.
- ✓ Ninguna grúa deberá sobrepasar el 80% de su capacidad de carga según tabla, esta deberá estar en la cabina del operador.
- ✓ Todas las cargas deberán tener un factor adicional del 20% adicionado al peso de carga anticipada para terminar con variaciones en el peso de la carga.
- ✓ Verificar las condiciones del terreno y suelo donde se posicionarán las grúas, este deberá ser firme y estar nivelado
- ✓ El área deberá estar señalizada con cintas, conos, vallas, de manera tal que impida el ingreso de personal no autorizado al área de maniobra, etc.

Estas consideraciones son necesarias que el izaje y el transporte de cargas constituyen un problema específico que puede provocar lesiones y accidentes ya que se tiene con cargas suspendidas las cuales podrían aplastar a cualquier persona o dañar severamente a la propiedad.

Por ello, en las operaciones de manipulación de cargas manuales, los trabajadores deben emplear una técnica de levantamiento adecuada a este tipo de esfuerzos. Las técnicas de levantamiento, tienen como principio básico mantener la espalda recta y hacer el esfuerzo con las piernas.

➤ **Montaje de tuberías y conexiones del sistema.**

• **Habilitación y soldeo de tuberías a medida**

Las tuberías que conectan el sistema llegaron pre fabricadas, esto quiere decir que no se encuentran totalmente fabricadas, ya que es común darle la medida final en la obra esto se debe a que comúnmente surgen pequeños cambios originando algunos ajustes en las medidas finales, para ello se debe esperar a que los componente del sistema este montado de tal manera que su conexión por tuberías pueda fabricarse al 100 %, es aquí en donde el supervisor de montaje de tuberías debe determinar las líneas que se encuentran liberadas para completar su fabricación a medida, para ello asignara una cuadrilla en donde se designó a un montajista y soldador tubero con sus respectivos ayudantes, entregándoles los planos isométricos de los spools, los cuales realizaron sus actividades de la siguiente manera:

Corte de Tuberías

El corte de tuberías fue realizado por medio de amoladora con disco de corte de 4 ½", este método de corte es común de usar para diámetros pequeños y medianos, evitando de usarlo sobre tuberías mayores a 14" de diámetro nominal.

Para realizar esta actividad se deberá fijar adecuadamente a la tubería a cortar, siendo esta soportada sobre trípodes acorde al peso de las tuberías, asimismo deberán ubicarse soportes

auxiliares a ambos lados de la línea de corte, de tal manera de permitir la posibilidad de corte alrededor de toda la tubería, una vez fija la tubería en donde se realizará un trazo previo de la línea de corte en toda la circunferencia del tubo, este trazo debe ser perpendicular al eje de la tubería y es por donde se procederá a realizar el corte por medio de amoladora con disco abrasivo de corte, esto debe hacerse cuidando seguir el trazo en todo momento, pudiendo incluso rotarse la tubería, donde no sea factible rotarla se procurará las facilidades al operario para poder realizar el corte con la tubería fija.

Preparación de Bisel

La preparación de extremos de tuberías es una operación que sigue a la actividad de corte de tuberías, según el tipo de junta a emplear, para ello se procedió a revisar la perpendicularidad de los extremos y su plenitud con ayuda de una escuadra, además se deberá hacer un trazo paralelo a la superficie cortada, este trazo deberá estar dimensionado tal que el material a remover permita obtener el bisel deseado en el extremo manteniendo la cara de raíz necesaria (talón).

El personal esmerilador realizará la remoción del material necesario para obtener el bisel deseado, por medio de la aplicación de amoladora con disco de desbaste, esto deberá verificarse por medio de una plantilla para ir revisando el ángulo de bisel que va obteniendo conforme avanza la labor de esmerilado, así mismo el inspector de calidad verificará que la plantilla del personal que ejecuta el trabajo cuente con el ángulo requerido, terminada la preparación de bisel se procederá a una verificación rápida del ángulo obtenido, para finalmente proceder a limpiar la superficie interior y la superficie exterior desde cada extremo de la tubería.

Acoplamiento

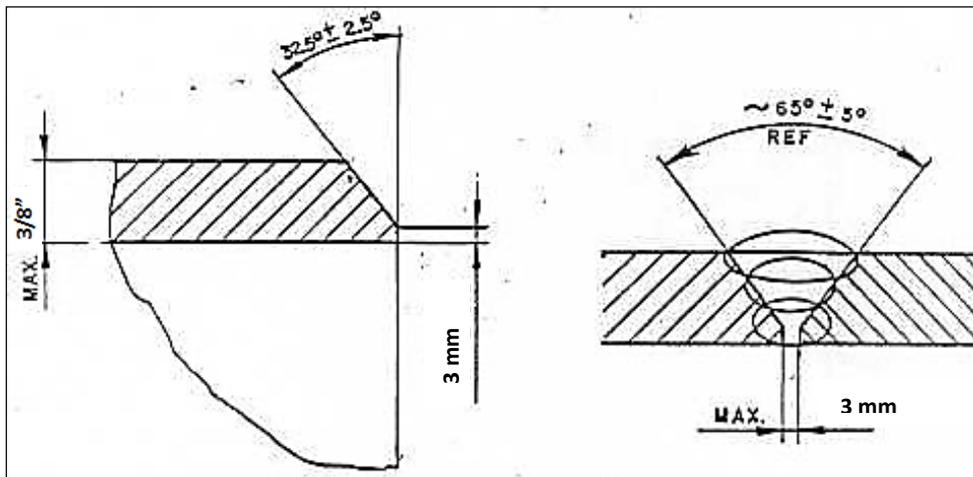
Es una actividad a la preparación de bisel y tiene como objetivo fijar a la tubería y accesorios correctamente alineados por medio de puntos de soldadura “pepas”, procurando no afectar la cara de raíz o talón de la junta de soldadura, esto fue realizado sobre mesas y soportes permitiendo un buen manejo de los mismos, adicionalmente se emplearon abrazaderas o grapas (clamps) para facilitar el correcto centrado de las partes a unir.

El acoplamiento se realizarse a tope con una separación de aproximadamente 1,5 mm entre el extremo plano de la tubería y se realizará una verificación dimensional antes de proceder a la soldadura. Si la soldadura no se realizará inmediatamente tras el apuntalado, se colocará cinta adhesiva (tipo masking tape) en la junta para evitar la entrada de suciedad.

Unión mediante soldadura

El método de soldadura utilizado fue manual por arco eléctrico con electrodo revestido (SMAW-Shielded metal arc welding), para esta actividad el soldador iniciará el pase de raíz en las zonas libres de apuntalado y sólo procederá a retirar el apuntalado cuando haya completado más del 50% del pase de raíz, siendo este retirado con esmeril y disco de corte, el soldador colocará su código de identificación en una ubicación adyacente a la junta, el supervisor de soldadura comprobará que cada junta cuenta con el código del soldador (o soldadores) que la ejecuta y anotará la fecha de ejecución de la misma, esta información debe ser registrada por el inspector de calidad en el registro diario de soldadura.

FIGURA N° 52: DETALLE DE LA JUNTA DE SOLDADURA



Fuente: Elaboración Propia.

- **Montaje de tuberías.**

Concluido el soldeo de un spool y realizados los controles y ensayos correspondientes, se preparará el mismo para su traslado a la zona de almacenamiento, para luego pasar a su traslado al lugar de montaje, sin embargo, ningún spool será trasladado al campo o zona de almacenaje si las reparaciones y su re inspección no han sido previamente realizadas, además su interior será limpiado de todo material suelto tal como arena, escoria, resto de electrodos u otros elementos extraños, por lo que al fin de evitar la entrada de estos se protegió adecuadamente en sus extremos por medio de tapones de plástico y de madera, antes de ser transportadas.

Previo al montaje de una tubería que conecta a un equipo, el responsable del montaje deberá asegurarse que la instalación del equipo ha sido concluida y su orientación, virtualización o nivelación han sido verificadas, así mismo el manipuleo de la tubería se hará evitando que esta sufra cualquier daño, los tapones protectores de las tuberías no se removerán hasta el momento en que estas estén listas para su instalación, cualquier

tubería dañada o que presente distorsiones por encima de las tolerancias especificadas será retirado.

El izaje fue para su respectivo montaje fue realizado por maniobra manual apoyado por tecles de 2 toneladas fijadas en la estructura que soporta los equipos en donde se instalaran las tuberías, el montaje se realiza conectando las uniones bridadas en donde los espárragos de estas uniones serán instalados de forma tal que su longitud quede igualmente repartida a ambos lados de las bridas, y los extremos marcados con la identificación del material queden del lado que sea más fácilmente accesible.

Reparación de pintura en terreno

La aplicación de pintura tanto de la estructura como las planchas roladas del espesador y demás elementos fueron realizados en la planta de Lima salvo en las zonas en donde estaba planificado soldar en obra, sin embargo es común que en el traslado de los materiales a obra sufran algún daño como rayadura, por lo que fue necesario la programación de reparaciones de pintura al termino del montaje, mediante retoque para las pinturas y/o revestimientos que componen los diferentes sistemas de protección, son válidos y aplicables para todas las estructuras y elementos de acero carbono pintadas en taller y que por diversas razones se han deteriorado o sufrido algún tipo de daño durante el proceso de transporte, almacenaje o montaje o por soldaduras ejecutadas en terreno.

Por otro lado la pintura utilizada para la protección ante la corrosión fue AMERLOCK 400, siendo la aplicación de dos capas de pintura base en imprimante epoxico de alto contenido de solidos a 3 mils de espesor de película seca por cada capa, de igual manera para el acabado se aplicó pintura AMERLOCK 400 con dos capas de pintura de acabado en epoxico poliamida a 3 mils de espesor de película seca por cada capa.

Procedimiento de reparación (Touch Up)

El Touch Up, consiste en reparar los daños mecánicos ocasionados en las capas de pintura, durante el proceso de montaje o en cualquier etapa del manipuleo, transporte o almacenamiento. Mediante las etapas de limpieza, aplicación y reparación con pinturas mencionadas. El color y brillo final obtenido luego de esta reparación, deberá ser lo más próximo o similar a las zonas adyacentes con pintura en buen estado, sin embargo las diferencias en color y brillo serán comunicadas y son aceptables. El retoque deberá realizarse con el sistema de pintura especificado originalmente, de ningún modo con otro material. Se deberá asegurar, que el pintado de resane se extienda de 1" a 2" fuera del área dañada.

4.6.4 Fase IV: PRUEBAS Y PUESTA EN FUNCIONAMIENTO

Las pruebas realizadas tanto del Espesador como del sistema de filtrado son parte del sistema de aseguramiento de calidad que se encuentra incluido dentro de los entregables generados por nuestra empresa hacia la minera Shuntur S.A.C, estas estuvieron presentes durante todo el proceso del montaje, mediante la inspección de soldadura, pruebas de tintes penetrantes, pruebas radiográficas, así las pruebas de fuga las cuales comprenden a las pruebas de vacío, neumática e hidrostática, las cuales son utilizadas para dar seguridad de la integridad del Espesador, Así mismo con el fin de prevenir algún problema se hizo funcionar el equipo sin carga o en vacío, en general el conjunto de pruebas tienen como función garantizar el correcto montaje y funcionamiento de los equipos.

Ensayos no destructivos

Los ensayos no destructivos son pruebas que son utilizadas para detectar algún defecto o discontinuidades internas y/o superficiales

que puedan comprometer a la integridad del sistema a corto o larga plazo, en el caso del presente proyecto estos ensayos se realizaran sobre las juntas soldadas, de acuerdo a lo que estipula la norma ASME sección V, el cual proporciona las reglas para contiene los requisitos y métodos de análisis no destructivos, los ensayos no destructivos usados en el proyecto fueron:

➤ **Inspección Visual de soldadura**

Este ensayo se realiza antes, durante y una vez terminada la costura por soldadura, esta deberá ser dejada completamente limpia para permitir su inspección visual, siendo estas al 100%, como se puede observar en el anexo N° 4 (Inspección Visual al fondo del espesador).

• **Inspección antes del soldeo**

El Inspector de Calidad revisará que se ejecuten los pasos previos al inicio de la soldadura, tales como es la preparación de juntas, limpieza de juntas, control del material de aporte, condición de los equipos de soldadura a emplear y alineamiento de la junta a soldar para prevenir faltas de penetración por diferente nivel de la raíz (high-low).

• **Inspección durante el soldeo**

De igual manera que en el caso anterior, El Inspector de Calidad deberá inspeccionar las variables de soldadura establecidas en el procedimiento de soldadura (WPS), la limpieza y temperatura entre pases, secuencia de soldadura y protección adecuada de la zona de soldadura. Asimismo, debe verificar el marcado de identificación de la junta, código del soldador (es), fecha del soldeo y de la línea o spool que se suelda.

- **Inspección al termino del soldeo**

Terminado el proceso de soldadura, el Inspector de Calidad deberá inspeccionar la soldadura terminada, basándose en los criterios de aceptación según la norma API 650 y Criterios de Aceptación para soldaduras extraídas de ASME B31.3, el resultado de esta inspección se registrará en el protocolo de Inspección de soldadura.

- **Inspección por Tintes Penetrantes**

La inspección por tintes penetrantes es una actividad complementaria a la de inspección visual, se utiliza cuando se quiere detectar defectos finos en zonas estratégicas como la soldadura entre el cilindro y el fondo del Espesador, esta técnica se ejecuta mediante cinco pasos los cuales son la limpieza inicial, penetración, limpieza intermedia, revelado y observación, su efectividad se basa en la resolución de discontinuidades los cuales son magnificados por este método, esto es debido a la capacidad de absorción del revelador que actúan sobre el penetrante que ha quedado retenido en las discontinuidades extrayéndolo a la superficie, como se observa en el anexo N° 5, a continuación, se detallara esta inspección ejecutada en obra.

- **Limpieza inicial**

El Inspector de Calidad revisará que la superficie a ser examinada y área adyacente a la soldadura dentro de 1", debe estar seca y libre de grasa, escoria, aceites u otras materias que podrían obstruir la superficie abierta o causar interferencia con la inspección, así mismo la superficie a inspeccionar debe estar libre de cualquier escoria de la soldadura, para ello se utilizará el esmeril y escobilla circular o escobilla manual para dejarlo listo para la inspección.

- **Penetración**

Después de la limpieza inicial se procederá a la aplicación del líquido penetrante el cual fue realizado por aspersion (spray). La temperatura del penetrante y la superficie de la parte examinada no debe ser menor a 5°C ni mayor a 52°C durante el período de inspección, el tiempo de penetración no fue menor a 10 minutos.

- **Limpieza intermedia**

Después del tiempo de penetración que en nuestro caso fue después de 10 minutos, se procedió a remover el el exceso de penetrante de toda la superficie a inspeccionar, esto se realizó con trapo blanco humedecido con removedor, repitiendo la operación cuantas veces sea necesario hasta que no quede manchas de color rojo.

- **Revelado**

Esta actividad consiste en aplicar el revelador sobre la superficie cuidando de no humedecer la misma, manteniendo una distancia que asegure que se deposite sobre la superficie con un efecto de neblina.

- **Observación**

La observación de indicaciones en la superficie debe realizarse entre 10 a 30 minutos después que el revelador haya sido aplicado, esta debe ser evaluada en ambiente de luz natural o artificial con intensidad mínima de 1000 lx y tiene como función la detección de discontinuidades, los criterios de aceptación a tener en cuenta para la inspección por tintes penetrantes en este proyecto serán de acuerdo a los códigos AWS D1.1 para la parte estructural, API 650 para el caso del Espesador y el ASME B31.3 para el caso de tuberías.

➤ **Inspección Radiográfica**

La inspección por radiografía industrial es un método un método que fue empleado para detectar discontinuidades internas en de las juntas de soldadura del Espesador, este ensayo se basa en la absorción de diferencia de radiación penetrante por la junta que está siendo inspeccionada, la inspección radiográfica (gammagrafía) se realizó sobre las juntas a topes soldadas en el cilindro del Espesador, siendo esta actividad tercerizada por una empresa que ejecuta la inspección y su aceptación o rechazo se ve reflejada en el registro de inspección como se muestra en el anexo N° 6 y se anexarán al Dossier de Calidad. Previamente a la realización de los trabajos de Radiografiado industrial se debe de identificar claramente la ubicación de las placas radiográficas en un mapa de placas radiográficas, de esta manera se llevará un control del índice de rechazo el cual será reportado junto con el status de inspecciones y ensayos realizados, así mismo la técnica de exposición utilizada fue la de pared simple, la cual consistió en colocar las películas radiográficas por el lado exterior del cilindro y la punta de la fuente por el lado interior a una distancia de 18 pulgadas contenida en un trípode magnético.

Prueba de Fugas

La Prueba de Fugas es un ensayo no destructivo que se realiza una vez terminada las actividades de montaje y permite evaluar la integridad del recipiente, esta prueba consta de tres ensayos o pruebas las cuales son las prueba de vacío, neumática e hidrostática.

✓ **Prueba de Vacío**

Esta prueba consistió en la evaluación de las juntas soldadas de las planchas del fondo, mediante una cámara de vacío y una sustancia formadora de burbujas, la cual detecta fallas de manera

visible mediante un burbujeo en el sector dañado, así mismo la prueba se realizó de acuerdo a la norma API 650, ítem 8.6 como se observa en el anexo N° 7, y cumple los siguientes pasos.

- Se deberá contar con el procedimiento del respectivo ensayo aprobado por la supervisión y colocado en un lugar visible.
- Antes del inicio de las actividades el Inspector del área de Aseguramiento y Control de Calidad, verificara las condiciones de la caja de vacío, empaquetaduras de sello y accesorios necesarios para la admisión y purga de vacío, así como el uso del vacuometro con certificado de calibración vigente.
- La temperatura del metal base debe de estar entre 4°C a 52°C, a menos que la solución formadora de burbujas este diseñada para trabajar a temperaturas fuera de este rango.
- Se aplicará la sustancia formadora de burbujas a lo largo de la junta soldada y sobrepasando la longitud de la caja de vacío, seguido a ello se colocará la cámara y se ejercerá vacío, en caso de haber presencia de burbujas se marcará el sector y se reportara para su posterior reparación, así mismo la intensidad luminosa mínima fue de 1000 lux, ya que menor a esta la inspección se vuelve invalida.
- Por otro lado, la caja de vacío deberá de traslapar al menos 50mm entre prueba y prueba.
- Se aplicará un vacío parcial de 3 a 5 PSI para la prueba.
- Se considerará aceptable la prueba si el vacío es mantenido por más de cinco (05) segundos o el tiempo requerido para observar el área de la prueba.

✓ **Prueba de Neumática**

Esta prueba consistió en la aplicación de aire a presión en el interior de las planchas de refuerzo y de esta manera verificar la integridad de las uniones soldadas como lo indica la norma API 650, ítem 7.3.4. como se observa en el anexo N° 8, bajo las siguientes consideraciones:

- El equipo compresor y el manómetro contaran con su certificado de operatividad.
- La aplicación de presión será de manera gradual controlando el incremento de la presión a 15 PSI.
- Alcanzada la presión de la prueba, se cierra el ingreso de| aire y se observa el comportamiento de| manómetro.
- Se aplica una solución formadora de burbujas en las juntas soldadas de tal forma que ayude a facilitar la detección en caso de fugas, la Prueba Neumática fue considerada aceptable cuando no se detecten fugas de aire (formación de burbujas), a través de las juntas de soldadura de las conexiones, siendo registrado por el respectivo protocolo de calidad realizado por el inspector encargado.

Culminada la Prueba Neumática, el Inspector de Aseguramiento y Control de Calidad, realizo el registro respectivo de calidad.

✓ **Prueba de Hidrostática**

La Prueba Hidrostática conocida también como prueba de estanqueidad, consiste en el llenado del Espesador con agua, con el fin de verificar la integridad del recipiente con respecto a alguna posible fuga. Esta prueba fue realizada acuerdo al API 650, ítem 7.3.6. Como se observa en el anexo N° 9.

- Antes de la realización de esta prueba se deberán presentar la conformidad de la supervisión mecánica y de aseguramiento de calidad indicando la finalización de sus actividades.
- Todo residuo será retirado del interior del Espesador, el cual debe estar libre de cualquier elemento extraño en su interior.
- El agua permanecerá en el cilindro del Espesador en un tiempo de 24 horas, si durante este periodo no se detectan fugas, la prueba se dará como aceptada.

Si por el contrario se hubiera detectado alguna fuga, esta prueba se detendría y se extraería el agua hasta 60cm debajo el nivel de fuga y se procedería a realizar la reparación, una vez reparada la fuga se reinicia la prueba.

Puesta en funcionamiento

Esta actividad consiste en verificar el funcionamiento de los equipos instalados como un sistema funcionen adecuadamente de acuerdo con las condiciones de diseño establecidos desde planta y solicitado por el cliente, procediendo a realizar esta actividad de forma secuencial de tal forma de asegurar la integridad del sistema en caso se localice algún desperfecto, por lo que se realizó la siguiente secuencia:

- **Condiciones previas a la puesta en funcionamiento**

Esta actividad hace referencia a la revisión documental de los de protocolos aseguramiento de calidad y liberación de equipos por parte del cliente, con el fin de solicitar el funcionamiento del sistema de espesado y filtrado recientemente instalado, por lo que se requiere presentar los siguientes requisitos:

- ✓ Protocolos de los ensayos no destructivos de aseguramiento de calidad aprobados por el cliente.
- ✓ Liberación por parte del área de Mecánica indicando el completamiento mecánico del proyecto.
- ✓ Aprobación de las pruebas de fuga realizadas en el Espesador

- **Funcionamiento de equipos en vacío**

Para determinar la secuencia de arranque del sistema de espesado y filtrado se debe considerar diversas condiciones o sub-procesos, tales como: la operación del motor - reductor, altura del eje de la rastra, velocidad de funcionamiento, en el caso del sistema de filtrado: la operación de la bomba de vacío, el filtro de discos y sistema de soplado, a continuación, se mencionarán las pruebas realizadas durante el funcionamiento sin carga del sistema.

Prueba en Vacío:

- **Encendido del filtro de discos y Bomba de vacío.** - Durante el encendido se verificó que el sentido de giro sea el correcto y que no presenten ruidos extraños.
- **Medición de corriente del filtro de discos, Bomba de vacío y Espesador.**- Se realizó la inspección del amperaje de los equipos mediante una pinza amperimétrica, los cuales registraron 4.1 amperios para el filtro de discos, 4 amperios para la bomba de vacío y 4.2 amperios el sistema rastra del espesador por lo que se situó dentro de lo normal por estar por debajo de su valor nominal.
- **válvulas del sistema de filtrado.**- Se realizó la acción de cerrar y abrir cada válvula en pleno funcionamiento del equipo,

de tal forma que se verifique que estas se encuentren operativas.

- **Prueba de la bomba de vacío.-** de acuerdo a la presión atmosférica de la zona, el vacío que debe generar la bomba tiene que estar entre el rango de -15 a -16 inHg, por lo que se realizó la prueba al cerrar la válvula del lado de la succión, registrando el vacío mediante un vacuometro en cada lado de la bomba, estas indicaron un valor de - 15.6 inHg tanto en el lado derecho como en el izquierdo por lo que se dio como aprobada dicha prueba.
- **Encendido del Espesador. -** Durante el encendido se verifico que el sentido de giro sea el correcto y que no presenten ruidos extraños, esta prueba tuvo una duración de dos horas, en donde a su vez se verifico la temperatura de los rodamientos, trabajando dentro de este tiempo sin ninguna complicación.
- **Elevación del sistema rastra.-** En pleno movimiento del eje principal se realizó la acción de subir y bajar el sistema rastra mediante la volante ubicada en el extremo superior de dicho sistema, el cual se operó sin ninguna complicación.

Prueba en carga

- **Llenado de Espesador.-** Esta actividad se realizó en forma secuencial con la abertura de la válvula de descarga para evitar un excesivo asentamiento por gravedad del mineral, revisando la densidad de salida del mineral en la caja de paso, hasta que llegue a 60 % sólido y 40% liquido, esta esta actividad se inspeccionada periódicamente, finalmente se considerara llene el tanque cuando el agua libre de mineral comience a salir por medio del canal de rebose.

- **Medición de corriente del filtro de discos, Bomba de vacío y Espesador.-** Se realizó la inspección del amperaje de los equipos funcionando con carga mediante una pinza amperimétrica, los cuales registraron 5.8 amperios para el filtro de discos, 6 amperios para la bomba de vacío y 6.1 amperios el sistema rastra del espesador, por lo que se situó dentro de lo normal por estar por debajo de su valor nominal.
- **Prueba de la bomba de vacío.-** se realizó una inspección de la presión de vacío de la bomba al encontrarse con carga, registrando este mediante un vacuometro en cada lado de la bomba, los cuales indicaron un valor de - 15.6 inHg tanto en el lado derecho como en el izquierdo por lo que se dio como aprobada dicha prueba.
- **Inspección del Filtro de discos.-** una vez llenada la tina del filtro de discos con mineral a 60 % sólido y 40% líquido, esta cubrirán el sector sumergido del disco el cual succionara el líquido dejando un mineral deshidratado en forma de queque con una humedad del 11% como se observa en la figura N° 53

FIGURA N° 53: CONCENTRADO DE MINERAL DESHIDRATADO



Fuente: Elaboración Propia.

- **Entrega del proyecto**

Una vez concluidas las tareas de la puesta en funcionamiento y estableciéndose la culminación de todas las actividades incluidos las observaciones de la referida obra en conformidad con lo requerido por el cliente, se procede a entregar el equipo a la autoridad competentes de la minera Shuntur en cumplimiento a lo establecido en el contrato de servicio con nuestra empresa.

FIGURA N° 54: ESPESADOR DE CONCENTRADO DE COBRE EN FUNCIONAMIENTO



Fuente: Elaboración Propia.

TABLA N° 11: TABLA DE PRODUCCIÓN DE CONCENTRADO DEL COBRE

	Capacidad de producción de concentrado de cobre	Incremento de producción
Antes del Montaje	21,5 toneladas/día	23%
Después del Montaje	26,5 toneladas/día	

Fuente: Elaboración Propia.

Acta de entrega y conformidad

Es un documento legal en la cual la empresa ejecutora hace entrega a la empresa contratante a satisfacción la obra objeto del contrato dentro del plazo contractual, como se observa a continuación:

FIGURA N° 55: MODELO DE ACTA DE ENTREGA Y CONFORMIDAD

	FUNDICIÓN Y MAESTRANZA INDUSTRIAL S.R.L. Jr. Luis Carranza 2250 – Lima Telef.:336 – 5460 / Fax 336 – 7966 E-mail: fmiperu@fmiperu.com Fundición y Mecanizado de Piezas en Materiales Ferrosos y no Ferrosos, Para la línea: Minera, Embotelladora – Textil – Envasadora – Automotriz Pesquera – Agrícolas – Eléctricas, etc.
<u>ACTA DE ENTREGA Y CONFORMIDAD</u>	
CLIENTE	: Minera Shuntur S.A.C.
ORDEN DE COMPRA	: 4500151005
FECHA	: 31/ 01/13
<hr/>	
<p>Mediante la presente se deja constancia que el montaje del Espesador tipo Rastra y el Sistema de filtrado correspondientes a la orden de compra 4500151005 se entrega en buenas condiciones a satisfacción completa del cliente.</p>	
<p>En señal de conformidad firman ambas partes.</p>	
 _____ Cliente	 _____ Supervisor Fundición y Maestranza Industrial S.R.L.

Fuente: Elaboración Propia.

V. EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA

La evaluación técnica ofrecida por nuestra empresa hacia la minera SHUNTUR S.A.C., fue en base a la necesidad de una mayor producción de concentrado con poca cantidad de humedad, de esta manera la empresa Fundiciones y Maestranza Industrial S.R.L. Ofreció la implementación de un Espesador tipo Rastra de 180 m³ y un sistema de filtrado que permita reducir la humedad hasta un 11%, dentro de lo ofrecido y a fin de que satisfaga y beneficie a nuestro cliente se encuentra lo siguiente:

Fabricación en Taller

- Ingeniería básica y de detalle.
- Corte y fabricación de acuerdo a planos de las partes del Espesador.
- Corte y fabricación de acuerdo a planos de las partes del Sistema de Filtrado.
- Arenado y Pintado de los materiales del proyecto.

Montaje en Obra

- Transporte a obra de los materiales del proyecto.
- Generación de procedimientos y plan de trabajo.
- Trabajos de montaje (unión por soldadura y juntas empernadas).
- Supervisión e inspección de trabajos por un residente encargado del montaje.
- Ensayos no destructivos (inspección visual, tintes y radiografía).
- Prueba de fugas (de vacío, neumática e Hidrostática).
- Puesta en funcionamiento y entrega del sistema.

La evaluación económica fue realizada mediante un cuadro de análisis de costo como se muestra a continuación:

	PARTIDAS	UND	METRADO	SUMINISTRO (S/.)		MANO DE OBRA (S/.)			COSTO UNITARIO	PRECIO PARCIAL
				ACEROS	PINTURA	FABR. EN TALLER	TRANSP. Y/O GRUA	MONTAJE MECANICO		
ESPESADOR										
1	Columnas del Tanque	kg.	1742.40	S/2.50	S/3.00	S/2.50	S/0.75	S/3.00	S/11.75	S/20,473.20
2	Fondo Cono del tanque	kg.	8751.60	S/2.50	S/2.40	S/3.50	S/0.75	S/3.50	S/12.65	S/110,733.99
3	Cuerpo del tanque	kg.	11992.90	S/2.50	S/2.40	S/3.50	S/0.75	S/4.50	S/13.65	S/163,739.06
4	Brazo de Equipo Rastra	kg.	2149.34	S/4.00	S/3.00	S/6.00	S/1.75	S/6.00	S/20.75	S/44,598.81
5	Puente del Tanque	kg.	4076.20	S/3.50	S/3.00	S/4.50	S/1.75	S/4.00	S/16.75	S/68,276.35
6	Escalera de gato	kg.	192.70	S/3.00	S/3.00	S/6.00	S/1.50	S/4.00	S/17.50	S/3,372.25
7	Sistema Motorizado	Glb.	1	-				S/70,000.00	S/70,000.00	
SISTEMA DE FILTRADO										
8	Filtro de Discos	Glb.	1	-				S/69,606.50	S/69,606.50	
9	Bomba de Vacío	Glb.	1	-				S/37,145.00	S/37,145.00	
10	Soplador	Glb.	1	-				S/16,796.00	S/16,796.00	
11	Tanque Receptor	Glb.	1	-				S/3,876.00	S/3,876.00	
12	Tanque de Humedad	Glb.	1	-				S/3,068.50	S/3,068.50	
13	Trampa de sellado	Glb.	1	-				S/1,615.00	S/1,615.00	
SUB TOTAL									S/613,300.66	
IGV (18%)									S/110,394.12	
GASTOS GENERALES (15%)									S/91,995.10	
TOTAL									S/815,689.88	

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La ejecución del montaje y puesta en funcionamiento del Espesador tipo Rastra y el sistema de Filtrado tipo Disco se realizó dentro de los tiempos establecidos debido a la planificación de procedimientos y un seguimiento y control de los mismos, logrando obtener por medio de este montaje un incremento de hasta el 23 % de la productividad del concentrado de cobre.
- La planificación de actividades fue realizada mediante los datos obtenidos en la examinación de la ingeniería preliminar, logrando realizar un desglose de trabajos a actividades más manejables, de tal manera que puedan ser mejor controlados.
- Las actividades se determinaron de tal forma que permitía una secuencia ordenada de la ejecución del proyecto desde la recepción de los materiales hasta el montaje completo del Espesador.
- De igual manera las actividades que se determinaron para el montaje del sistema de Filtrado tipo Discos, fueron de manera secuencia, logrando estar dentro de los tiempos planificados y obteniendo una buena eficiencia en la ejecución del proyecto.
- La puesta en funcionamiento y entrega del proyecto se realizó con éxito debido a la realización de las inspecciones de los ensayos no destructivos durante el proyecto y las pruebas de fuga, haciendo posible la aceptación y recepción del proyecto por parte de la minera SHUNTUR S.A.C.

6.2 Recomendaciones

- Seleccionar al personal técnico idóneo en funciones de las actividades a desarrollar en los trabajos de montaje del espesador y sistema de filtrado (Armador, montajista, soldador, etc).
- Seleccionar las herramientas adecuadas a utilizar en obra, las cuales deberán ser estandarizadas y calibradas.
- Realizar un check list general de todos los componentes del espesador y sistema de filtrado antes del inicio de los trabajos de montaje.
- Seleccionar al personal adecuado que operaran los equipos, para las capacitaciones otorgadas por el personal que realizo el montaje, con la finalidad de mejorar el desempeño del sistema.
- Se deberá verificar que la protección de los elementos giratorios (guardas) se encuentren debidamente colocados y ajustados, afín de evitar el ingreso de elementos extraños que pudiese dañar a los equipos o al personal involucrado.
- Antes del encendido de los equipos se deberá verificar que los rodamientos se encuentren debidamente engrasados, afín de evitar daños por recalentamiento.
- El operador del sistema de vacío deberá contar con un conocimiento adecuado acerca de los procedimientos e instrucciones de los equipos al dar inicio al arranque de dicho sistema, a fin de prevenir daños innecesarios.
- El operador deberá verificar periódicamente el buen funcionamiento de los equipos, en caso que se presenten ruidos extraños o que los

rodamientos presenten un calentamiento anormal, se deberá detener la máquina y dar aviso al supervisor encargado.

- El operador del sistema de vacío deberá verificar periódicamente la diferencia de presiones en la tubería de ingreso agua de sellado a la bomba de vacío el cual deberá estar constante e igual a 10 psi para garantizar su funcionamiento adecuado.
- El operador verificara que el sistema rastra gire libremente mediante un amperímetro ubicado al lado del motoreductor, este no debe sobre pasar los 6 Amperios, en caso de un sobre esfuerzo del sistema se elevara el sistema mediante una volante manual y se bajara poco a poco hasta su altura designada.

VII. REFERENCIALES

SÁNCHEZ PINTADO, Mario. “**Aseguramiento y Control de Calidad para el Montaje de Espesadores Soldados en Obra**”. Informe de experiencia laboral para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad Nacional del Callao. 2013

ANAYA HUAMÁN, Ronald. “**Estudio de la Influencia del Espesador de Cono Profundo, para la Recuperación de agua en la Compañía Minera Volcán s.a.**”. Tesis para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad Nacional del Centro del Perú. 2016

ESPINOZA CAMACHO, Edgar. “**Diseño de un Espesador para Concentrado de Cobre de 1,78 Tn/h**”. Tesis para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad Nacional del Centro del Perú. 2009.

OJEDA VÁSQUEZ, Pablo. “**Diseño e Implementación Lógica de Control Experto en Espesador de Relaves – Plantas las Tórtolas**”. Tesis para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil Químico. Universidad Técnica Federico Santa María. 2014.

ESTUDIOS MINEROS DEL PERÚ. **Manual de minería**. Extraído de http://www.estudiosmineros.com/ManualMineria/Manual_Mineria.pdf. 2017.

ANTONIO C. BRAVO G. **Planta Concentradora**. Extraído de <https://es.scribd.com/doc/162775688/Manual-Flotacion-de-Minerales>. Casapalca – Perú. 2017.

OUTEC. **Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento de Espesadores**. Atráido <https://es.scribd.com/document/329270620/P1405-T10-M001-IOM-Manual-D>. Chinalco Perú. 2017.

GRAÑA Y MONTERO. **Manual Básico de grúas**. Extraído de <https://edoc.site/manual-basico-de-gruas-pdf-free.html>. Perú. 2017

AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION. **AISC 360: Código de práctica estándar para edificios de acero estructural y puentes**. Chicago. Edición 2010.

AMERICAN WELDING SOCIETY. **AWS D1.1. Código de soldadura estructural - Acero**. Miami. Edición 2015.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. **API 650: Diseño y construcción de tanques para almacenamiento atmosférico**. Washington. Edición 2013.

THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. **ASME V. Pruebas no destructivas**. New York. Edición 2007.

THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. **ASME IX. Norma de calificación para los procedimientos de soldadura y soldadura fuerte, soldadores, braseros y operadores de soldadura y soldadura fuerte**. New York. Edición 2010.

THE AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS. **ASME 31.3. Tuberías de proceso**. New York. Edición 2010.

STEEL STRUCTURES PAINTING COUNCIL. **SSPC. Preparación de Superficie**. EEUU. Edición 2007

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM A325 / A490. Especificación para juntas estructurales utilizando pernos ASTM A325 o A490**. Chicago. Edición 2004.

VIII. ANEXOS Y PLANOS

8.1 Anexos

Anexo N° 1: Formato de Análisis de Trabajo Seguro (ATS)

Fundación y Maestranza Industrial		ANÁLISIS DE TRABAJO SEGURO (ATS)	
Fecha:	Hora inicio:	Hora Fin:	Relación de Personal
Trabajo a realizar:			
Área / Zona:			
Superintendencia / Departamento:			
Equipo de Protección Personal Casco <input type="checkbox"/> Orejeras <input type="checkbox"/> Zapatos Dieléctricos <input type="checkbox"/> Lentes de Seguridad <input type="checkbox"/> Guantes <input type="checkbox"/> Uniformes con cinta reflectiva <input type="checkbox"/> Respirador <input type="checkbox"/> Botas de Seguridad <input type="checkbox"/> Chaleco de Seguridad <input type="checkbox"/> Tapon Auditivo <input type="checkbox"/> Zapatos de Seguridad <input type="checkbox"/> Lámpara / Correa de seguridad <input type="checkbox"/> Otros EPP:		Equipos y Herramientas a usar (Detectores de gases, ventiladores, iluminación, etc)	
N°	Actividades secuenciales a realizar	Identificación de Peligros	Riesgos Asociados
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
El trabajo a realizar incluye: Solicite el Vaga de SSSO			
<input type="checkbox"/> Trabajos en altura		<input type="checkbox"/> Trabajos en caliente	
<input type="checkbox"/> Trabajos en espacios		<input type="checkbox"/> Trabajos en Líneas de alta tensión	
Nombre y Firma de Supervisor Responsable		Firma de Supervisor de Seguridad	

Anexo N° 2: Formato de Permiso Estricto para Trabajo de Alto Riesgo (PETAR)

	ANEXO 18			
PERMISO ESCRITO PARA TRABAJOS DE ALTO RIESGO (PETAR)				

N° de Registro PETAR:.....

1. NOMBRE DEL AREA :

Nombre del Area y/o Empresa Contratista:	
Supervisor Responsable de la Ejecución del trabajo:	

2. LUGAR Y FECHA :

LUGAR :	Hora de inicio de trabajo:
FECHA :	Hora Final de trabajo:

3. DESCRIPCION DEL TRABAJO A REALIZAR

4. RESPONSABLES DEL TRABAJO A REALIZAR.

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	OCUPACION	FIRMA DE INICIO	FIRMA TERMINO
1				
2				
3				
4				
5				
6				

5. EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL REQUERIDO

Casco con barbiquejo	Sist. Protec. Contra Caidas	Respirador Gases, polvo
Mameluco con cinta reflectiva	Correa porta lámpara	Respirador Full Face(Cara Completa)
Guantes de Cuero / PVC	Morral de lona	Protección visual
Botas de Cuero / Jebe	Protección de oídos	
Respiradores c/gases y polvo	Ropa de soldador	

6. HERRAMIENTAS, EQUIPOS Y MATERIAL PARA REALIZAR EL TRABAJO

7. PROCEDIMIENTO DE LA TAREA CRITICA.

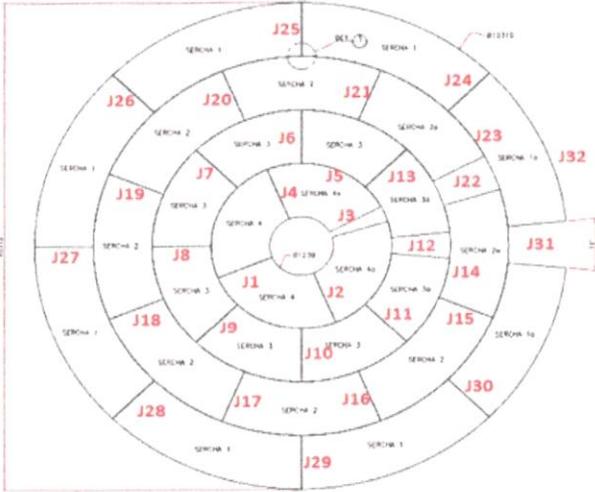
8. DOCUMENTOS QUE SE ADJUNTARA EN EL PETAR.

ANALISIS DE TRABAJO SEGURO	
PROCEDIMIENTO ESCRITO DE TRABAJO SEGURO PETS DE LA TAREA	
IPERC CONTINUO	
PLANOS Y/O CROQUIS DE LA ZONA DE TRABAJO	

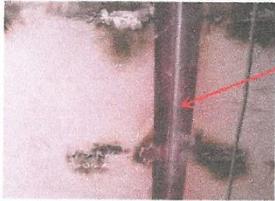
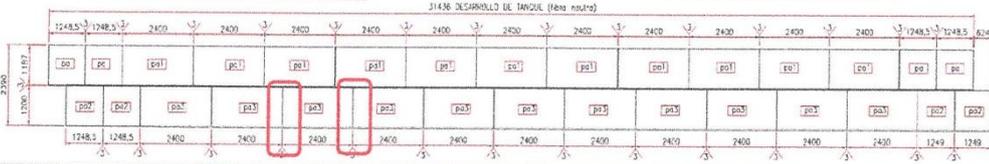
9. AUTORIZACION Y SUPERVISIÓN DE LA EJECUCION DE LOS TRABAJOS

RESPONSABLES	APELLIDOS Y NOMBRES	FECHA	FIRMA
SUPERVISOR / LIDER			
JEFE DE AREA			

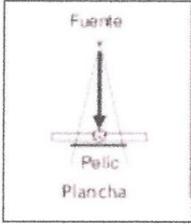
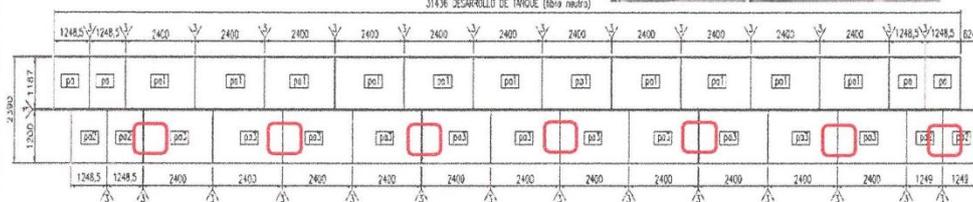
Anexo N° 4: Registro de inspección visual de soldadura

		SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD			FMI / FOR-15								
		MONTAJE DE 01 ESPESADORES TIPO RASTRA ø 10 m x 4,810m			Revision:	0							
REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL DE SOLDADURA			Fecha:	02/03/2011									
			Página:	1 de 1									
1. DATOS GENERALES:													
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	PLANO DE REFERENCIA	REV	ESTÁNDAR DE REFERENCIA	FECHA	REGISTRO							
Fondo del Espesador	F - 002	5334 - ESP - F - 002	1	API 650	05/12/2012	IV - 1							
2. ESQUEMA:													
													
CÓDIGO DEL ELEMENTO	JUNTA	CÓDIGO DEL SOLDADOR	TIPO DE JUNTA			CATETO	EVALUACIÓN		RESULTADO		DEFECTO	INSPECCIÓN	FECHA DE INSPECCIÓN
			A TOPE	EN T	OTROS		PARCIAL	TOTAL	REPARAR	ACEPTADO			
053-C3-14 SECCION - B y D	J1	S-1473	X	-	-	-	-	X	-	X	-	OK	05/12/2012
	J2	S-1473	X	-	-	-	-	X	-	X	-	OK	05/12/2012
	J3	S-1473	X	-	-	-	-	X	-	X	-	OK	05/12/2012
	J4	S-1473	X	-	-	-	-	X	-	X	-	OK	05/12/2012
	J5	S-1473	X	-	-	-	-	X	-	X	-	OK	05/12/2012
3. LEYENDA DE DEFECTOS:													
FV : FALTA DE FUSION METAL BASE / SOLDADURA				SO : SOCAVACIÓN				PD : POROSIDAD DISPERSA					
FI : FISURA				SR : SOBREMONTA									
CR : CRATER				PA : POROSIDAD AISLADA									
DF : DIMENSION DEL CATETO (SOLDADURA DE FILETE)				PL : POROSIDAD ALINEADA									
FL : FALTA DE LLENADO				PN : POROSIDAD ANIDADA									
4. OBSERVACIONES:													
5. INSTRUMENTOS UTILIZADOS:													
BRIDGE CAM GAGE <input type="checkbox"/>				FILLET WELD GAGE <input type="checkbox"/>				V-WAC GAGE <input type="checkbox"/>				OTROS _____	
6. APROBACIÓN FINAL:													
SUPERVISION FMI							SUPERVISION DEL CLIENTE						
Nombre : <i>SALVADOR CALDERON CAJALIS</i>							Nombre : <i>Ing. Johan Aleya</i>						
Cargo : <i>SUPERVISOR</i>							Cargo : <i>Jefe de mantenimiento de planta</i>						
Firma : <i>[Signature]</i>							Firma : <i>[Signature]</i>						
Fecha : <i>05/12/2012</i>							Fecha : <i>05/12/2012</i>						

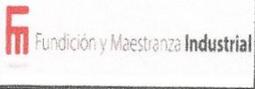
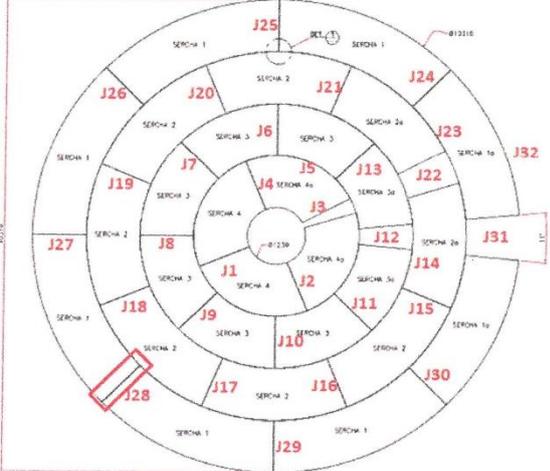
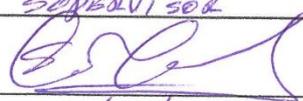
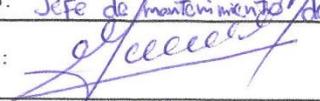
Anexo N° 5: Registro de inspección de Líquidos Penetrantes

FMI Fundación y Maestría Industrial		SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD				FMI / FOR-16						
MONTAJE DE 01 ESPESADORES TIPO RASTRA ø 10 m x 4,810m				Revision : 0		Fecha : 02/03/11						
INSPECCION DE LIQUIDOS PENETRANTES				Página : 1 de 1								
AREA : PROYECTOS		DESCRIPCION DEL AREA : CDT 5		OT : 053-2012								
CLIENTE : SHUNTUR SAC		N°DE PLANO : 5334 - ESP - F -001		N°DE REGISTRO : 3								
NORMA DE INSPECCION :												
1.- ESQUEMA DE JUNTAS Y PUNTOS DE INSPECCION												
												
CODIGO DEL ELEMENTO	IDENTIF. DE JUNTA	CODIGO DEL SOLDADOR	TIPO DE JUNTA		EVALUACION N° 1		DEFECTOS	FECHA DE INSPECCION	EVALUACION N° 2		RESULTADO	FECHA DE INSPECCION
			A TOPE	FILETE	REPARAR	ACEPTADO			REPARAR	ACEPTADO		
053-PS-13	J37	S-1461	X	-	-	X	-	-	-	-	OK	09/12/2012
	J38	S-1463	X	-	-	X	-	-	-	-	OK	09/12/2012
2.-OBSERVACIONES :												
3.-KIT DE INSPECCION :												
PENETRANTE (PENETRATING):			LIMPIADOR (CLEANER):			REVELADOR (DEVELOPER):						
4.-TIEMPO DE REVELADO :												
10 minutos												
5.-LEYENDA :												
C = CONFORME			NC = NO CONFORME			OTR= OTROS						
FI = FISURA			PA= POROSIDAD AISLADA									
PN = POROSIDAD ANIDADA			PL = POROSIDAD ALINEADA									
6.-APROBACION FINAL :												
SUPERVISION FMI						SUPERVISION DEL CLIENTE						
Nombre: <i>SALVADOR CALDERON CRUCES</i>						Nombre: <i>Ing. Johan Alayo</i>						
Cargo: <i>SUPERVISOR</i>						Cargo: <i>Jefe de mantenimiento de planta</i>						
Firma: <i>[Signature]</i>						Firma: <i>[Signature]</i>						
Fecha: <i>10/12/2012</i>						Fecha: <i>10/12/2012</i>						

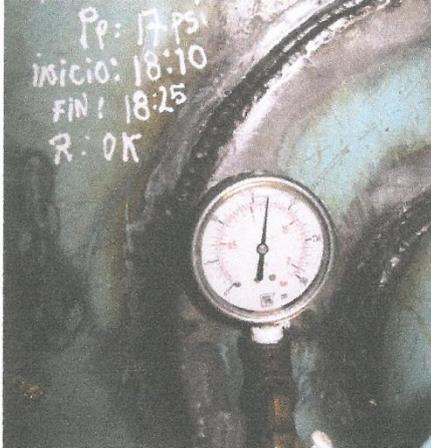
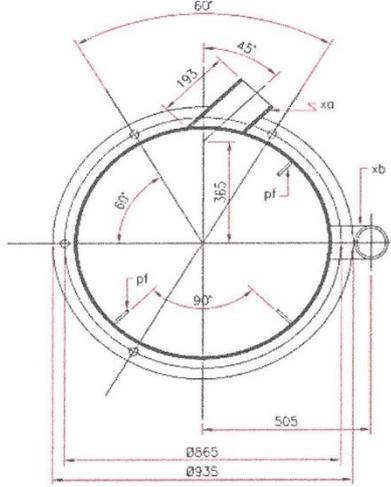
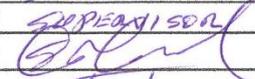
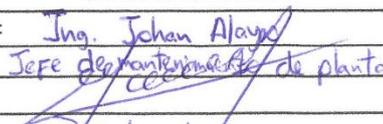
Anexo N° 6: Registro de inspección Radiográfica

		SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD				FMI / FOR-19							
		MONTAJE DE 01 ESPESADORES TIPO RASTRA ø 10 m x 4,810m				Revision:	0						
		REGISTRO DE INSPECCIÓN RADIOGRAFICA				Fecha:	02/03/2011						
				Página:	1 de 1								
1. DATOS GENERALES:													
DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	PLANO DE REFERENCIA	REV	ESTÁNDAR DE REFERENCIA	FECHA	REGISTRO							
Cilindro del Espesador	F - 001	5334 - ESP - F - 001	1	API 650	10/12/2012	RX - 1							
2. ESQUEMA:													
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  </div> <div style="text-align: center;">  </div> </div> <p style="text-align: center;">31436 DESARROLLO DE TAVOUE (fibra negra)</p> 													
CÓDIGO DEL ELEMENTO	JUNTA	CÓDIGO DEL SOLDADOR	TIPO DE JUNTA			CATETO	EVALUACIÓN		RESULTADO		DEFECTO	INSPECCION	FECHA DE INSPECCION
			A TOPE	EN T	OTROS		PARCIAL	TOTAL	REPARAR	ACEPTADO			
F - 001	J34	S-1473	X	-	-	-	-	X	-	X	-	OK	10/12/2012
	J36	S-1473	X	-	-	-	-	X	-	X	-	OK	10/12/2012
	J38	S-1473	X	-	-	-	-	X	-	X	-	OK	10/12/2012
	J40	S-1473	X	-	-	-	-	X	-	X	-	OK	10/12/2012
	J42	S-1473	X	-	-	-	-	X	-	X	-	OK	10/12/2012
	J44	S-1473	X	-	-	-	-	X	-	X	-	OK	10/12/2012
	J46	S-1473	X	-	-	-	-	X	-	X	-	OK	05/12/2012
3. LEYENDA DE DEFECTOS:													
FV : FALTA DE FUSIÓN METAL BASE / SOLDADURA						SR : SOBREMONTA							
FI : FISURA						PA : POROSIDAD AISLADA							
CR : CRÁTER						PL : POROSIDAD ALINEADA							
FL : FALTA DE LLENADO						PN : POROSIDAD ANIDADA							
SO : SOCAVACIÓN						PD : POROSIDAD DISPERSA							
4. OBSERVACIONES:													
6. APROBACIÓN FINAL:													
SUPERVISION FMI							SUPERVISION DEL CLIENTE						
Nombre: <i>Salvador Calderon Cuevas</i>							Nombre: <i>Ing. Johan Akyo</i>						
Cargo: <i>Supervisor</i>							Cargo: <i>Jefe de mantenimiento</i>						
Firma: <i>[Firma]</i>							Firma: <i>[Firma]</i>						
Fecha: <i>11/12/2012</i>							Fecha: <i>11/12/2012</i>						

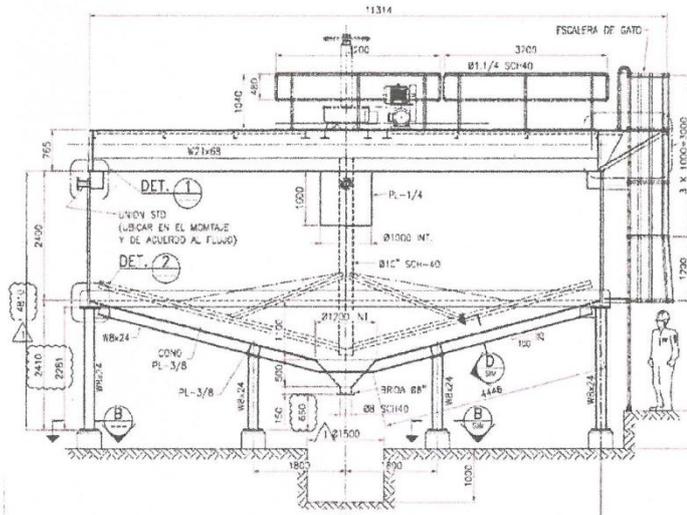
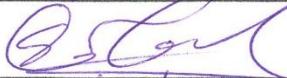
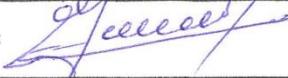
Anexo N° 7: Registro de Prueba de Vacío

	SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD		FMI / FOR-20		
	MONTAJE DE 01 ESPESADORES TIPO RASTRA ø 10 m x 4,810m		Revision :	0	
	REGISTRO DE PRUEBA DE VACIO		Fecha :	02/03/2011	
AREA : PROYECTOS	DESCRIPCION DEL AREA : CDT 5	OT :	053-2012		
CLIENTE : SHUNTUR SAC	N°DE PLANO : 5334 - ESP - F - 002	N°DE REGISTRO :	1		
1. DATOS ESPECIFICOS :					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	CODIGO DEL ELEMENTO	PLANO DE REFERENCIA	REV	FECHA	REGISTRO
Fondo del Espesador	F - 002	5334 - ESP - F - 002	1	16-01-13	PV - 1
2. GRAFICO :					
					
3. PROCEDIMIENTO :					
Equipo de prueba de vacío: Cámara, Vacuometro, Bomba de Vacío					
Requerimientos de prueba		Datos de prueba			
Norma aplicada:	API 650, ítem 8.6	Presión:	5 PSI		
Rango de presión:	3 a 5 PSI	Temperatura del metal base:	14 °C		
Temperatura del metal base:	4 a 52 °C	Tiempo de prueba:	6 Segundos		
Tiempo de inspección:	5 Segundos	Fecha de prueba:	16-01-13		
Visibilidad:	1000 Lux	Hora de prueba:	9:00 am		
4. RESULTADOS DE INSPECCION:					
Aceptado <input checked="" type="checkbox"/>		Rechazado <input type="checkbox"/>			
5. OBSERVACIONES :					
6. APROBACIÓN FINAL :					
SUPERVISION FMI		SUPERVISION DEL CLIENTE			
Nombre :	SALVADOR CALDERON CAULIES	Nombre :	Ing. Johan Alayo		
Cargo :	SUPERVISOR	Cargo :	JEFE de mantenimiento de planta		
Firma :		Firma :			
Fecha :	16/01/2013	Fecha :	16/01/2013		

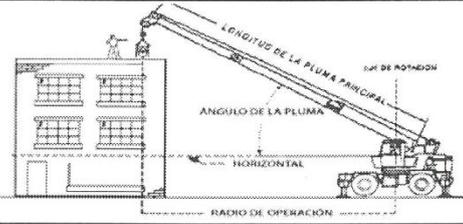
Anexo N° 8: Registro de Prueba Neumática

	SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD		CC/FOR-21		
	MONTAJE DE 01 ESPESADORES TIPO RASTRA ϕ 10 m x 4,810m		Revision :	0	
	REGISTRO DE PRUEBA NEUMÁTICA		Fecha :	02/03/2011	
AREA : PROYECTOS		DESCRIPCION DEL AREA : DCT 5	OT :	053-2012	
CLIENTE : SHUNTUR SAC		N°DE PLANO : 5334 - ESP - F - 009	N°DE REGISTRO : 1		
1. DATOS ESPECIFICOS :					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	PLANO DE REFERENCIA	REV	FECHA	REGISTRO
Tanque Receptor	TK - RESEP	5334 - ESP - F - 009	0	18-01-13	PN-1
2. GRAFICO :					
					
3. PROCEDIMIENTO :					
Equipo de prueba neumática:					
Item o elementos a inspeccionar:					
Requerimientos de prueba		Datos de prueba			
Norma aplicada:	API 650, ítem 7.3.4	Presión:	17 PSI		
Rango de presión:	15 PSI	Temperatura del metal base:	13 °C		
Material revelante:	A - 36	Tiempo de prueba:	5 Minutos		
		Fecha de prueba:	18/01/2013		
		Hora de prueba:	18:10 pm		
4. RESULTADOS DE INSPECCION:					
Aceptado <input checked="" type="checkbox"/>		Rechazado <input type="checkbox"/>			
5. OBSERVACIONES :					
6. APROBACION FINAL :					
SUPERVISION FMI		SUPERVISION DEL CLIENTE			
Nombre :	SALVADOR CALDEARIN COCHUIS	Nombre :	Ing. Johan Alayo		
Cargo :	INSPECCION	Cargo :	JEFE DE MANTENIMIENTO DE PLANTA		
Firma :		Firma :			
Fecha :	19/01/2013	Fecha :	19/01/2013		

Anexo N° 9: Registro de Prueba Hidrostática

		SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD		FMI / FOR-22	
		MONTAJE DE 01 ESPESADORES TIPO RASTRA ϕ 10 m x 4,810m		Revision :	0
		REGISTRO DE PRUEBA HIDROSTATICA		Fecha :	02/03/2011
				Pagina :	1 de 1
AREA :	PROYECTOS	DESCRIPCION DEL AREA :	CDT 5	OT :	053-2012
CLIENTE :	SHUNTUR SAC	N°DE PLANO :	5334 - ESP - AG - 002	N°DE REGISTRO :	1
1. DATOS ESPECIFICOS :					
DESCRIPCION DEL ELEMENTO	CÓDIGO DEL ELEMENTO	PLANO DE REFERENCIA	REV	FECHA	REGISTRO
Tanque Espesador	AG - 002	5334 - ESP - AG - 002	1	16-01-13	PH - 1
2. GRAFICO :					
					
3. PROCEDIMIENTO :					
Requerimientos de prueba			Datos de prueba		
Norma aplicada:	API 650, ítem 7.3.6	Presión:	Atmosferica		
Rango de presión:	Atmosferica	Temperatura del metal base:	17 °C		
Temperatura del metal base:	4 a 52 °C	Tiempo de prueba:	24 Horas		
Tiempo de inspección:	24 Horas	Fecha de prueba:	20-01-13		
		Hora de prueba:	9:30 am		
4. RESULTADOS DE INSPECCION:					
Aceptado <input checked="" type="checkbox"/>		Rechazado <input type="checkbox"/>			
5. OBSERVACIONES :					
6. APROBACION FINAL :					
SUPERVISION FMI			SUPERVISION DEL CLIENTE		
Nombre :	SALVADOR CALDERON CRUZ		Nombre :	Ing. Johan Alayo	
Cargo :	SUPERVISOR		Cargo :	Jefe de mantenimiento de planta	
Firma :			Firma :		
Fecha :	22/01/2013		Fecha :	22/01/2013	

Anexo N° 10: Formato de Plan de Izaje

CLIENTE:		N° 01310		
PROYECTO:				
		PLAN DE IZAJE		
		Documento: OG-FOR-SSMA-027 Revision 25/11/2013 002 Pag. 1 de 1		
Maniobra a realizar:				
Lugar de la maniobra:		Fecha:		
Grúa:	Marca:	Capacidad:		
Determinación de Parámetros de maniobra				
Posición de Izaje	Inicial	Final		
Radio de Operación:	m	m		
Longitud de la pluma:	m	m		
Ángulo de operación:	°	°		
Capacidad de carga según tabla de la grúa:	Ton.	Ton.		
El porcentaje de capacidad de carga no debe exceder el 80%				
Descripción de la carga		Determinación de la carga estimada		
Peso de la carga:	Ton.	Peso estimado de la carga	Ton.	
Peso de accesorios de izaje:	Ton.	Capacidad de carga según tabla (inicial/final)		
Peso de gancho de grúa	Ton.	Porcentaje de capacidad de carga de grúa	%	
Peso de otros accesorios:	Ton.	1 Ton = 2205 lbs 1m = 3.28 pies		
Peso total de la carga:	Ton.			
Selección de los elementos de izaje				
Accesorio	Características	Capacidad en Ton.		
Eslingas				
Grilletes				
Barra espaciadora				
Otro (Especificar):				
Requerimientos Generales				
Lista de Verificación		SI	NO	No Aplica
¿El operador de la grúa cuenta con certificación vigente?				
¿El Rigger cuenta con certificación vigente?				
¿La grúa cuenta con certificación de operatividad vigente?				
¿Los elementos de izaje cuentan con certificación vigente?				
¿Se realizó la inspección pre-uso de la grúa?				
¿Se realizó la inspección pre-uso de los accesorios de izaje?				
¿El área está libre de líneas de transmisión eléctrica?				
¿Se cuenta con dispositivos de señalización del área de izaje?				
¿El terreno para la posición de la grúa y la carga está compacto y nivelado?				
¿La grúa estará localizada a más de 2.00 mts. del borde de una excavación?				
¿Existe espacio suficiente para que el operador realice la maniobra sin obstáculos?				
¿El izaje de carga se realizará durante el turno diurno?				
¿Las condiciones de viento no sobrepasan los límites recomendados?				
¿La posición del operador le permitirá una visión clara de la maniobra y del rigger?				
Observaciones:				
Responsable	Nombre y Apellido	Firma		
Operador de Grúa				
Supervisor				
Supervisor Autorizante/Cliente				

Anexo N° 11 : Ficha técnica de la pintura Amerlock 400

AMERLOCK 400 EPÓXICO MODIFICADO DE ALTOS SOLIDOS AUTO PRIMARIO.

CARACTERISTICAS.

AMERLOCK 400 ES UN RECUBRIMIENTO QUE FUNCIONA COMO PRIMARIO Y ACABADO. TIENE LA VENTAJA DE PODERSE APLICAR A SUPERFICIES CON UN MINIMO DE LIMPIEZA (VER PREPARACION DE SUPERFICIE).

ESTA FORMULADO PARA HUMECTAR COMPLETAMENTE LA SUPERFICIE. LA ADHESION A SUPERFICIES CON DIFERENTES GRADOS DE LIMPIEZA EXCELENTE ADHERENCIA, INCLUYENDO EL OXIDO FIRMEAMENTE ADHERIDO Y RECUBRIMIENTOS VIEJOS.

EL BAJO CONTENIDO DE SOLVENTES REDUCE EL PROBLEMA DE ABLANDAMIENTO CUANDO SE APLICA SOBRE RECUBRIMIENTOS VIEJOS.

LA RELACION DE MEZCLA 1:1 ASEGURA QUE LA MEZCLA SEA RAPIDA, EXACTA Y FACIL.

TIENE EXCELENTES CARACTERISTICAS DE APLICACION, CON AIRLESS, ASPERSION CONVENCIONAL, RODILLO Y BROCHA.

EL ALTO CONTENIDO DE SOLIDOS DISMINUYE LA POSIBILIDAD DE SOLVENTE ENTRAMPADO, QUE PROVOQUE FALLAS EN LA INTERFASE DEL RECUBRIMIENTO Y LA SUPERFICIE.

LOS MODIFICADORES DE VISCOSIDAD DEL AMERLOCK 400 TIENEN LA CARACTERISTICA DE NO EMIGRAR, ASEGURANDO ASI UN BUEN FUNCIONAMIENTO DEL MATERIAL, MEJORANDO LAS PROPIEDADES DE ATOMIZACION Y DANDOLE MAYOR RESISTENCIA A LOS CAMBIOS DE TEMPERATURA Y UNA MAYOR FUERZA DE ADHESION. SI SE REQUIERE AMERLOCK 400 PUEDE SER RECUBIERTO CON UNA AMPLIA VARIEDAD DE ACABADOS.

AMERLOCK 400 SE USA PRINCIPALMENTE EN AQUELLAS AREAS DONDE EL METODO DE LIMPIEZA CON ABRASIVOS ES IMPRACTICO O DIFICIL DE EFECTUAR. PROTEGE AL ACERO CONTRA LA CORROSION PROVOCADA POR DERRAMES, SALPICADURAS, VAPORES DE PRODUCTOS QUIMICOS, AGUA DE MAR, BRISA MARINA, AGUA DULCE ETC:

USOS PRINCIPALES.

- Instalaciones Industriales
- Intemperismo Marino
- Exterior de Tanques
- Plataformas Marinas
- Interior de Tanques de Almacenamiento de Agua
- Tuberias

Amerlock 400
Revisión: 0 Enero-03

Esta literatura cancela todas las emisiones anteriores.

TABLA DE RESISTENCIA QUIMICA.

MEDIO AMBIENTE	INMERSION	DERRAMES	VAPORES
ACIDO	NO RECOMENDADO	SALPICADURAS	INTEMPERISMO
ALCALINO	NO RECOMENDADO	REGULAR	BUENO
SOLVENTES	NO RECOMENDADO	EXCELENTE	EXCELENTE
AGUA SALADA	EXCELENTE	BUENO	EXCELENTE
AGUA	EXCELENTE	EXCELENTE	EXCELENTE

Esta tabla es solo una guía para indicar la resistencia típica del **AMERLOCK 400**. Para recomendaciones específicas, contacte con **AMERCOAT MEXICANA** quien lo auxiliará en la evaluación de sus necesidades particulares de protección.

DATOS FISICOS.

ACABADO	Semimate.
COLOR	Carta de colores regular.
<p>Los colores claros pueden mostrar cambio de tono si se aplican sobre vinílicos y hules clorados y cuando se someten a temperaturas mayores a 60° C.</p> <p>Este producto como todos los epóxicos sufre el fenómeno del <u>caleo</u>.</p>	
CURADO	Por evaporación de solvente y reacción química.
VOLUMEN DE SOLIDOS	83 % +/- 3 % Calculo de fórmula
COMPONENTES	2.
PROPORCION DE MEZCLA EN VOLUMEN	1 Parte de resina y 1 Parte de endurecedor
ESPESOR DE PELICULA SECA POR CAPA	5.0mils. (125micras)
ESPESOR RECOMENDADO:	
MANTENIMIENTO	5.0 mils. (125micras) secas mínimo.
INMERSION	10.0 mils (250 micras) secas mínimo.
RENDIMIENTO TEORICO:	
1.0 mil. (25 micras) seca	32.6 m ² /lto.
5.0 mils. (125 micras) secas	6.5 m ² /lto.

Para calcular el rendimiento práctico de este y todos los recubrimientos, es necesario considerar que las pérdidas por: aplicación, irregularidades de la superficie, tipo de estructura, viento, etc., pueden ser del orden de 50% o más, por lo que se recomienda correr pruebas de aplicación para obtener el factor de desperdicio propio de la obra en que se aplique.

APLIQUESE SOBRE	Acero, Acero galvanizado, Concreto.
APLIQUESE CON	Airless, Aspersión Convencional, Rodillo o Brocha.
RESISTENCIA A LA TEMPERATURA:	
CONTINUO	93 °C (calor seco).
INTERMITENTE	150 °C (calor seco).
INMERSION	60 °C
ADELGAZADOR	AM-8
LIMPIADOR	AM-12.
ENVASES:	
RESINA	4.0 lts.
ENDURECEDOR	4.0 lts.

Amerlock 400
Revisión: 0 Enero-03

Esta literatura cancela todas las emisiones anteriores

TABLA DE TIEMPOS DE SECADO (METODO ASTM D-1640).

TEMPERATURA °C	TACTO (HORAS)	DURO (HORAS)	INMERSION (DIAS)
50	1.5	6.0	2.0
32	4.5	12.0	4.0
21	9.0	20.0	7.0
10	28.0	40.0	21.0
0	96.0	140.0	---

TEMPERATURA 32 °C 21°C 10 °C

VIDA UTIL (hrs.) DE MEZCLA 1.5 2.0 4.0

VIDA UTIL. Indica el período de tiempo dentro del cual se puede realizar la aplicación del AMERLOCK 400, después de haberse hecho la mezcla.

Después de este período, aunque el material parezca fluido, no se recomienda usarse.

VIDA DE ALMACENAMIENTO:

Almacenar en envases cerrados (condiciones ideales) entre 5 y 25°C y Humedad Relativa hasta 50%, bajo techo.

Ver fecha de caducidad en la etiqueta del producto.

INSTRUCCIONES DE APLICACION.

PREPARACION DE SUPERFICIE.

El buen funcionamiento de los productos es directamente proporcional al grado de preparación y limpieza de las superficies a recubrir.

ACERO.

MANTENIMIENTO:

Remueva todas las grasas, aceites, oxido, escoria de laminación suelta, polvo, humedad y otros contaminantes.

Requiere usarse limpieza mecánica o manual como mínimo de acuerdo a la especificación SSPC-SP-2-ó SSPC- SP-3 de Steel Structures Painting Council.

- Redondee las soldaduras y puntas agudas, elimine las salpicaduras de soldaduras.

PARA SERVICIO DE INMERSION:

Sopletee con abrasivo seco a metal blanco de acuerdo con la especificación SP-5 de la SSPC. El abrasivo de arena sílica deberá tener una malla de 30-60 y hacer la limpieza una presión de 100 psi. No reuse el abrasivo. Para esta labor, puede utilizar un equipo de sopleteo marca CLEMCO, modelo SCWB-2452 de una cámara o un CADWB-2460 de doble cámara. Consulte con Amercoat Mexicana para la selección completa de accesorios.

Aplique AMERLOCK 400 tan pronto como sea posible para evitar la oxidación. Elimine el aceite, grasa o humedad y otros contaminantes de la superficie. Repase sopleteando por zonas para eliminar cualquier contaminante, la limpieza con solvente es insuficiente.

Se requiere que la línea de aire para el Sand Blast incluya filtros de humedad y aceite durante la limpieza.

Amerlock 400
Revisión: 0 Enero-03

Esta literatura cancela todas las emisiones anteriores.

CONCRETO.

1. Limpie la superficie de concreto eliminando pinturas anteriores y cualquier contaminación. NO SE USEN ADITIVOS PARA CONCRETO DONDE SERA APLICADO **AMERLOCK 400**.

2. Rellene las irregularidades con masilla de cemento (una parte de arena fina por dos partes de cemento). Deje curar la masilla por tres días manteniendo húmeda la superficie. Remueva las asperezas de la superficie.

3. Mordente con una solución de una parte de ácido muriático (clorhídrico) y dos partes de agua. Aplique con brocha abundantemente y déjese burbujear durante 30 ó 45 segs. Lave la superficie con agua dulce; talle la superficie mientras se lava para remover las sales. La superficie deberá ser ligeramente granular y libre de partes lisas. Seque perfectamente.

Antes de recubrir la superficie deberá estar seca y libre de contaminantes, materiales sueltos o flojos.

GALVANIZADO

NUEVO:

Si el galvanizado nuevo presenta una superficie muy tersa, se recomienda hacer un tratamiento para superficies de zinc o sopletear con abrasivo fino.

EQUIPO REQUERIDO PARA LA APLICACION

ASPERSION AIRLESS

Equipo de aspersión airless con una bomba de relación 28:1 y una presión de entrada de 5.6 a 7 kg/cm² (80-100 psi).

La boquilla deberá ser 375 a 427 micras (17-21 mils.) de diámetro.

ASPERSION CONVENCIONAL.

1. Olla de presión con agitador mecánico.
2. Reguladores y manómetros separados para control de aire y fluido.
3. Suministro de aire con un compresor capaz de producir 0.56 m³pm (20 pcm) a una presión de 5.6 kg/cm² (80 psi) en la pistola.
4. Manguera para aire de 7.9 mm (5/16") o 9.5 mm (3/8") de D.I.
5. Manguera de fluido de 12.7 mm (1/2") del tipo Thiokol.
6. Equipo de aspersión convencional con aguja y tobera de 70 mils.
7. Botes y cubetas limpios.
8. Lija del no. 180 húmeda o seca.

Se requiere que la línea de aire incluya filtros de humedad y aceite durante la aplicación.

BROCHA:

Sólo para retoques menores.

Amerlock 400
Revisión: 0 Enero-03

Esta literatura cancela todas las emisiones anteriores

RODILLO

Use un rodillo resistente a los solventes, de preferencia con centro fenólico.

Condiciones Ambientales en la aplicación.

Para prevenir la condensación por humedad durante la aplicación, la temperatura de la superficie debe estar por lo menos 3°C arriba del punto de rocío:

Temperatura del aire : 10 a 45°C.
Temperatura de la superficie : 10 a 50°C.

PROCEDIMIENTO DE APLICACION.

Aplique AMERLOCK 400 tan pronto como sea posible para evitar la oxidación y contaminación de la superficie previo a la aplicación. Elimine el aceite, grasa o humedad y otros contaminantes de la superficie; si ésta se ha oxidado nuevamente repase sopleteando por zonas para eliminar cualquier contaminante. La limpieza con solvente es insuficiente

AMERLOCK 400 se suministra en unidades con 4 litros de resina y 4 litros de endurecedor por separado. Mezclar por partes iguales. La aplicación debe realizarse de la siguiente manera:

Agite perfectamente la resina y el endurecedor por separado antes de mezclarlos con agitador mecánico.

Mezcle totalmente las partes iguales resina y el endurecedor. Agítese antes y durante la aplicación.

No mezcle más material del que pueda aplicar en 2 1/2 hrs. a 21°C ó 1 1/2 hrs. a 32°C.

Normalmente no requiere adelgazador, pero si fuera necesario para facilitar el trabajo, adelgace con no más del 10 % en volumen de adelgazador **AM 8**. Si se adelgaza más de lo indicado puede presentar problemas de escurrimiento.

Regule la presión del aire de 5.2 a 7.0 kg/cm² (75-100 psi) en la pistola y de 1.4 a 2.1 kg/cm² (20-30 psi) en el recipiente del material. Altas presiones puede presentar cascara de naranja.

La presión necesaria para la aplicación del producto puede variar según la longitud de la manguera y de acuerdo a la temperatura ambiente.

Aplique una capa gruesa y húmeda, haciendo pasadas paralelas, traslapando cada pasada en un 50%, dando especial atención a soldaduras, esquinas, etc., evitando áreas desnudas o poros.

Permita que el producto seque un mínimo de 4 hrs. a 21°C., antes de aplicar la 2a. capa. Para mejores resultados la 2a. capa debe aplicar en un periodo no mayor a 24 horas.

En servicios de inmersión son necesarias dos capas para dar un espesor total seco de 10 mils., con un tiempo de aplicación entre capas de 6 horas a 21°C.

Limpie todo el equipo de aplicación con **AM-12** limpiador, inmediatamente después de usar.

El uso de adelgazadores no recomendados puede afectar el secado y curado del producto, así como sus propiedades de protección y apariencia.

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Use el producto con ventilación adecuada.

El manejo y uso inadecuado puede ser peligroso para la salud y causar fuego o explosión.

No use este producto sin tomar primeramente las medidas de seguridad apropiadas para prevenir daños y perjuicios.

Amerlock 400
Revisión: 0 Enero-03

Esta literatura cancela todas las emisiones anteriores.

Las medidas pueden incluir sin limitarse a solo éstas:

Implementación de ventilación adecuada, uso de lámparas contra incendio, uso de ropa adecuada de trabajo, uso de mascarillas y guantes de hule; señalización de las áreas de aplicación.

Las medidas deben implementarse durante la aplicación y el secado de los recubrimientos para prevenir daños por toxicidad, explosión o incendio generados por vapores y nubes de solvente y adelgazador del recubrimiento, especialmente en espacios cerrados o confinados tal como en el interior de tanques o edificios.

Este producto debe ser aplicado por personal con conocimiento suficiente en los métodos de aplicación. Amercoat Mexicana, S.A. de C.V., no hace recomendaciones específicas sobre los tipos de medidas de seguridad que pueden necesitarse, ya que esto depende del medio ambiente y espacio donde se efectuará la aplicación, la cual no es de su responsabilidad ni esta bajo su control.

EQUIPO DE SEGURIDAD DURANTE LA APLICACION.

1. Lámparas y equipo a prueba de explosión.
2. Mascarilla de aire fresco conectada con manguera de 6.4 mm (1/4") de D.I. a la fuente de aire.

TABLA DE EXTRACCION DE AIRE PARA AREAS CONFINADAS.

VOLUMEN DEL TANQUE (m ³)	CAPACIDAD DEL EXTRACTOR (m ³ / min)
2- 6	28
8- 38	57
57- 151	142
190- 950	280
1900	425

Ambas componentes (Resina y Endurecedor) de **AMERLOCK 400** son inflamables. Manténgase lejos del calor y de las flamas. Conserve los recipientes bien cerrados. Al aplicar use la ventilación adecuada y evite la inhalación prolongada de sus vapores, el contacto repetido o prolongado con la piel. En tanques o en áreas confinadas observe las siguientes instrucciones para prevenir peligros por fuego, explosión o daño a la salud:

- (1) Haga circular aire fresco de manera continua durante la aplicación y el secado.
- (2) Use mascarillas de aire, y equipo a prueba de explosión.
- (3) Prohíba todas las flamas, chispas, soldar y fumar.

Amercoat Mexicana S.A. de C.V. asegura la calidad de este producto y el apego a las características aquí impresas garantizándolo contra defectos de fabricación. Amercoat declina toda responsabilidad por el manejo, uso, almacenaje y resultados que se obtengan o daños de cualquier naturaleza que por él fuera causado ya que estas actividades están fuera de su alcance y control. El contenido de este instructivo está basado en numerosas pruebas y muchos años de experiencia y es confiable de acuerdo a los resultados obtenidos, pero sin garantía, tanto en rendimiento como en resultados, ya que no podemos hacernos responsables por operaciones fuera de nuestro control. Le recomendamos que haga pruebas previas para asegurar los resultados y los rendimientos en cada caso particular.

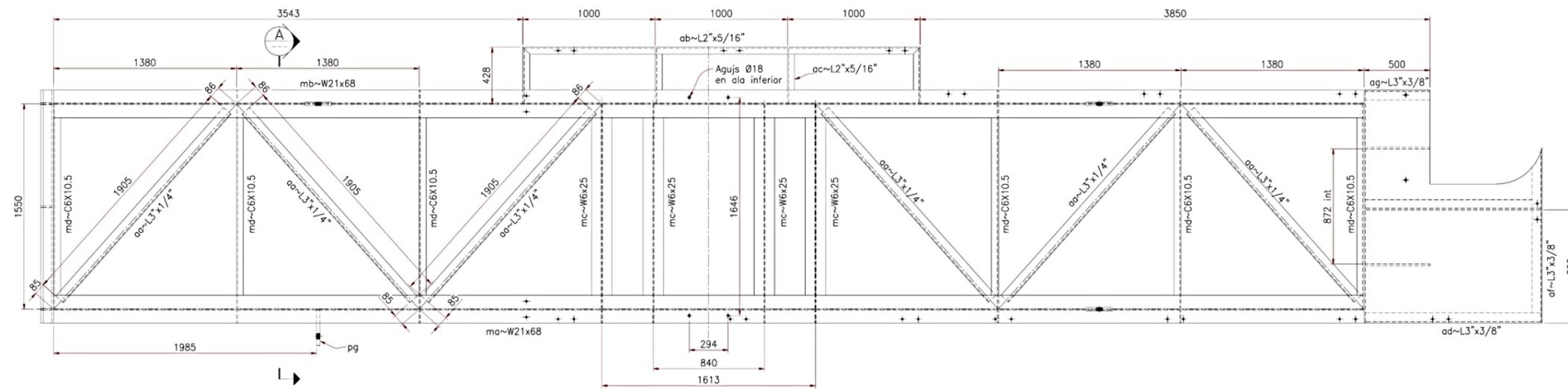
Para recomendaciones específicas, contacte con AMERCOAT MEXICANA quien lo auxiliará en la evaluación de sus necesidades particulares de protección anticorrosiva.

8.2 Planos

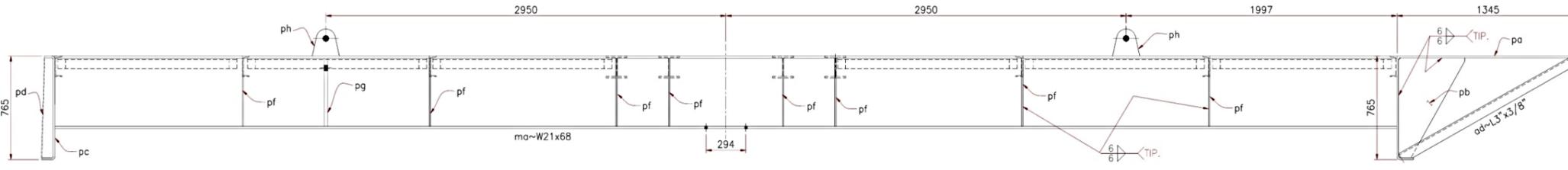
PLANO N° 1: ARREGLO GENERAL DEL ESPESADOR

PLANO N° 2: CUERPO DEL ESPESADOR

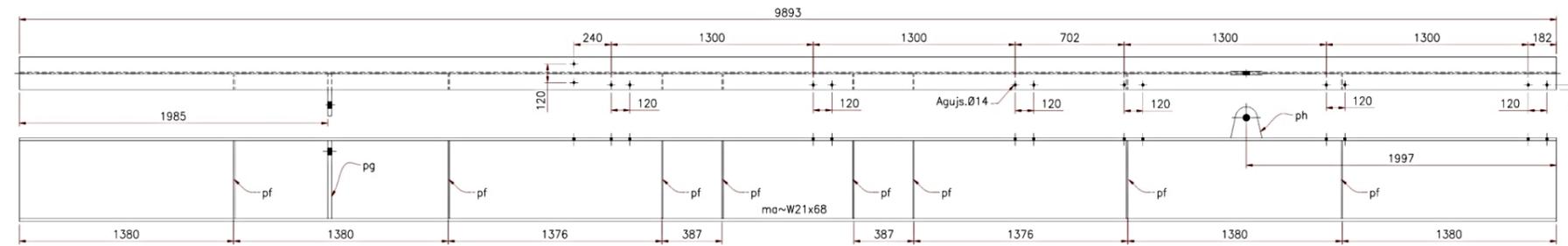
PLANO N° 3: PUENTE DEL ESPESADOR



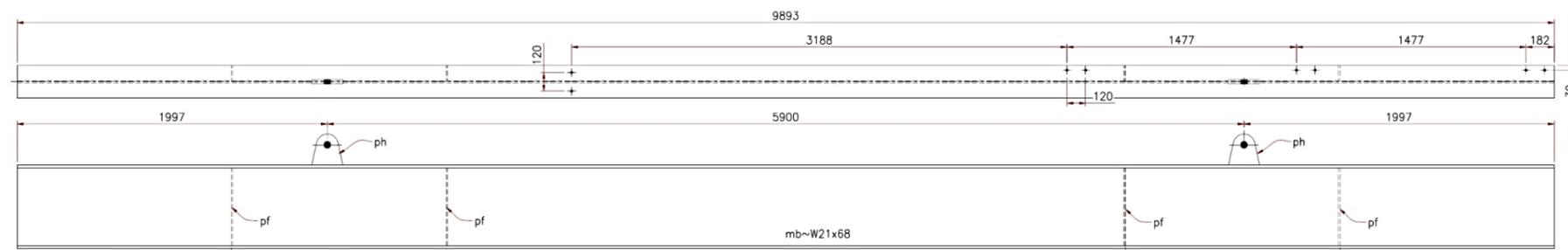
VISTA PLANTA
ESCALA : 1:20



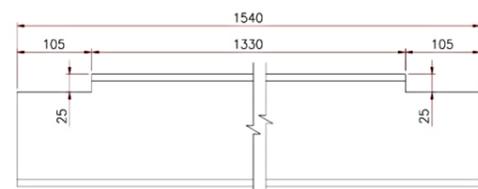
1xPUENTE DE TANQUE-5334-ESP-F-004-PT1
ESCALA : 1:20



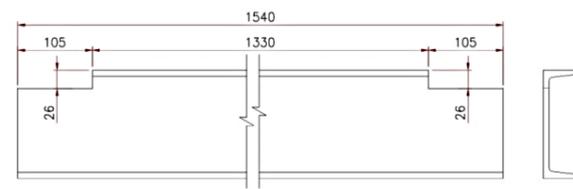
1xDETALLE DE VIGA~ma
ESCALA : 1:20



1xDETALLE DE VIGA~mb
ESCALA : 1:20



DET. Viga~mc
ESCALA : 1:5

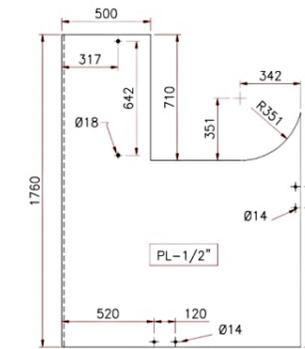


DET. Canal~md
ESCALA : 1:5

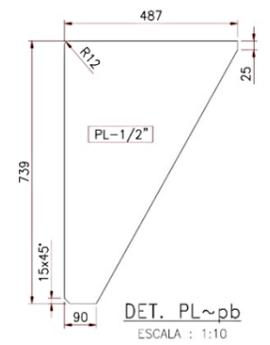


LISTA DE MATERIALES							
LINEA	CANTIDAD TOT. UNIT.	DESCRIPCION	LONGITUD	MARCA	PESO [Kg.]		OBSERVACIONES
					UNIT.	TOT.	
1	1	PUENTE DE ESPESADOR-PT1				---	
	1	PL 1/2" x 1760	2183	pa		383.1	
	2	PL 1/2" x 487	740	pb	35.9	71.8	
	1	PL 1/2" x 900	1760	pc		157.9	
5	3	PL 1/2" x 86	740	pd	6.3	18.9	
	12	PL 5/16" x 125	381	pf	2.9	34.8	
	1	PL 1" x 270	381	pg		20.5	
	3	PL 1" x 200	181	ph	7.6	22.8	
	1	W21 x 68	9893	ma		1002.4	
10	1	W21 x 68	9893	mb		1002.4	
	4	W6 x 25	1540	mc	57.4	57.4	
	6	C6 x 10.5	1540	md	24.0	144.0	
	6	L3" x 1/4"	1905	oa	20.5	123.0	
	1	L2" x 5/16"	3000	ob		32.3	
15	4	L2" x 5/16"	422	oc	4.5	18.0	
	2	L3" x 3/8"	1500	od	16.1	32.2	
	1	L3" x 3/8"	1310	of		14.1	
	1	L3" x 3/8"	875	og		9.4	

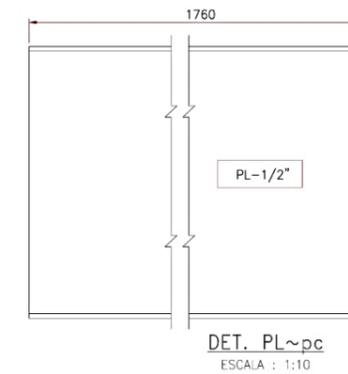
PESO TOTAL DETALLADO : 3145 Kg.



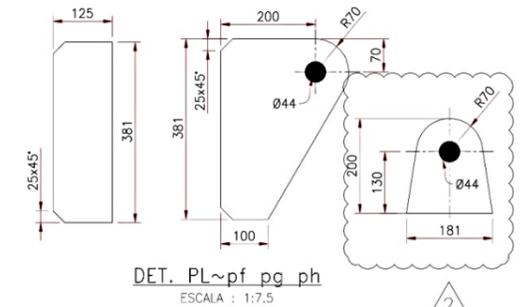
DET. PL~pa
ESCALA : 1:20



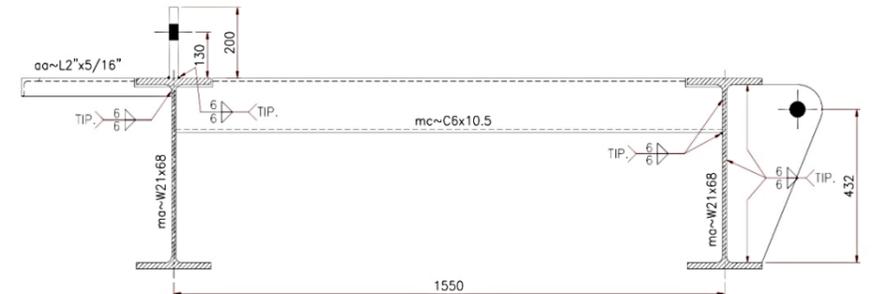
DET. PL~pb
ESCALA : 1:10



DET. PL~pc
ESCALA : 1:10



DET. PL~pf pg ph
ESCALA : 1:7.5



SECCION A-A
ESC:1:10

- NOTAS GENERALES:
1. DIMENSIONES EN mm. ELEVACIONES EN m.
 2. MATERIAL : ACERO ESTRUCTURAL ASTM-A36.
 3. PERNO DE CONEXION : CALIDAD ASTM-A325.
 4. SOLDADURA : FILETE DE 3/16" MIN. (S.I.C.) Y CON ELECTRODO AWS E70XX.
 5. LA PINTURA SERA DE ACUERDO A LAS ESP. TECNICAS
 6. INDICACION DE MARCA :

REV.	DESCRIPCION	POR	APROB.	FECHA
2	SE CORRIGE DETALLE DE OREJA	D.S.	H.T.	ABR 2009
1	SE AGREGA DETALLE DE CONTRAFLECHA	D.S.	H.T.	ABR 2009
0	EMITIDO PARA SU FABRICACION	D.S.	H.T.	FEB 2009

Nº DE PLANO	REFERENCIA



MINERA SHUNTUR S.A.C.

TITULO : ESPESADOR
ESPESADOR Ø10mts.
PUENTE DE ESPESADOR
FUNDICIÓN Y MAESTRANZA
INDUSTRIAL S.R.L.

ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL SON PROPIEDAD DE CEMPROTECH SAC, SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION, ESTA PROHIBIDA			
DISEÑADO	D. SILVA	26.01.09	5334
REVISADO	C.CASTAÑEDA	26.01.09	ESC :
APROBADO	C.GLESIAS	26.01.09	IND
Nº DE PLANO :			Nº REV :
			2