

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

*“Rediseño del Sistema del Proceso de Separación de Arena para
Elaboración de Aditivos para Cemento, su Fabricación e
Instalación”*

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de:

INGENIERO MECÁNICO

Presentada por:

Ronald Eugenio Chang López

Guayaquil-Ecuador

2013

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme guiado por el camino de la felicidad.

Quiero dar gracias especiales a mi MADRE Betty López Guerrero por su incansable apoyo, dándome su fuerza y motivación incondicional, logrando llevarme hasta donde estoy ahora.

A mi director de tesis el Ing. Ernesto Martínez Lozano por su guía y aporte desinteresado en el desarrollo de la misma.

Agradezco a mis hermanas Yussing y Tayling, mis primos, mis tíos, quienes siempre se preocuparon por mi formación y me incentivaron durante el transcurso de mi carrera; además un gracias a mi enamorada Diana Mesías quien fue un puntal anímico para la elaboración y culminación de esta tesis; por último y no menos importante doy mi gratitud a Diana Crespo, una amiga y compañera de trabajo quien me brindó su colaboración y tiempo

DEDICATORIA

A MI MADRE, PILAR
FUNADAMENTAL EN MI
VIDA

A MIS TÍOS, EJEMPLO
DE INGENIO Y TESON

A MIS HERMANOS

A MIS HERMANAS

A MIS AMIGOS

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

Ronald Eugenio Chang López

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Kleber Barcia V.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Ing. Ernesto Martínez L.
DIRECTOR

Ing. Federico Camacho B.
VOCAL

RESUMEN

El objetivo de la tesis es diseñar un **sistema en línea** que permita separar las arenas de diferentes granulometrías y al mismo tiempo almacenarlas para su utilización inmediata, de tal manera que la programación de despacho se cumpla de acuerdo a lo programado sin demoras. El sistema a diseñar debe considerarse eficiente y efectivo, evitando interrupciones en el proceso de producción e impidiendo incrementar horas de mantenimiento.

El resultado de la innovación del sistema a diseñar es el incremento de la producción, satisfaciendo la demanda de productos de forma inmediata.

En el capítulo 1 se describe las características de la empresa elaboradora de aditivos para cemento, con los beneficios y aplicaciones de los productos. Se mencionan las razones para efectuar el proyecto; conjuntamente con los objetivos generales y específicos que se desearán cumplir.

En el capítulo 2 se describe las fases del proceso de elaboración de aditivos para cementos, analizando específicamente el área del

problema. Para lo cual se plantea alternativas y se selecciona la mejor solución.

En el capítulo 3 se considera el diseño y selección de equipos mecánicos. Se realiza los cálculos respectivos para la selección idónea de los equipos y elementos estructurales, asimismo la comprobación de análisis de falla mediante modelación virtual según sea el caso.

En el capítulo 4 se analizan las normas y códigos que se involucran en las etapas de fabricación. Se describe las especificaciones técnicas que comprende cada norma y código y su influencia dentro del proceso.

En el capítulo 5 se describe los pasos para la instalación de los equipos mecánicos y los elementos estructurales. Se adjunta imágenes de los equipos instalados.

En el capítulo 6 se analiza los costos del proyecto, haciendo descripción de cada recurso empleado, tanto en la fabricación como en el montaje de la obra. A su vez se mostrará los días y las horas trabajadas por el personal.

En el capítulo 7 se procede a dar las conclusiones obtenidas del proyecto y las respectivas recomendaciones que podrán servir para

mejorar el mantenimiento de equipos, y a su vez evitar complicaciones en el proceso.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	V
ABREVIATURAS.....	IX
SIMBOLOGÍA.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
ÍNDICE DE PLANOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. ANTECEDENTES.....	4
1.1 Descripción de la Empresa.....	4
1.2 Justificación del Proyecto.....	12
1.3 Objetivos.....	13
1.3.1 Objetivo General.....	13
1.3.2 Objetivos Específicos.....	13
CAPÍTULO 2	
2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.....	15

2.1 Descripción del Proceso de Producción de Aditivos para Cementos.....	15
2.2 Definición del Problema.....	21
2.3 Alternativas para Solucionar el Problema.....	21
2.4 Seleccionar la Mejor Alternativa.....	23

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DEL PROCESO DE SEPARACIÓN DE ARENA.....	27
3.1 Descripción del Proceso de Separación de Arena.....	27
3.1.1 Selección de Equipo Criba Vibratoria.....	29
3.1.2 Selección de Sistema Neumático de la Válvula de Dos Vías.....	34
3.1.3 Diseño de Viga Cajón Central.....	43
3.1.4 Diseño de Ductos para Transporte de Arena.....	64
3.1.5 Diseño de Silo.....	66
3.1.6 Selección de Válvula Guillotina.....	78
3.1.7 Selección de Válvula Rotativa.....	83

CAPÍTULO 4

4. PLANIFICACIÓN Y NORMAS DEL PROYECTO.....	88
4.1 Normas Aplicadas para la Fabricación.....	88

4.2 Cronograma de Actividades del Proyecto.....	108
---	-----

CAPÍTULO 5

5. INSTALACIÓN DE EQUIPOS PARA LA MEJORA EN EL PROCESO DE SEPARACIÓN DE ARENA.....	110
5.1 Instalación de Viga Cajón Central.....	110
5.2 Instalación del Sistema de Neumático de la Válvula de Dos Vías.....	113
5.3 Instalación de Equipo Vibratorio Criba.....	115
5.4 Instalación de Ductos para Transporte de Arena.....	117
5.5 Instalación de Silo.....	119
5.6 Instalación de Válvula Guillotina.....	121
5.7 Instalación de Válvula Rotativa.....	123

CAPÍTULO 6

6. ANÁLISIS DE COSTOS.....	125
----------------------------	-----

CAPÍTULO 7

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	132
--	-----

APÉNDICES

BIBLIOGRAFÍA

ABREVIATURAS

ASTM	American society for testing materials
AWS	American welding society
Acc	Accesorios
AD1	Aerodeslizador 1
AV1	Alimentador vibratorio 1
a	Aceleración en m/s ²
B	Boro
BT1	Banda transportadora 1
BT2	Banda transportadora 2
BP1	Báscula pesadora 1
BP2	Báscula pesadora 2
C	Carbono
CANT	Cantidad
CP1	Colector de polvo 1
CP2	Colector de polvo 2
CP3	Colector de polvo 3
CP4	Colector de polvo 4
Cr	Cromo
CV1	Criba vibratoria 1
CV2	Criba vibratoria 2
CV3	Criba vibratoria 3
CV4	Criba vibratoria 4
CV5	Criba vibratoria 5
CV6	Criba vibratoria 6
cm ³	Centímetros cúbicos.
EC1	Elevador de cangilones 1
EC2	Elevador de cangilones 2
EC3	Elevador de cangilones 3
EC4	Elevador de cangilones 4
EC5	Elevador de cangilones 5
EPP	Equipo de protección personal
F	Fuerza
GMAW	Gas metal arc welding (Soldadura por arco metálico con gas).

GU1	Tornillo transportador 1
GU2	Tornillo transportador 2
GU3	Tornillo transportador 3
GU4	Tornillo transportador 4
GU5	Tornillo transportador 5
GU6	Tornillo transportador 6
HBW	Dureza Brinell
Kg	Kilogramo
Kg-m	Kilogramo por metro
m	Metro
mm	Milímetro
m ²	Metros cuadrados
m ³	Metros cúbicos
m ⁴	Metros a la cuarta
M	Masa
max	Máximo
Mn	Manganeso
Mo	Molibdeno
m ³ /h	Metros cúbicos por unidad de hora
MPa	Mega pascales.
N	Newton
Ni	Níquel
Nb	Niobio
N-m	Newton por metro
ONU	Organización de las naciones unidas
P	Fósforo
psi	Pound per square inch (Libra por pulgada cuadrada)
PQR	Procedure qualification record (Procedimiento de registro de calificación)
RPM	Revoluciones por minuto
RV1	Repartidor vibratorio 1
RV2	Repartidor vibratorio 2
S	Azufre
\$/h	Costo por cada hora
S1	Silo de almacenamiento 1
S2	Silo de almacenamiento 2

SAW	Submerged arc welding (Soldadura por arco sumergido)
SD	Separador dinámico.
Si	Silicio
SMAW	Shielded metal arc welding (Soldadura por arco metálico protegido).
SSPC	Steel structures painting council
SUBT	Subtotal
ton/h	Tonelada por cada hora
ton	Tonelada
TIR	Tasa interna de retorno
USD	United States Dollars (Dólares de Estados Unidos de Norteamérica)
UNIT	Unitario
V	Vanadio
WPS	Welding procedure specification (Especificación de procedimiento de soldadura)
WPQ	Welder Performance Qualification (Calificación de rendimiento de soldador)

SIMBOLOGÍA

<	Menor que
\$	Dólares americanos
+	Más (positivo)
R	Reacción
%	Porcentaje
Ø	Diámetro

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 3.1 Esquema de las mallas en una criba vibratoria	29
Figura 3.2 Diferentes formas de producir la vibración.....	30
Figura 3.3 Diferentes posiciones del vibrador y su efecto en la criba	32
Figura 3.4 Vista Isométrica de la Válvula de Dos Vías	35
Figura 3.5 Cilindro Neumático	41
Figura 3.6 Dimensiones de la Válvula de Dos Vías.....	42
Figura 3.7 Dimensiones de Fuerzas.....	43
Figura 3.8 Dimensiones de Fuerzas Completas.....	44
Figura 3.9 Diagrama de Cortante.....	45
Figura 3.10 Diagrama de Momento.....	45
Figura 3.11 Esquema de Viga Llena Alma Doble.....	50
Figura 3.12 Entrada de Valores de las Dimensiones de la Viga Cajón en SAP2000®.....	61
Figura 3.13 Viga de Sección Rectangular.....	61
Figura 3.14 Cargas Puntuales en SAP2000®	62
Figura 3.15 Deformación en Casos de Falla.....	62
Figura 3.16 Indicadores de Resultados.....	63
Figura 3.17 Tolvas e Influencias en Forma de Flujo.....	66
Figura 3.18 Distribución de Esfuerzos en Silos.....	67
Figura 3.19 Dimensiones de Silo.....	68
Figura 3.20 Diseño de Silo en SAP2000®.....	71
Figura 3.21 Ingreso de Valores de Presiones en el Silo.....	72
Figura 3.22 Deformación del Silo en Caso de Fallar.....	73
Figura 3.23 Resultados de Esfuerzos en SAP2000®.....	74
Figura 3.24 Dimensiones de Válvula Guillotina.....	80
Figura 3.25 Válvula Rotativa o Esclusa.....	84
Figura 3.26 Componentes Internos de Válvula.....	84
Figura 3.27 Componentes Externos de Válvula.....	85
Figura 4.1 Posiciones de Planchas de Pruebas para Soldadura de Ranura.....	102
Figura 4.2 Posiciones de Planchas de Pruebas para Soldadura de Filete.....	103
Figura 4.3 Equipo de Protección Personal para Aplicación de Chorro Abrasivo.....	106

Figura 4.4	Medición de Espesores con el Micrómetro Digital	107
Figura 4.5	Cronograma de Ejecución del Proyecto	109
Figura 5.1	Tirfor 3 ton Usado en el Levantamiento de Equipos.....	111
Figura 5.2	Eslingado Correcto a un Punto Fijo	111
Figura 5.3	Preensamble de Viga Cajón Central.....	112
Figura 5.4	Viga Cajón Central Finalizada.....	113
Figura 5.5	Válvula de Dos Vías Instalada.....	114
Figura 5.6	Estructura de Soporte del Cilindro Neumático.....	114
Figura 5.7	Cilindro Neumático Doble Efecto con Accesorios	115
Figura 5.8	Bancada del Equipo Vibratorio Criba.....	116
Figura 5.9	Equipo Vibratorio Criba Pre-instalada.....	116
Figura 5.10	Equipo Vibratorio Criba Finalizada.....	117
Figura 5.11	Ensamble de Ductos para Transporte de Arena	118
Figura 5.12	Ensamble de Ductos Intermedios para Transporte de Arena.....	118
Figura 5.13	Último Tramo de Ducto Ensamblado.....	119
Figura 5.14	Silo Instalado con su Soportería.....	120
Figura 5.15	Silo Completamente Instalado.....	121
Figura 5.16	Válvula Guillotina Completamente Instalada.....	121
Figura 5.17	Válvula Rotativa Acoplada en Sitio.....	123

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Tasa Anual de Amortización.....	10
Tabla 2 Flujo de Caja.....	11
Tabla 3 Tasa Interna de Retorno.....	11
Tabla 4 Análisis de Resultados de la Alternativa A	24
Tabla 5 Análisis de Resultados de la Alternativa B.....	24
Tabla 6 Tipos de Vibrador -Características y Aplicaciones.....	31
Tabla 7 Tipos de Movimientos -Características y Aplicaciones.....	33
Tabla 8 Especificaciones Técnicas de Cribas.....	34
Tabla 9 Composición Química Dillidur 500.....	35
Tabla 10 Elementos Aleantes del Dillidur 500.....	36
Tabla 11 Composición Química Acero ASTM A-36.....	36
Tabla 12 Tabla de Funcionamiento Requerido de un Cilindro.....	38
Tabla 13 Fuerza en el Cilindro en Lado de Extensión (Cilindro Doble Efecto.....	39
Tabla 14 Fuerza en el Cilindro en Lado de Contracción (Cilindro Doble Efecto.....	40
Tabla 15 Tabla de Perfiles HEB.....	47
Tabla 16 Tabla de Perfiles IPN.....	48
Tabla 17 Tabla de Perfiles IPE.....	48
Tabla 18 Tabla de Perfiles.....	49
Tabla 19 Tabla de Acabado Superficial.....	55
Tabla 20 Tabla de Factor de Carga.....	57
Tabla 21 Curva para el Cálculo de Factor de Temperatura.....	57
Tabla 22 Tabla de Cálculo de Factor de Confiabilidad.....	58
Tabla 23 Tabla de Cálculo de Diámetro Mínimo	65
Tabla 24 Tabla de Dimensiones de Silo de Almacenamiento.....	75
Tabla 25 Dimensiones Principales de las Válvulas Rotativas.....	85
Tabla 26 Curva de Capacidad de la Válvula Rotativa.....	86
Tabla 27 Requisitos Químicos del Acero A-36.....	89
Tabla 28 Requisitos de Tensiones para el Acero A-36.....	90
Tabla 29 Metal Base Precalificado - Combinaciones de Metal de Aporte para la Resistencia Calificada	94
Tabla 30 Temperatura Pre-calificada de Pre-calentamiento Mínimo Temperatura entre Pasadas	98

Tabla 31	Requerimientos para la Precalificación de los WPS	100
Tabla 32	Tiempo de Trabajo del Silicón.....	122
Tabla 33	Rendimiento Estimado del Silicón.....	122
Tabla 34	Costo de Equipos de Fabricación	125
Tabla 35	Costo de Equipos de Montaje.....	126
Tabla 36	Costo de Maquinarias.....	126
Tabla 37	Costo de Materiales.....	127
Tabla 38	Costo de Consumibles de Fabricación.....	128
Tabla 39	Costo de Consumibles de Montaje.....	129
Tabla 40	Costo de Mano de Obra.....	129
Tabla 41	Detalle de horas y días laboradas.....	130
Tabla 42	Detalle de Costos por Hora de Personal.....	130
Tabla 43	Resumen del Presupuesto.....	131

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1	Disposición General
Plano 2	Detalle de Válvula de Dos Vías
Plano 3	Compuerta de Inspección y Soportería de la Válvula de Dos Vías
Plano 4	Soporte del Cilindro Neumático de la Válvula de Dos Vías
Plano 5	Chute de Descarga a Silo de Arena Existente
Plano 6	Detalle de Ductos para Transporte de Arena
Plano 7	Detalle de Soportería para Ductos de Transporte de Arena
Plano 8	Refuerzo Estructural y Plataforma de Mantenimiento Nivel +26800
Plano 9	Disposición de Pasamanos en Plataforma de Mantenimiento Nivel +26800
Plano 10	Ducto de Descarga a tolva de Recepción de Materias Prima
Plano 11	Plataforma de Mantenimiento Nivel +14000
Plano 12	Detalle de Silo 2.7 m ³
Plano 13	Soportería de Silo de Arena 2.7 m ³
Plano 14	Tapa de Inspección de Silo de Arena Nuevo
Plano 15	Detalle de Válvula Guillotina
Plano 16	Chute de Descarga a Elevador de Edificio Mezclado, Ensacado y Paletizado

INTRODUCCIÓN

La planta elaboradora de aditivos para cementos en donde se desarrollarán los trabajos es una empresa que comenzó en el año 1946, y desde el cual se ha distinguido en ser una empresa líder en la elaboración de aditivos para cemento; esto lo ha logrado ofreciendo productos de alta calidad y un servicio profesional post ventas en todas las necesidades de los usuarios, en el área de la construcción.

En la construcción existen diferentes áreas en las cuales requieren un aditivo que favorezca propiedades mecánicas como por ejemplo la adherencia perfecta, por tal efecto se promueve la investigación, desarrollo e innovación de productos que cumplan con los estándares de calidad.

Entre las aplicaciones de los diferentes productos que ofrece son para la adherencia, resistencia, sellado, y demás propiedades aplicadas en azulejos, cerámica, pocalanato de interiores, mármol, granito, piedras rústicas, acrílicos, etc, en una gama de 30 colores intensos y duraderos.

En el mercado local estos productos han tenido la aceptación de los clientes debido a que permite mejorar las prácticas de la construcción en cuanto a funcionalidad y tiempo empleado en trabajos. Razón por la cual su demanda ha incrementado, y con el fin de satisfacerla, se adquieren equipos con

mayor capacidad de producción, los cuales son trasladados a un terreno más amplio para implementar una nueva línea de producción.

La planta elaboradora de aditivos para cementos inicia sus operaciones a partir del año 2005 en donde su línea de producción elabora diferentes productos para satisfacer los requerimientos del área de la construcción. Dentro de su proceso existe una etapa de separación y almacenamiento de arena; presentándose inconvenientes en el almacenamiento del producto, debido que existe un único silo; y de acuerdo a la demanda de diferentes productos requieren cambiar la granulometría de las arenas, para lo cual es necesario vaciar el silo que contiene la arena en producción y almacenar la nueva arena (diferente granulometría) a producir, tomándose el tiempo necesario para el vaciado y llenado del silo, lo que perjudica la productividad de la planta.

Se plantea el diseño de un sistema lineal que permita separar las arenas de diferentes granulometrías y al mismo tiempo almacenarla en otro silo para su uso inmediato, de tal manera que la programación de la producción de la planta pueda cumplirse en el tiempo estipulado sin sufrir demoras y así satisfacer la demanda presentada del mercado.

El diseño del sistema consiste en la implementación de equipos, elementos estructurales y accesorios que permitan separar y almacenar las diferentes arenas en distintos recipientes de almacenamiento, logrando así un

asequible almacenamiento y permitiendo el cambio de partícula de forma inmediata; evitando tomarse el tiempo necesario para el vaciado y llenado del silo, cumpliendo con la programación de producción en la entrega de los productos finales. Dentro de los equipos que se emplearán en el diseño del sistema de separación de arena se tiene criba, válvulas, cilindro neumáticos, silo, etc. Estos equipos se utilizarán para redistribuir las arenas en nuevos silos de almacenamiento, cubriendo la demanda del mercado y entrega de los productos en el tiempo programado.

CAPÍTULO 1

1. ANTECEDENTES.

1.1 Descripción de la Empresa

La empresa elaboradora de aditivos para cemento, se funda con el objetivo de satisfacer un área del sector de la construcción; otorgando productos que favorezcan las propiedades mecánicas del cemento. Desde sus orígenes observó que el desarrollo de la construcción tenía crecimientos en el Ecuador, generándose un mercado que debía ser atendido. Los proyectos constructivos crecían en el país mientras los tiempos de ejecución de los proyectos se reducían, esto originaba que la demanda de productos de aditivos para cemento aumenten.

El sector de la construcción es uno de los sectores más dinamizadores de la economía y como tal es considerado como motor activo de la misma, genera encadenamientos con gran parte de las ramas industriales, comerciales y de servicios de un país.

La construcción es, además, un indicador clave de la evolución y crecimiento de un país; así, cuando la economía está en recesión, el sector de la construcción es uno de los más afectados y, por el contrario, en épocas de bonanza económica, la construcción se constituye en uno de los sectores más dinámicos y activos.

En el nuevo milenio el Ecuador presenta cifras favorables en los distintos sectores, en especial en el sector de la construcción, originando que los empresarios nacionales y extranjeros analizaran las posibilidades de invertir en nuestro país. Con esos conceptos la empresa elaboradora de aditivos para cemento, estudia la idea de ampliar su línea de producción con el objeto de satisfacer la demanda porvenir.

En el año 2004 se concreta la implementación de una nueva planta elaboradora de aditivos para cementos, para lo cual se adquiere un terreno más amplio en el sector industrial, donde se trasladarán y adquirirán equipos nuevos, con el fin de ejecutar una nueva línea de producción que cumpla con las exigencias del mercado.

Algunos de los beneficios que esta nueva tecnología ofrece a sus usuarios son:

- Productos listos para utilizar, que suprimen la preparación de materiales en obra, aumentando la productividad de las actividades de construcción.
- Calidad constante y controlada de fábrica.
- Con características mejoradas como: control de agrietamientos, trabajabilidad, resistencia, durabilidad entre otras.
- Facilidad de estimación de cantidades necesarias y de rendimientos.
- Facilidad de manejo, almacenamiento y control de inventario.
- Disminución de desperdicios de materiales en el transporte y en el sitio de obra.

En base a los nuevos criterios para la construcción, se presenta el concepto de desarrollo sostenible como una nueva filosofía que implica un crecimiento ordenado en lo económico, respetuoso con el medio ambiente, con los recursos naturales y que se interese por el desarrollo integral de la persona educación, salud, seguridad y su participación en la sociedad.

La preocupación por el agotamiento de los recursos naturales de la tierra motivó a organizaciones como la ONU (Organización de las Naciones Unidas) a realizar la Cumbre de la Tierra de las Naciones Unidas de 1992, más conocida como Cumbre de Río. El cual

sostiene que los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible, tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza y para alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente debe ser parte del proceso de desarrollo y no puede ser considerado por separado. [1] Como resultado la cumbre de Rio elaboró como referencia el *Programa 21*, el cual es un plan detallado de acciones que deben ser acometidas a nivel mundial, nacional y local, por entidades de la ONU, los gobiernos de sus estados miembros y por grupos principales particulares en todas las áreas en las que ocurren impactos humanos sobre el medio ambiente.[2]

Desde el enfoque de la elaboración de aditivos para cemento; contribuye al desarrollo constructivo y a implantar soluciones más sostenibles y eficaces dentro del sector de la construcción basados en:

- 1) Optimización del uso de recursos evitando el derroche y la mala utilización de materiales, agua y energía para colaborar en un necesario cambio de las actuales pautas de consumo insostenible.

- 2) Minimización de los efectos ocasionados por residuos, reduciendo la generación de residuos en cantidad y propiciando la gestión ambientalmente más correcta de los producidos.
- 3) Contribución a la mejora de las condiciones de trabajo eliminando la exposición a riesgos potencialmente peligrosos.

Las ventajas en el uso de los aditivos desde el punto de vista medioambiental y de la seguridad y salud de los trabajadores se manifiesta en todas las fases de la construcción.

El área del nuevo terreno es 17000 m^2 aproximadamente, los cuales estarán divididos en las diferentes áreas: recepción de materia prima, producción, almacenamiento de producto terminado, despacho de producto terminado, área de oficinas, comedor y vestidores.

La nueva línea de producción que se construirá, surge con la primicia de fabricar los productos existentes, además de realizar nuevas presentaciones de sus productos existentes, junto con la creación de nuevos productos que permitan ampliarse en las aplicaciones de aditivos, favoreciendo las propiedades mecánicas del cemento.

Las mejoras que los aditivos presentan al ser aplicado al cemento son:

- Adhesión, permite una gran adherencia a superficies que requieran gran absorción.
- Flexibilidad y deformación, permite acoplarse a áreas irregulares
- Sellador, evita el ingreso de cualquier filtración y especialmente utilizado para rellenar juntas desde 3 mm hasta 13 mm.
- Alta resistencia, permite el aumento de la resistencia del cemento, y así se puede trabajar con materiales de baja, mediana y alta compresión.

La implementación de la nueva planta de aditivos para cemento, requiere una inversión inicial, la cual deberá de ser recuperado en los años posteriores con el flujo de ventas. La inversión que deberá de realizar la empresa es de 5,100,876.00 USD. Para realizar el cálculo de la tasa interna de retorno es necesario estimar los ingresos anuales, los costos operacionales, los gastos administrativos y la producción esperada para los años subsiguientes a la implementación de la nueva planta.

Se determina la amortización del proyecto con una tasa de interés del 15 % anual (1.25 % mensual) para tres años en el que se tiene estimado que retorne la inversión, la tabla 1 describe el resumen por año de las amortización.

TABLA 1
TASA ANUAL DE AMORTIZACIÓN

Años	Intereses Anuales	Dividendos Anuales
1	667.845	2.121.845
2	434.108	2.121.845
3	162.796	2.121.845
Total	1.264.749	6.365.535

Como se puede apreciar, la empresa estaría dispuesta a invertir 6,365,535.00 USD, considerando que anualmente revertirá en ingresos un valor aproximado de 4,000,000.00 USD. Para lograr este objetivo, se considerará un criterio de diseño para una producción de 50 ton/h y generar una producción mínima equivalente a 100000 Toneladas/Año.

En las tablas 2 y 3 se muestran el flujo de caja y la Tasa Interna de Retorno. Para obtener estos valores se realiza un estimado de la producción y de los consumos por año, incluyendo los pagos exigidos por la ley para este tipo de compañías.

TABLA 2
FLUJO DE CAJA

Flujo de Caja	Año 1	Año 2	Año 3	Total
Ventas	9.600.000	9.600.000	9.600.000	28.800.000
Costos	(5.517.241)	(5.517.241)	(5.517.241)	(16.551.724)
Flujo Operativo	4.082.759	4.082.759	4.082.759	12.248.276
Ingresos No Operativo	5.100.876	-	-	5.100.876
Crédito	5.100.876			5.100.876
Egresos No Operativos	5.328.627	312.481	410.831	6.051.940
Inversiones	5.100.876			5.100.876
Pago de Dividendos	2.121.845	2.121.845	2.121.845	6.365.535
Impuestos	(1.894.094)	(1.809.364)	(1.711.014)	(5.414.472)
Flujo No Operativo	(227.751)	(312.481)	(410.831)	(951.064)
Flujo Neto	3.855.007	3.770.278	3.671.927	11.297.212
Flujo Acumulado	3.855.007	7.625.285	11.297.212	

TABLA 3
TASA INTERNA DE RETORNO

Flujo de Caja	I. Inicial	Año 1	Año 2	Año 3
Flujo Neto	(5.100.876)	3.855.007	3.770.278	3.671.927

TIR =	53,96%
-------	--------

Con la tabla 3 se demuestra que la tasa interna de retorno es del 53.96% en un plazo no mayor a 3 años, demostrando su rentabilidad.

En el año 2005 inicia sus operaciones con una producción de 50 ton/h con el fin de cumplir con los clientes y solventar la inversión realizada. El proceso productivo funciona de buena forma, sin

embargo en el año 2010, ya se manejan nuevos productos, los cuales requieren variabilidades de almacenamiento según la granulometría de las partículas (arenas). De acuerdo al proceso de almacenamiento existente, el cual se mantiene desde que comenzó el funcionamiento de la planta, presenta molestias, porque ocasiona retrasos en el despacho de los diferentes productos terminados.

Una característica de la empresa elaboradora de aditivos para cementos es la satisfacción del cliente, y hasta la presente fecha se lo ha logrado, considerando la creación de nuevos productos en la línea de producción; no obstante se planteará un diseño en el sistema para cubrir la demanda generada sin retrasos en la producción.

1.2 Justificación del Proyecto.

Se plantea un nuevo diseño dentro del sistema de separación y almacenamiento de arenas; debido a los desperdicios, contaminación de arenas y horas de mantenimiento invertidas para el vaciado del silo y retrasos en el despacho de producto terminado.

El diseño del nuevo sistema se lo planteará considerando el cambio en la producción de las diferentes arenas (granulometrías) de forma inmediata, efectiva y eficiente.

Con la implementación del nuevo sistema además simplificará el uso de equipos existentes, con lo cual se conseguirá ahorro energético y disminución en horas invertidas de mantenimiento. Se analizará nuevos almacenamientos, pensando en la creación y elaboración de nuevos productos que se presenten en el futuro. Todos los equipos a considerar cumplirán con las especificaciones requeridas para la producción existente y futura.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo General

El objetivo general del proyecto es satisfacer la demanda del mercado, cumpliendo con la entrega de los diferentes productos terminados sin ningún retraso; para lo cual se requiere diseñar un nuevo sistema en el área de separación y almacenamiento de arenas.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Mejorar el proceso de separación y almacenamiento de arenas, mediante un nuevo diseño.

- Realizar el cambio de partículas de arenas (diferentes granulometría) de forma inmediata.
- Disminuir el desperdicio de material contaminado debido a la mezcla que se presenta en el único silo de almacenamiento de arenas.
- Disminuir las horas de mantenimiento invertidas para el vaciado del silo, lo que perjudica la productividad de la planta.
- Simplificar el uso de equipos existentes, consiguiendo un ahorro energético.

CAPÍTULO 2

2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

En este capítulo se describirá las etapas del proceso de producción para la elaboración de aditivos para cementos, las cuales se especifican esquemáticamente en los diagramas de flujos del proceso, asimismo se analizará y definirá el problema en el sistema de producción. Una vez que se conozca el problema a cabalidad, se plantearán alternativas para su solución; las mismas que serán analizadas en base a sus beneficios técnicos y el tiempo, para proceder a seleccionar la mejor opción.

2.1 Descripción del Proceso de Producción de Aditivos para Cementos.

El proceso de elaboración de aditivos para cemento requiere de un sistema lineal completo de producción, constituidos en equipos mecánicos diseñados para la capacidad de producción requerida, satisfaciendo la demanda del mercado.

El proceso de la producción de aditivos para cemento se divide en tres etapas, las cuales son:

A. Etapa de Acopio y Trituración

B. Etapa de Separación y Almacenamiento de Arena.

C. Etapa de Mezclado, Ensacado y Paletizado

A. Etapa de Acopio y Trituración

La etapa de acopio y trituración es la fase inicial del proceso de elaboración de aditivos, donde comienza con la recepción de arena, la cual es la materia prima del proceso; la recepción se la recibe mediante volquetas que desembarcan la arena en el galpón de recepción y mediante retroexcavadoras se procede a apilar la arena para su posterior uso, la arena es almacenada en el galpón de materias primas con el fin de evitar que absorba humedad por el ambiente, o se humedezca por las presencia de lluvias en la estación invernal del año, la arena almacenada es removida mediante una retroexcavadora para proceder con la trituración, se deposita la arena en un chute de descarga, se distribuye mediante un alimentador vibratorio AV-1 al elevador de cangilones EC-1. El elevador de cangilones EC-1 es de aproximadamente 12 metros y la descarga del material la realiza al triturador de arena; la cual reduce el tamaño de la partícula; una vez que haya pasado este proceso; es

transportado mediante una banda transportadora BT-1 al elevador EC-2 de aproximadamente 24 m, el cual deposita el material a un repartidor vibratorio RV-1; la función de RV-1 es distribuir uniformemente la partícula a las 3 cribas vibratorias CV-1, CV-2 y CV-3 que se encuentran en la parte inferior de la misma; las cribas son iguales con una capacidad de 50 ton/h; y la función de la criba es de seleccionar la granulometría de la arena requerida, para lo cual consta de mallas internas y mediante movimientos oscilatorios cumplen la función asignada. La arena que no cumple con la granulometría es recirculada a la trituradora mediante ductos de descarga con el fin de optimizar el material.

La arena que ha sido seleccionada por su tamaño es descargada a una banda transportadora denominada BT-2, que es la encargada de transportar la arena hacia la etapa de separación. Los equipos de la etapa de trituración son desempolvados mediante el colector de polvo CP-1.

Todo el proceso se lo describe en el Apéndice A, Diagrama de Flujo 2.1-Proceso de Acopio y Trituración.

B. Etapa de Separación y Almacenamiento de Arena.

El proceso de separación y almacenamiento de arena comienza una vez que la BT-2 de la etapa de trituración ha descargado la arena al elevador de cangilones EC-3 de aproximadamente 40 metros. A la descarga del elevador EC-3 el material es depositado en el separador dinámico SD, cuya función es separar dinámicamente la arena; la arena más fina es absorbida hacia la parte superior mediante un equipo de succión y depositada en su silo S-1 de almacenamiento para su continuo proceso, mientras la arena más gruesa cae por gravedad hacia la parte inferior del separador dinámico y mediante un tornillo transportador GU-1 se deposita en un silo S-2, el cual a su descarga tiene dos salidas, una salida mediante un tornillo transportador GU-2 se despacha a camiones y la otra salida mediante el GU-3 regresa a la etapa de trituración. La arena que se descarga del S1, es depositado en el GU-4, el cual traslada la arena hacia el elevador EC-4 para proceder con la etapa de mezclado, ensacado y paletizado.

Los equipos de la etapa de separación y almacenamiento son desempolvados mediante el colector de polvo CP-2.

Todo el proceso se lo describe en el Apéndice A, Diagrama de Flujo 2.2-Proceso de Separación y Almacenamiento

C. Etapa de Mezclado, Ensacado y Paletizado.

El proceso de mezclado, ensacado y paletizado comienza cuando se descarga el material en el EC-4 de aproximadamente 50 metros de altura. Este elevador EC-4 realiza la descarga hacia el GU-5, el cual realiza dos descargas, la primera es hacia el RV-2 y la segunda hacia una válvula de dos vías, la cual nuevamente distribuye material; una hacia el GU-6, la cual alimenta dos silos de almacenamiento de arena gruesa (+1 mm) y la otra a un silo de arena gruesa (+1.5 mm). El RV-2 distribuye uniformemente el material a las CV-4, CV-5 y CV-6. Dependiendo de la granulometría de la partícula (gruesa, media, fina o muy fina), será su silo de almacenamiento.

Además de las partículas de arena del proceso, se almacenan agregados, y agregados especiales; los primeros se realizan su almacenamiento descargando sacos mediante rieles transportadoras, y los segundos se almacenan a partir de un carro cisterna que mediante inyección del material, lo transporta hasta el silo respectivo.

Dependiendo de la producción, se dosifica el material requerido mediante tornillos tubulares a las básculas BP-1 y BP-2. Una vez se obtenga la cantidad necesaria para la composición ejecutándose, se descarga cada elemento en la mezcladora, para la homogenización del producto. A la descarga de la mezcladora existe un dosificador de tres salidas, la primera entrega el producto a un aerodeslizador AD-1, para la venta en camiones; y la segunda y tercera salida entrega el producto a las ensacadoras; las cuales cuentan con un sistema de recirculación mediante el EC-5. Una vez que el producto haya sido ensacado, pasa a la etapa final, el área de paletizado, la cual agrupa los sacos fabricados para su almacenamiento y posterior despacho.

Los equipos de la etapa de mezclado, ensacado y paletizado son desempolvados mediante el CP-3 y CP-4.

Todo el proceso se lo describe en el Apéndice A, Diagrama de Flujo 2.3 - Proceso de Mezclado, Ensacado y Paletizado

2.2 Definición del Problema.

En el proceso global de la elaboración de aditivos para cemento, existen tres etapas, las cuales son: la etapa de acopio y trituración, etapa de separación y almacenamiento de arena y la etapa de mezclado, ensacado y paletizado.

Dentro de la etapa de separación y almacenamiento de arena, existe un inconveniente; el mismo que inicia en la descarga del separador dinámico; en la actualidad no existe un equipo que pueda seleccionar la arena según su granulometría, además de no haber más de un silo para almacenar las diferentes partículas en ejecución. De acuerdo a la demanda, se requiere el cambio de arenas (diferente granulometría) constantemente, por lo cual el silo existente tiene que ser vaciado y llenado según la programación, tomándose el tiempo necesario, ocasionando demoras en el proceso.

2.3 Alternativas para Solucionar el Problema.

Debido a los inconvenientes que se presentan en la separación y almacenamiento de arena, se plantean dos alternativas, con el propósito de solucionar el inconveniente actual; las opciones se detallan a continuación:

- Alternativa A - Importación
- Alternativa B - Construcción

Alternativa A - Importación

Esta alternativa comprende la instalación de nuevos equipos mecánicos en el sistema de separación y almacenamiento de arenas. Para la puesta en marcha del nuevo sistema (alternativa A) se considera un factor que influye directamente en la ejecución del proyecto. Este factor es el tiempo de importación de dos equipos mecánicos, los cuales influyen directamente en el proceso de separación y almacenamiento y sin los cuales no se puede poner en marcha el nuevo sistema.

Alternativa B - Construcción

La alternativa B plantea la instalación de equipos mecánicos, pero con la simplificación de un equipo de importación, en lugar del equipo se utilizará ductos metálicos para transporte de arena. En este caso existen dos factores que se analizarán para la ejecución de esta alternativa. El primer factor es el tiempo de importación de un equipo mecánico y el segundo factor es la disponibilidad local del material resistente al desgaste para la construcción de los ductos para transporte de arena.

2.4 Selección de la Mejor Alternativa.

Para la selección de la mejor alternativa, se detalla a continuación los parámetros que influyen en la toma de decisiones:

Alternativa A

El sistema en línea que se diseña es para transportar arena, cumpliendo con las siguientes características:

Material: Arena (<2,4mm)

Caudal de alimentación: 50 Ton/h

Humedad: Seco

Los equipos del diseño cumplen con las características del material y capacidades de producción. En la tabla 4 se detalla los tiempos de fabricación, instalación e importación de equipos que influyen en el desarrollo del proyecto.

TABLA 4
PARÁMETROS DE ALTERNATIVA A

ALTERNATIVA A				
Equipos a instalar	Capacidad (ton/h)	Tiempo de importación (días)	Tiempo de fabricación (días)	Tiempo de montaje (días)
Criba vibratoria	50	70	30	35
Válvula neumática de dos vías	50	NO		
Transportador tubular	50	120		
Silo Nuevo de Arena	50	NO		
Válvula guillotina	50	NO		
Válvula rotativa	50	NO		
Chute de recirculación	50	NO		
Conexiones del sistema	50	NO		
		120	30	35

Alternativa B

Los equipos del diseño de esta alternativa cumplen con las características del material y capacidades de producción que se mencionan en la alternativa A. En la tabla 5 se detallan los tiempos de fabricación, instalación e importación de equipos.

TABLA 5
PARÁMETROS DE LA ALTERNATIVA B

ALTERNATIVA B				
Equipos a instalar	Capacidad (ton/h)	Tiempo de importación (días)	Tiempo de fabricación (días)	Tiempo de montaje (días)
Criba vibratoria	50	70	50	41
Válvula neumática de dos vías	50	NO		
Ductos para transporte de arena	50	NO		
Silo Nuevo de Arena	50	NO		
Válvula guillotina	50	NO		
Válvula rotativa	50	NO		
Chute de recirculación	50	NO		
Conexiones del sistema	50	NO		
		70	50	41

Análisis y Resultado de las Alternativas.

En base a las tablas 4 y 5 se realiza el siguiente análisis.

- La alternativa A tiene un tiempo de importación de 120 días, en tanto la alternativa B tiene 70 días.
- Se selecciona el tiempo mayor de importación en la alternativa A, porque es el tiempo máximo que arriban los equipos al Ecuador.
- La alternativa A presenta un tiempo de 30 días de fabricación y la alternativa B un tiempo de 45 días.
- El tiempo de montaje de la alternativa A es de 35 días, mientras la alternativa B es de 40 días.
- El material resistente al desgaste para la construcción de los ductos para transporte de arena es de disponibilidad inmediata en el mercado local.
- Considerando que mientras se genera la orden de compra para la importación de los equipos, se puede comenzar con la fabricación de ciertos elementos metálicos y a su vez la instalación de dichas estructuras. Según esa condición, el tiempo global de la alternativa A es de 120 días.
- En la alternativa B se toma un tiempo de 91 días para colocar el sistema en operación, debido que la importación se toma un

tiempo de 70 días y están dentro del tiempo global, por lo cual la importación no retrasaría los trabajos.

En base al análisis comparativo, se resuelve la implementación del sistema en línea, cuya ejecución sea desarrollada en el menor tiempo, es decir, en nuestro caso se selecciona la **alternativa B** (91 días).

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DEL PROCESO DE SEPARACIÓN DE ARENA.

3.1 Descripción del Proceso de Separación de Arena

El nuevo proceso de separación y almacenamiento de arenas comprende la instalación de equipos mecánicos que permitan una mejor selección de las partículas de arena e incrementar el almacenamiento de otro tipo de arena, el nuevo proceso comienza en la descarga del separador dinámico, donde se instalarán equipos como:

- Criba Vibratoria
- Válvula de dos vías neumática
- Ductos para transporte de arena
- Nuevo silo de arena
- Válvula guillotina
- Válvula rotativa

Debajo del separador dinámico se instalará una criba vibratoria, la cual seleccionará las arenas de diferente granulometrías; la criba tendrá dos salidas, la primera salida servirá para retornar hacia el edificio de trituración la arena que no cumpla las características del tamaño, y la segunda salida se halla en la parte inferior del equipo, descargando la arena seleccionada en una válvula de dos vías cuya acción neumática permitirá dirigir el flujo de arena, ya sea al silo S1 o al silo S2. El material es transportado hacia el silo S2 mediante los ductos para transporte de arena. La arena almacenada en el silo S2, se dosificará en la descarga mediante la instalación de una válvula rotativa, y como medida de seguridad se contempla el montaje de una válvula guillotina, la cual estará ubicada entre la boca de salida del silo nuevo y la válvula rotativa.

La descarga de los dos silos (S1 y el silo S2) se la realiza hacia GU-4, el cual se conecta a EC-4 para continuar con el proceso de producción.

El nuevo proceso de separación y almacenamiento de arena se lo describe en el Apéndice A, Diagrama de Flujo 3.1 - Descripción del proceso

3.1.1 Selección de Equipo Criba Vibratoria

La criba vibratoria está provista con un probado sistema de amortiguación de la malla de cribado con resortes de acero que reducen la transmisión de fuerzas dinámicas, limita el movimiento de la estructura durante la operación y prolonga su vida útil. Por otra parte, los motores giran sobre su propio eje, realizando un movimiento circular elíptico o lineal vibratorio, para que así el material pueda ser desplazado desde la parte superior hacia la parte inferior de la criba con las diferentes granulometrías como se observa en la Figura 3.1

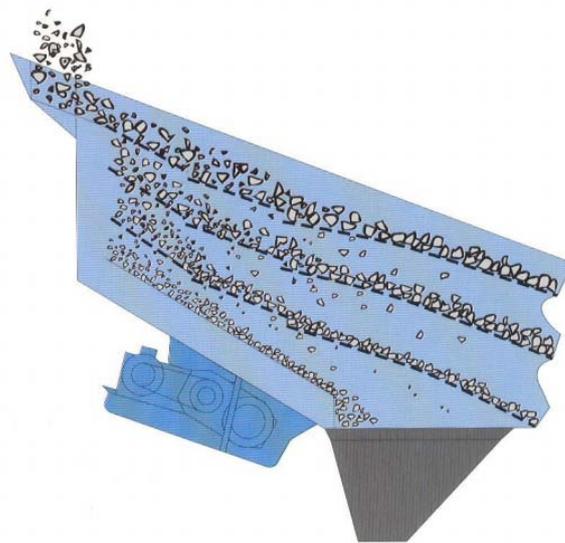


FIGURA 3.1 - ESQUEMA DE LAS MALLAS EN UNA CRIBA VIBRATORIA[3].

En función de la pendiente de la superficie de cribado y del tipo de vibración, las cribas se clasifican en tres grupos que son los siguientes:

- Cribas de vibración lineal y pendiente media
- Cribas de vibración circular y pendiente media.
- Cribas de vibración elíptica o rectilínea y horizontales o ligeramente inclinadas.

Las cribas generan sus movimientos oscilatorios mediante sus moto vibradores, la figura 3.2 muestra las diferentes formas de producir la vibración.

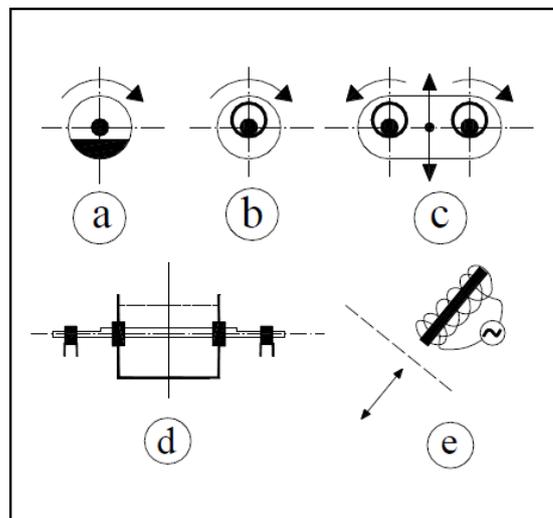


FIGURA 3.2 - DIFERENTES FORMAS DE PRODUCIR LA VIBRACIÓN[3].

La forma de producir la vibración, está en función de la aplicación de trabajo del equipo, las características técnicas y el campo de aplicación de cada moto vibrador, se lo denota en la tabla 6

TABLA 6
TIPOS DE VIBRADOR - CARACTERÍSTICAS[3].

Tipo de Vibrador	Características	Aplicaciones
a	Tipo de polea desbalanceada. Un eje concéntrico con contrapesos ajustables y dos cojinetes. El movimiento de excentricidad circular produce una vibración oscilante. La carrera puede variarse ajustando los contrapesos. Frecuencias: 500-2500 r.p.m.; carrera < 10 mm.	Se emplean normalmente en cribas para trabajos ligeros.
b	Tipo de eje excéntrico. Un eje excéntrico con contrapesos ajustables y 2 cojinetes. (Normalmente se conocen con el nombre de "de 2 cojinetes"). El movimiento de excentricidad circular produce vibración. La carrera se modifica actuando sobre los contrapesos. Frecuencia: 25-500 r.p.m. Carrera: 15-30 mm.	Se emplean en cribas vibratorias inclinadas para trabajos pesados y ligeros.
c	Modelo reciprocante o "de 4 cojinetes". Dos ejes, excéntricos o contrapesados, los cuales giran en sentido opuesto uno con respecto al otro, y en fase para producir un movimiento positivo en línea recta. La carrera puede inclinarse haciendo trabajar los ejes ligeramente desfasados.	Se emplean en cribas vibratorias horizontales y en algunos transportadores.
d	Modelo de "carrera positiva" o "de 4 cojinetes". Un eje con doble excentricidad y 2 juegos de cojinetes; un juego sostiene al bastidor de la criba y el otro al eje. Produce un movimiento positivo que no es amortiguado por la carga existente sobre la cubierta de la criba. El eje está situado por lo general en el centro de gravedad de la caja de la criba. La carrera puede variarse cambiando el eje. (no dispone de contrapesos)	Se emplean en cribas vibratorias inclinadas para trabajos pesados ya que son muy resistentes a las elevadas cargas de material.
e	Vibrador Electromagnético. Proporciona frecuencias de oscilación muy altas (1500-7200 r.p.m.)	Se emplea en cribas con pendientes muy inclinadas para separaciones de tamaños relativamente finos.

Para que la criba pueda realizar los movimientos oscilatorios requeridos, debe de verificarse la posición y el sentido de giro del moto vibrador. En la figura 3.3 se muestra las diferentes posiciones del motor vibrador y sus efectos en la criba.

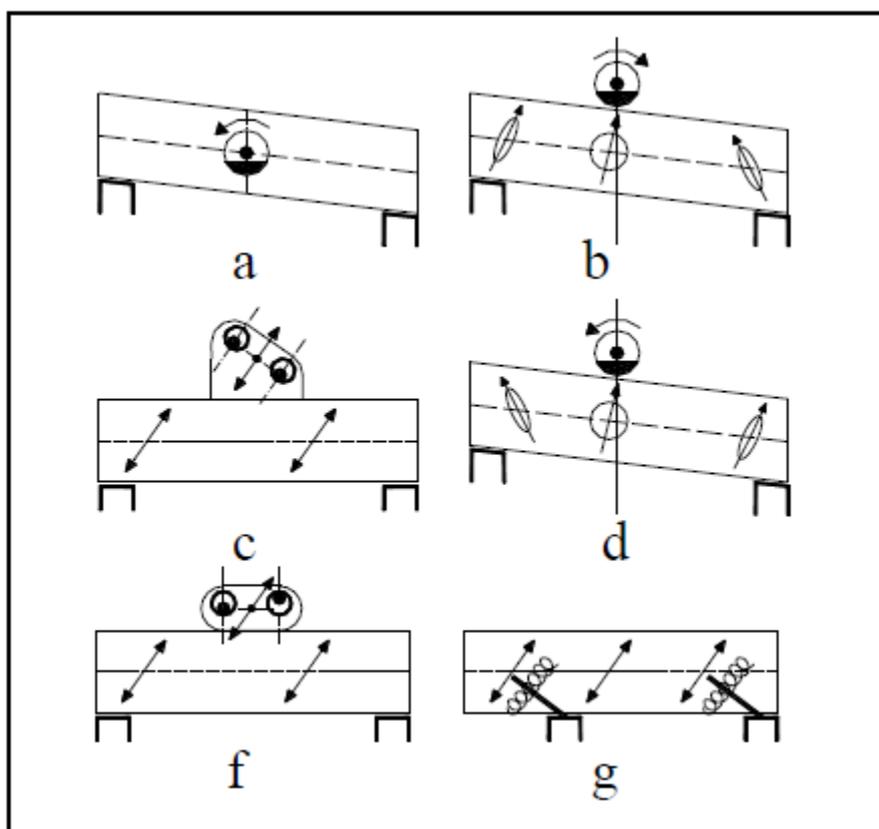


FIGURA 3.3 - DIFERENTES POSICIONES DEL VIBRADOR Y SU EFECTO[3].

Las características de cada posición de moto vibrador en la criba se detallan en la tabla 7 adjunta:

TABLA 7
TIPOS DE MOVIMIENTOS - CARACTERÍSTICAS Y
APLICACIONES[3].

Montaje del Vibrador	Características	Aplicaciones
a	El vibrador está montado en el centro de los laterales del bastidor. Va a crear un movimiento circular. La rotación del vibrador puede ser también en el sentido de la corriente o a contracorriente. En el primer caso se tiene mayor capacidad y menor eficiencia. En el segundo caso sucede lo contrario.	Se emplean normalmente en cribas inclinadas para trabajos pesados.
b	Montaje superior y rotación en el sentido de flujo del material. Crea un movimiento elíptico sobre los extremos de la criba y circular en la parte central. Este tipo de rotación facilita el movimiento del material a través de la superficie de cribado, aumentando la capacidad pero disminuyendo la eficiencia.	Se emplean en cribados gruesos cuando se requieren altas capacidades de tratamiento.
c	Vibrador recíprocante inclinado. El vibrador se encuentra instalado arriba (o abajo) del bastidor, con el eje ligeramente inclinado. El movimiento neto es en línea recta para mover el material sobre la superficie de cribado.	Se emplean en cribas horizontales para separación precisa del material por tamaños (separación de tamaños medios), eliminación de agua (agotado), recuperación de medio (SMD) y en situaciones con limitación de espacio vertical.
d	Montaje superior y rotación en contra del sentido de flujo del material. Al igual que el montaje "b" va a producir en la criba un movimiento elíptico en los extremos y circular en el centro. Esta disposición permite mantener el material más tiempo sobre la superficie de cribado, aumentando la eficiencia y dando mayor espesor de capa. Sin embargo se reduce la capacidad de cribado.	Se emplea cuando se exige una clasificación altamente eficiente.
f	Vibrador recíprocante desfaseado. El vibrador va instalado arriba (o abajo) del bastidor. Se obtiene en línea ajustando un excéntrico de manera que gire al otro. El desfase determina el ángulo de inclinación de la fuerza en línea recta.	Idem. al tipo "c".
g	Vibración en resonancia. Por medio de un eje motriz excéntrico, las montaduras de la criba vibran entre amortiguadores de caucho a una frecuencia resonante. Consumo de energía reducido.	Cribas horizontales.

La criba a instalarse debe de operar a una producción de 50 ton/h y contar con 2 niveles de cribado, para lo cual la tabla 8 adjunta servirá de guía:

TABLA 8
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CRIBAS[4].

MODELO	AREA (mm)	TAMAÑO MAX. DE ENTRADA (mm)	NIVELES (Nº)	CAPACIDAD (Tn/Hr)	POTENCIA MOTOR (HP)	TAMAÑO TAMIZADO (mm)	PESO (Tn)
2S1235	1200x3500	300	2	15 - 90	14	3 - 50	3,6
3S1235	1200x3500	300	3	15 - 90	14	3 - 50	3,9
4S1235	1200x3500	300	3	15 - 90	14	3 - 50	4,5
3S1530	1500x3000	300	3	10 - 70	14	3 - 50	3,9
4S1530	1500x3000	300	4	10 - 70	14	3 - 50	4,3
3S1535	1500x3500	300	3	15 - 90	14	3 - 50	4,5
2S1545	1500x4500	300	2	25 - 150	20	3 - 100	4,6
3S1545	1500x4500	300	3	25 - 150	20	3 - 100	5,1
4S1545	1500x4500	300	4	25 - 150	20	3 - 100	5,6

3.1.2 Selección del Sistema Neumático de la Válvula de Dos Vías.

La función de la válvula de dos vías es redirigir el flujo hacia dos partes; y para poder realizarlo internamente tiene una tapa de acero resistente a la abrasión que es accionada neumáticamente por medio de un cilindro; permitiendo que desplace en ambos sentidos según el requerimiento. La figura 3.2 muestra un esquema de la válvula de dos vías.

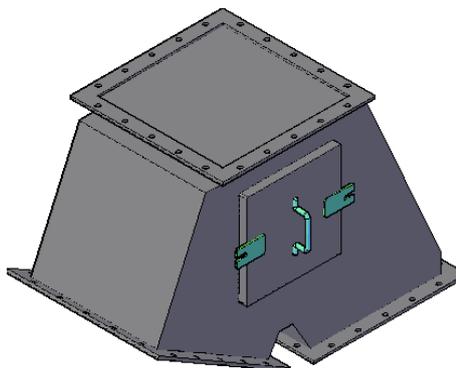


FIGURA 3.4 - VISTA ISOMÉTRICA DE LA VÁLVULA DE DOS VÍAS

La válvula de dos vías es construida totalmente en Acero ASTM A-36 a excepción de la tapa interna, que por estar en contacto directo con la arena, se diseña con Acero Dillidur 500, las cuales presenta propiedades de la resistencia a la abrasión, y su composición química se detalla en la tabla 9.

**TABLA 9
COMPOSICIÓN QUÍMICA DILLIDUR 500[5].**

Composición química del Acero Dillidur 500				
C	Si	Mn	P	S
≤0.3	≤0.5	≤1.6	≤0.025	≤0.01

La obtención de una dureza homogénea en todo el espesor de la chapa puede conllevar la adición de los elementos, como se lo detalla en la tabla 10.

TABLA 10
ELEMENTOS ALEANTES DEL DILLIDUR 500 [5]

Mo	Ni	Cr	V	Nb	B
≤0.5	≤1.0	≤1.5	≤0.08	≤0.05	≤ 0.005

A su vez se adjunta la tabla 11 en donde se detalla la composición química del Acero ASTM A-36.

TABLA 11
COMPOSICIÓN QUÍMICA ACERO ASTM A-36 [5]

Composición química del acero ASTM A-36				
C	Si	Mn	P	S
0.25	0.4 max	0.8-1.2 max	0.04 max	0.05 max

En comparación de la tabla 3.4 vs tabla 3.6 se verifica que los elementos del Acero Dillidur 500 es mayor que el Acero ASTM A-36; cumpliendo su resistencia al desgaste.

El mecanismo de la válvula de dos vías es accionado mediante un cilindro neumático, el cual para su selección se tomaron varios parámetros:

- Fuerza requerida en el avance
- Presión de aire comprimido de trabajo.(disponible)

De acuerdo al siguiente cálculo se determinará la fuerza de trabajo a la que estará sometido el cilindro.

$$F = M * a$$

Donde

F: Fuerza, es la fuerza que deberá ejercer el cilindro para generar el movimiento.

M: Masa, es la masa aproximada de la columna de arena que deberá vencer el brazo del cilindro para generar el movimiento.

a: Aceleración

Al aplicar la fórmula y reemplazar los valores se obtiene:

$$F = 25.5 \text{ Kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 250 \text{ Kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 250 \text{ N}$$

Se procede a determinar la función a la que será utilizada, el cual se lo puede determinar en la siguiente tabla 12.

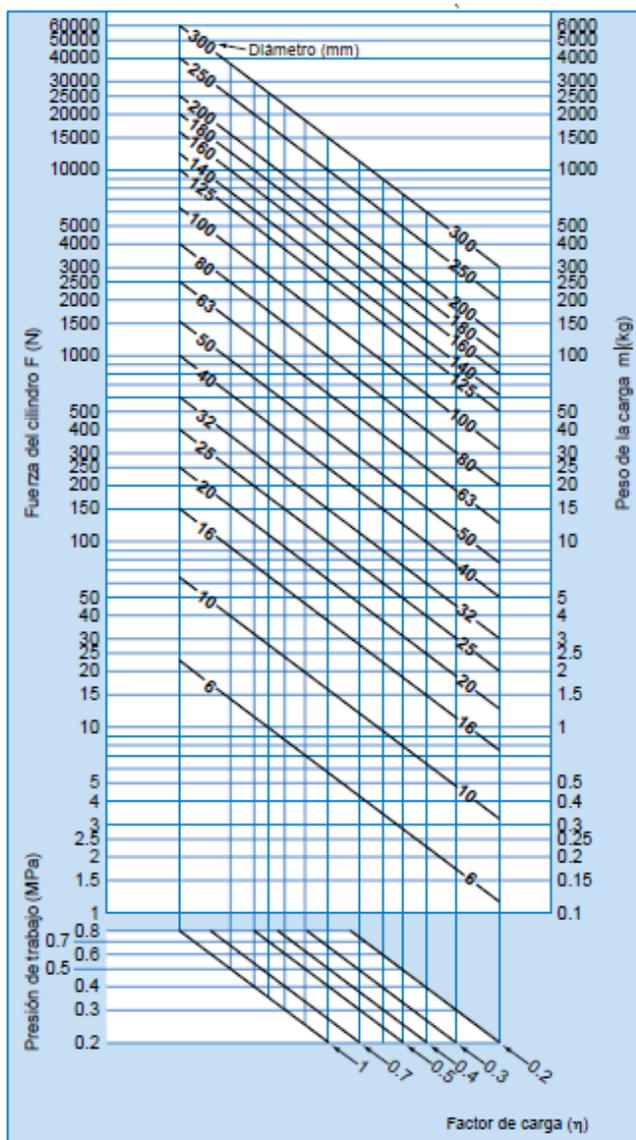
TABLA 12
TABLA DEL FUNCIONAMIENTO REQUERIDO DE UN
CILINDRO [6]

Funcionamiento requerido		Factor de carga η
Funcionamiento estático (amarre, engarce de tornillo a baja velocidad, etc.)		0.7 o menos (70% o menos)
Funcionamiento dinámico	Movimiento horizontal de la carga en la guía	1 o menos (100% o menos)
	Movimiento vertical y horizontal de la carga	0.5 o menos (50% o menos) ⁽¹⁾

De acuerdo a la fuerza de 250 N y la función requerida 0.5 por el movimiento vertical y horizontal de la carga; se determina el diámetro del vástago, para lo cual estos dos valores se interceptan en las tablas 13 y 14, donde se analiza para los dos eventos que son:

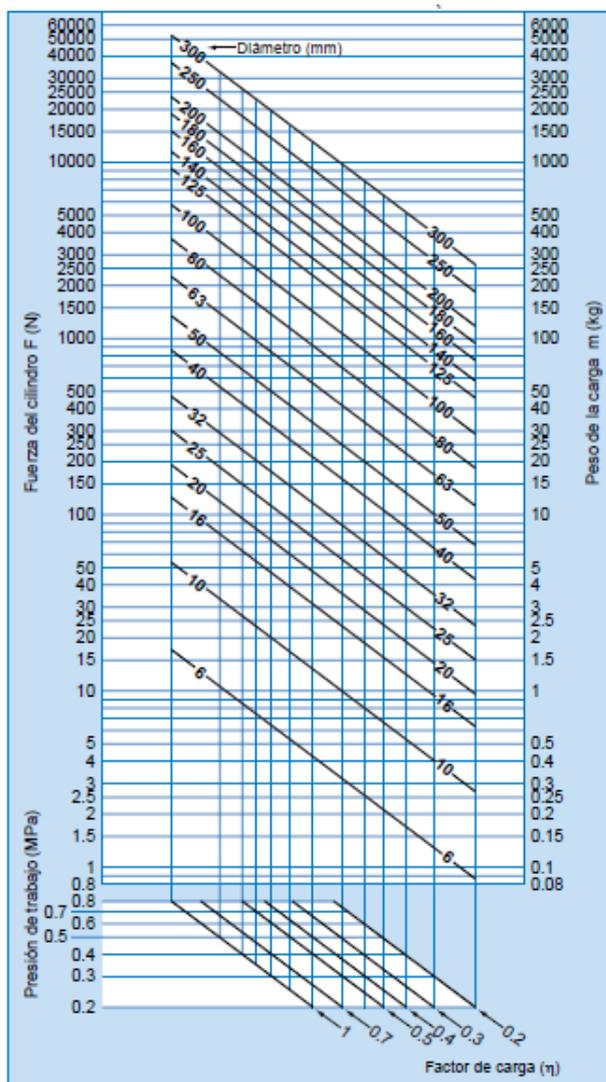
- El brazo del cilindro neumático extendido
- El brazo de cilindro neumático contraído

TABLA 13
FUERZA EN EL CILINDRO EN LADO DE EXTENSIÓN
(CILINDRO DOBLE EFECTO) [6]



Para determinar el diámetro de vástago considerando la fuerza en el cilindro de contracción, se lo determina en la tabla 14.

TABLA 14
FUERZA EN EL CILINDRO EN LADO DE CONTRACCIÓN
(CILINDRO DOBLE EFECTO) [6]



Según el punto de intersección de la tabla 3.8 (Ø25 mm) y la tabla 14 (Ø32 mm); se determina el Ø32 mm como el diámetro del vástago del cilindro neumático.

En la figura 3.5 se muestra el cilindro que se instalará en el sistema neumático de dos vías



FIGURA 3.5 CILINDRO NEUMÁTICO.

El dimensionamiento de la carcasa de la válvula de dos vías se la describe en la figura 3.6 adjunta:

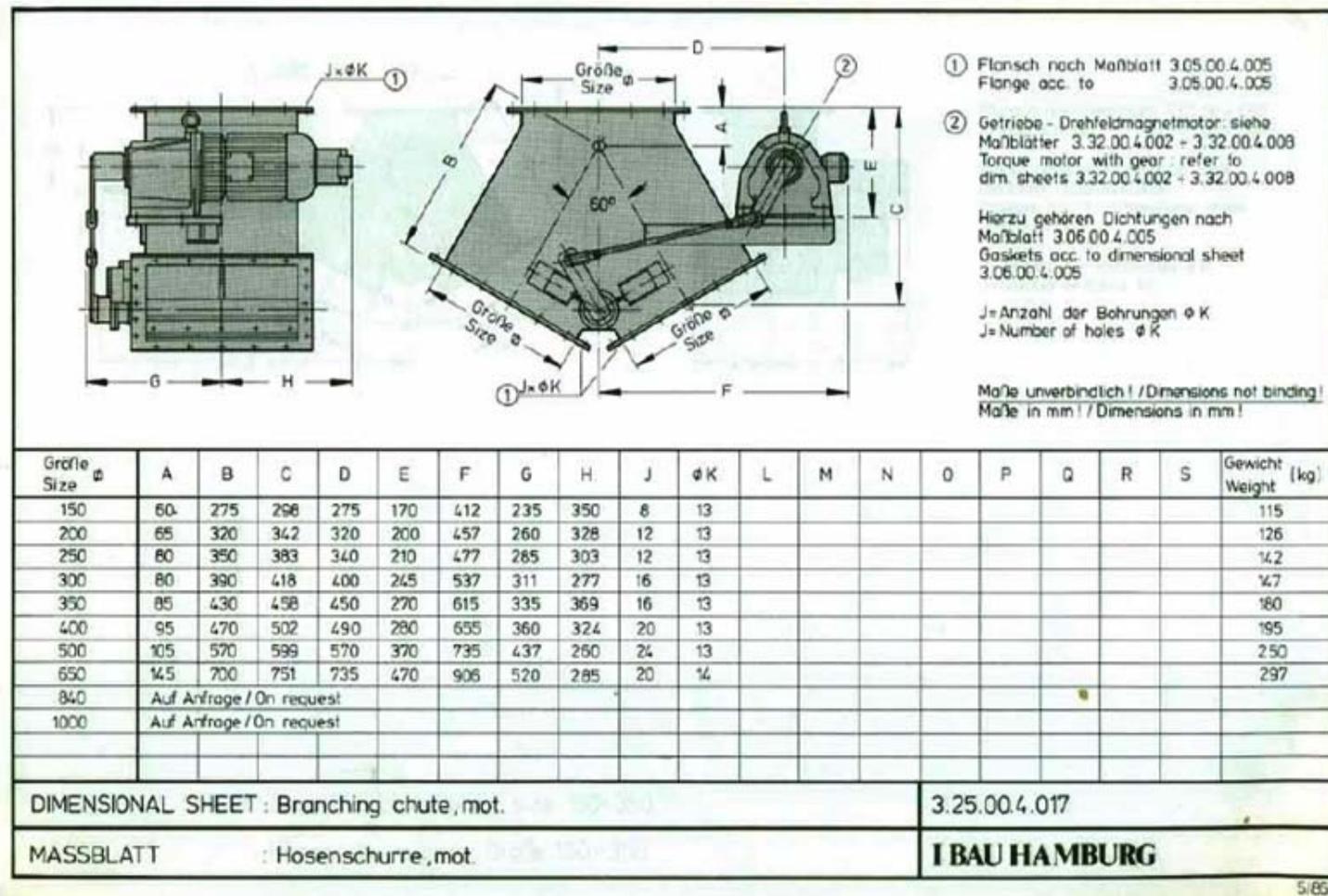


FIGURA 3.6 DIMENSIONES DE LA VÁLVULA DE DOS VÍAS. [7]

3.1.3 Diseño de Viga Cajón Central

En el proyecto se implementará una nueva plataforma en el nivel +2600 mm; el cual soportará la criba vibrante, pero debido que en el área no existe facilidades para la colocación de columnas de la plataforma, por lo tanto se diseñó una viga en acero ASTM A-36, el cual su diseño se basó en las cargas que soportará de estructura y equipos. Se realizó el diagrama de fuerzas, y se lo puede revisar en la figura 3.7

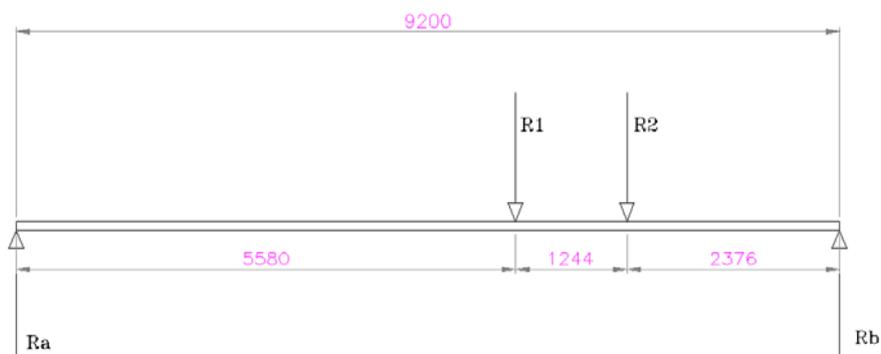


FIGURA 3.7 - DIAGRAMA DE FUERZAS.

Se conoce que la fuerza $R1=R2=1590.24$ Kg, que corresponde al peso de la plataforma, peso y carga de criba con su estructura, pasamanos, rodapiés y un peso promedio de 4 personas de 90 Kg.

Se analiza el punto A, realizando el momento dando la siguiente ecuación, considerando positivo el sentido de las manecillas del reloj.

$$\sum M_A = (R_1 * 5.58 \text{ m}) + (R_2 * 6.824 \text{ m}) - (R_B * 9.2 \text{ m}) = 0$$

$$(1590.24 \text{ Kg} * 5.58 \text{ m}) + (1590.24 \text{ Kg} * 6.824 \text{ m}) - (R_B * 9.2 \text{ m})$$

$$R_B = 2144.06 \text{ Kg}$$

Posterior se realizará el diagrama de fuerzas en el eje vertical.

$$\sum F_y = R_A + R_B - R_1 - R_2 = 0$$

$$R_A + 2144.06 \text{ Kg} - 1590.24 \text{ Kg} - 1590.24 \text{ Kg} = 0$$

$$R_A = 1036.42 \text{ Kg}$$

El diagrama de fuerzas completa se lo muestra en la Figura 3.8

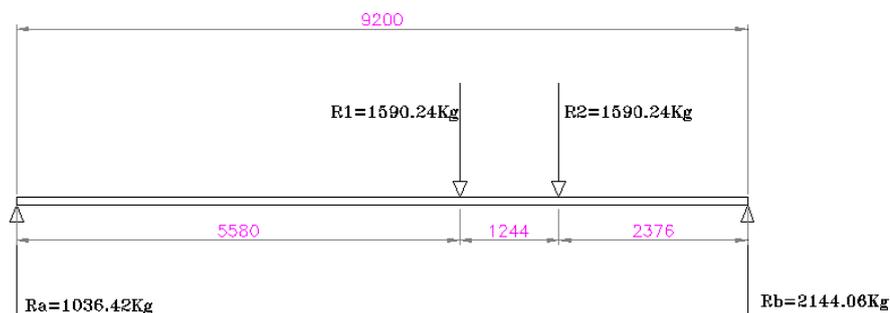


FIGURA 3.8 - DIAGRAMA DE FUERZAS COMPLETAS

El diagrama cortante se muestra en la Figura 3.9.



FIGURA 3.9 - DIAGRAMA CORTANTE.

Teniendo el diagrama de cortante, se determina el diagrama de momento el cual se lo observa en la Figura 3.10

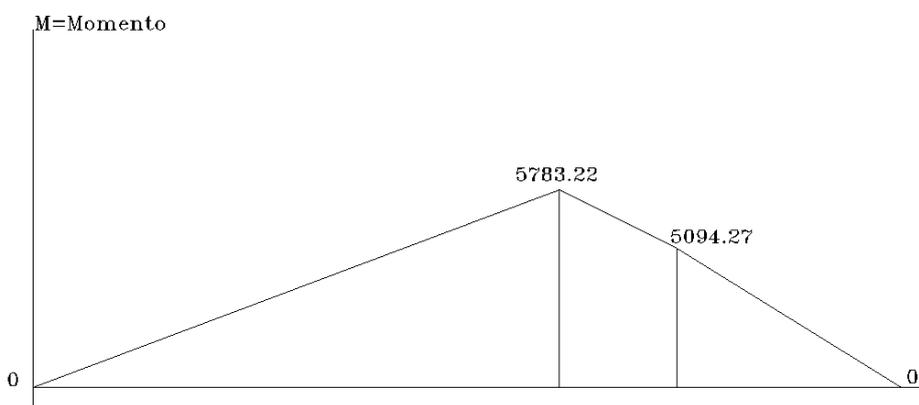


FIGURA 3.10 - DIAGRAMA DE MOMENTO.

El momento máximo según su diagrama es:

$$M_{max} = 5783.22 \text{ Kg} - m = 56733.38 \text{ N} - m$$

Conociendo que se construirá con acero estructural ASTM A-36, el límite último de fluencia es 36000 psi (250 MPa) y asumiendo un factor de seguridad de 2 se determina el modulo de sección.

$$n = \frac{S_y}{\sigma}$$

Donde

n : Factor de seguridad

S_y : Límite último de fluencia

σ : Esfuerzo permisible

Reemplazando el esfuerzo permisible se obtiene:

$$n = \frac{S_y}{\frac{M_{max}}{z}}$$

Donde:

M_{max} : Momento máximo

z : Momento de sección

Despejando el Momento de Sección se obtiene:

$$z = \frac{n * M_{max}}{S_y}$$

Reemplazando los valores nos da un valor de:

$$z = \frac{(2) * (56733.38 \text{ N} - \text{m})}{250 \text{ MPa}} = 4.54 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 454 \text{ cm}^3$$

Con ese módulo de sección se analiza las tablas 15, 16, 17 para ver los perfiles que se podrán utilizar.

TABLA 15
TABLA DE PERFILES HEB. [8]

DENOMINACION	DIMENSIONES					SECCION PESOS		TIPOS			
	h mm	b mm	s mm	t mm	r mm	cm ²	Kg/mt	Ix cm ⁴	Iy cm ⁴	Wx cm ³	Wy cm ³
HEB 100	100	100	6.00	10.00	12	26.00	20.40	450	167	89	33.50
HEB 120	120	120	6.50	11.00	12	34.00	26.70	864	318	144	52.90
HEB 140	140	140	7.00	12.00	12	43.00	33.70	1510	550	216	78.50
HEB 160	160	160	8.00	13.00	15	54.30	42.60	2490	889	311	111.00
HEB 180	180	180	8.50	14.00	15	65.30	51.20	3830	1360	426	151.00
HEB 200	200	200	9.00	15.00	18	78.10	61.30	5700	2000	570	200.00
HEB 220	220	220	9.50	16.00	18	91.00	71.50	8090	2840	736	258.00
HEB 240	240	240	10.00	17.00	21	106.00	83.20	11260	3920	938	327.00
HEB 260	260	260	10.00	17.50	24	118.00	93.00	14920	5130	1150	395.00
HEB 280	280	280	10.50	18.00	24	131.00	103.00	19270	6590	1380	471.00
HEB 300	300	300	11.00	19.00	27	149.00	117.00	25170	8560	1680	571.00
HEB 320	320	300	11.50	20.50	27	161.00	127.00	30820	9240	1930	616.00

TABLA 16
TABLA DE PERFILES IPN [8]

DENOMINACION	DIMENSIONES					SECCION		PESOS		PROPIEDADES			
	h mm	s mm	g mm	t mm	R mm	R1 mm	cm ²	Kg/m	I _x cm ⁴	I _y cm ⁴	W _x cm ³	W _y cm ³	
IPN 80	80	42	3.90	5.90	30.90	2.30	7.58	5.95	77	6.29	19.50	3.00	
IPN 100	100	50	4.50	6.80	4.50	2.70	10.60	8.32	171	12.20	34.20	4.88	
IPN 120	120	58	5.10	7.70	5.10	3.10	14.20	11.20	328	21.50	54.70	7.41	
IPN 140	140	66	5.70	8.60	5.70	3.40	18.30	14.40	573	35.20	81.90	10.70	
IPN 160	160	74	6.30	9.50	6.30	3.80	22.80	17.90	935	54.70	117.00	14.80	
IPN 180	180	82	6.90	10.40	6.90	4.10	27.90	21.90	1450	81.30	161.00	19.80	
IPN 200	200	90	7.50	11.30	7.50	4.50	33.50	26.30	2140	117.00	214.00	26.00	
IPN 220	220	98	8.10	12.20	8.10	4.90	39.60	31.10	3060	162.00	278.00	33.10	
IPN 240	240	106	8.70	13.10	8.70	5.20	46.10	36.20	4250	221.00	354.00	41.70	
IPN 260	260	113	9.40	14.10	9.40	5.60	53.40	41.90	5740	288.00	442.00	51.00	
IPN 300	300	125	10.80	16.20	10.80	6.50	69.10	54.20	9800	451.00	653.00	72.20	
IPN 340	340	137	12.20	18.30	12.20	7.30	86.80	68.10	15700	647.00	923.00	98.40	
IPN 360	360	143	13.00	19.50	13.00	7.80	97.10	76.20	19610	818.00	1090.00	114.00	
IPN 400	400	155	14.40	21.60	14.40	8.60	118.00	92.60	29210	1160.00	1460.00	149.00	
IPN 450	450	170	16.20	24.30	16.20	9.70	147.00	115.00	45850	1730.00	2040.00	203.00	
IPN 500	500	185	18.00	27.00	18.00	10.80	180.00	141.00	68740	2480.00	2750.00	268.00	
IPN 550	550	200	19.00	30.00	19.00	11.90	213.00	167.00	99180	3490.00	3610.00	349.00	

TABLA 17
TABLA DE PERFILES IPE. [8]

DENOMINACION	DIMENSIONES					SECCION		PESOS		TIPOS			
	h mm	s mm	g mm	t mm	R mm	cm ²	kg/mt	I _x cm ⁴	I _y cm ⁴	W _x cm ³	W _y cm ³		
IPE 80	80	46	3.80	5.20	5	7.64	6.00	80	8.49	20.00	3.69		
IPE 100	100	55	4.10	5.70	5	10.30	8.10	171	15.90	34.20	5.79		
IPE 120	120	64	4.40	6.30	5	13.20	10.40	318	27.70	53.00	8.65		
IPE 140	140	73	4.70	6.90	7	16.40	12.90	541	44.90	77.30	12.30		
IPE 160	160	82	5.00	7.40	7	20.10	15.80	869	68.30	109.00	16.70		
IPE 180	180	91	5.30	8.00	7	23.90	18.80	1320	101.00	140.00	22.20		
IPE 200	200	100	5.60	8.50	9	28.50	22.40	1940	142.00	194.00	28.50		
IPE 220	220	110	5.90	9.20	9	33.40	26.20	2770	205.00	252.00	37.30		
IPE 240	240	120	6.20	9.80	12	39.10	30.70	3890	284.00	324.00	47.30		
IPE 270	270	135	6.60	10.20	12	45.90	36.10	5790	420.00	429.00	62.20		
IPE 300	300	150	7.10	10.70	15	53.80	42.20	8360	604.00	557.00	80.50		
IPE 330	330	160	7.50	11.50	15	62.60	49.10	11770	788.00	713.00	98.50		
IPE 360	360	170	8.00	12.70	118	72.70	57.10	16270	1040.00	904.00	123.00		
IPE 400	400	180	8.80	13.50	118	84.50	63.30	23130	1320.00	1160.00	146.00		
IPE 450	450	190	9.40	14.60	21	98.80	77.70	33740	1680.00	1500.00	176.00		
IPE 500	500	200	10.20	16.00	21	116.00	90.70	48200	2140.00	1930.00	214.00		
IPE 550	550	210	11.10	17.20	24	134.00	106.00	67120	2670.00	2440.00	254.00		

De acuerdo a las tablas 15, 16, 17 se determina el modulo de sección de los siguientes perfiles:

- HEB 200: $z=570 \text{ cm}^3$
- IPN 300: $z=653 \text{ cm}^3$
- IPE 300: $z=557 \text{ cm}^3$

Se puede seleccionar cualquiera de los 3 perfiles mencionados; pero se revisa la tabla 18 para analizar el tiempo de importación, suministro del material y los costos de fabricación.

TABLA 18
TABLA DE PERFILES

PERFILES						
Descripción de perfiles	Cantidad (un.)	Peso (Kg)	Costo de suministro de material (\$)	Costo de fabricación y montaje (\$)	Costo Total (\$)	Tiempo de importación (días)
HEB 200 x 6000 mm	2	367.8	1287.3	1066.62	\$ 2,353.92	72
IPN 300 x 6000 mm	2	325.2	1138.2	943.08	\$ 2,081.28	90
IPE 300 x 6000 mm	2	253.2	860.88	734.28	\$ 1,595.16	60

De acuerdo al tiempo de importación y el costo se ve la necesidad de fabricar la viga localmente, para el cual se ha considerado una viga llena doble alma o viga cajón, de acuerdo a las cargas establecidas y la luz que tiene la viga central; para el cual se ha determinado el factor de seguridad y así comprobar su correcta elección.

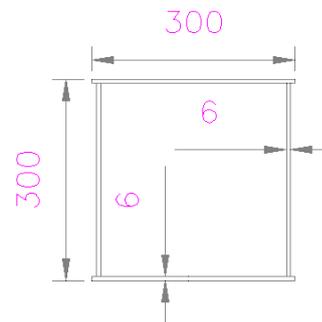


FIGURA 3.11 - ESQUEMA DE VIGA LLENA ALMA DOBLE

Se asume que será una viga de 300x300x6 mm para el cual se determina la inercia.

$$I = \frac{b * h^3}{12}$$

Donde:

I : Inercia

b : Base

h^3 : Altura elevada al cubo

Se determina la inercia de las dos áreas:

$$I_1 = \frac{(0.3) * (0.3^3)}{12} = 6.75 \times 10^{-4} m^4$$

$$I_2 = \frac{(0.288) * (0.288^3)}{12} = 5.73 \times 10^{-4} m^4$$

Luego de obtener el valor de las dos inercias se aplica la siguiente ecuación:

$$I_T = I_1 - I_2$$

Donde

I_T : Inercia total y es la diferencia de las dos inercias calculadas

I_1 : Inercia del área mayor.

I_2 : Inercia del área menor.

Reemplazando los valores nos da una inercia total de:

$$I_T = 6.75 \times 10^{-4} m^4 - 5.73 \times 10^{-4} m^4$$

$$I_T = 1.02 \times 10^{-4} m^4$$

Se determina el esfuerzo de flexión.

$$\sigma = \frac{M_{max} * c}{I_T}$$

Donde

σ : Esfuerzo de Flexión.

M_{max} : Momento máximo

c : Distancia al centro medio

I_T : Inercia total

Reemplazando estos valores se obtiene

$$\sigma = \frac{56733.38 \text{ N} - m * (0.15 \text{ m})}{1.02 \times 10^{-4} \text{ m}^4}$$

$$\sigma = 83.43 \text{ MPa}$$

Se determina el factor de seguridad mediante el análisis estático

$$n = \frac{S_y}{\sigma}$$

$$n = \frac{250 \text{ MPa}}{83.43 \text{ MPa}}$$

$$n = 2.9$$

Con el factor de 2.9 se observa que el diseño por análisis estático no fallará.

A continuación se analizará el factor de seguridad mediante diseño de fatiga, a partir de la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{n} = \frac{\sigma_a}{S_e} K_f + \frac{\sigma_m}{S_{ut}}$$

Donde

n : Factor de seguridad a la fatiga.

σ_a : Esfuerzo de amplitud.

S_e : Límite de resistencia

K_f : Concentrador de esfuerzos

σ_m : Esfuerzo medio

S_{ut} : Límite último a la tensión

El primer factor que se calculará es el valor de Límite de resistencia mediante la siguiente ecuación:

$$S_e = K_a K_b K_c K_d K_e K_f S_e'$$

Donde:

K_a = Factor de acabado superficial

K_b = Factor de tamaño

K_c = Factor de carga.

K_d = Factor de temperatura

K_e = Factor de confiabilidad

K_f = Factor de efectos diversos.

S'_e = Límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

S_e = Límite de resistencia a la fatiga en la ubicación crítica de una parte de máquina en la geometría y condición de uso.

Para determinar el factor de acabado superficial se la determina mediante la siguiente ecuación.

$$K_a = aS_{ut}^b$$

Donde:

K_a : Factor de acabado superficial

a y b : Constantes que se encuentran en la tabla 19

S_{ut} : Límite de resistencia mínima a la tensión

Los factores a y b se lo determina mediante la tabla 3.14

TABLA 19
TABLA DE ACABADO SUPERFICIAL [9]

Acabado Superficial	Factor a		Exponente b
	Ksi	Mpa	
Esmerilado	1.34	1.58	-0.085
Maquinado o estirado en frio	2.70	4.51	-0.265
Rolado en caliente	14.40	57.70	-0.718
Forjado	39.90	272.00	-0.995

El proceso tendrá un esmerilado como acabado superficial, reemplazando los valores se obtiene el facto de acabado superficial:

$$K_a = (1.58) * (399.89)^{-0.085}$$

$$K_a = 0.95$$

El factor de tamaño se lo determina en base que no es un cuerpo circular no rotativo, por ende se determina el diámetro equivalente.

$$d_{eq} = 0.808\sqrt{b * h}$$

Donde:

d_{eq} : Diámetro equivalente

b : Base

h : Altura

Reemplazando los valores se obtiene:

$$d_{eq} = 0.808\sqrt{(0.3) * (0.3)}$$

$$d_{eq} = 0.2424 \text{ m}$$

Obtenido el diámetro equivalente se determina el factor de tamaño.

$$K_b = 1.51 d_{eq}^{-0.107}$$

$$K_b = 1.51 * 0.2424^{-0.107}$$

$$K_b = 1.7$$

Para el factor de carga se tiene los siguientes parámetros que se detallan en la tabla 20

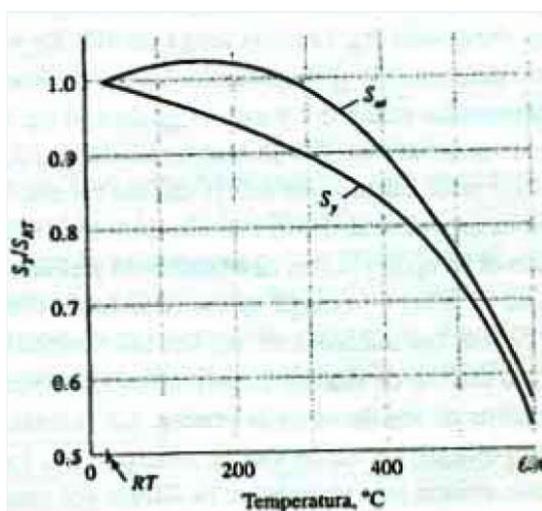
TABLA 20
TABLA DE FACTOR DE CARGA [9]

Kc	1	flexión
	0.85	axial
	0.59	torsión

Como se obtiene esfuerzos de flexión el valor de $K_c = 1$

El factor de temperatura se la determina mediante la tabla 21

TABLA 21
CURVA PARA EL CALCULO DE FACTOR DE TEMPERATURA [9]



El factor de temperatura para un trabajo de 50° según los puntos de intersección se obtiene un valor de:

$$K_d = 0.99$$

El factor de confiabilidad se lo determina en base a la confiabilidad de diseño y usando la tabla 22

TABLA 22
TABLA DE CALCULO DE FACTOR DE
CONFIABILIDAD [9]

Factor de Confiabilidad k_e		
Confiabilidad (%)	Variable Za	Variable de Confiabilidad K_e
50	0	1.000
90	1.288	0.897
95	1.645	0.868
99	2.326	0.814
99.9	3.091	0.753
99.99	3.719	0.702
99.999	4.265	0.659
99.9999	4.753	0.620

Se selecciona el 99% de confiabilidad, dando un factor de confiabilidad de:

$$K_e = 0.814$$

El factor de efectos varios es 1 debido que solo el granallado es un efecto externo que aplica sobre la viga.

Luego se procederá a calcular la resistencia a la fatiga, reemplazando el límite último a la tensión en la siguiente ecuación:

$$S_e' = 0.504 S_{ut}$$

Donde

S_e' : Límite de resistencia a la fatiga en viga rotatoria

S_{ut} : Límite último a la tensión.

Reemplazando se obtiene.

$$S_e' = 0.504 * (399.89 \text{ MPa})$$

$$S_e' = 201.54 \text{ MPa}$$

Una vez que se obtiene todos los datos se procede a calcular el valor del límite de resistencia a la fatiga mediante la siguiente ecuación:

$$S_e = K_a K_b K_c K_d K_e K_f S_e'$$

$$S_e = (0.95) * (1.7) * (1) * (0.99) * (0.814) * (1) * (201.54)$$

$$S_e = 262.29 \text{ MPa}$$

Los esfuerzos de amplitud y medio se lo determinan a continuación:

$$\sigma_a = \sigma_m = \frac{\sigma_{max}}{2}$$

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max}}{z} = \frac{56733.38 \text{ N} \cdot \text{m}}{4,54 \times 10^{-4} \text{ m}^3} = 124.96 \text{ MPa}$$

Por ende

$$\sigma_a = \sigma_m = \frac{124.96 \text{ MPa}}{2} = 62.48 \text{ MPa}$$

Reemplazando en la ecuación:

$$\frac{1}{n} = \frac{\sigma_a}{S_e} K_f + \frac{\sigma_m}{S_{ut}}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{62.48}{262.29} (1) + \frac{62.48}{399.89}$$

$$n = 2.5$$

En base al factor de seguridad obtenida de 2.5, se determina que el elemento no fallará por esfuerzos de fatiga.

Simulación de Viga Cajón Central

Los resultados teóricos, se lo comprobará mediante un software de modelación y análisis estructural como lo es el SAP2000®.

El primer paso es ingresar los valores de las dimensiones de la viga cajón, como se lo detalla en la figura 3.12 adjunta:

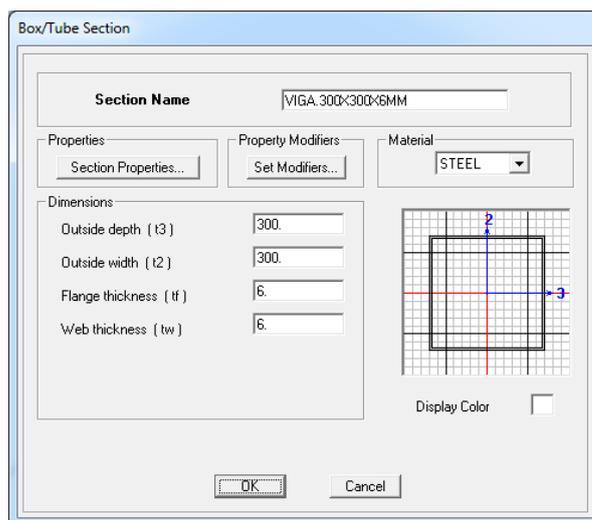


FIGURA 3.12 - ENTRADA DE VALORES DE DIMENSIONES DE LA VIGA CAJÓN EN SAP2000®

Luego se procede a asignarle la sección rectangular a la viga:

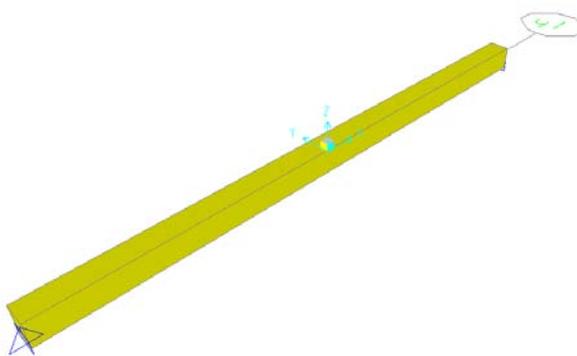


FIGURA 3.13 - VIGA DE SECCION RECTANGULAR

Se ingresan las cargas puntuales. Ver figura 3.14 adjunta:

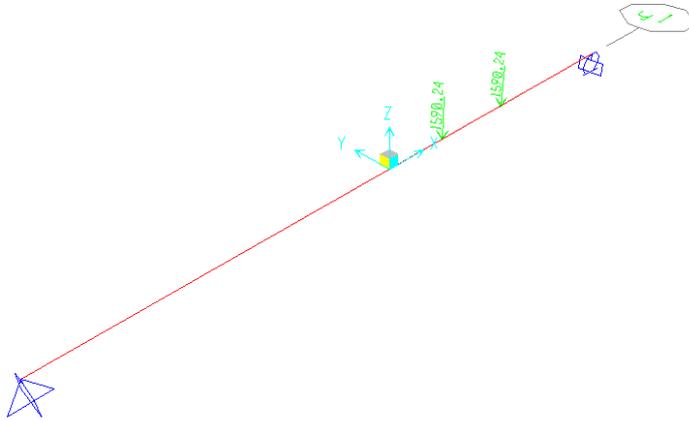


FIGURA 3.14 - CARGAS PUNTUALES EN SAP2000®

Una vez que se han ingresado todas las variables, se realiza la simulación, donde se obtiene la figura 3.15, la cual es la deformación de la viga en caso de falla.

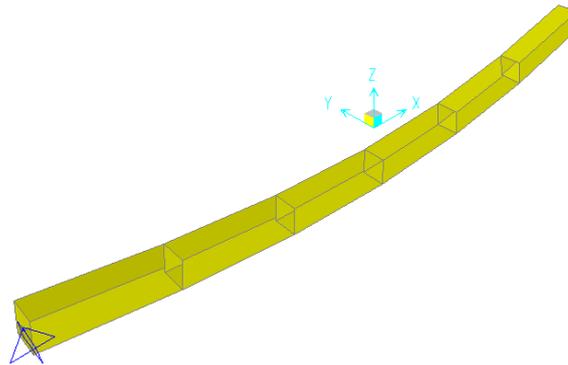


FIGURA 3.15 - DEFORMACIÓN EN CASO DE FALLA

Se analizan los esfuerzos aplicados a la viga, dando como resultados la figura 3.16, donde se comprueba los resultados mediante esquemas de colores.

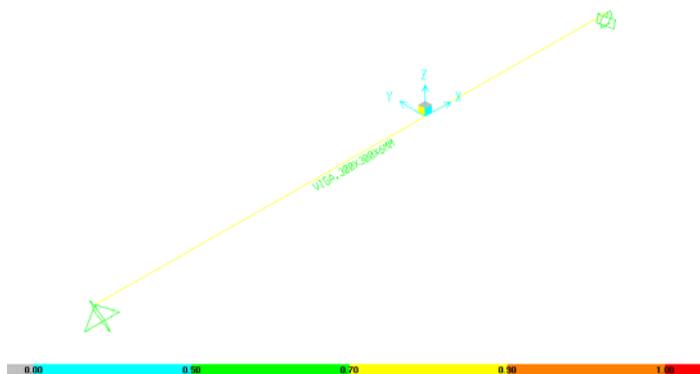


FIGURA 3.16 - INDICADORES DE RESULTADOS

Los colores indican lo siguiente:

- Turquesa: Viga sobredimensionada
- Verde y amarillo: Selección idónea
- Naranja: Expuesta a fallar
- Rojo: La viga fallará (seleccionar otro perfil que cumpla con los esfuerzos).

La viga llena de alma doble de 300x300x6 mm, está en el área de color amarillo como se lo denota en la figura 3.16, por consiguiente el diseño está de acuerdo a los parámetros de trabajos.

3.1.4 Diseño de Ductos para Transporte de Arena

Los ductos para transporte de arena sirven para dirigir un flujo de arena hacia el silo S2, en donde se almacenará el producto.

De acuerdo al espacio confinado que presenta el área, se realizará el desvío con ductos que rodearán al silo de arena principal existente (254 m³), teniendo presente que el ángulo de los ductos para que fluya con facilidad el material debe de ser mayor o igual a 45°. En caso de ser menor a 45°, se presentarán acumulaciones de arena en los tramos de los ductos. En conclusión el ángulo mínimo para obtener un proceso continuo de arena es 45°.

De acuerdo al impacto que tiene el ducto con el material por el cambio de dirección, se considerará utilizar Acero Dillidur 500, con el objetivo de permitir durabilidad del material; su resistencia al desgaste se debe a las propiedades mecánicas debido a su composición.

El ducto se lo diseñará con un diámetro de Ø320 mm en un espesor de 8 mm. con los soportes en cada 1/3 del recorrido.

El material Dillidur 500 presenta una dureza de 470-530 HBW, y a pesar de su elevada dureza, se debe de tener presente esta característica para el conformado en frío. Aunque este acero tiene buenas propiedades para su conformación en frío; sin embargo al ser mayor su límite elástico, la potencia necesaria para su conformación, en relación con una chapa de acero común y del mismo espesor será mayor. Debido a su dureza, en el proceso de la conformación en frío se deberá considerar el radio mínimo de curvado.

En la tabla 23 se muestra el espesor mínimo para los procesos de conformado en frío.

TABLA 23
TABLA DE CALCULO DE DIAMETRO MINIMOS[5].

	Radio mínimo de curvado	Apertura mínima de matriz
Sección transversal	7 e	14 e
Sección longitudinal	9 e	18 e

En el caso que se presenta, el espesor del material es de 8 mm, aplicando la fórmula de apertura mínima de matriz sería $\varnothing 144$ mm; por ende con el $\varnothing 320$ mm está correcto la selección de diseño.

3.1.5 Diseño de Silo

El silo es el recipiente donde se almacenará las partículas más finas que fueron separadas en los procesos anteriores y conducida por medio de los ductos de descarga de desvío de arena.

Se desea almacenar una capacidad de 2.7 m^3 ; analizando los tipos de tolvas de la figura 3.17

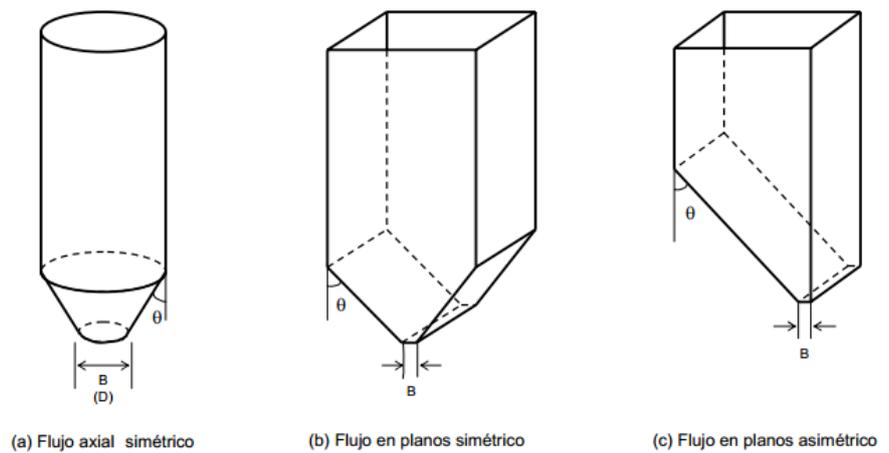


FIGURA 3.17 - TOLVAS E INFLUENCIAS EN FORMA DE FLUJO

Por espacio físico se ha considerado el diseño del flujo axial simétrico como se muestra en la parte a de la figura 3.17. A su vez el silo de flujo axial simétrico distribuye

uniformemente sus esfuerzos y el comportamiento del material se lo denota en la figura 3.18

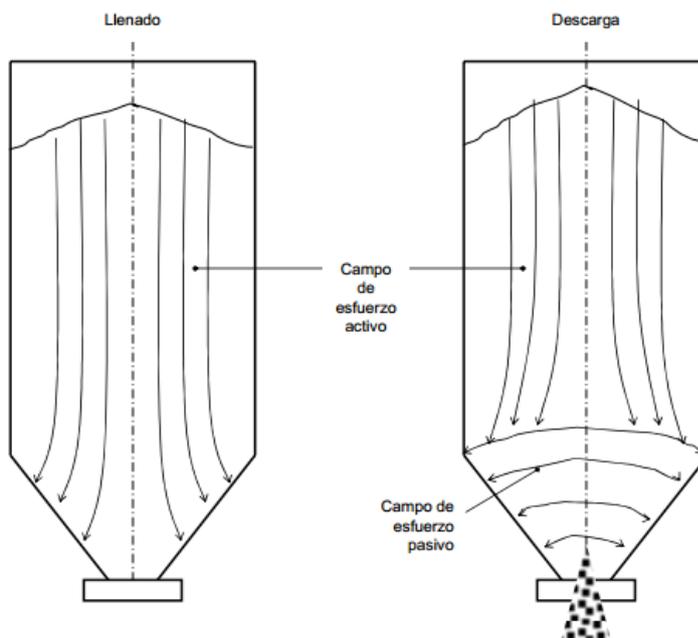


FIGURA 3.18 - DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN SILOS

Luego como se desea almacenar 2.12 ton, se va a considerar las dimensiones necesarias para la ubicación del silo en el área específica. Tomando en cuenta para las dimensiones un 20% de excedente del volumen requerido en el proceso.

La altura del cuerpo cilíndrico es de 1330 mm y de la tolva es 895 mm; los diámetros mayor y menor tendrán que ser 1560 mm y 300 mm respectivamente para darnos un

volumen de almacenaje de 3.25 m^3 , cubriendo el volumen de 2.7 m^3 que requiere el proceso. En la figura 3.19 se muestran las dimensiones del silo.

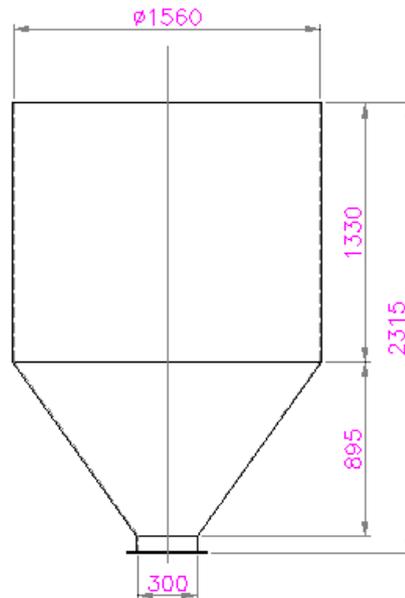


FIGURA 3.19 - DIMENSIONES DE SILO

El siguiente paso del cálculo es determinar la presión a la que está sometido el interior del silo.

Las presiones que intervienen en el silo son la presión atmosférica y la presión ejercida por la columna de arena debido que el material almacenado en el silo desciende por gravedad a través de los ductos de desvío de arena. Se

determina la presión de trabajo mediante la siguiente ecuación.

$$P_T = P_{atm} + P_c$$

Donde

P_T : Presión total

P_{atm} : Presión atmosférica

P_c : Presión de la columna de arena

La presión de la columna de arena también puede ser expresada como

$$P_c = \rho * g * H$$

Donde

ρ : Densidad del material

g : Gravedad

H : Altura de presión aplicada

Reemplazando los valores se obtiene.

$$P_c = 787 \frac{Kg}{m^3} * 9.81 \frac{m}{s^2} * 10.33 m$$

El valor de la presión de la columna de arena es:

$$P_c = 79752.46 Pa$$

Luego se procede a reemplazar los valores en la ecuación de la presión total

$$P_T = 101325 Pa + 79752.46 Pa$$

Dando una presión total

$$P_T = 181077.46 Pa$$

Conociendo el valor de la presión y las dimensiones del silo, se procederá a realizar un análisis de carga y esfuerzos mediante simulación virtual empleando el software SAP2000®. El primer paso de la simulación es modelar el silo en el software como se lo observa en la figura 3.20.

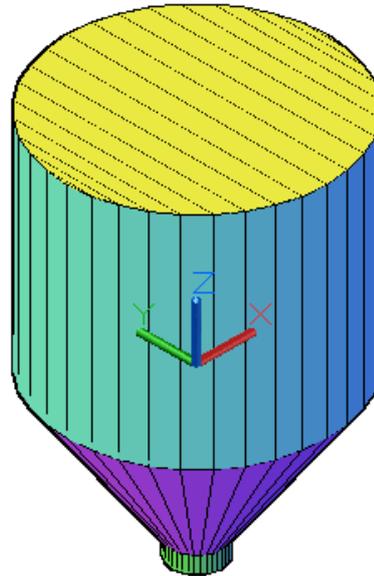
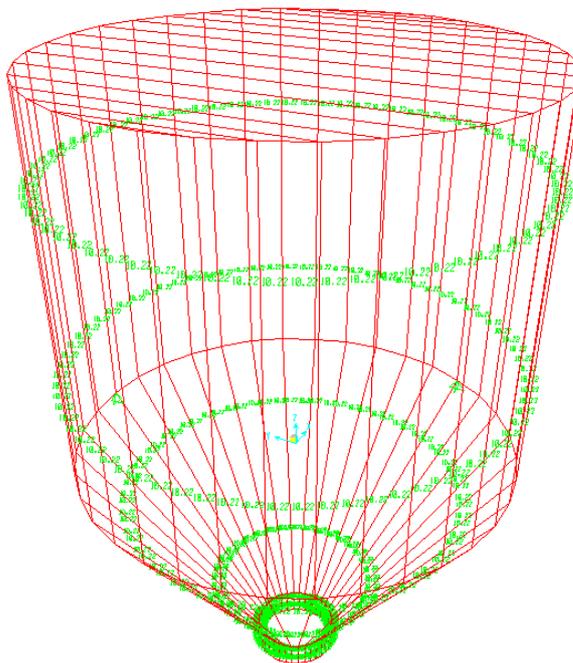


FIGURA 3.20 - MODELO DEL SILO EN SAP2000®

Una vez que se tiene el modelo del silo, se procede a ingresar el valor de la carga y presiones que soportará el silo. Para la modelación en el software se ha empleado un espesor de chapa de 6mm. La figura 3.21 muestra el ingreso de los valores de la presión.



**FIGURA 3.21 - INGRESO DE VALORES DE PRESIONES
EN EL SILO.**

Una vez ingresado los valores de presiones, a continuación se procede a correr el programa, obteniéndose como primer gráfico la máxima deformación que sufriría el silo en caso de fallar. La figura 3.21 denota la deformación del silo.

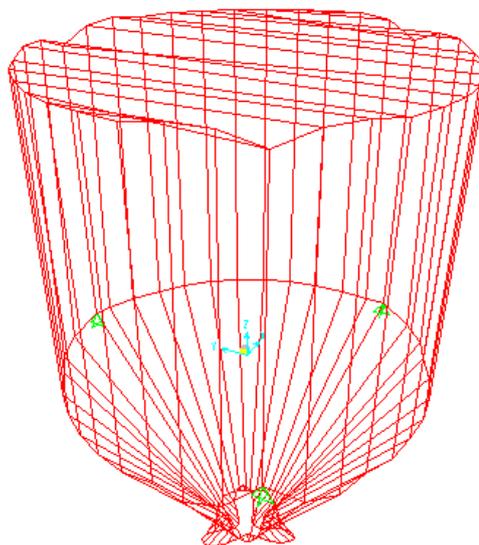
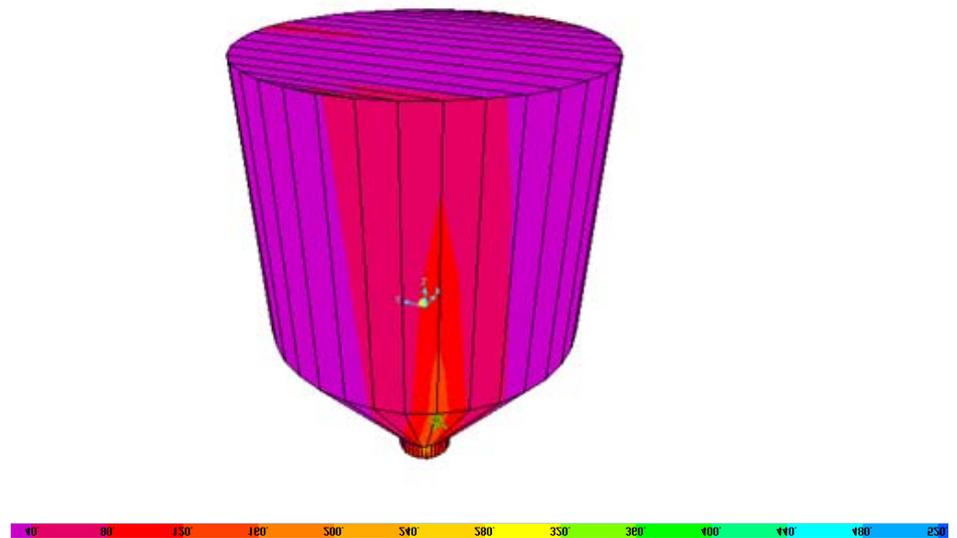


FIGURA 3.22 - DEFORMACIÓN DEL SILO EN CASO DE FALLAR

La figura 3.21 muestra que las deformaciones que sufre el silo, el cual sus puntos más críticos son en el área en donde se encuentran las tres columnas colgantes del silo. Luego se verifica el análisis de resultados de esfuerzos mediante la gama de colores que muestra el programa, obteniéndose como resultado la figura 3.22



**FIGURA 3.23 - RESULTADOS DE ESFUERZOS EN
SAP2000®**

El silo está dentro de los rangos del diseño, solo se nota presencia de esfuerzos mayores en las tres áreas en donde se colocarán las columnas colgantes.

Las dimensiones del silo para almacenamiento de arena se adjunta la tabla 24

TABLA 24
TABLA DE DIMENSIONES DE SILO DE
ALMCENAMIENTO

Altura del cilindro	1330 mm
Altura de tolva	895 mm
Diamtero mayor	1560 mm
Diametro menor	300 mm
Espesor	6 mm
Capacidad	2.7 m3
Material	ASTM A-36
Cantidad	1

El siguiente cálculo es determinar los parantes del silo. Por el espacio físico se considera diseñarlos colgante a una estructura existente.

Primero se determina el peso que soportará los parantes colgante.

$$W_T = W_m + W_s$$

Donde

W_T : Peso total del silo

W_m : Peso del material en el silo

W_s : Peso propio del silo

Reemplazando lo valores

$$W_T = 2557.75 \text{ kg} + 457.43 \text{ Kg}$$

Dando como resultado

$$W_T = 3015.18 \text{ Kg} [29578.92 \text{ N}]$$

Se asume tres parantes colgantes que soportará el peso del silo, dándonos un peso total unitario

$$W_T = 1005.06 \text{ Kg} [9859.64 \text{ N}]$$

Luego se determina el modulo de sección mediante la igualación de las siguientes ecuaciones.

$$n = \frac{S_y}{\sigma}$$

Donde

n : Factor de seguridad

S_y : Límite último de fluencia

σ : Esfuerzo permisible

Reemplazando el esfuerzo permisible se obtiene

$$n = \frac{S_y}{\frac{M_{max}}{z}}$$

Donde

M_{max} : Momento máximo

z : Momento de sección

Se calcula el Momento máximo

$$M_{max} = F * d$$

$$M_{max} = 9859.64 \text{ N} * 1.52 \text{ m}$$

$$M_{max} = 14986.65 \text{ N} - \text{m}$$

Despejando el Momento de Sección se obtiene:

$$z = \frac{n * M_{max}}{S_y}$$

Reemplazando los valores nos da un valor de:

$$z = \frac{(1.8) * (14986.65 \text{ N} - \text{m})}{250 \text{ MPa}} = 1.07 \times 10^{-4} \text{ m}^3 = 107 \text{ cm}^3$$

Mediante la tabla 3.10 se determina que se utilizará un perfil HEB 160 con un módulo de sección $W_y = 111 \text{ cm}^3$

3.1.6 Selección de Válvula Guillotina

La válvula guillotina es utilizado cuando el flujo de un material sólido es vertido por gravedad, y en caso de emergencia el material deberá de ser interceptado. Estos equipos son utilizados a la descarga o alimentación de silos y tolvas.

Las características técnicas y ventajas

- Fácil de instalar
- Fácil de operar
- Fácil mantenimiento
- El bajo número de piezas de recambio hacen fácil el desmontaje y el ensamblaje de las nuevas piezas.

Existen mecanismo que accionan la válvula, pero en nuestro proyecto se utilizará accionamiento manual, debido que siempre estará abierta la válvula y su cierre se lo realizará en casos en que surja una emergencia en el proceso.

Según el diseño del silo la diámetro de salida es de 300 mm, por tal efecto se construirá una brida cuadrada, para que se pueda conectar la válvula guillotina al silo.

Para seleccionar la válvula guillotina, servirá de guía la figura 3.23 adjunta, la cual muestra las medidas de la válvula guillotina.

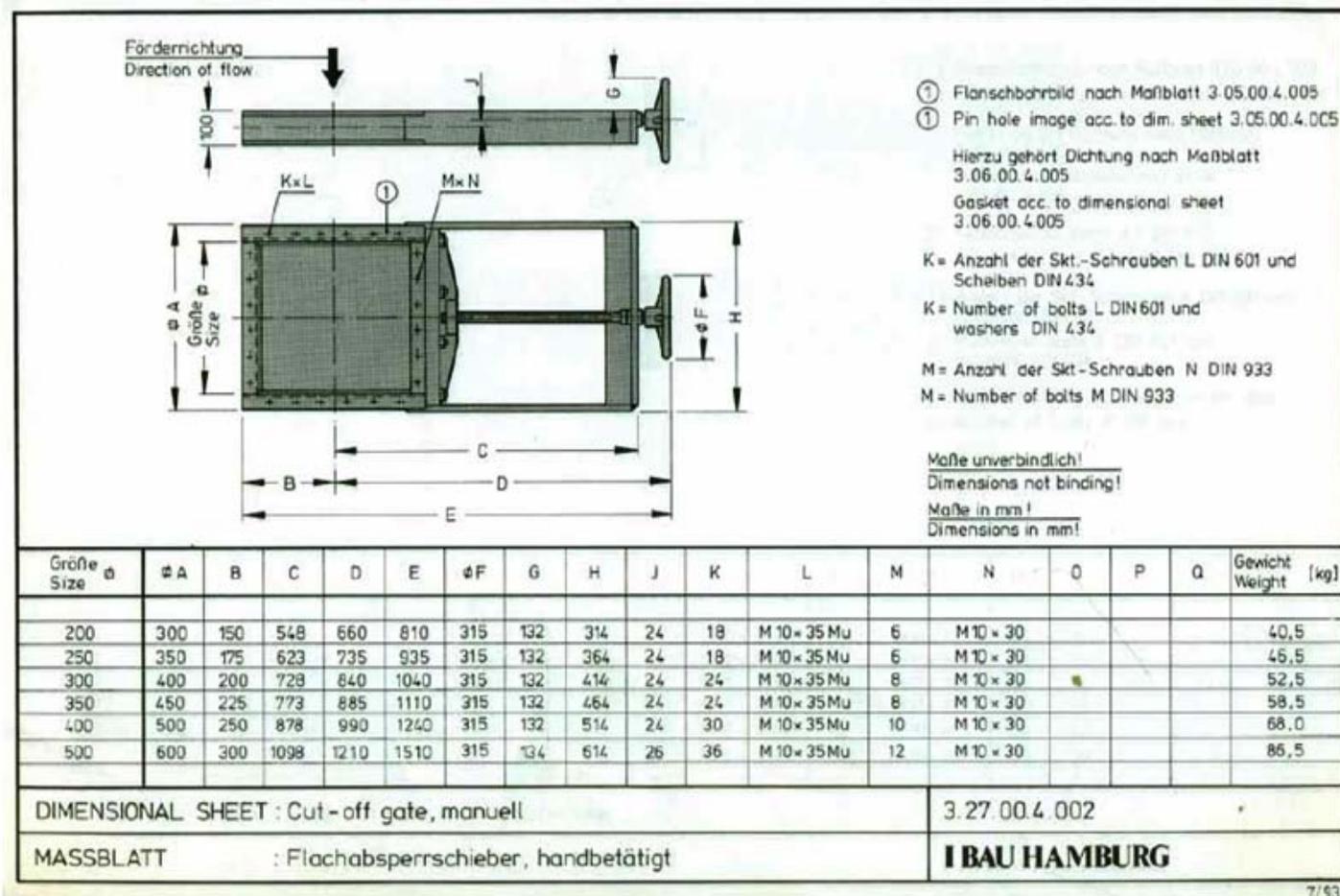


FIGURA 3.24 - DIMENSIONES DE VÁLVULA GUILLOTINA [7]

Para determinar el espesor de la placa de corte. Se deberá de conocer la masa que soportará y es de 2557.75 Kg, considerando el volumen máximo del silo de 3.25 m³.

Como la chapa de la válvula guillotina está en contacto directo con el material, se recomienda utilizar Acero Dillidur 500, por los desgastes presentados. Conociendo el límite elástico de 1300 MPa de este material se plantea la siguiente ecuación.

$$\sigma = \frac{M_{max} * c}{I}$$

Donde:

σ : Límite elástico

M_{max} : Momento máximo

I : Inercia de un área rectangular, donde la ecuación es

$$I = \frac{bh^3}{12}$$

c : Distancia al centro medio, donde la ecuación es $c = \frac{h}{2}$

Se convierte la masa en peso.

$$W = m * g$$

Donde

W : Peso (N)

m : masa (Kg)

g : Gravedad ($\frac{m}{s^2}$)

Reemplazando se obtiene el valor de:

$$W = 25091.53 \text{ N}$$

Esta carga es distribuida uniformemente sobre toda el área de la placa, por ende se la convierte en carga puntual dando como resultado 7527.45 N.

Y con todos estos datos se procede a obtener el espesor de la placa de corte.

$$\sigma = \frac{M_{max} * \frac{h}{2}}{\frac{bh^3}{12}}$$

$$h = \sqrt{\frac{6 * M_{max}}{b * \sigma}}$$

$$h = \sqrt{\frac{6 * (25091N * 0.3m)}{(0.3m) * (1300x10^6Pa)}}$$

$$h = 0.0107 m \approx 10.76 mm$$

Se ha determinado que 10.76 mm es el espesor necesario para diseñar la placa de corte; se utilizará un espesor de 12 mm en Acero Dillidur 500 para la construcción de la placa de corte de la válvula guillotina.

3.1.7 Selección de Válvula Rotativa

También es conocida como válvula esclusa y es un elemento mecánico compuesto de un rotor interno giratorio encerrado en un cuerpo cilíndrico con tapas laterales, que girando a una velocidad constante permite el desplazamiento interno de mercaderías.

Usualmente se utiliza estos equipos para trasladar con uniformidad de caudal, materiales en polvo, gránulos o pequeños chips. Su ubicación puede ser a la entrada o la descarga del silo de almacenamiento. En nuestro sistema se utilizará como dosificador, un equipo de paso vertical, como se lo observa en la figura 3.24.



FIGURA 3.25 - VÁLVULA ROTATIVA O ESCLUSA

A continuación se presentan las figuras 3.25 y 3.26; donde se aprecian los componentes internos y externos de una válvula rotativa.

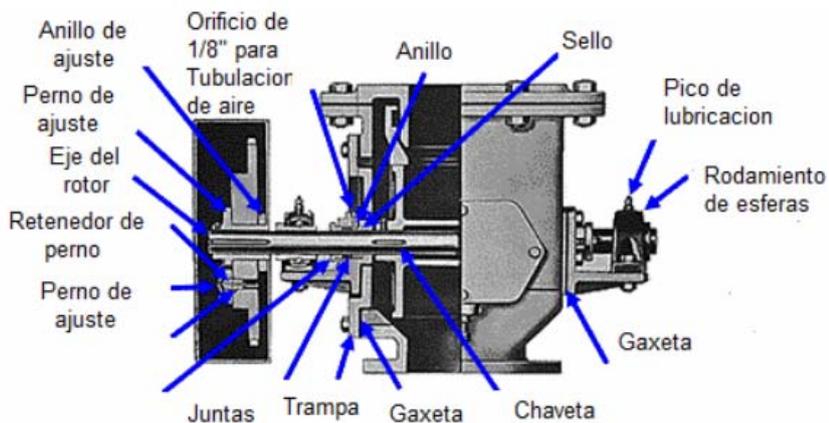


FIGURA 3.26 - COMPONENTES INTERNOS DE VÁLVULA

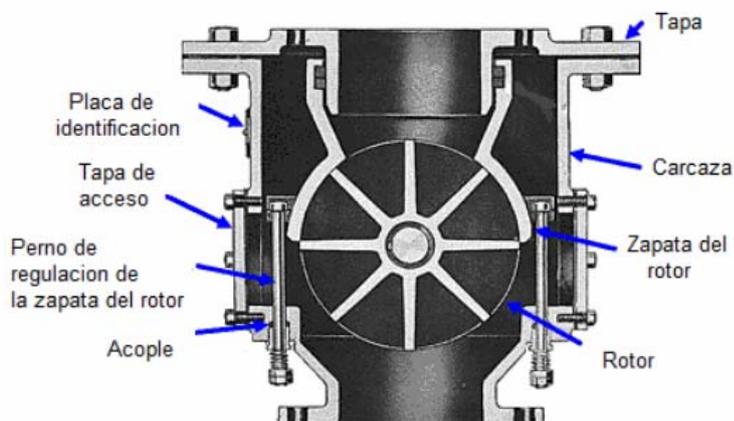
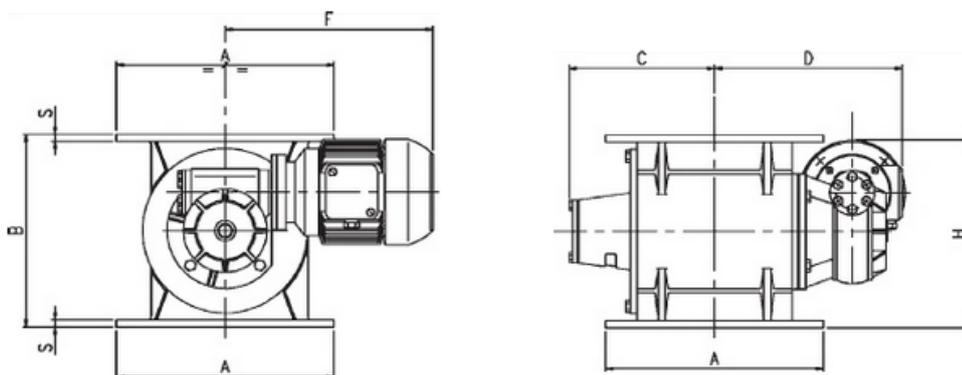


FIGURA 3.27 - COMPONENTES EXTERNOS DE VÁLVULA

Las dimensiones principales se muestra en la tabla 25:

**TABLA 25
DIMENSIONES PRINCIPALES DE LAS VALVULAS
ROTATIVAS [10]**

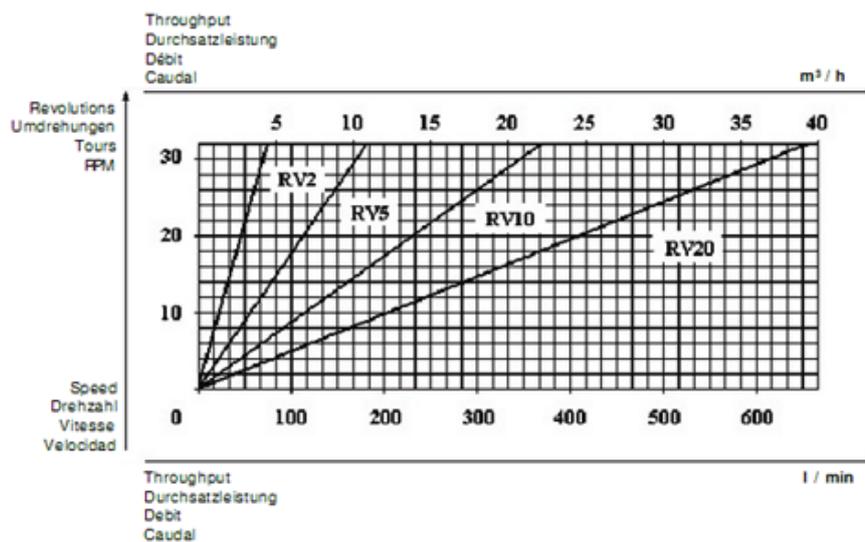


DATOS DIMENSIONALES

Type	A	B	C	S	D*	F*	H*	Electric motor Elektromotor Moteur électrique Moto eléctrico		Rotor - Zellenrad Rotor - Rotor	
								Rating Inst. Puissance Potencia kW	Speed min-1 Vitesse/min Velocidad n/min	Torque Drehmoment Couple Coppia Kgm	RPM min-1 Tours/min RPM/min
RV2/30	265	220	157	10	345	340	276	0.5	1410	11	30
RV2/20	265	220	157	10	345	340	276	0.5	930	15.5	20
RV5/30	320	280	205	13	345	340	306	0.75	1410	15	30
RV5/20	320	280	205	13	345	340	306	0.5	930	15.5	20
RV10/30	375	360	233	13	402	375	372	1.1	1410	24	30
RV10/20	375	360	233	13	402	375	372	0.75	940	25	20
RV20/30	440	455	275	15	430	400	420	1.5	1410	32	30
RV20/20	440	455	275	15	430	400	420	1.1	910	36	20

Las dimensiones de las válvulas a considerar es la RV20/30, por las dimensiones que se acoplaría al sistema actual. En la tabla 26 se verifica la capacidad de la válvula rotativa.

TABLA 26
CURVA DE CAPACIDAD DE LA VÁLVULA
ROTATIVA[10].



El promedio del caudal por hora es de $40 \text{ m}^3/h$ según la tabla 3.21.

CAPÍTULO 4

4. PLANIFICACIÓN Y NORMAS APLICADAS EN LA FABRICACIÓN.

4.1. Normas Aplicadas para la Fabricación

El proceso de fabricación se comprende de etapas, donde sus procedimientos deben de ser analizados bajo criterios de normas internacionales, las cuales rigen la estandarización de los parámetros de la fabricación. Las normas que se emplearon para la ejecución de los trabajos se los describe a continuación:

Normas de Materiales.

Los materiales empleados cumplen con los estándares de las normas ASTM (American Society for Testing Materials), analizando la norma A36; especializada en el área de los materiales de hierro y acero estructurales necesarios para la construcción.

El acero debe ajustarse en el análisis térmico del producto a los requisitos prescritos en la Tabla 2 de la norma, con sujeción a las

tolerancias de los productos de análisis. Se denota los valores en la tabla 27 adjunta:

TABLA 27
REQUISITOS QUÍMICOS DEL ACERO A-36 [11]

TABLE 2 Chemical Requirements

NOTE 1— Where "... " appears in this table, there is no requirement. The heat analysis for manganese shall be determined and reported as described in the heat analysis section of Specification A 6/A 6M.

Product	Shapes ^A	Plates ^B					Bars			
		To ¾ [20], incl	Over ¾ to 1½ [20 to 40], incl	Over 1½ to 2½ [40 to 65], incl	Over 2½ to 4 [65 to 100], incl	Over 4 [100]	To ¾ [20], incl	Over ¾ to 1½ [20 to 40], incl	Over 1½ to 4 [100], incl	Over 4 [100]
Thickness, in. [mm]	All									
Carbon, max, %	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27	0.29	0.26	0.27	0.28	0.29
Manganese, %	0.80–1.20	0.80–1.20	0.85–1.20	0.85–1.20	...	0.60–0.90	0.60–0.90	0.60–0.90
Phosphorus, max, %	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
Sulfur, max, %	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
Silicon, %	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.15–0.40	0.15–0.40	0.15–0.40	0.40 max	0.40 max	0.40 max	0.40 max
Copper, min, % when copper steel is specified	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

^A Manganese content of 0.85–1.35 % and silicon content of 0.15–0.40 % is required for shapes over 426 lb/ft [634 kg/m].

^B For each reduction of 0.01 percentage point below the specified carbon maximum, an increase of 0.06 percentage point manganese above the specified maximum will be permitted, up to the maximum of 1.35 %.

Los materiales empleados en la construcción deberán ser sometidos a las pruebas mecánicas y deberán cumplir con los requisitos de resistencia a la tracción de la Sección 8 de la norma. Los resultados deben de estar dentro de los valores de la tabla 3 de la norma; la cual se la detalla en la tabla 28 adjunta:

TABLA 28
REQUISITOS DE TENSIONES PARA EL ACERO A-36 [11]

TABLE 3 Tensile Requirements^A

Plates, Shapes, ^B and Bars:	
Tensile strength, ksi [MPa]	58–80 [400–550]
Yield point, min, ksi [MPa]	36 [250] ^C
Plates and Bars ^{D,E} :	
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %	23
Shapes:	
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %	21 ^B

^A See the Orientation subsection in the Tension Tests section of Specification A 6/A 6M.

^B For wide flange shapes over 426 lb/ft [634 kg/m], the 80 ksi [550 MPa] maximum tensile strength does not apply and a minimum elongation in 2 in. [50 mm] of 19 % applies.

^C Yield point 32 ksi [220 MPa] for plates over 8 in. [200 mm] in thickness.

^D Elongation not required to be determined for floor plate.

^E For plates wider than 24 in. [600 mm], the elongation requirement is reduced two percentage points. See the Elongation Requirement Adjustments subsection under the Tension Tests section of Specification A 6/A 6M.

En el apéndice C, se muestra el certificado de calidad de los materiales, los cuales cumple con la normas ASTM A-36.

Normas de Soldadura.

El criterio para la aplicación o proceso de la soldadura está regido bajo los buenos criterios de la ingeniería mecánica, según establece el código AWS D1.1 (American Welding Society). Este código establece las especificaciones para la elaboración del procedimiento de calificación para soldaduras en aceros estructurales.

A continuación se presenta un resumen de lo que contiene las secciones de este código:

Sección 1. Requerimientos generales: Esta sección contiene información básica sobre las generalidades y las limitaciones del Código.

Sección 2. Diseño para las conexiones soldadas: Esta sección contiene los requerimientos para el diseño de las conexiones soldadas compuestas de piezas tubulares o no-tubulares.

Sección 3. Precalificación: Está sección contiene los requerimientos sobre las excepciones de los WPS. (Welding Procedure Specification; “Procedimientos de Soldadura Especificados”) en cuanto a los requerimientos de calificación de este Código.

Sección 4. Calificación: Esta sección contiene los requerimientos de WPS y para el personal de soldadura (soldadores, operadores de soldaduras y ayudante de soldadura) que se necesitan para realizar el trabajo de acuerdo al Código.

Sección 5. Fabricación: Esta sección contiene los requerimientos, para la preparación, el armado estructural y la mano de obra para las estructuras de acero soldadas.

Sección 6. Inspección: Esta sección contiene los criterios para las calificaciones y responsabilidades de los Inspectores, los criterios de aceptación para la producción de soldaduras y los procedimientos oficiales para realizar la inspección visual y los ensayos no destructivos NDT (Non Destructive Testing).

Sección 7. Soldadura Empernada “Stud”: Esta sección contiene los requerimientos para la soldadura de pernos en estructuras de acero.

Sección 8. Refuerzo y reparación de las estructuras existentes: Esta sección contiene información básica pertinente para las modificaciones de las soldaduras o la reparación de las estructuras de acero existentes.

Procedimiento de Calificación Según Código AWS D1.1

VARIABLES DE SOLDADURA O VARIABLES ESENCIALES DEL QUE SE BUSCA ESTABLECER LAS ESPECIFICACIONES PARA LA ELABORACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CALIFICACIÓN DE SOLDADURAS (WPS) Y QUE SERÁN REGISTRADOS CON SUS VALORES Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE CALIFICACIÓN PQR.

- Metal base y metal de aporte
- Proceso o método de soldado.
- Detalles de las juntas soldadas que están diseñadas.

- Requerimientos del metal de aporte.
- Requerimientos para el precalentamiento y temperatura entre pases
- Electrodo para el método de soldadura SMAW, GMAW y SAW
- Diámetro máximo del electrodo para el método SMAW, GMAW y SAW.
- Posiciones de soldadura y ensayos no destructivos (NDT).

Combinaciones del Metal Base / Metal de Aporte

Sólo se utilizarán el metal base y el metal de aporte que se encuentra en la Tabla 3.1 del código para la precalificación del WPS. Los esfuerzos del metal base y el metal de aporte se revisarán en la tabla 3.1, la cual se muestra a continuación una parte de ella en la tabla 29 adjunta:

TABLA 29
METAL BASE PRECALIFICADO - COMBINACIONES DE
METAL DE APOORTE PARA LA RESISTENCIA CALIFICADA.
[12]

Tabla 3.1
Metal base precalificado – Combinaciones del metal de aporte para la resistencia calificada

G R U P O	Requerimientos de la Especificación del Acero				Requerimientos del metal de aporte				
	Especificación del acero	Esfuerzo / Punto de fluencia mínimo		Rango de tensión		Proceso	Especificaciones del electrodo AWS	Clasificación de Electrodo	
		ksi	MPa	ksi	MPa				
	ASTM A 36	($\leq 3/4$ in. [20 mm])	36	250	58-80	400-550	SMAW	A5.1	E60XX, E70XX
	ASTM A 53	Grado B	35	240	60 min	415 min		A5.5 ³	E70XX-X
	ASTM A 106	Grado B	35	240	60 min	415 min			
	ASTM A 131	Grados A, B, CS, D, DS, E	34	235	58-71	400-490			
	ASTM A 139	Grado B	35	241	60 min	414 min			
	ASTM A 381	Grado Y35	35	240	60 min	415 min	SAW	A5.17	F6XX-EXXX, F6XX-ECXXX, F7XX-EXXX, F7XX-ECXXX
	ASTM A 500	Grado A	33	228	45 min	310 min		A5.23 ³	F7XX-EXXX-XX, F7XX-ECXXX-XX
		Grado B	42	290	58 min	400 min			
	ASTM A 501		36	250	58 min	400 min			
	ASTM A 516	Grado 55	30	205	55-75	380-515			
		Grado 60	32	220	60-80	415-550			
	ASTM A 524	Grado I	35	240	60-85	415-586	GMAW	A5.18	ER70S-X, E70C-XC E70C-XM (Los electrodos con el Sufijo -GS de deberán excluir)
		Grado II	30	205	55-80	380-550		A5.28 ³	ER70S-XXX, E70C-XXX
I	*								
	ASTM A 570	Grado 30	30	205	49 min	340 min			
		Grado 33	33	230	52 min	360 min			
		Grado 36	36	250	53 min	365 min			
		Grado 40	40	275	55 min	380 min			
		Grado 45	45	310	60 min	415 min			
	ASTM A 573	Grado 65	35	240	65-77	450-530			
		Grado 58	32	220	58-71	400-490			
	ASTM A 709	Grado 36 ($\leq 3/4$ in. [20 mm])	36	250	58-80	400-550			
	API 5L	Grado B	35	240	60	415			
		Grado X42	42	290	60	415			
	ABS	Grados A, B, D, CS, DS			58-71	400-490			
		Grado E ²			58-71	400-490		A5.29 ³	E6XTX-X, E6XT-XM, E7XTX-X, E7XTX-XM

Es importante indicar que el material a usarse en la construcción de las estructuras es ASTM A-36.

Método o Proceso de Soldadura

El tipo de proceso que se determina, es de acuerdo a los requerimientos que se especifica en el código y de acuerdo a los materiales empleados. Los procesos seleccionados son:

- SMAW (Shielded Metal Arc Welding)
- GMAW (Gas Metal Arc Welding)

- SAW (Submerged Arc Welding)

SMAW.- El sistema de soldadura por arco eléctrico es uno de los procesos por fusión para unir piezas metálicas. Mediante la aplicación de un calor intenso, el metal en la unión de dos piezas es fundido causando una mezcla de las dos partes fundidas entre sí, o en la mayoría de los casos, junto con un aporte metálico fundido. Luego del enfriamiento y solidificación del material fundido, se obtuvo mediante este sistema una unión mecánicamente resistente. Por lo general, la resistencia a la tensión y a la rotura del sector soldado es similar o mayor a la del metal base.

En este tipo de soldadura, el intenso calor necesario para fundir los metales es producido por un arco eléctrico. Este se forma entre las piezas a soldar y el electrodo, el cual es movido manualmente o mecánicamente a lo largo de la unión (puede darse el caso de un electrodo estacionario o fijo y que el movimiento se le imprima a las piezas a soldar).

El electrodo puede ser de diversos tipos de materiales. Independientemente de ello, el propósito es trasladar la corriente en forma puntual a la zona de soldadura y mantener el arco eléctrico entre su punta y la pieza. El electrodo utilizado, según su tipo de naturaleza, puede ser consumible, fundiéndose y aportando metal de

aporte a la unión. En otros casos, cuando el electrodo no se consume, el material de aporte deberá ser adicionado por separado en forma de varilla.

GMAW.- La soldadura por arco eléctrico con protección de gas, es un proceso de soldadura en el cual el calor necesario es generado por un arco que se establece entre un electrodo consumible y el metal base a soldar. El alambre es macizo, desnudo, que se alimenta de forma continua automáticamente y se convierte en el metal depositado según se consume, realiza la función de electrodo.

El electrodo, arco, metal fundido y zonas adyacentes del metal base, quedan protegidas de la contaminación de los gases atmosféricos mediante una corriente que aporta por la tobera de la pistola, concéntricamente al alambre.

En conclusión, la soldadura de arco eléctrico con gas protector es un proceso que cabe destacar, que sirve para unir cualquier tipo de metal, no produce salpicaduras ni forma escoria, a su vez, ofrece una velocidad alta para soldar y cordones de soldadura continuos y resistentes.

SAW.- El sistema de soldadura automática por Arco Sumergido permite la máxima velocidad de deposición de metal, entre los

sistemas utilizados en la industria, para producción de piezas de acero de mediano y alto espesor (desde 5 mm. aproximadamente) que puedan ser posicionadas por soldar en posición plana u horizontal: vigas y perfiles estructurales, estanques, cilindros de gas, bases de máquinas, fabricación de barcos, etc. También puede ser aplicado con grandes ventajas de relleno de ejes, ruedas de ferrocarriles y polines.

En el sistema de soldadura por Arco Sumergido, se utiliza un alambre sólido recubierto por una fina capa de cobrizado para evitar su oxidación y mejorar el contacto eléctrico.

Generalmente contiene elementos desoxidantes, que junto a los que aporta el fundente, limpian las impurezas provenientes del metal base o de la atmósfera y aportan elementos de aleación seleccionados según sean las características químicas y mecánicas del cordón de soldadura que se desee.

Detalles de las juntas soldadas que están diseñadas.

Se tomaran en cuenta los requerimientos para el cordón de soldadura y otros detalles para secciones no tubulares sección 3 literal 3.9 al 3.12 del código, según sea el caso.

Requerimientos para el precalentamiento y temperatura entre pases

El precalentamiento y temperatura entre pases debe ser lo suficiente para prevenir las fisuras, la tabla 3.2 del código nos indica las recomendaciones en función de los materiales y sus espesores. Se muestra la tabla 30 con los valores del código.

TABLA 30
TEMPERATURA PRE-CALIFICADA DE PRE-CALENTAMIENTO
MÍNIMO Y TEMPERATURA ENTRE PASADAS. [12]

Tabla 3.2 Temperatura pre-calificada de pre-calentamiento mínimo y temperatura entre pasadas

Categoría	Especificación del acero	Proceso de soldadura	Espesor de la parte más gruesa en el punto de soldadura		Temperatura de pre-calentamiento mínimo y entre pasadas						
			in.		°F	°C					
A	ASTM A 36 ASTM A 53 ASTM A 106 ASTM A 131	Grado B Grados A, B, CS, D, DS, E	ASTM A 516 ASTM A 524 *	Grados I & II	SMAW con otros electrodos excepto los bajos en hidrógeno	1/8 a 3/4 incl.	3 a 20 incl.	32 ¹	0 ¹		
	ASTM A 139 ASTM A 381 ASTM A 500	Grado B Grado Y35 Grado A Grado B	ASTM A 570 ASTM A 573 ASTM A 709 API 5L	Todos los grados Grado 65 Grado 36 (<u>≤3/4 in. [20 mm]</u>)		Más de 3/4 hasta 1-1/2 incl.	Más de 20 hasta 38 incl.	Más de 1-1/2 hasta 2-1/2 incl.	Más de 38 hasta 65 incl.	150 65	225 110
	ASTM A 501	Grado B	ABS	Grado X42 Grados A, B, D, CS, DS Grado E		Más de 2-1/2	Más de 65	300	150		
	ASTM A 36 ASTM A 53 ASTM A 106 ASTM A 131	(<u>>3/4 in. [20 mm]</u>) Grado B Grado B Grados A, B, CS, D, DS, E	ASTM A 570 ASTM A 572 ASTM A 573 ASTM A 588	Todos los grados Grados 42, 50, 55 Grado 65 Grados A, B, C		SMAW con electrodos bajos en hidrógeno, SAW, GMAW, FCAW.	1/8 a 3/4 incl.	3 a 20 incl.	32 ¹	0 ¹	
	ASTM A 139	Grado B	ASTM A 606 ASTM A 607 ASTM A 618 ASTM A 633	Grados 45, 50, 55 Grados Ib, II, III Grados A, B Grados C, D			Más de 3/4 hasta 1-1/2 incl.	Más de 20 hasta 38 incl.	50	10	
	ASTM A 381	Grado Y35	ASTM A 709 ASTM A 710 ASTM A 808 ASTM A 913 ⁴ ASTM A 992	Grados 36 (<u>>3/4 in. [20 mm]</u>), 50, 50W Grado A, Class 2 (<u>>2 in. [50 mm]</u>) Grado 50			Más de 1-1/2	Más de 38 hasta 85 incl.	150	65	
	ASTM A 441 ASTM A 500	Grado A Grado B	API 5L API Spec. 2H API 2W API 2Y ABS	Grado B Grado X42 Grados 42, 50 Grados 42, 50, 50T Grados AH 32 & 36 DH 32 & 36 EH 32 & 36			Hasta 2-1/2 incl.	85 incl.	225	110	
	ASTM A 501 ASTM A 516	Grados 55 & 60 65 & 70	ABS	Grados A, B, D, CS, DS Grado E			Más de 2-1/2	Más de 65	225	110	
	ASTM A 524 ASTM A 529 ASTM A 537	Grados I & II Grados 50 & 55 Clases 1 & 2	ABS								

Electrodos y Diámetro Máximo para los Métodos de Soldadura SMAW, GMAW Y SAW

En la tabla 3.1 del código o la tabla 29 de la tesis, se puede ver la clasificación de los electrodos para los materiales A-36 según su procedimiento de soldadura; en el cual se recomienda el electrodo 60XX y 70XX para el proceso SMAW, el electrodo ER70S-X para el proceso GMAW y F7XX-EXXXX para el proceso SAW.

Los diámetros de los electrodos para los procesos se podrá revisar en la tabla 3.7 del código, la misma que se detalla en la tabla 31:

TABLA 31
REQUERIMIENTOS PARA LA PRECALIFICACIÓN DE LOS
WPS[12]

Tabla 3.7 Requerimientos para los procesos de Pre calificación de los WPS ⁶ (Ver 3.7)								
Variable	Posición	Tipo de soldadura	Proceso SMAW	SAW ⁸			GMAW/ FCAW ⁷	
				Simple	Paralelo	Múltiple		
Diámetro máximo del electrodo	Plana	Filete ¹	3/16 pulgada [8.0 mm]	1/4 pulgada [6.4 mm]			1/8 pulgada [3.2 mm]	
		Ranurada ¹	1/4 pulgada [6.4 mm]					
		Pasada de raíz	3/16 pulgada [4.8 mm]					
	Horizontal	Filete	1/4 pulgada [6.4 mm]	1/4 pulgada [6.4 mm]			1/8 pulgada [3.2 mm]	
		Ranurada	3/16 pulgada [4.8 mm]	Requiere del Ensayo de Calificación WPS				
	Vertical	Todas	3/16 pulgada [4.8 mm]				3/32 pulgada [2.4 mm]	
Sobre cabeza	Todas	3/16 pulgada [4.8 mm]				5/64 pulgada [2.0 mm]		
Corriente máxima	Toda	Filete	Dentro del rango de operación recomendada por el fabricante del metal de aporte	100 A	1200 A	Ilimitado	Dentro del rango de operación recomendado por el fabricante del metal de aporte	
	Toda	Pasada de raíz en soldadura ranurada con abertura		600 A	700 A			Ilimitado
		Pasada de raíz en soldadura ranurada con abertura			900 A			
		Soldadura ranurada con pasada de relleno			1200 A			
		Soldadura ranurada con pasada de coronamiento			Ilimitado			
Espejor máximo de la pasada en la raíz ⁴	Plana	Todas	3/8 pulgada [10 mm]	Ilimitado		3/8 pulgada [10 mm]		
Espejor máximo de la pasada del metal de aporte	Horizontal	Todas	5/16 pulgada [8 mm]			5/16 pulgada [8 mm]		
	Vertical	Todas	1/2 pulgada [12 mm]			1/2 pulgada [12 mm]		
	Sobre cabeza	Todas	5/16 pulgada [8 mm]			5/16 pulgada [8 mm]		
	Todas	Todas	3/16 pulgada [5 mm]	1/4 pulgada [6.4 mm]	Ilimitado	1/4 pulgada [6.4 mm]		
Tamaño máximo de la soldadura de filete de una sola pasada ³	Plana	Filete	3/8 pulgada [10 mm]	Ilimitado			1/2 pulgada [12 mm]	
	Horizontal		5/16 pulgada [8 mm]	5/16 pulgada [8 mm]	5/16 pulgada [8 mm]	1/2 pulgada [12 mm]	3/8 pulgada [10 mm]	
	Vertical		1/2 pulgada [12 mm]				1/2 pulgada [12 mm]	
	Sobre cabeza		5/16 pulgada [8 mm]				5/16 pulgada [8 mm]	
	Ancho máximo de la capa de una sola pasada		Todas (para los procesos GMAW/FCAW) F & H (para SAW)	Abertura de la raíz > 1/2 pulgada [12 mm], o		Capas divididas	Electrodos desplazados lateralmente o capas divididas	Capas divididas
Cualquier capa del ancho de W			Capas divididas, si W=5/8 pulgada [16 mm]	Capas divididas con electrodos en serie, si W=5/8 pulgada [16 mm]		Si W=1 pulgada [25 mm], capas divididas	Nota 5	

Posiciones de soldadura y ensayos no destructivos (NDT).

Posiciones de Soldadura

Las respectivas posiciones de ensayo para el procedimiento de calificación son plana, horizontal, vertical y sobre la cabeza. Para las posiciones de ensayo según el código AWS D 1.1 se clasifican tanto para planchas y tuberías de acuerdo de la siguiente calificación:

Sobre Planchas

En la elaboración de pruebas para calificar soldadura a tope, las planchas serán soldadas en las siguientes posiciones (ver fig. 4.1):

1. Posición 1G (Plano): Para la prueba la plancha se colocara en un plano aproximadamente horizontal y el metal de aporte de soldadura se depositare del lado superior.
2. Posición 2G (Horizontal): Para el ensayo la plancha se pondrá en un plano aproximadamente vertical con la ranura aproximadamente horizontal.
3. Posición 3G (Vertical): Para la prueba la plancha se pondrá en un plano aproximadamente vertical con la ranura aproximadamente vertical.
4. Posición 4G (Sobre cabeza): Para el ensayo la plancha se pondrá en un plano aproximadamente horizontal y el metal de aporte se depositara por debajo de la cara.

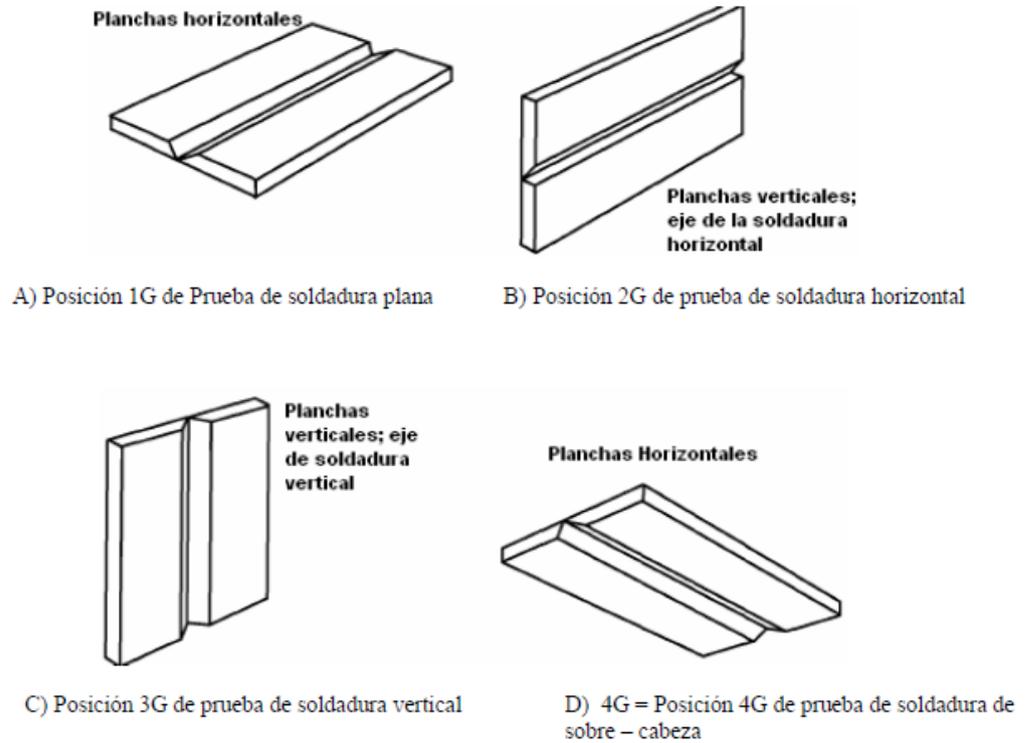


FIGURA 4.1 POSICIONES DE PLANCHAS DE PRUEBAS PARA SOLDADURAS DE RANURA. [12]

El mismo concepto se efectúa en la soldadura a filete que en la soldadura a tope (ver fig.4.2). La diferencia está en la nomenclatura que corresponde a cada posición 1F Plana, 2F Horizontal, 3F Vertical y 4F Sobre cabeza.

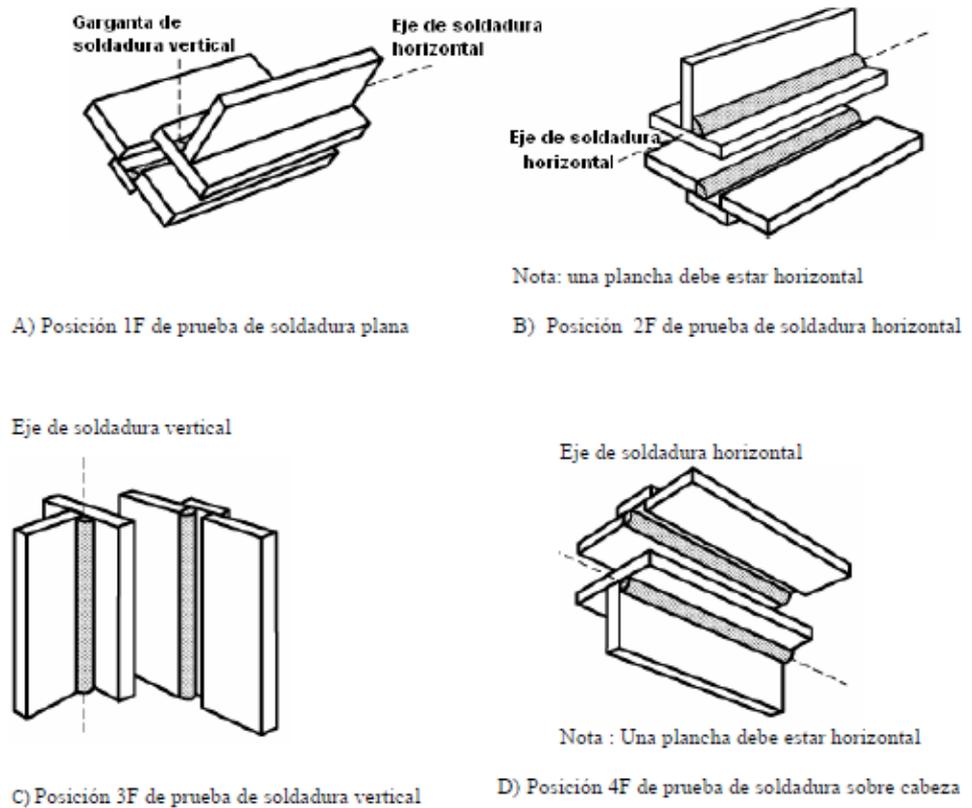


FIGURA 4.2 POSICIONES DE PLANCHAS DE PRUEBAS PARA SOLDADURAS DE FILETE. [12]

Ensayos no destructivos (NDT)

Para todos los ensayos no destructivos que se efectúen en el presente trabajo de campo se aplicarán los criterios de análisis y aceptación de la sección 6 del código AWS D1.1.

Una vez analizados los parámetros para los procedimientos de soldadura, se adjunta en el Apéndice C, el WPS del proyecto, el cual

se hace referencia al PQR. Además se muestra la calificación de soldadores.

Normas de Limpieza Superficial.

Para las aplicaciones de tratamiento superficial se utilizarán las normas SSPC (Steel Structures Painting Council), manipulando la sección SP10, equivalente a una limpieza mediante chorro abrasivo, dejando el material casi blanco. [13]

La sección SP10 se aplica cuando se requiere eliminar material de la superficie que puede causar una falla temprana del sistema de recubrimiento, para obtener una rugosidad superficial adecuada y para mejorar la adhesión del sistema de revestimiento nuevo.

La norma especifica que la superficie del material a ser limpiado, deber de estar libre de todo aceite visible, grasa, polvo, suciedad, escamas de laminación, óxido, recubrimientos, óxido, productos de corrosión. Cualquier área que presente sombras de luz, rayaduras leves, decoloraciones por manchas de moho, manchas de cascarilla de laminación, o manchas de revestimiento previamente aplicado la limpieza tendrá que ser mínimo o igual al 5% de cada unidad de área de superficie, como lo denota la sección 2.6 de la norma.

Para obtener una superficie casi blanco, se sigue el método de la sección 5.2.1 de la norma, el cual estipula que la aplicación del chorro abrasivo deberá de ser seco con aire comprimido, boquillas de chorro y abrasivos.

El material luego de haber sido limpiado, debe de ser revisado para verificar que no presente ningún desperfecto, además de verificar su completa limpieza. Si este presentase alguna presencia de polvo o residuo, se procederá a remover según acuerdo de los responsables.

Debido que la limpieza mediante chorro abrasivo es una operación peligrosa, todo el trabajo se llevará a cabo de conformidad con la salud ocupacional, preservando el medio ambiente y cumpliendo las normas y reglamentos de seguridad. El personal constará con sus equipos de protección personal adecuado como se lo muestra en la figura 4.3 adjunta:



FIGURA 4.3 - EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA APLICACIÓN DE CHORRO ABRASIVO.

Normas de Acabado Superficial.

Los tratamientos para los acabados superficiales cumplen con los estándares de las normas ASTM (American Society for Testing Materials), analizando la norma D1005, la cual se refiere a las mediciones de espesor de una película seca de pintura, usando el micrómetro.

Existen cuatro procedimientos para la aplicación de la norma D1005 las cuales son: [14]

- Procedimiento A.- micrómetro estacionario para medir recubrimientos de superficies planas rígidas.
- Procedimiento B.- micrómetro estacionario para medir películas libres
- Procedimiento C.- micrómetro de mano para medir recubrimientos de superficies planas rígidas.
- Procedimiento D.- micrómetro de mano para medir películas libres

La medición de los espesores de pintura se utiliza un micrómetro digital de mano, el cual permite determinar el espesor de la capa sin quitar el recubrimiento. El resultado a medir es inmediato, como se lo observa en la figura 4.4 adjunta:



FIGURA 4.4 - MEDICIÓN DE ESPESORES CON EL MICRÓMETRO DIGITAL

4.2 Cronograma de las Actividades del Proyecto.

La programación de la obra consiste en la estimación de la duración de los trabajos a realizarse, usando un diagrama de Gantt para coordinar las obras y ejecutarlas de la manera más eficiente. Durante la obra pueden existir contratiempos, los cuales se los ha considerado en la programación, como serían problemas climáticos, escases de materia prima Dillidur 500 o demora en la reparación de algún equipo a reutilizarse.

A continuación (ver fig. 4.5) se describe el cronograma de la obra. En el apéndice D se adjunta el cronograma en formato A3, para su mejor visualización y apreciación:

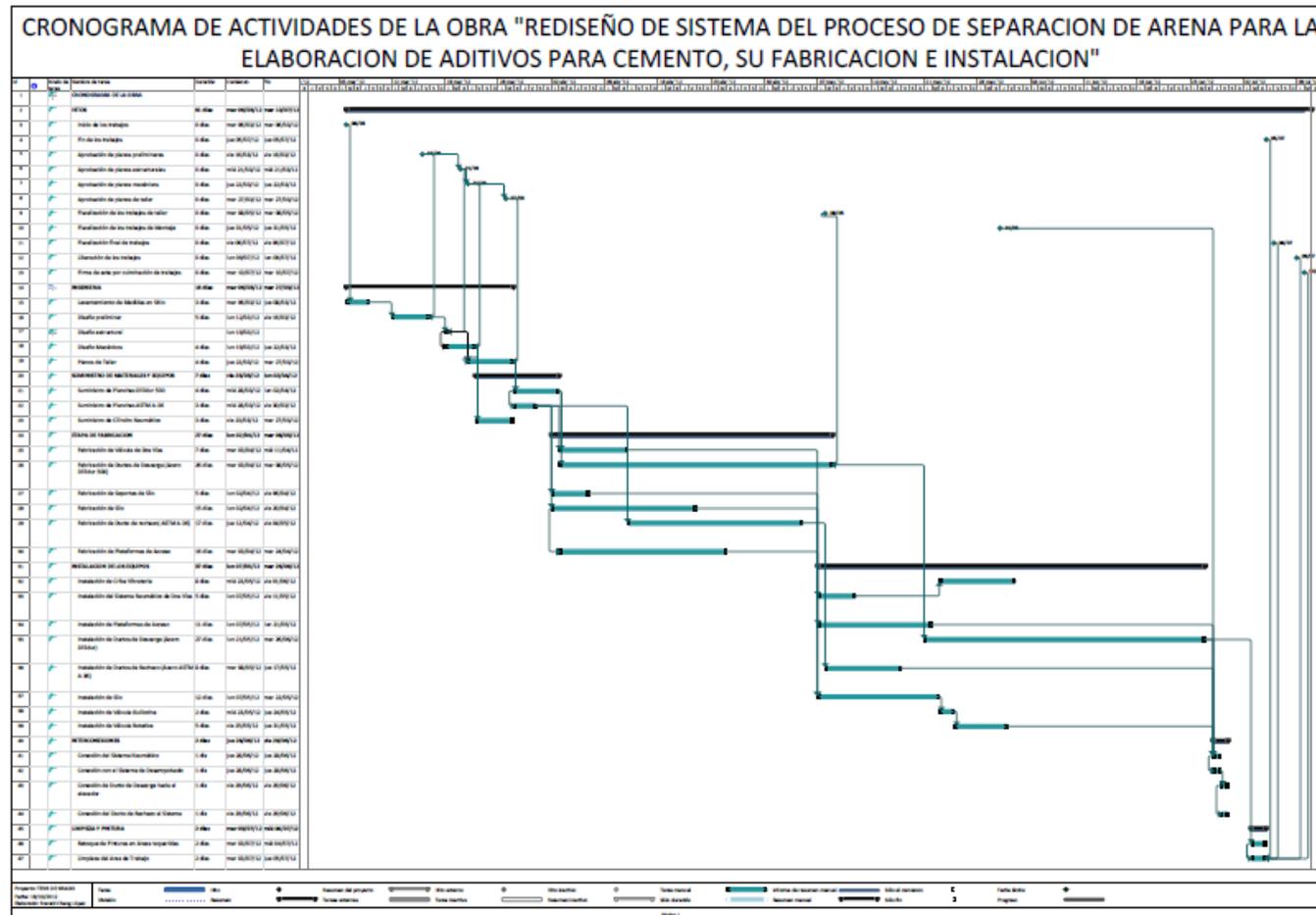


FIGURA 4.5 - CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

CAPÍTULO 5

5. INSTALACIÓN DE EQUIPOS PARA LA MEJORA EN EL PROCESO DE SEPARACIÓN DE ARENA.

5.1. Instalación de Viga Cajón Central

La viga cajón central será instalada en el nivel +26800 mm; para tal efecto se ha considerado subirlo en tres tramos mediante un tirfor, se utiliza este equipo debido a que es portátil, sirve para trabajos de tracción y elevación con cable pasante y puede recorrer grandes longitudes sosteniendo la carga. Un ejemplar del equipo se observa en la figura 5.1



FIGURA 5.1 - TIRFOR 3 TON USADO EN EL LEVANTAMIENTO DE LOS EQUIPOS

El modo que se lo empleará para subir los elementos estructurales se lo describe en la figura 5.2

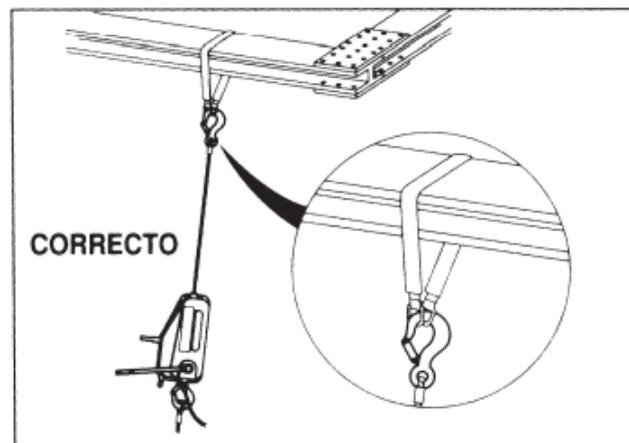


FIGURA 5.2 - ESLINGADO CORRECTO A UN PUNTO FIJO.

La viga cajón será armada y preensamblada en sitio para su posterior nivelación y montaje. En la figura 5.3 se muestra el primer

extremo de la viga cajón colocada en sitio y lista para recibir el segundo tramo de viga.



FIGURA 5.3 - PREENSAMBLE DE VIGA CAJÓN CENTRAL

La viga cajón estará sometida a cargas como se lo analizó en el capítulo 3, sección 3.1.3, por tal efecto para evitar que actúe el cortante puro en los tramos de la viga, se procedió a realizarle un traslape entre los tramos a soldar como método de seguridad.

Una vez que se realizó la nivelación, montaje de los tres tramos de viga, se procedió con la soldadura, para finalmente culminar con el pintado de la viga cajón. En la figura 5.4 se observa el resultado final de la viga cajón.



FIGURA 5.4 - VIGA CAJÓN CENTRAL FINALIZADA

5.2. Instalación del Sistema Neumático de la Válvula de Dos Vías

El sistema neumático comprende en la instalación de la válvula de dos vías y el cilindro neumático.

El primer equipo a instalar es la válvula de dos vías, para lo cual se deberá subir el equipo hasta el área de trabajo. Luego se procederá a realizar las conexiones, las cuales son mediante pernos.

En la figura 5.5 se detalla la válvula de dos vías colocada en sitio.



FIGURA 5.5 - VÁLVULA DE DOS VÍAS INSTALADA

Una vez instalado la válvula de dos vías, se procede a instalar el cilindro neumático; primero se coloca en sitio la estructura de soporte del cilindro, como se lo observa en la figura 5.6



FIGURA 5.6 - ESTRUCTURA DE SOPORTE DEL CILINDRO NEUMÁTICO

Una vez puesto la estructura de soporte, se procede a instalar el cilindro neumático doble efecto con sus accesorios (brida

oscilante, caballete posterior, horquilla, regulador de caudal unidireccional). Como se lo detalla en la figura 5.7



FIGURA 5.7 - CILINDRO NEUMÁTICO DOBLE EFECTO CON ACCESORIOS

Las conexiones del sistema serán realizadas, cuando todos los elementos del proyecto hayan sido instalado por completo.

5.3. Instalación de Equipo Vibratorio Criba

Este Equipo será ubicado a la descarga del separador dinámico, y se soportará en la plataforma que se ubica en el nivel +26800 mm. El equipo cuenta con una bancada metálica que se suspende sobre su sistema de amortiguación. La bancada se la observa en la figura 5.8



FIGURA 5.8 - BANCADA DEL EQUIPO VIBRATORIO CRIBA

En la figura 5.9 se observa el equipo vibratorio cuando fue subido hasta el área en donde se lo instalará, se lo colocó en el área para su posterior ensamble con la bancada.



FIGURA 5.9 - EQUIPO VIBRATORIO CRIBA PRE- INSTALADA

Una vez que se instalaron todos los elementos y las mallas internas, se procedió a pintar como se lo observa en la figura 5.10

y sus conexiones eléctricas se procederán a realizarlas cuando el proyecto haya culminado su montaje por completo.



FIGURA 5.10 - EQUIPO VIBRATORIO CRIBA FINALIZADA

5.4. Instalación de los Ductos para Transporte de Arena

Los ductos son los encargados de dirigir el material desde el equipo vibratorio criba hasta el silo, por ende cada segmento instalado no deberá de superar los 45° con el fin de evitar que se acumule el material en los ductos. La instalación de los ductos se la realizará por tramos como se lo irá observando en la figuras respectivas



FIGURA 5.11 - ENSAMBLE DE DUCTOS PARA TRANSPORTE DE ARENA

En la figura 5.12 se muestra otro segmento instalado de los ductos de desvío de arena.



FIGURA 5.12 - ENSAMBLE DE DUCTOS INTERMEDIO PARA TRANSPORTE DE ARENA.

En la figura 5.13 se muestra el último tramo de ducto de desvío de arena que es sostenido con un tecele para su posterior ensamble con la válvula de dos vías.



FIGURA 5.13 - ÚLTIMO TRAMO DE DUCTO ENSAMBLADO.

5.5. Instalación de Silo

La instalación del silo se la realizará en un sitio donde el espacio es medianamente reducido, para lo cual la maniobrabilidad del silo deberá de ser cautelosa.

Lo primero a instalar son las soporterías, las cuales van suspendidas desde unas vigas existentes en el edificio. Luego se

procede a instalar el silo en el sitio como se lo observa en la figura

5.14



FIGURA 5.14 - SILO INSTALADO CON SU SOPORTERÍA.

Inmediatamente se haya concluido la soldadura en las áreas requeridas se procede a pintar el silo para su final presentación.

La presentación final del silo se lo detalla en la figura 5.15



FIGURA 5.15 - SILO COMPLETAMENTE INSTALADO

5.6. Instalación de Válvula Guillotina

La instalación de la válvula guillotina se la realizará a continuación del silo de arena nuevo que se instaló, y para su apriete es necesario pernos $\text{Ø}5/8'' \times 3/4''$. El equipo instalado se lo visualiza en la figura 5.16 adjunta:



FIGURA 5.16 - VÁLVULA GUILLOTINA COMPLETAMENTE INSTALADO.

Para un correcto sellado en la unión con la brida del silo de arena se instalará silicon y pavilo. El silicon se lo aplica con la finalidad de sellar y evitar filtraciones de producto al exterior; el tiempo de

trabajo está en función de la aplicación y la temperatura ambiente como se lo describe en la tabla 32

TABLA 32
TIEMPO DE TRABAJO DEL SILICÓN

Tiempo de trabajo:	
(23-25°C, 50% HR)	9 min
Secado al tacto:	
(23-25°C, 50% HR)	11 min
Formación de película:	
(23-25°C, 50% HR)	13 min

El rendimiento del silicón, está en función del ancho de la aplicación y la profundidad; esos valores se lo podrá observa en la tabla 33

TABLA 33
RENDIMIENTO ESTIMADO DE SILICÓN

METROS LINEALES POR CARTUCHO DE 300 ml							
Profundidad de la junta en mm	Ancho de la junta en mm						
	3	7	10	12	16	19	25
3	32	14	10	8	6	5	4
5		8	6	5	4	3	2
7		6	4	3	3	2	1.5
10			3	2.5	2	1.5	1.2
12				2	1.5	1	1

El pavilo es usado con la misma aplicación de sellar los equipos y evitar fugas de materia al exterior.

5.7. Instalación de Válvula Rotativa

La instalación de la válvula rotativa es instalada por debajo de la válvula guillotina; la unión con el equipo es mediante pernos con pernos $\text{Ø}5/8'' \times 3/4''$, tanto en la parte superior como en la parte inferior.

Para un correcto sellado se aplicará silicon y pavilo, con el fin de evitar posibles escapes de materiales.

En la figura 5.17 se muestra la válvula instalada preparada para ser acoplado el motor y puesta en marcha.



FIGURA 5.17 - VÁLVULA ROTATIVA ACOPLADA EN EL SITIO

Conexiones y Puesta en Marcha

Los equipos han sido instalados y realizada sus conexiones para entrar en operación y abastecer el mercado en la elaboración de aditivos de cementos. Se supervisará su correcto funcionamiento cuando el sistema haya alcanzado su máxima operación de trabajo.

CAPÍTULO 6

6. ANÁLISIS DE COSTOS.

Para la elaboración del presupuesto del proyecto se analizará todos los factores que son necesarios para que el sistema quede instalado y operativo, considerando valores de nuestro medio.

A continuación se detallan los costos involucrados en el proyecto.

TABLA 34
COSTO DE USO DE EQUIPOS DE FABRICACIÓN

DESCRIPCIÓN	CANT.	CANT. días	PRECIO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Máquina de. Soldar	6	24.00	15.00	\$ 2,160.00
Equipo Oxicorte	6	30.00	9.00	\$ 1,620.00
Esmeril	8	30.00	7.00	\$ 1,680.00
Herramientas varias	8	30.00	6.50	\$ 1,560.00
Taladro	3	9.00	8.00	\$ 216.00
Arco sumergido	1	6.00	120.00	\$ 720.00
Compresor	1	20.00	12.00	\$ 240.00
			SUBT. 1	\$ 8,196.00

TABLA 35
COSTO DE USO DE EQUIPOS DE MONTAJE

DESCRIPCIÓN	CANT.	CANT. días	PRECIO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Máquina de. Soldar	4	22.00	15.00	\$ 1,320.00
Equipo Oxicorte	5	25.00	9.00	\$ 1,125.00
Esmeril	5	25.00	7.00	\$ 875.00
Herramientas varias	3	25.00	6.50	\$ 487.50
Tecles	4	18.00	9.00	\$ 648.00
Taladro	1	1.00	8.00	\$ 8.00
Cable Acero	mts	51.00	8.00	\$ 408.00
Tubos (andamios)	Global	1.00	434.80	\$ 434.80
Cangrejos (andamios)	Global	1.00	253.10	\$ 253.10
Tablones	Global	1.00	156.00	\$ 156.00
Grilletes	Global	1.00	90.00	\$ 90.00
			SUBT. 2	\$ 5,805.40

TABLA 36
COSTO DE USO DE MAQUINARIAS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIT. (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Camión Canter	1	\$ 360.00	\$ 360.00
Camión Grúa	1	\$ 420.00	\$ 420.00
Plataforma	1	\$ 300.00	\$ 300.00
		SUBTOTAL 3	\$ 1,080.00

TABLA 37 - COSTO DE MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNIT.(\$)	COSTO TOTAL (\$)
Plancha Dillidur 500 2000x6000x8 mm	Unidad	4.00	\$ 2,411.52	\$ 9,646.08
Plancha A-36 1500x6000x6 mm	Unidad	4.00	\$ 529.88	\$ 2,119.50
Plancha A-36 1220x2440x8 mm	Unidad	1.00	\$ 205.64	\$ 205.64
Plancha A-36 2000x6000x8 mm	Unidad	3.00	\$ 979.68	\$ 2,939.04
Perfil HEB 160	Unidad	3.00	\$ 408.96	\$ 1,226.88
Perfil UPN 160	Unidad	6.00	\$ 180.48	\$ 1,082.88
Perfil HEB 200	Unidad	2.00	\$ 408.96	\$ 817.92
Canal C 100x50x3 mm	Unidad	1.00	\$ 28.22	\$ 28.22
Perfil UPN 100	Unidad	2.00	\$ 101.76	\$ 203.52
Perfil UPN 140	Unidad	1.00	\$ 153.60	\$ 153.60
Tubo Ø 48.1 x 2	Unidad	19.00	\$ 21.02	\$ 399.38
Grating 100x30x3 mm	Unidad	6.00	\$ 175.63	\$ 1,053.78
Peldaño de grating 250x300 mm	Unidad	8.00	\$ 34.68	\$ 277.44
Canal C 200x50x4 mm	Unidad	2.00	\$ 59.47	\$ 118.93
Varilla lisa Ø 3/8"	Metro	1.00	\$ 2.80	\$ 2.80
Varilla lisa Ø 3/4"	Metro	1.00	\$ 11.25	\$ 11.25
Eje de acero Ø 1"	Metro	2.00	\$ 47.76	\$ 95.52
Chumacera de pared Ø 1 7/16"	Unidad	2.00	\$ 39.88	\$ 79.76
Cilindro neumático+ Acc.	Unidad	1.00	\$ 688.50	\$ 688.50
Fleje 350x8x6000 mm	Unidad	2.00	\$ 158.26	\$ 316.51
Fleje 400x8x6000 mm	Unidad	2.00	\$ 180.86	\$ 361.73
Fleje 250x3x6000 mm	Unidad	3.00	\$ 40.62	\$ 121.87
Lona de junta expansible	Metro	5.00	\$ 155.39	\$ 776.95
Abrazaderas 12"	Unidad	10.00	\$ 10.17	\$ 101.70
Perno Ø5/8"x3/4 grado 8	Unidad	24.00	\$ 0.25	\$ 6.00
Tuerca Ø 5/8" grado 8	Unidad	24.00	\$ 0.12	\$ 2.88
Anillo plano Ø 5/8"	Unidad	24.00	\$ 0.05	\$ 1.20
Anillo de presión Ø 5/8"	Unidad	24.00	\$ 0.08	\$ 1.92
Perno Ø1/2"x3/4 grado 8	Unidad	60.00	\$ 0.21	\$ 12.60
Tuerca Ø 1/2" grado 8	Unidad	60.00	\$ 0.10	\$ 6.00
Anillo plano Ø 1/2"	Unidad	60.00	\$ 0.04	\$ 2.40
Anillo de presión Ø 1/2"	Unidad	60.00	\$ 0.08	\$ 4.80
Pavilo 1/4	Metro	5.00	\$ 32.04	\$ 160.20
Tubo de silicón	Unidad	12.00	\$ 2.40	\$ 28.80
			SUBT. 4	\$ 23,056.20

TABLA 38
COSTO DE CONSUMIBLES DE FABRICACIÓN

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT. (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Electrodo 7018 1/8	Kg	123.00	\$ 2.70	\$ 332.10
Electrodo 7018 3/32	Kg	5.00	\$ 3.40	\$ 17.00
Electrodo 6011 1/8	Kg	110.00	\$ 2.30	\$ 253.00
Discos de corte 4 1/2"x1/8"	Un	183.00	\$ 0.90	\$ 164.70
Discos de corte 7" x 1/8"	Un	109.00	\$ 1.20	\$ 130.80
Discos de corte 14"	Un	2.00	\$ 4.20	\$ 8.40
Discos de pulir 4 1/2"x1/4"	Un	126.00	\$ 1.30	\$ 163.80
Discos de pulir 7"x1/4"	Un	62.00	\$ 1.70	\$ 105.40
Discos de polifan 4 1/2"	Un	2.00	\$ 3.30	\$ 6.60
Discos de polifan 7"	Un	1.00	\$ 7.90	\$ 7.90
Gas Acetileno 6Kg	Kg	48.00	\$ 8.68	\$ 416.64
Gas Oxigeno 10 m3	m3	144.00	\$ 2.20	\$ 316.80
Pintura Epóxica	Litro	65.00	\$ 10.73	\$ 697.45
Pintura Poliuretano	Litro	52.00	\$ 18.96	\$ 985.92
Diluyente Laca	Litro	60.00	\$ 6.40	\$ 384.00
Diluyente Poliuretano	Litro	32.00	\$ 8.04	\$ 257.28
Pintura Esmalte amarillo	Litro	20.00	\$ 15.50	\$ 310.00
			SUBT. 5	\$4,557.79

TABLA 39
COSTO DE CONSUMIBLES DE MONTAJE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNIT. (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Electrodo 7018 1/8	Kg	130.00	\$ 2.70	\$ 351.00
Electrodo 6011 1/8	Kg	40.00	\$ 2.30	\$ 92.00
Discos de corte 4 1/2"x1/8"	Un	75.00	\$ 0.90	\$ 67.50
Discos de corte 7" x 1/8"	Un	40.00	\$ 1.20	\$ 48.00
Discos de pulir 4 1/2" x 1/4"	Un	40.00	\$ 1.30	\$ 52.00
Discos de pulir 7" x 1/4"	Un	50.00	\$ 1.70	\$ 85.00
Discos de polifan 4 1/2"	Un	5.00	\$ 3.30	\$ 16.50
Discos de polifan 7"	Un	5.00	\$ 7.90	\$ 39.50
Gas Acetileno 6Kg	Kg	54.00	\$ 8.68	\$ 468.72
Gas Oxigeno 10 m3	m3	162.00	\$ 2.20	\$ 356.40
Pintura Poliuretano	Litro	40.00	\$ 18.96	\$ 758.40
Diluyente Poliuretano	Litro	25.00	\$ 8.04	\$ 201.00
Pintura Esmalte amarillo	Litro	10.00	\$ 15.50	\$ 155.00
Brocha 3"	Un	13.00	\$ 2.00	\$ 26.00
Brocha 4"	Un	6.00	\$ 2.40	\$ 14.40
Grata Circular 4 1/2" x 1/2"	Un	9.00	\$ 6.60	\$ 59.40
Grata Circular 6" x 1/2"	Un	3.00	\$ 13.80	\$ 41.40
Grata Circular 7" x 1/4"	Un	1.00	\$ 18.05	\$ 18.05
Grata Circular 4" x 3/8"	Un	1.00	\$ 10.00	\$ 10.00
			SUBT. 6	\$ 2,860.27

TABLA 40
COSTO DE MANO DE OBRA

RESUMEN DE MANO DE OBRA			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	COSTO TOTAL (\$)
Costo M.O. Fabricación	1	\$ 11,048.25	\$ 11,048.25
Costo M.O. Montaje	1	\$ 6,918.44	\$ 6,918.44
SUBTOTAL 7			\$ 17,966.69

La cantidad de días y horas laboradas en la etapa de fabricación y montaje se detallan en la tabla 41:

TABLA 41
DETALLE DE HORAS Y DÍAS LABORADAS

	Fabricación	Montaje
Días Laborables	29.00	37.00
Horas de Trabajo	232.00	296.00

El costo por cada hora trabajada del personal se la detalla en la tabla 42. Los implementos de seguridad (EPP) se incluyen, debido que son normas obligatorias de la empresa local como del cliente. Los gastos por ley incluyen todos los beneficios que posee el trabajador como por ejemplo décimo tercer sueldo, afiliaciones, vacaciones, etc.

TABLA 42
DETALLE DE COSTOS POR HORA DEL PERSONAL

COSTO DEL PERSONAL					
DESCRIPCIÓN	CANT.	COSTO (\$/h)	EPP (\$/h)	GASTOS POR LEY (\$/h)	PRECIO UNIT. (\$/h)
Supervisor	1	\$ 4.50	\$ 1.13	\$ 1.87	\$ 7.50
Armador	1	\$ 3.38	\$ 0.85	\$ 1.41	\$ 5.64
Mecánico 1	1	\$ 2.82	\$ 0.71	\$ 1.17	\$ 4.70
Soldador 1	1	\$ 3.89	\$ 0.97	\$ 1.62	\$ 6.48
Ayudante	1	\$ 2.12	\$ 0.53	\$ 0.89	\$ 3.54
Pintor	1	\$ 2.52	\$ 0.63	\$ 1.05	\$ 4.20
				SUBTOTAL	\$ 32.06

La tabla 43 muestra el resumen del presupuesto del proyecto. junto con los costos indirectos, utilidad e imprevistos.

TABLA 43
RESUMEN DE PRESUPUESTO

RESUMEN DE COSTOS			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PRECIO TOTAL (\$)
Subtotal 1	Costo de Uso de Equipos Fabricación	Global	\$ 8,196.00
Subtotal 2	Costo de Uso de Equipos Montaje	Global	\$ 5,805.40
Subtotal 3	Costo de Uso de Maquinarias	Global	\$ 1,080.00
Subtotal 4	Costo de Materiales	Global	\$ 23,056.20
Subtotal 5	Costo de Consumibles Fabricación	Global	\$ 4,557.79
Subtotal 6	Costo de Consumibles Montaje	Global	\$ 2,860.27
Subtotal 7	Costo de Mano de Obra	Global	\$ 17,966.69
A	TOTAL (Subtotal 1+2+3+4+5+6+7)		\$ 63,522.35
B	UTILIDAD E INDIRECTOS (+12%)		\$ 7,622.68
C	IMPREVISTOS (+2%)		\$ 1,270.45
TOTAL DE LA OBRA (A+B+C)			\$ 72,415.48

CAPÍTULO 7

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES.

- Los objetivos del proyecto fueron alcanzados de acuerdo a los objetivos planteados.
- La implementación del proyecto resultó factible debido a la disponibilidad de los materiales en el mercado local.
- El ángulo de los ductos para transporte de arena están correctamente diseñados, porque no se presentan apelmazamientos de material a lo largo de todo el recorrido.
- El tiempo de mantenimiento disminuyó en 1.8 horas por el cambio de la granulometría de las arenas.
- El cambio de partículas de arena se la realiza de forma inmediata.
- La producción aumentó en un 16% con la implementación del nuevo sistema en línea.

- El programa SAP proporciona resultados confiables, de acuerdo al análisis matemático planteado y su comprobación mediante el software.

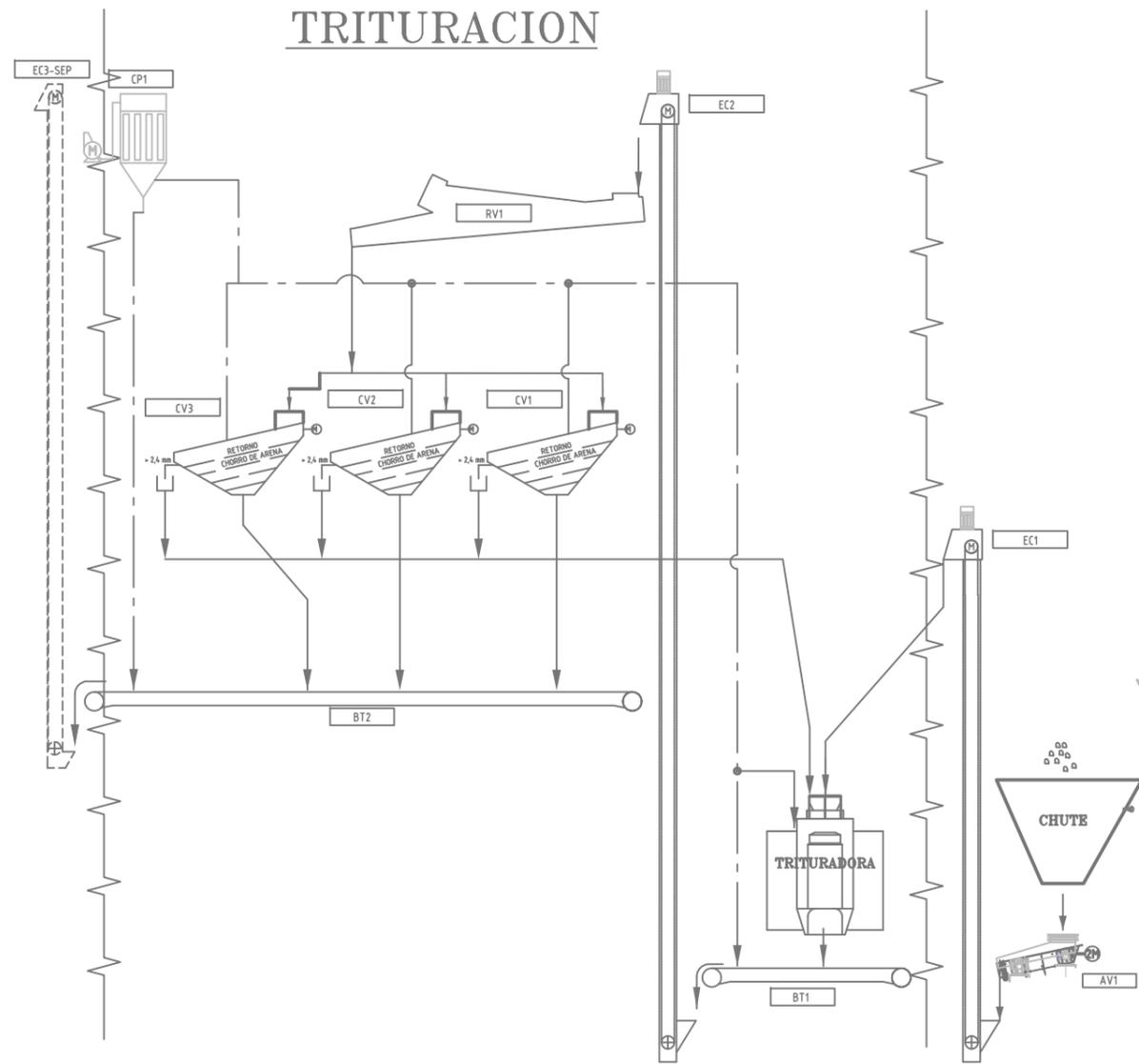
RECOMENDACIONES.

- Realizar un área o cuarto de limpieza de las mallas de la criba, de acuerdo a la gran generación de polvo para su limpieza.
- Lubricar las partes mecánicas de la válvula guillotina, para evitar corrosión o trabamientos del equipo, y así su uso será favorable en presencia de cualquier emergencia.
- La arena siempre deberá de estar seca (libre de humedad), en especial la época invernal, por motivos de acumulación de material en los ductos para transporte de arena.
- Incrementar tapas de inspección en el recorrido de los tramos de ductos para transporte de arena, y así verificar una posible acumulación de material.
- Realizar mantenimiento a la compuerta de la válvulas de dos vías, para evitar posibles acumulaciones de material y garantizar un buen sellado.
- Cuando se realice mantenimiento de la criba vibratoria, revisar siempre el sentido de giro a del motovibrador, debido que es de su importancia para su correcto movimiento oscilatorio.

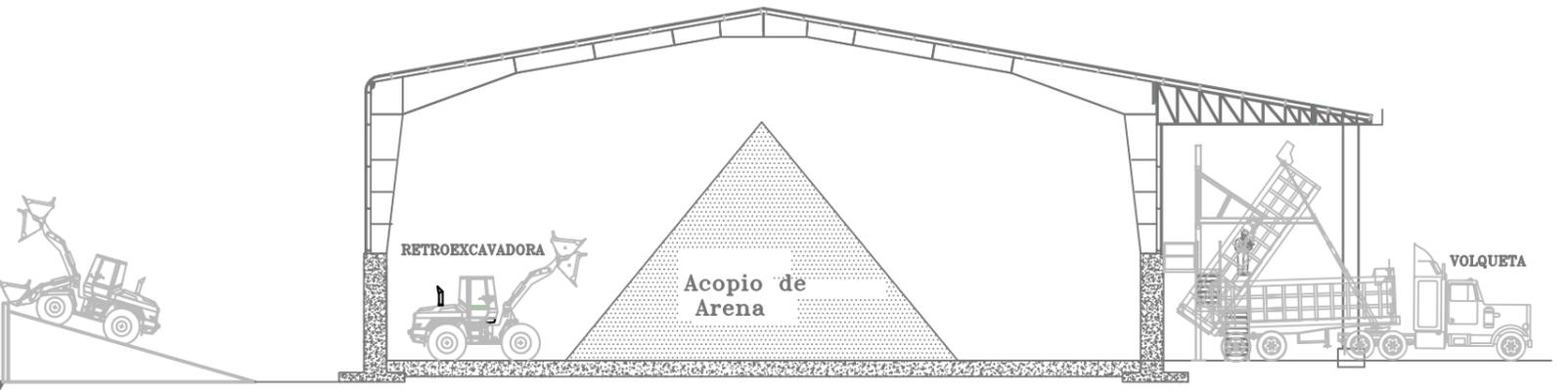
APÉNDICES

APÉNDICE A
DIAGRAMAS DE
FLUJO

TRITURACION

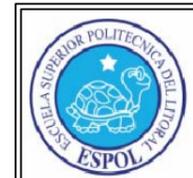


ACOPIO



NOTA:
EL COLOR GRIS REPRESENTA LO EXISTENTE

DIAGRAMA DE FLUJO
ESCALA: S. / E.

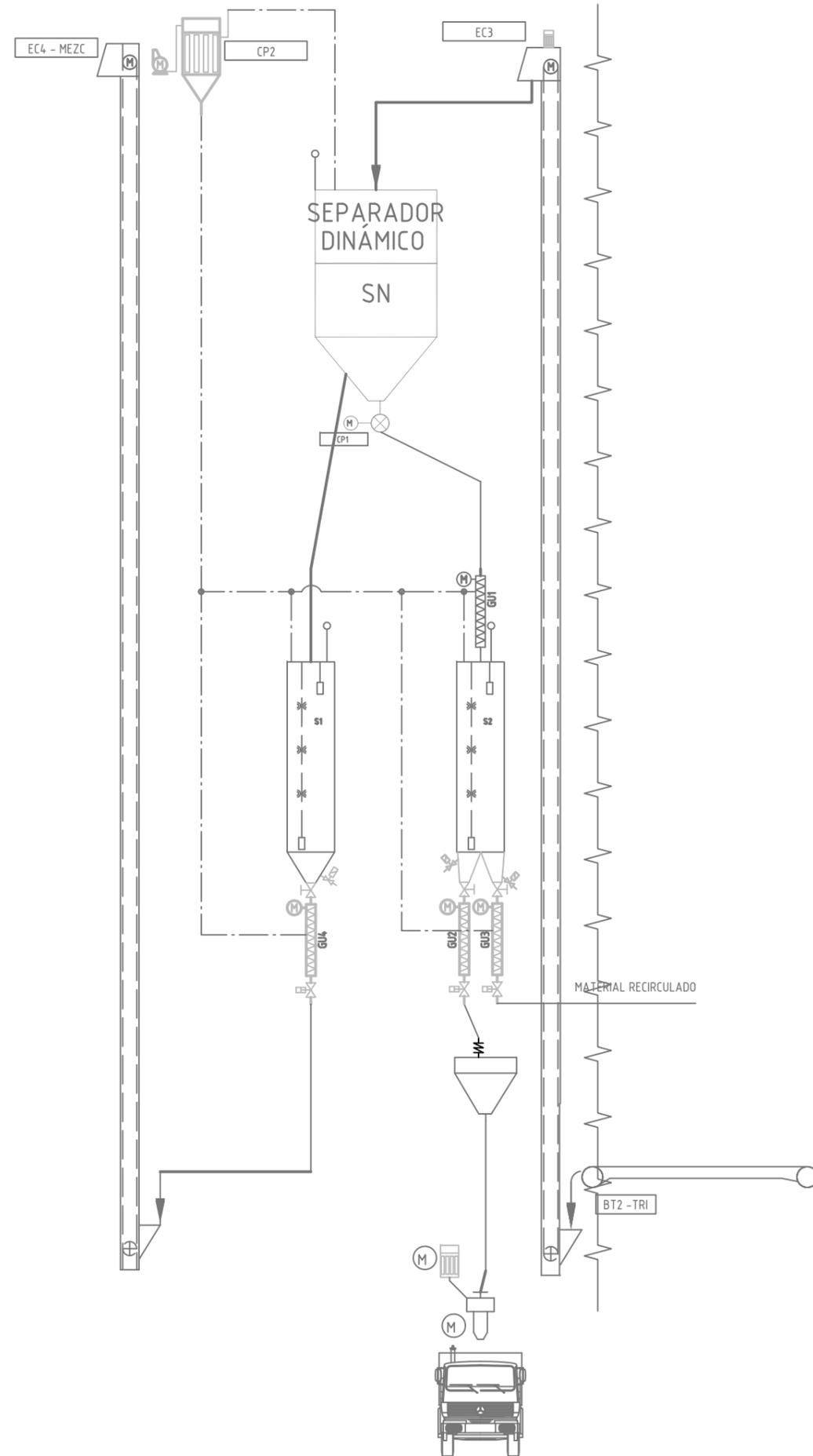


ESPOL

Nombre	Fecha	Proyecto:		
Dibujó:		DIAGRAMA DE FLUJO		
Revisó:		Código del Proyecto:	Área:	Código del Equipo:
Aprobó:		XXX	XXX	XXX
Escala:	INDICADA		Código General de Plano:	Contiene:
Formato Impresión:	A1 <input type="checkbox"/>	A2 <input type="checkbox"/>		DIAGRAMA DE FLUJO -ETAPA DE ACOPIO Y TRITURACIÓN
No usar para: <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION: <input type="checkbox"/>	A0 <input type="checkbox"/>	A3 <input checked="" type="checkbox"/>	A4 <input type="checkbox"/>	Lam.Rev.: 2.1

PLANO EMITIDO PARA:
 LICITACION: REFERENCIA:
 AS-BUILT: PRELIMINAR:
 REVISION: APROBACION:
 No usar para: CONSTRUCCION:

SEPARACION Y ALMACENAMIENTO

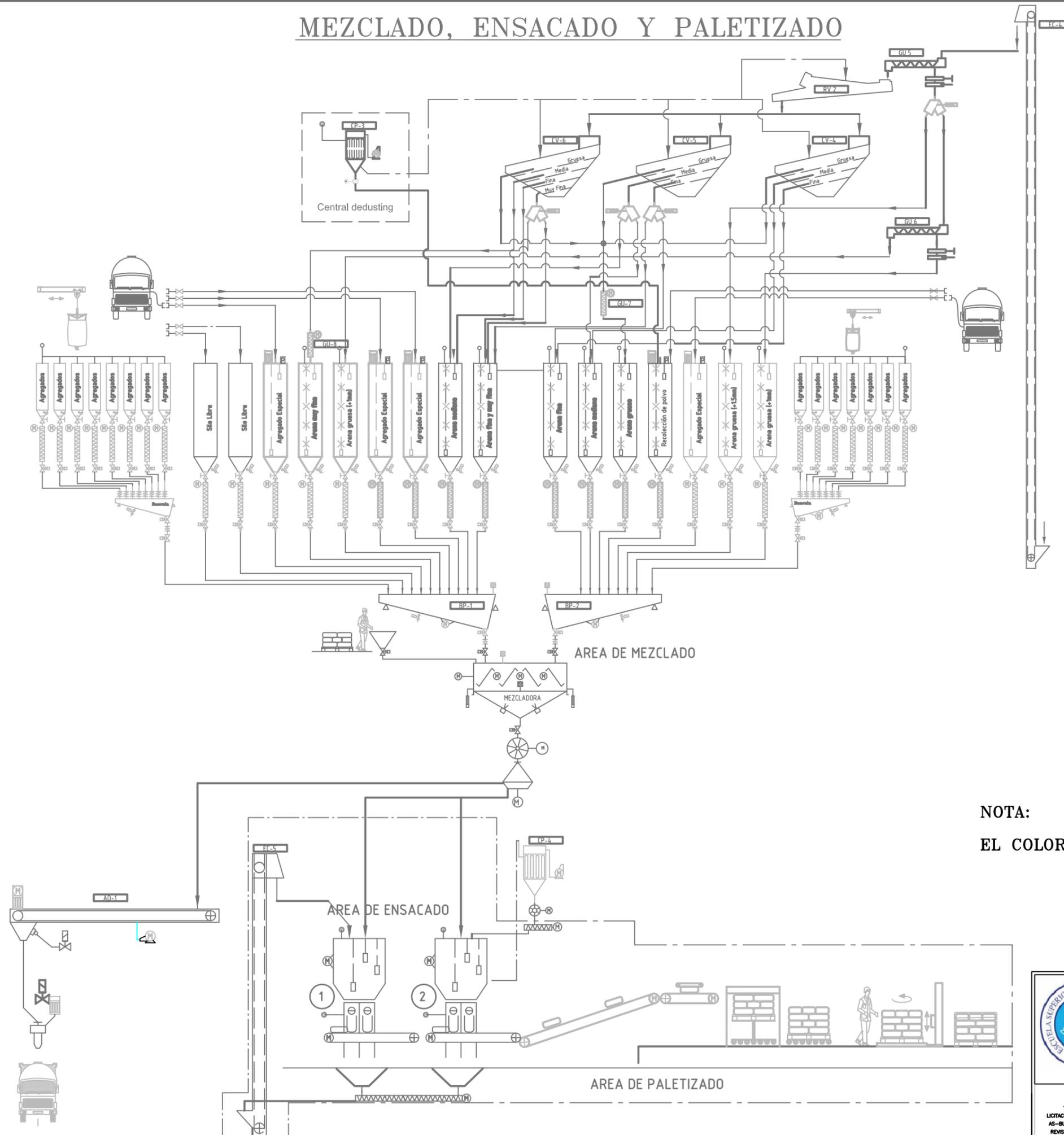


NOTA:

EL COLOR GRIS REPRESENTA LO EXISTENTE

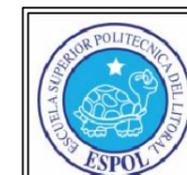
	<h1>ESPOL</h1>		
	Nombre	Fecha	Proyecto:
Dibujó:		DIAGRAMA DE FLUJO	
Revisó:		Código del Proyecto:	Área:
Aprobó:		XXX	XXX
Escalá:		Código General de Plano:	Código del Equipo:
			XXX
LICITACION: <input type="checkbox"/> REFERENCIA: <input type="checkbox"/> AS-BUILT: <input type="checkbox"/> PRELIMINAR: <input type="checkbox"/> REVISION: <input type="checkbox"/> APROBACION: <input checked="" type="checkbox"/> No usar para: <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION: <input type="checkbox"/>	Escalá: INDICADA Formato Impresión: A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/> A0 <input type="checkbox"/> A3 <input checked="" type="checkbox"/> A4 <input type="checkbox"/>	Contiene: DIAGRAMA DE FLUJO-ETAPA DE SEPARACIÓN Y ALMACENAMIENTO	Lam.Rev.: 2.2

MEZCLADO, ENSACADO Y PALETIZADO



NOTA:

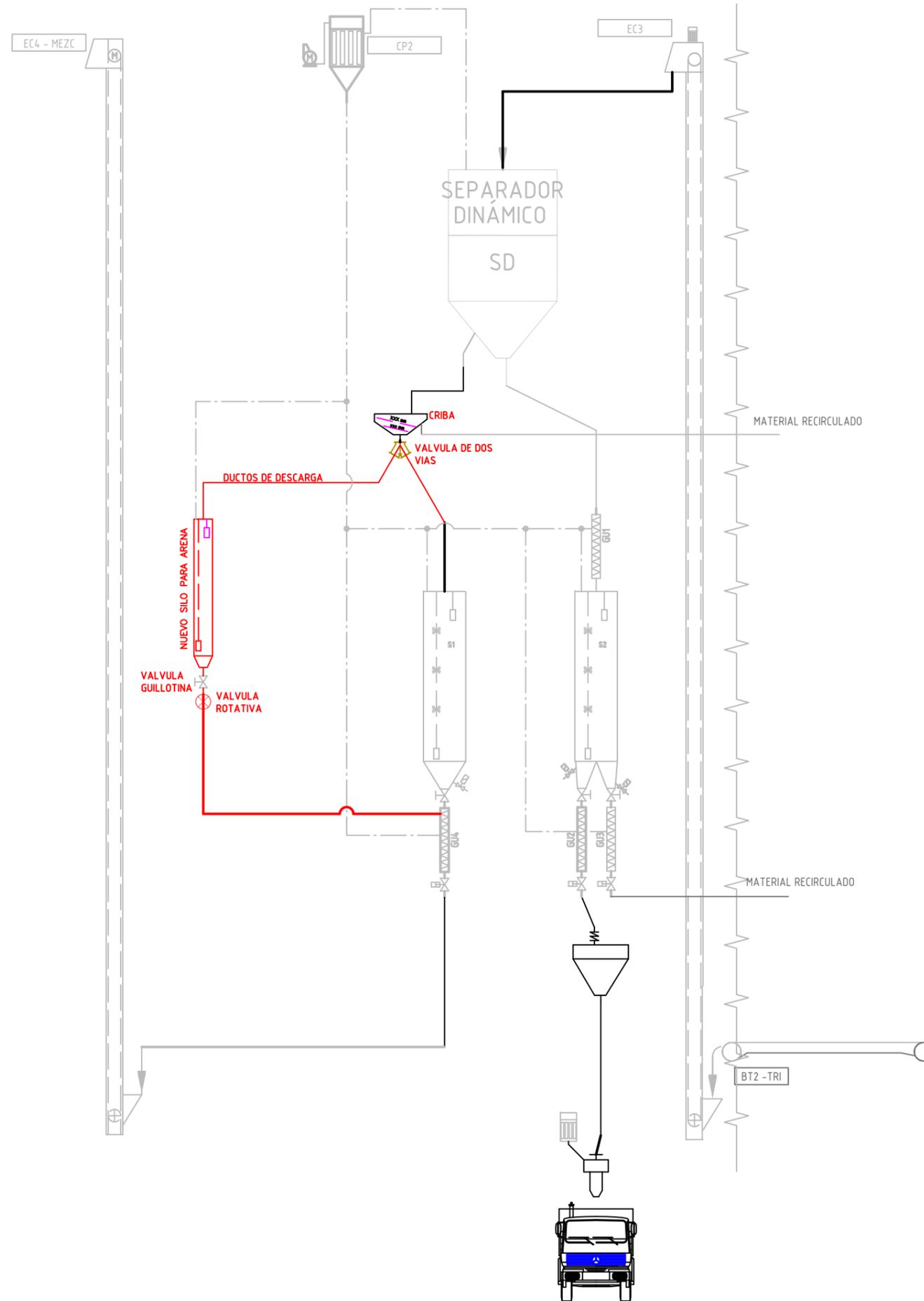
EL COLOR GRIS REPRESENTA LO EXISTENTE



ESPOL

Nombre	Fecha	Proyecto:		
Dibujó:		DIAGRAMA DE FLUJO		
Revisó:		Código del Proyecto:	Área:	Código del Equipo:
Aprobó:		XXX	XXX	XXX
Escala:		Código General de Plano:	Contiene:	Lam. Rev.:
LICITACION: <input type="checkbox"/> REFERENCIA: <input type="checkbox"/> AS-BUILT: <input type="checkbox"/> PRELIMINAR: <input type="checkbox"/> REVISION: <input type="checkbox"/> APROBACION: <input checked="" type="checkbox"/> No usar para: <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION: <input type="checkbox"/>	INDICADA Formato Impresión: A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/> A0 <input type="checkbox"/> A3 <input checked="" type="checkbox"/> A4 <input type="checkbox"/>	DIAGRAMA DE FLUJO -ETAPA DE MEZCLADO, ENSACADO Y PALETIZADO		2,3

SEPARACION Y ALMACENAMIENTO ALTERNATIVA B



NOTA:

- * EL COLOR GRIS REPRESENTA LO EXISTENTE
- * EL COLOR ROJO REPRESENTA LO NUEVO A INSTALAR

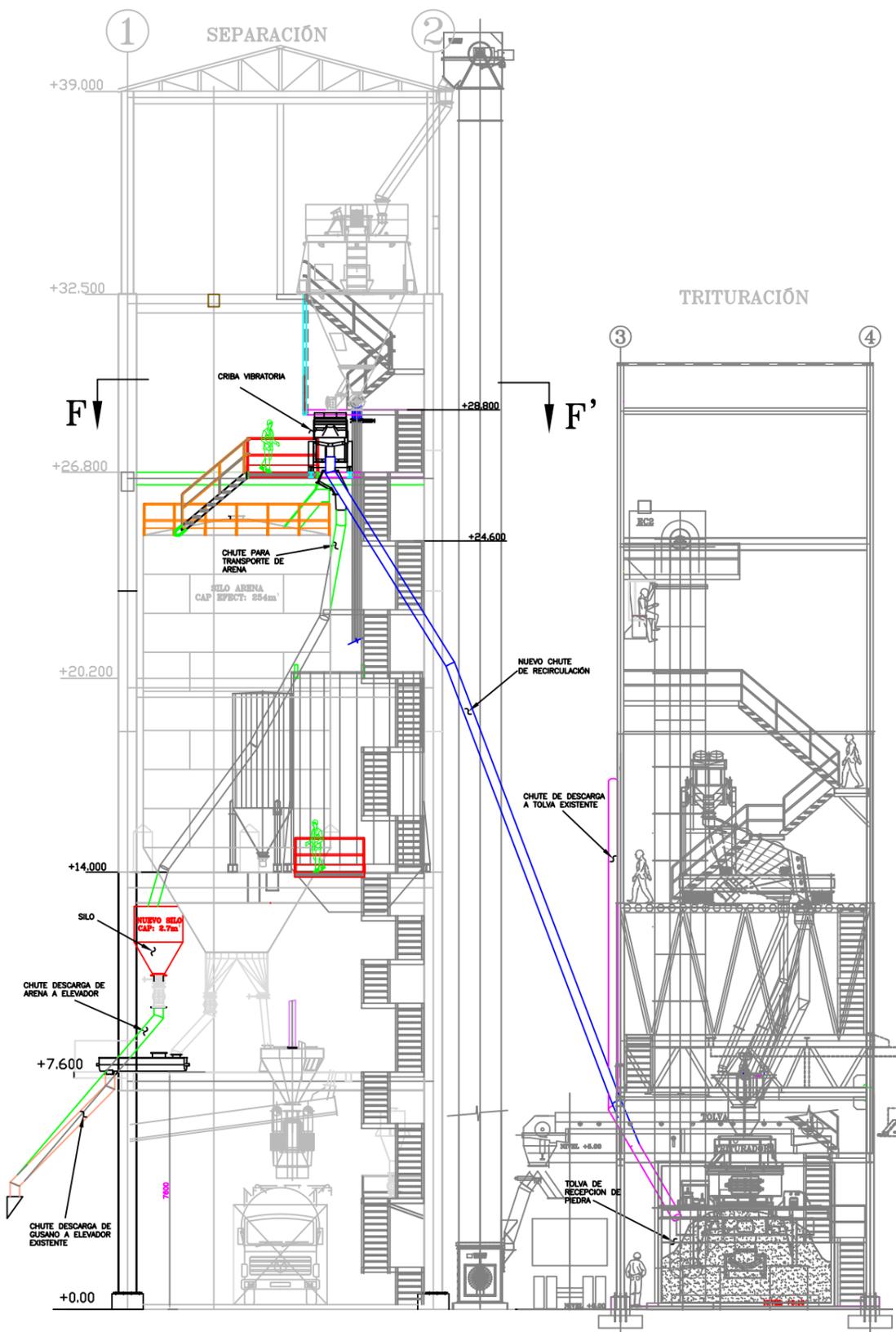


ESPOL

Nombre	Fecha	Proyecto:		
Dibujó:		DIAGRAMA DE FLUJO		
Revisó:		Código del Proyecto:	Área:	Código del Equipo:
Aprobó:		XXX	XXX	XXX
Escala:		Código General de Plano:	Contiene:	Lam. Rev.:
LICITACION: <input type="checkbox"/> REFERENCIA: <input type="checkbox"/> AS-BUILD: <input type="checkbox"/> PRELIMINAR: <input type="checkbox"/> REVISION: <input type="checkbox"/> APROBACION: <input checked="" type="checkbox"/> No usar para: <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION: <input type="checkbox"/>		Formato Impresión: A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/> A0 <input type="checkbox"/> A3 <input checked="" type="checkbox"/> A4 <input type="checkbox"/>	DIAGRAMA DE FLUJO ALTERNATIVA B	3.1

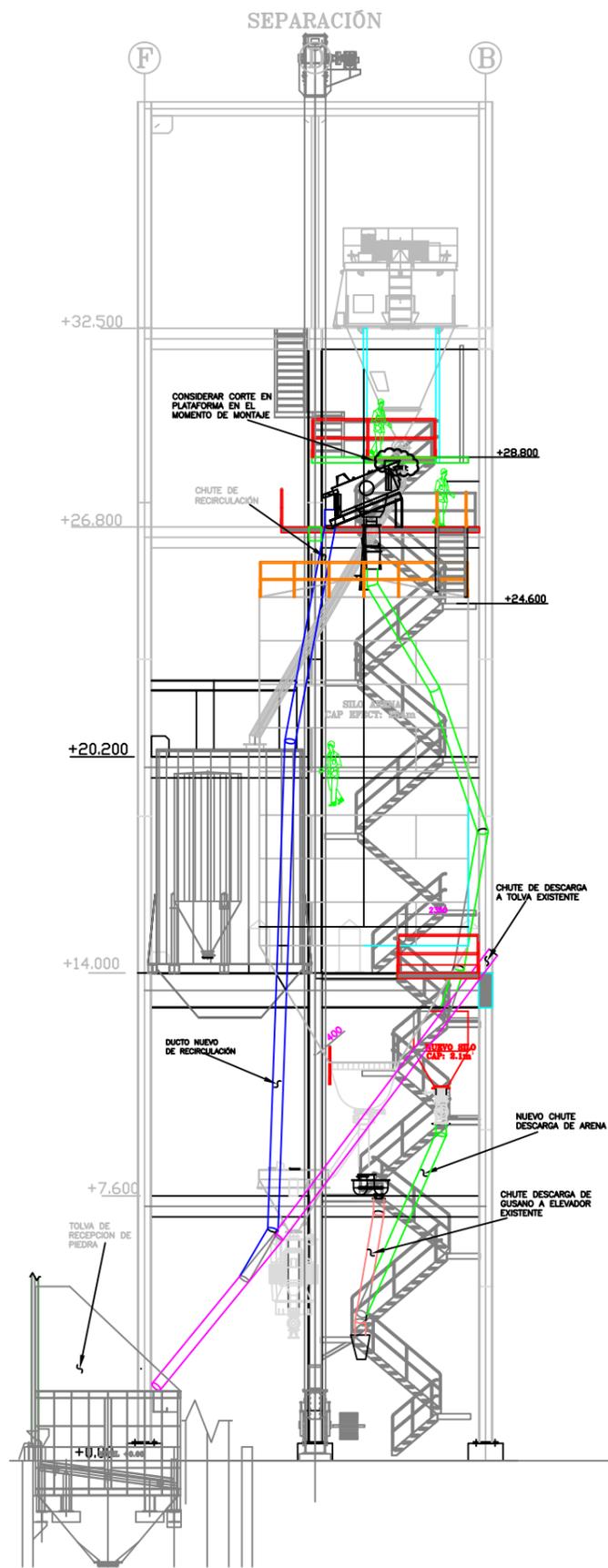
APÉNDICE B

PLANOS



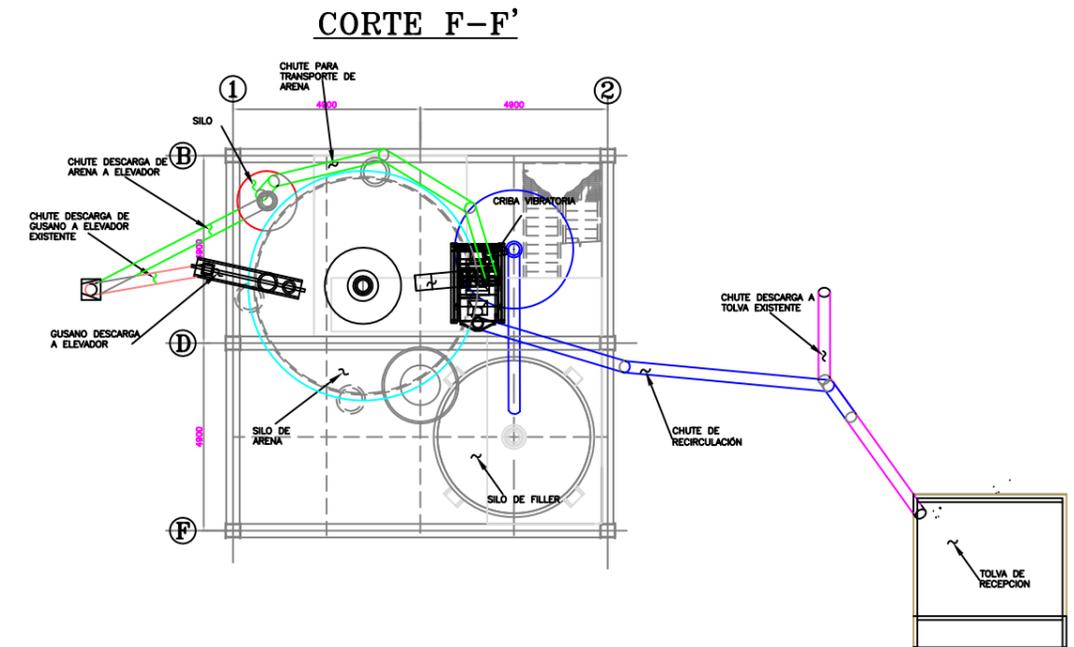
VISTA FRONTAL

ESCALA 1 : 200



VISTA LATERAL

ESCALA 1 : 200



PLANTA NIVEL + 28.800

ESCALA 1 : 200

Nota:

COLOR GRIS: ESTRUCTURA Y EQUIPOS EXISTENTES

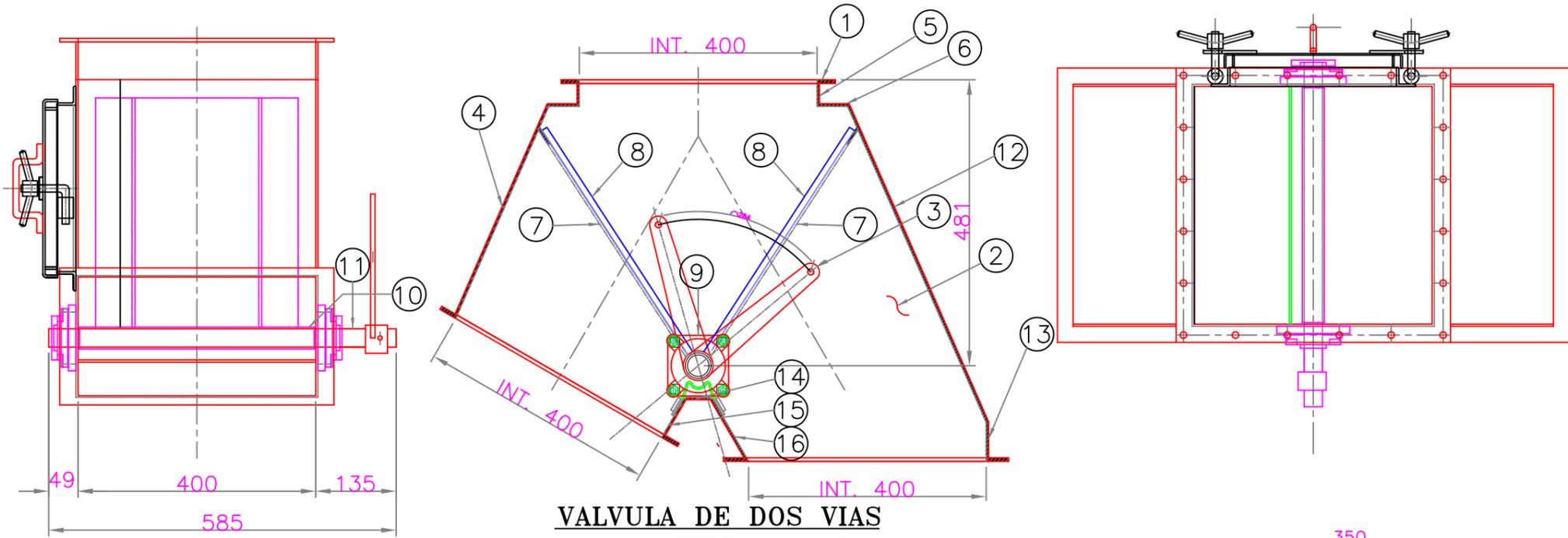
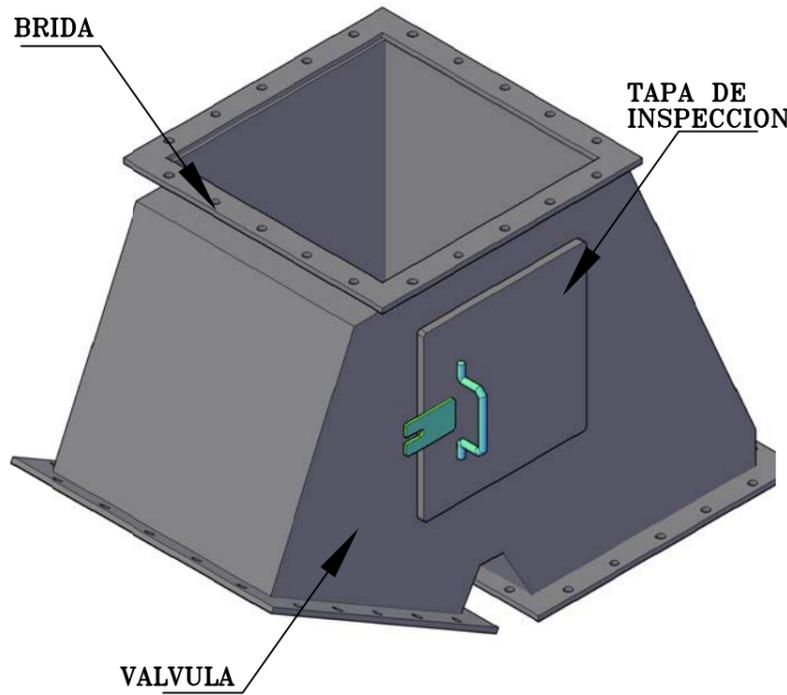
COLORES DIFERENTES: ESTRUCTURA Y EQUIPOS NUEVOS



ESPOL

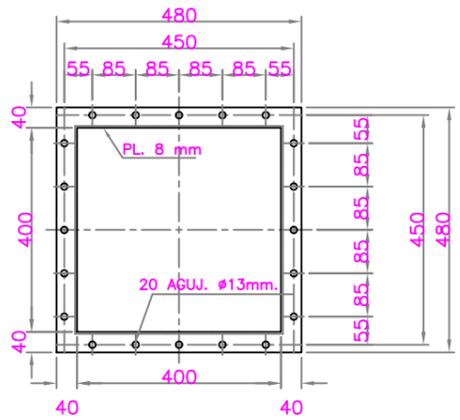
Nombre	Fecha	Proyecto:			
Dibujó:		REDISEÑO PARA SEPARACION DE ARENA			
Revisó:		Código del Proyecto:	Área:	Código del Equipo:	
Aprobó:		XXX	XXX	XXX	
Escala:		INDICADA		Código General de Plano:	
Formato Impresión:		A1 <input type="checkbox"/>	A2 <input type="checkbox"/>	Contiene:	
No usar para: <input type="checkbox"/> CONSTRUCCIÓN		A0 <input type="checkbox"/>	A3 <input checked="" type="checkbox"/>	A4 <input type="checkbox"/>	DISPOSICIÓN GENERAL
				Lam.Rev.:	
				001	

PLANO EMITIDO PARA:
 LICITACION: REFERENCIA:
 AS-BUILT: PRELIMINAR:
 REVISION: APROBACION:
 No usar para: CONSTRUCCIÓN

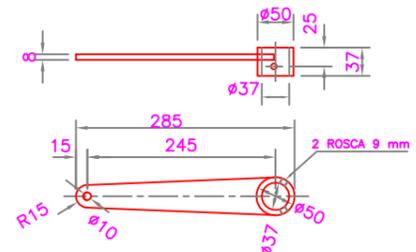


VALVULA DE DOS VIAS
ESCALA 1 : 10

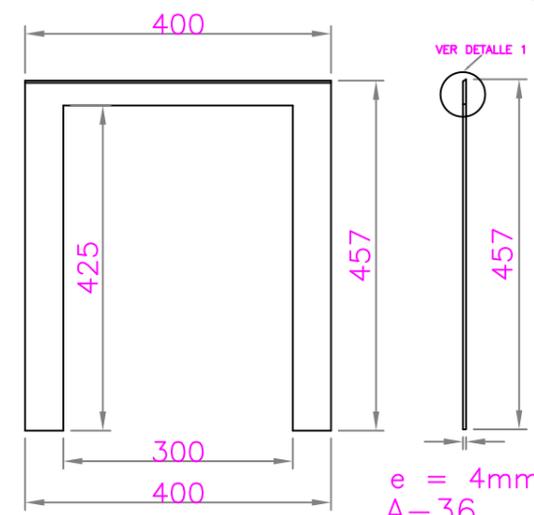
VISTA ISOMETRICA DE VALVULA DE DOS VIAS
ESCALA 1 : 7.5



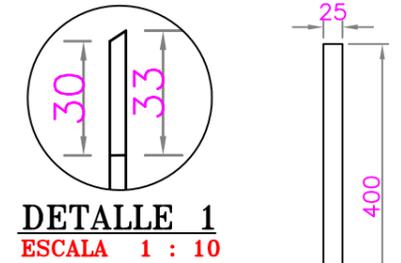
BRIDA-ITEM 1 (Cant. 3u)
ESCALA 1 : 15



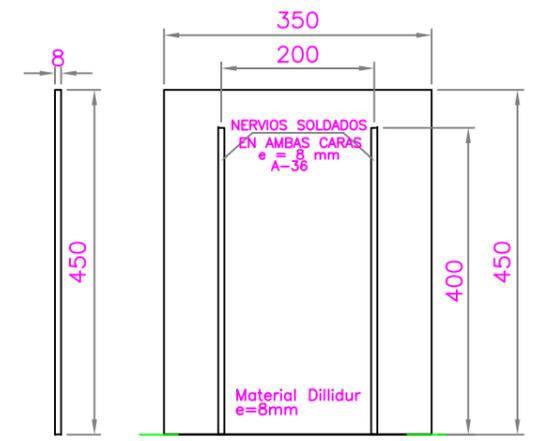
ITEM 3 (Cant. 1u)
ESCALA 1 : 10



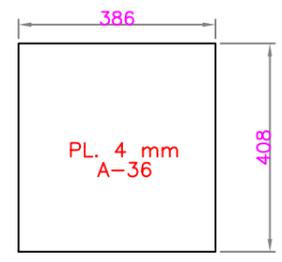
ITEM 7 (Cant. 2u)
ESCALA 1 : 10



NERVIO (Cant. 4u)
ESCALA 1 : 10



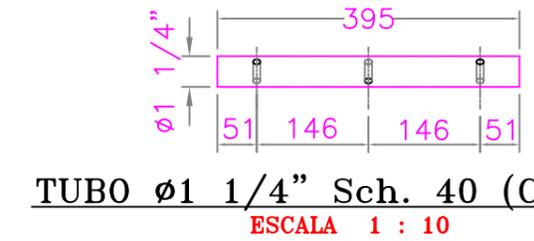
ITEM 8 (Cant. 1u)
ESCALA 1 : 10



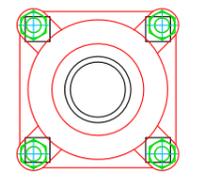
ITEM 4 (Cant. 2u)
ESCALA 1 : 15



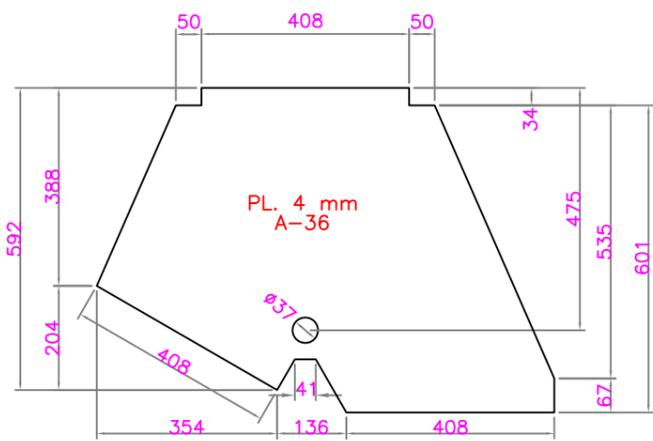
EJE ϕ 1 7/16" (Cant: 1u)
ESCALA 1 : 10



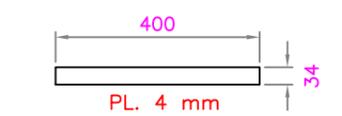
TUBO ϕ 1 1/4" Sch. 40 (Cant.: 1u)
ESCALA 1 : 10



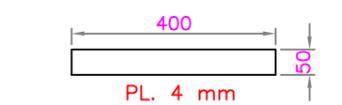
ITEM 9
VER ESPECIFICACION



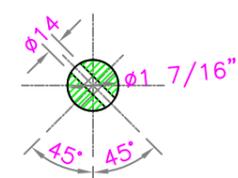
ITEM 2 (Cant. 2u)
ESCALA 1 : 15



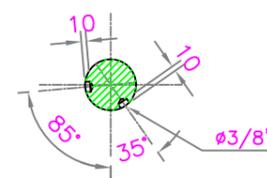
ITEM 5 (Cant. 2u)
ESCALA 1 : 15



ITEM 6 (Cant. 2u)
ESCALA 1 : 15



CORTE A-A'
ESCALA 1 : 7.5

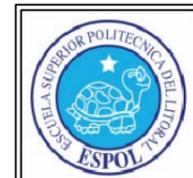


CORTE B-B'
ESCALA 1 : 7.5

NOTA:
ELEMENTOS DEL 12 AL 16
VEASE EN LAMINA #3

ESPEC. DE CHUMACERA DE PARED (Cant. 2u)

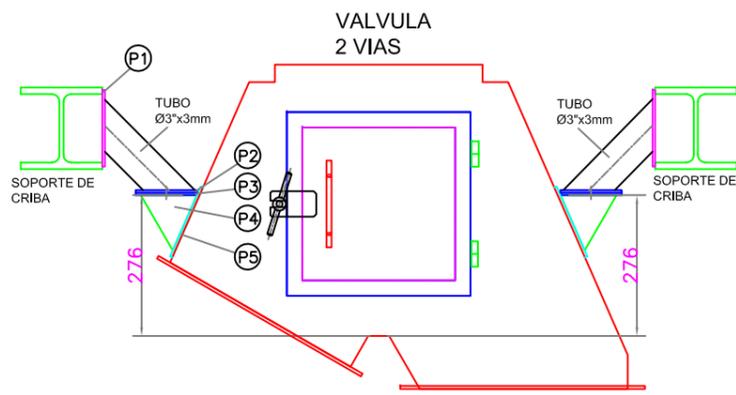
DIAMETRO DEL EJE	DESIGNACION	A mm	J mm	L mm	RODAMIENTO
1.7/16"	FY 1.7/16 TM	46.0	92.10	117.5	YAR 207-107



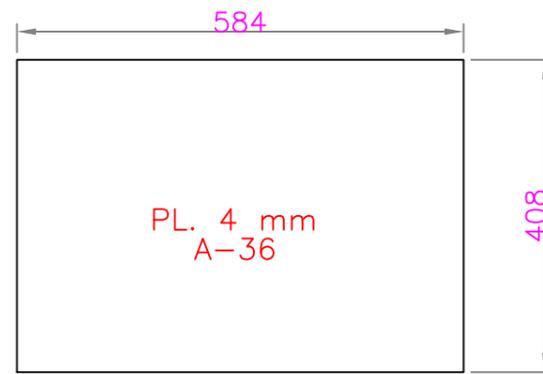
ESPOL

Nombre	Fecha	Proyecto:	
Dibujó:		REDISEÑO PARA SEPARACION DE ARENA	
Revisó:		Código del Proyecto:	Área:
Aprobó:		XXX	XXX
Escala:		Código General de Plano:	Código del Equipo:
Formato Impresión:	A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/> A3 <input checked="" type="checkbox"/> A4 <input type="checkbox"/>	Contiene:	Lam.Rev.:
INDICADA		DETALLE DE VALVULA DE DOS VIAS	002

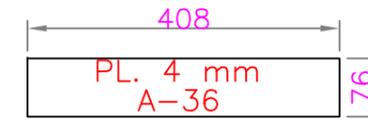
PLANO EMITIDO PARA:
LICITACION: REFERENCIA:
AS-BUILT: PRELIMINAR:
REVISION: APROBACION:
No usar para: CONSTRUCCION:



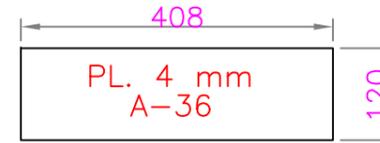
DISPOSICION SOPORTE DE VALVULA
ESCALA 1 : 15



ITEM 12 (Cant. 1u)
ESCALA 1 : 15



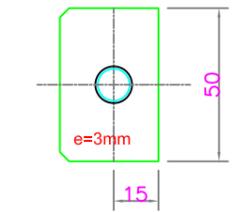
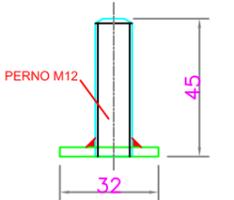
ITEM 15 (Cant. 1u)
ESCALA 1 : 10



ITEM 16 (Cant. 1u)
ESCALA 1 : 10



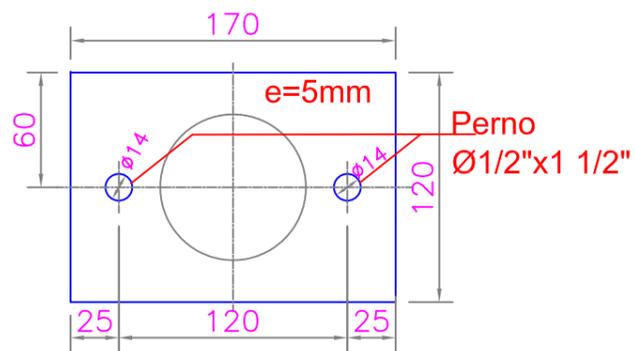
4 BISAGRA (Cant. 2u)
ESCALA 1 : 1.5



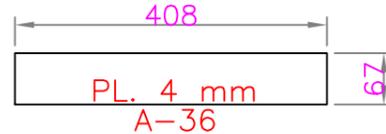
5 ESPIGO (Cant. 1u)
ESCALA 1 : 1.5



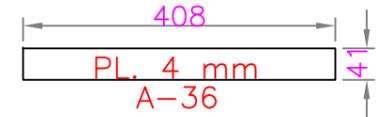
7 MANIJA (Cant. 1u)
ESCALA 1 : 4



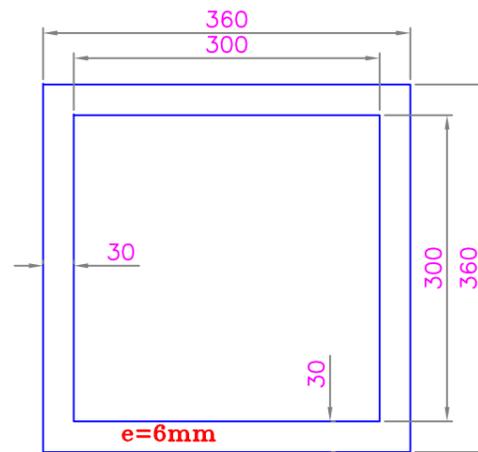
PLACA P2 (Cant. 4)
PLACA P3 (Cant. 4)
ESCALA 1 : 4



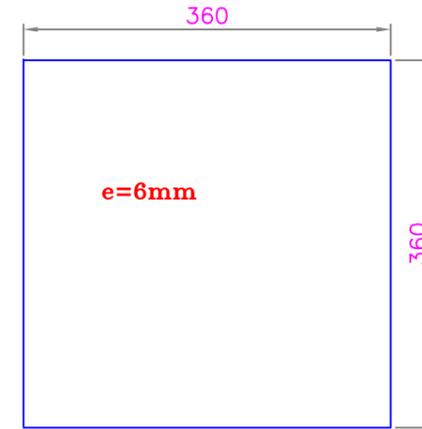
ITEM 13 (Cant. 1u)
ESCALA 1 : 10



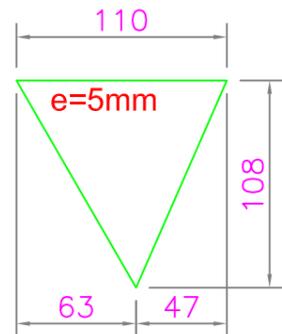
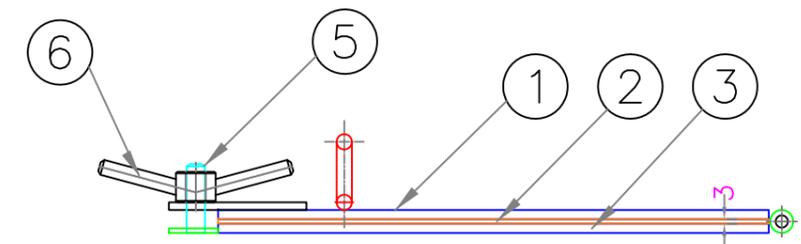
ITEM 14 (Cant. 1u)
ESCALA 1 : 10



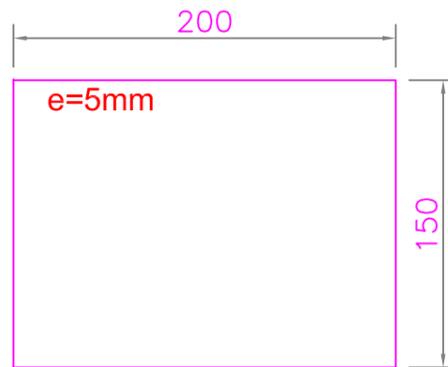
3 MARCO (Cant. 1u)
ESCALA 1 : 7.5



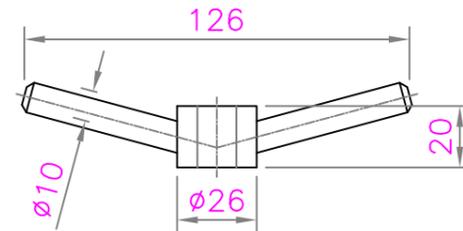
1 TAPA (Cant. 1u)
ESCALA 1 : 7.5



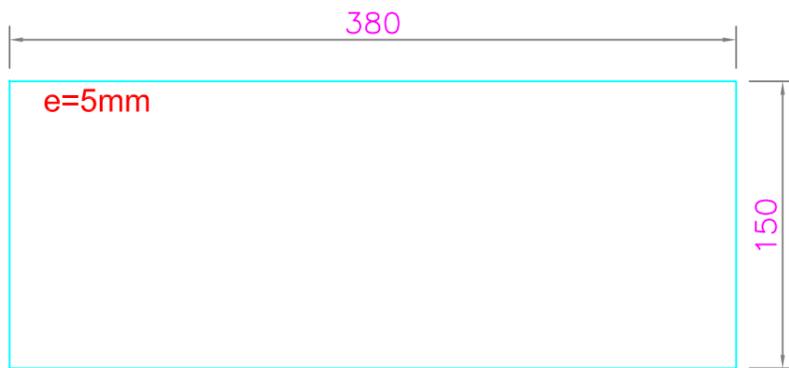
PLACA P4 (Cant. 8)
ESCALA 1 : 4



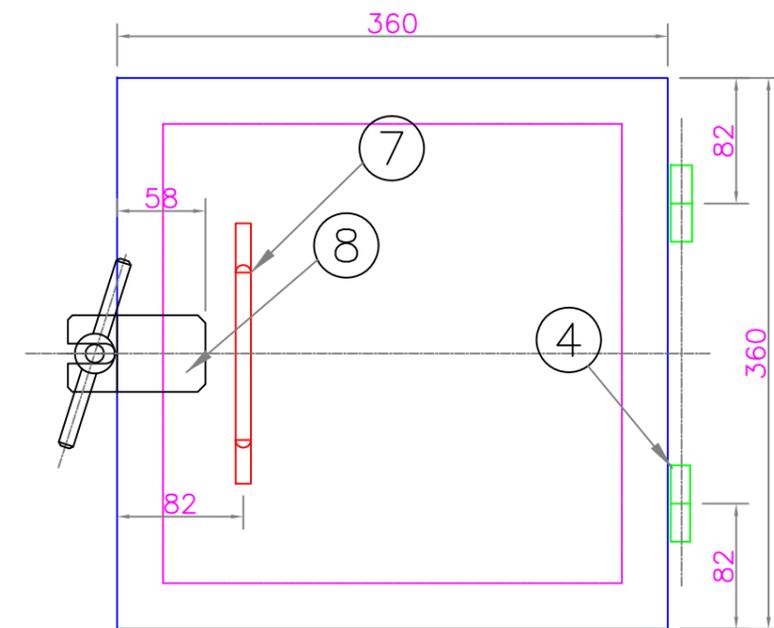
PLACA P1 (Cant. 4)
ESCALA 1 : 4



6 TUERCA (Cant. 1u)
ESCALA 1 : 2.5



PLACA P5 (Cant. 2)
ESCALA 1 : 4

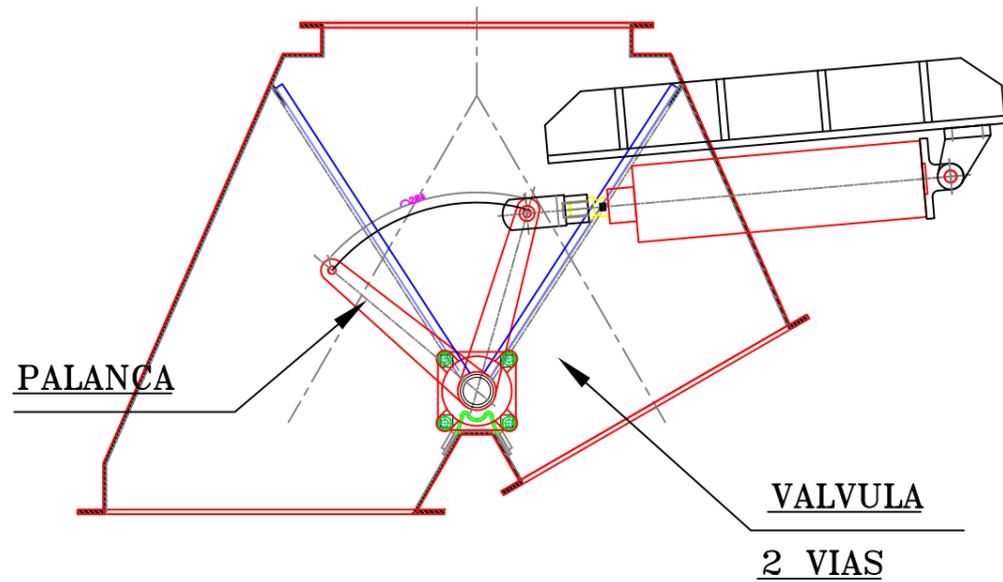


DISPOSICION DE TAPA
ESCALA 1 : 5

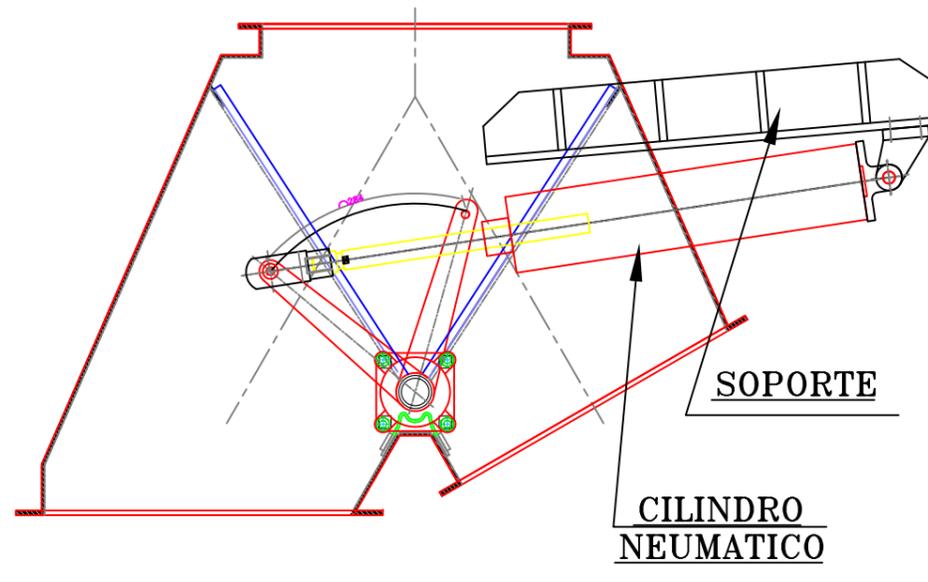


ESPOL

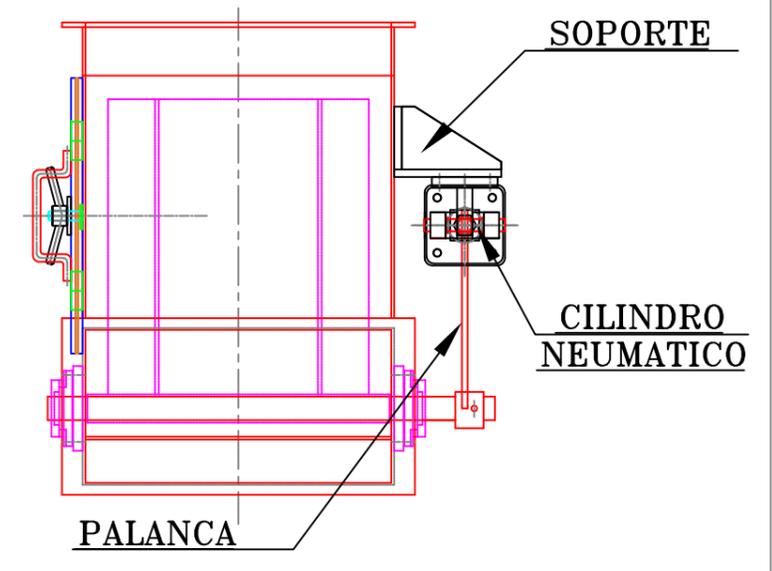
Nombre		Fecha		Proyecto:	
Dibujó:		Revisó:		REDISEÑO PARA SEPARACION DE ARENA	
Aprobó:		Escala:		Código del Proyecto: XXX	
LICITACION: <input type="checkbox"/> REFERENCIA: <input type="checkbox"/>		INDICADA		Área: XXX	
AS-BUILT: <input type="checkbox"/> PRELIMINAR: <input type="checkbox"/>		Formato Impresión: A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/>		Código del Equipo: XXX	
REVISION: <input type="checkbox"/> APROBACION: <input checked="" type="checkbox"/>		A0 <input type="checkbox"/> A3 <input checked="" type="checkbox"/> A4 <input type="checkbox"/>		Contiene:	
No usar para: <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION: <input type="checkbox"/>		Código General de Plano:		COMPUERTA DE INSPECCION Y SOPORTERIA DE VALVULA DE DOS VIAS	
				Lam.Rev.: 003	



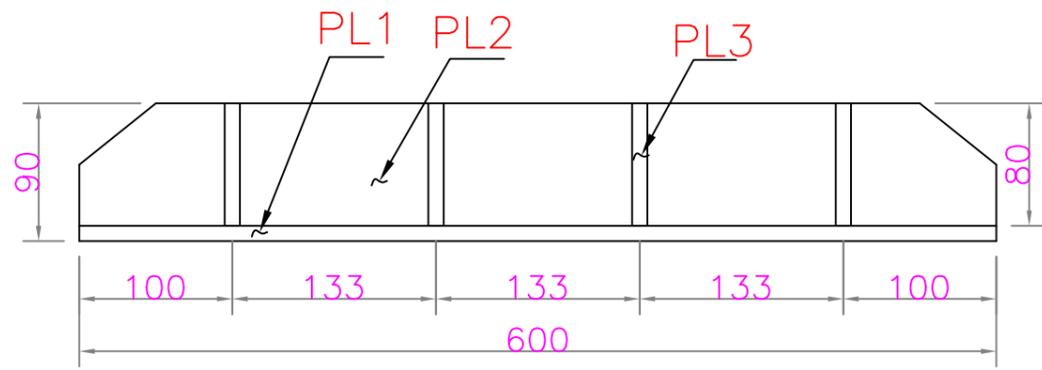
DISPOSICION DE CILINDRO CERRADO
 ESCALA 1 : 10



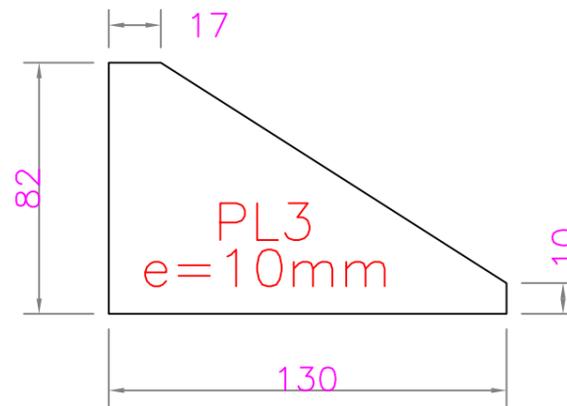
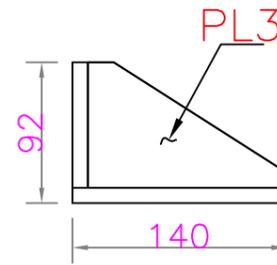
DISPOSICION DE CILINDRO ABIERTO
 ESCALA 1 : 10



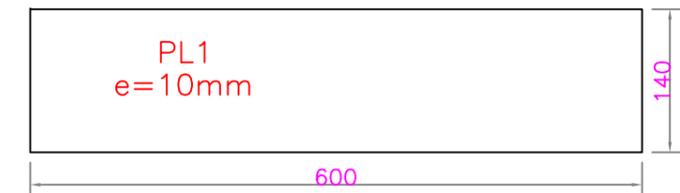
DISPOSICION LATERAL DE CILINDRO
 ESCALA 1 : 10



DISPOSICION DE SOPORTE DE CILINDRO NEUMATICO
 ESCALA 1 : 5



DETALLE PL3
 CANT: 4 UNIDADES
 ESCALA 1 : 2.5

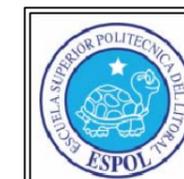


DETALLE PL1
 ESCALA 1 : 7.5



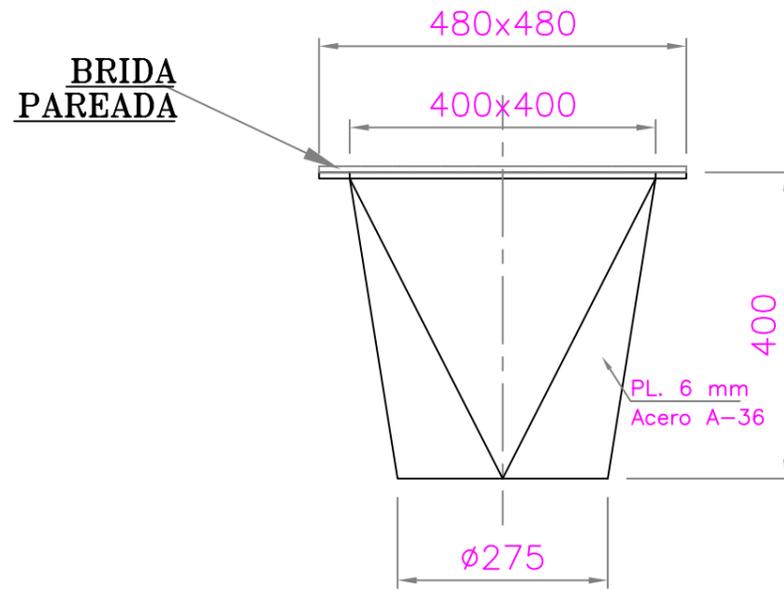
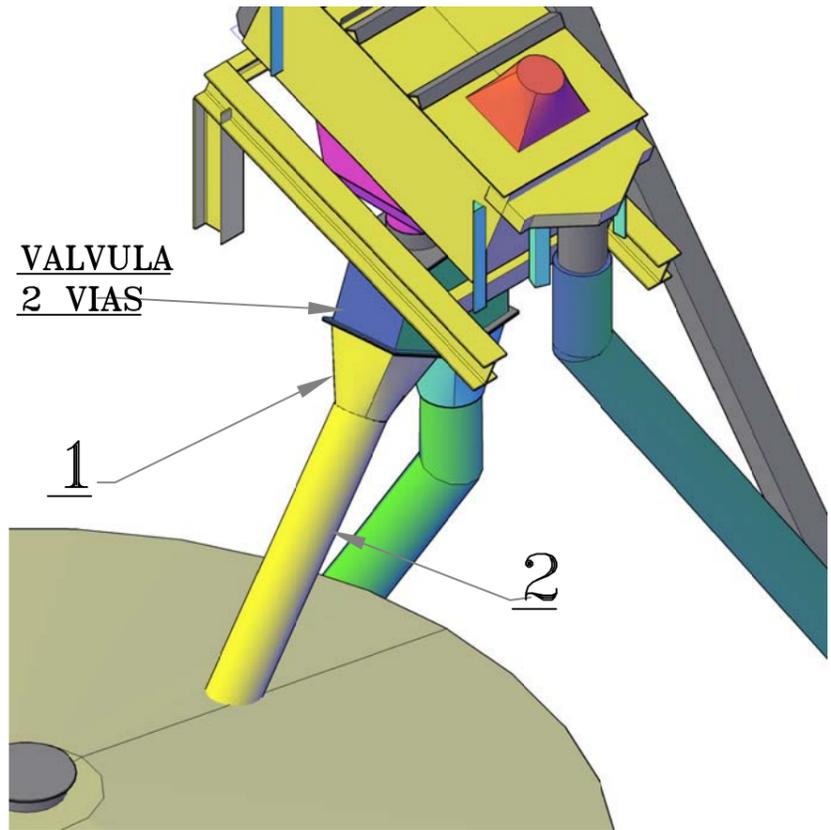
DETALLE PL2
 ESCALA 1 : 7.5

NOTA:
 -EL PISTON A UTILIZAR ES DE DOBLE EFECTO CON EMBOLO Ø80 Y VASTAGO Ø25mm CON UNA CARRERA DE 250mm.
 -COLOQUESE EL SOPORTE EN SITIO.
 -EL SOPORTE ES DE ACERO A-36.

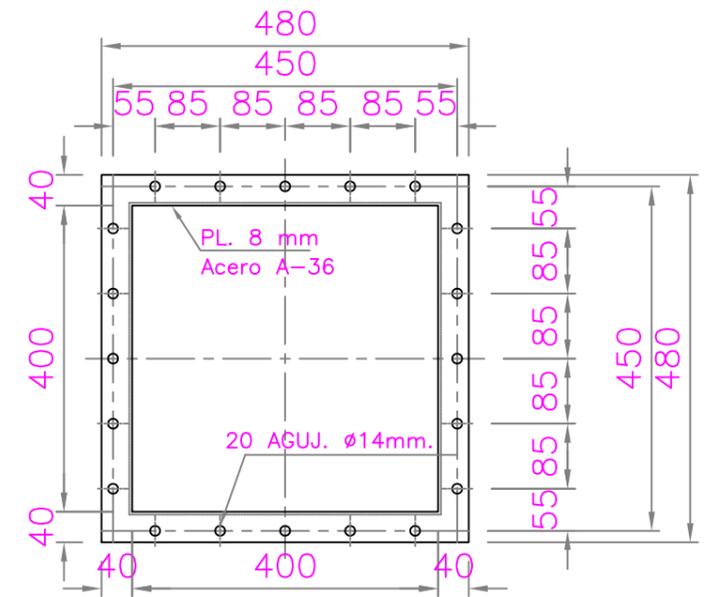


ESPOL

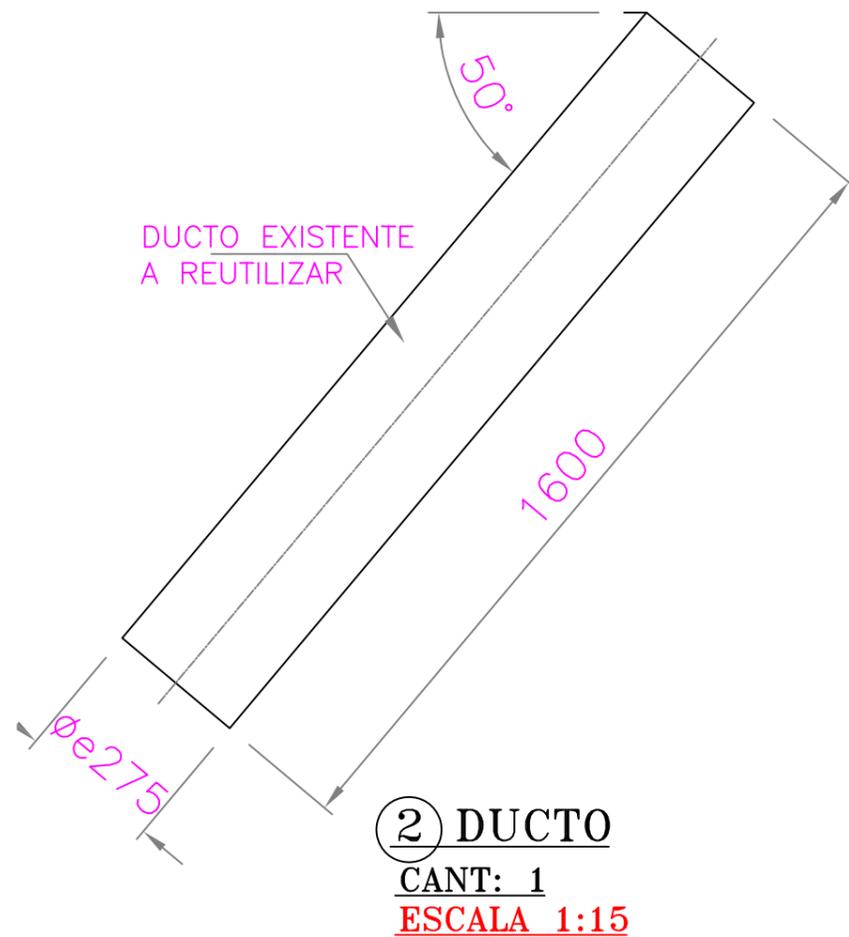
Nombre		Fecha		Proyecto:	
Dibujó:		Revisó:		REDISEÑO PARA SEPARACION DE ARENA	
Aprobó:		Escala:		Código del Proyecto:	Área:
LICITACION: <input type="checkbox"/> REFERENCIA: <input type="checkbox"/>		INDICADA		XXX	Código del Equipo:
AS-BUILT: <input type="checkbox"/> PRELIMINAR: <input type="checkbox"/>		Formato Impresión: A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/>		XXX	XXX
REVISION: <input type="checkbox"/> APROBACION: <input checked="" type="checkbox"/>		A0 <input type="checkbox"/> A3 <input checked="" type="checkbox"/> A4 <input type="checkbox"/>		Código General de Plano:	
No usar para: <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION: <input type="checkbox"/>		Contiene:		SOPORTE DEL CILINDRO NEUMATICO DE LA VALVULA DE DOS VIAS	
				Lam.Rev.: 004	



1 TRANSICION
CANT: 1
ESCALA 1:10



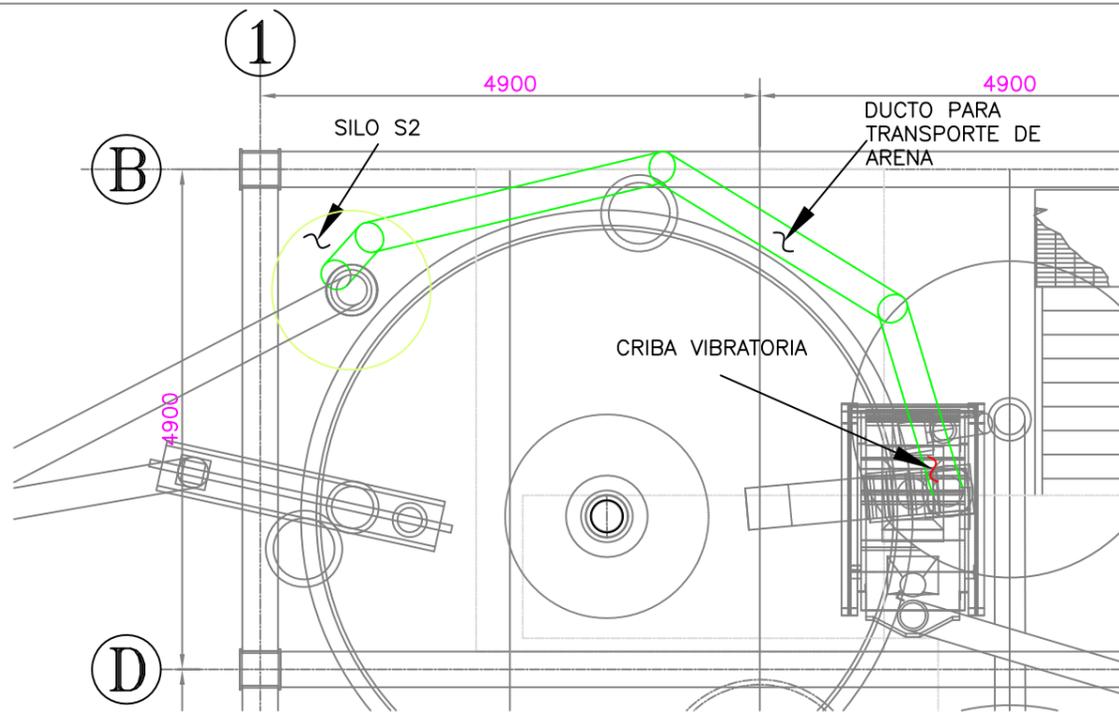
BRIDA
CANT: 1
ESCALA 1:10



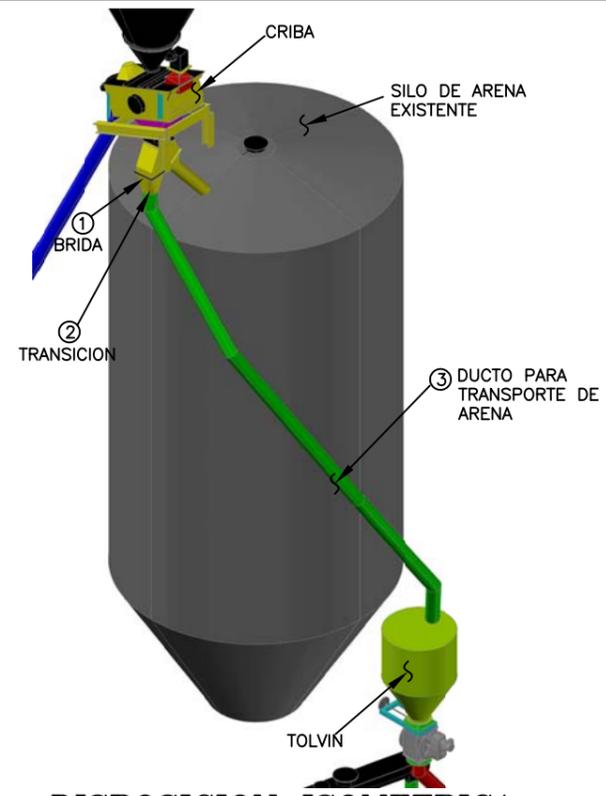
2 DUCTO
CANT: 1
ESCALA 1:15

NOTA:
 UTILIZAR ACTUAL DUCTO DE DESCARGA A SILO.

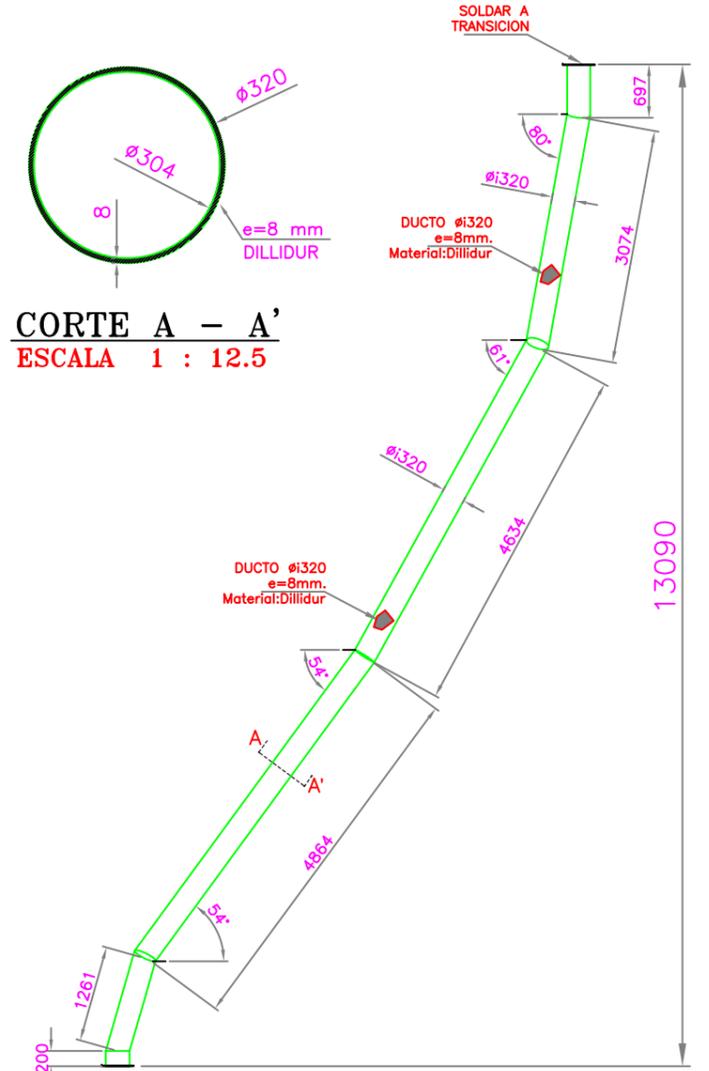
	<h1>ESPOL</h1>			
	Nombre	Fecha	Proyecto:	
Dibujó:		REDISEÑO PARA SEPARACION DE ARENA		
Revisó:		Código del Proyecto:	Área:	Código del Equipo:
Aprobó:		XXX	XXX	XXX
PLANO EMITIDO PARA: LICITACION: <input type="checkbox"/> REFERENCIA: <input type="checkbox"/> AS-BUILT: <input type="checkbox"/> PRELIMINAR: <input type="checkbox"/> REVISION: <input type="checkbox"/> APROBACION: <input checked="" type="checkbox"/> No usar para: <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION: <input type="checkbox"/>		Escala: INDICADA Formato Impresión: A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/> A0 <input type="checkbox"/> A3 <input checked="" type="checkbox"/> A4 <input type="checkbox"/>		Código General de Plano: Contiene: CHUTE DE DESCARGA A SILO DE ARENA EXISTENTE
				Lam.Rev.: 005



VISTA EN PLANTA
ESCALA 1 : 75

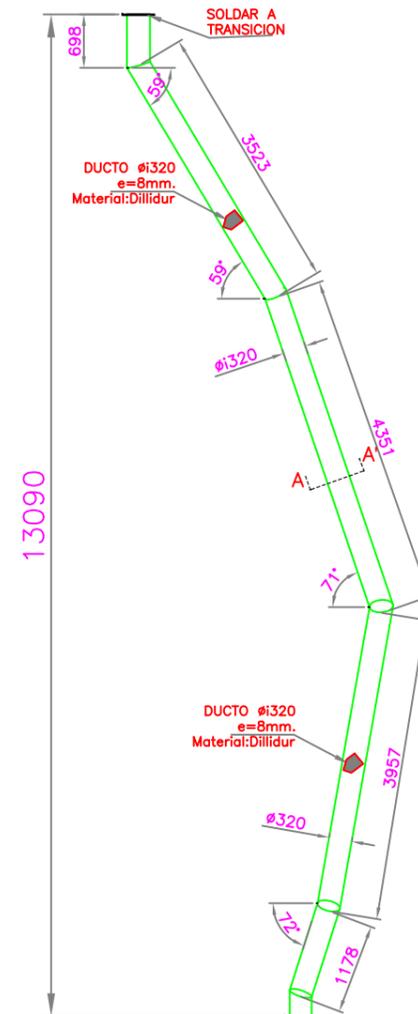


DISPOSICION ISOMETRICA

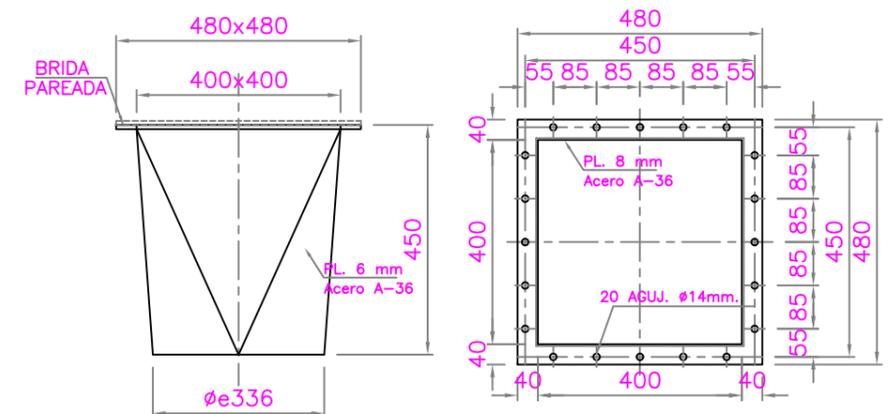


CORTE A - A'
ESCALA 1 : 12.5

3 VISTA LATERAL DEL DUCTO
ESCALA 1 : 100

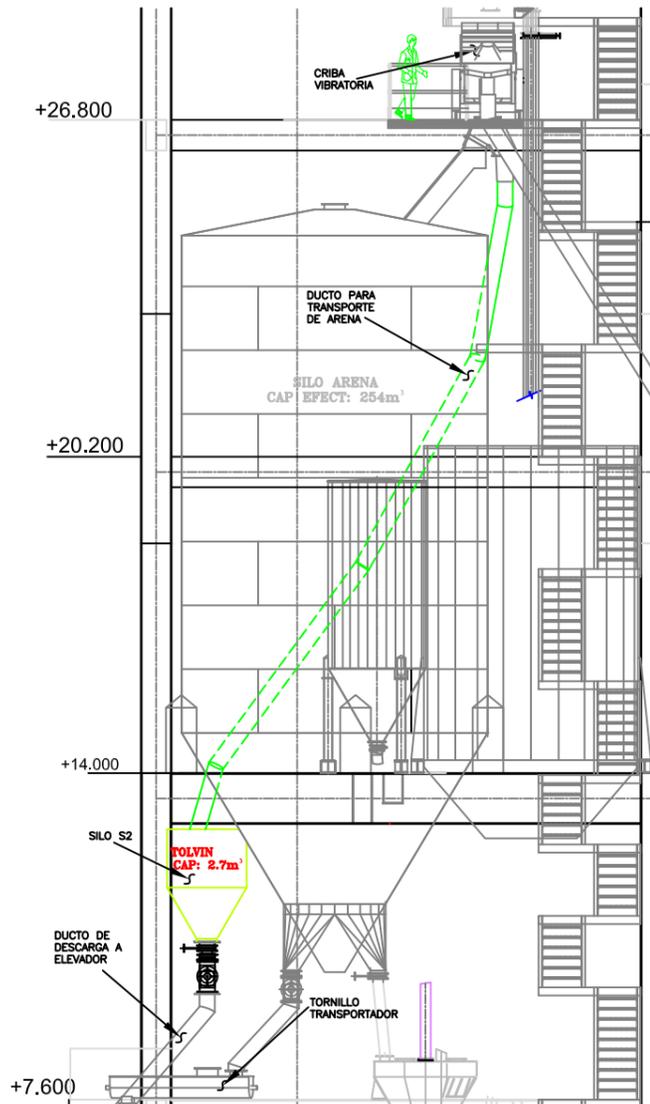


3 VISTA FRONTAL DEL DUCTO
ESCALA 1 : 100

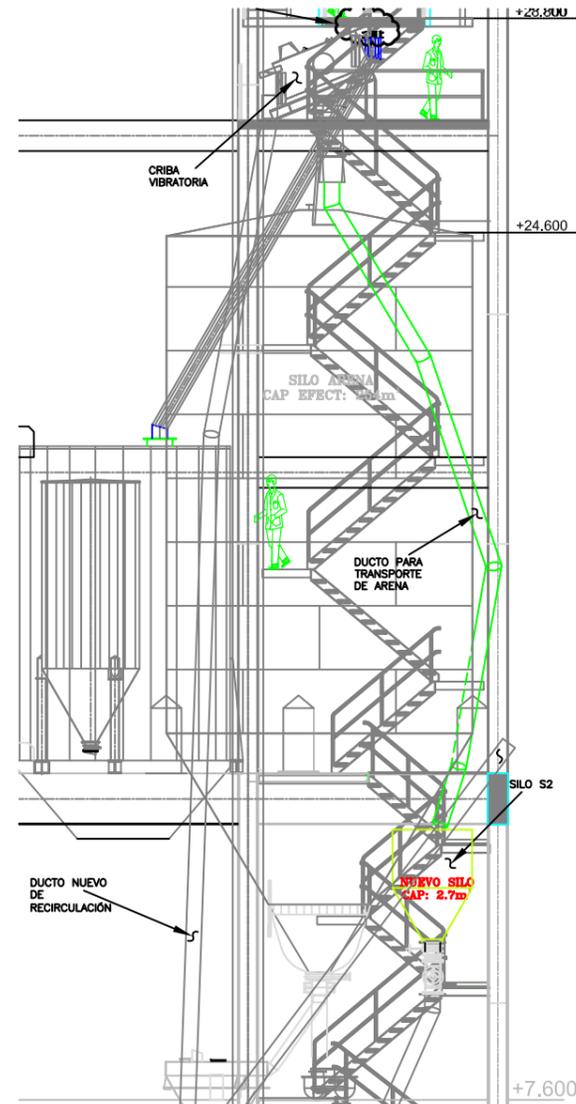


2 TRANSICION
ESCALA 1 : 15
CANT: 1 UNIDAD

1 BRIDA
ESCALA 1 : 15
CANT: 1 UNIDAD

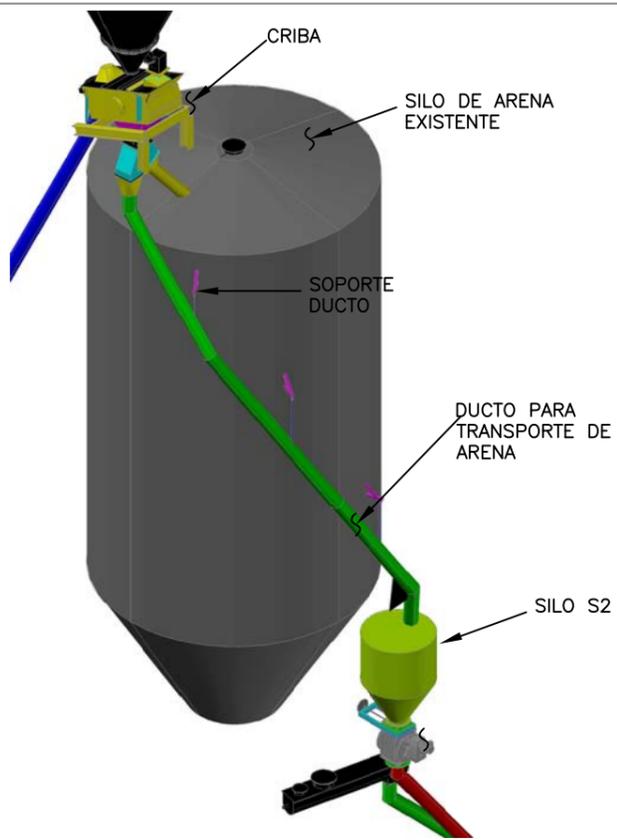


VISTA FRONTAL DESVIO CHORRO
ESCALA 1 : 150

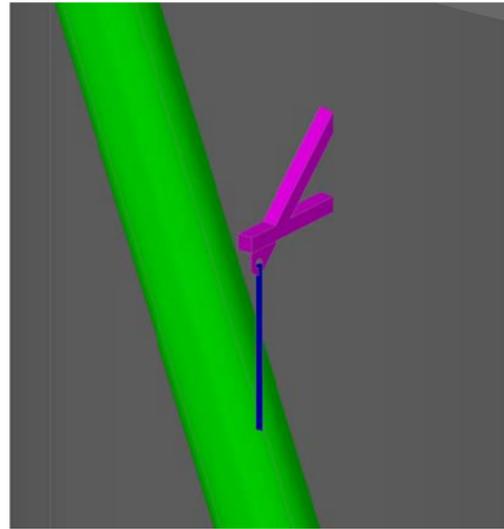


VISTA LATERAL DESVIO CHORRO
ESCALA 1 : 150

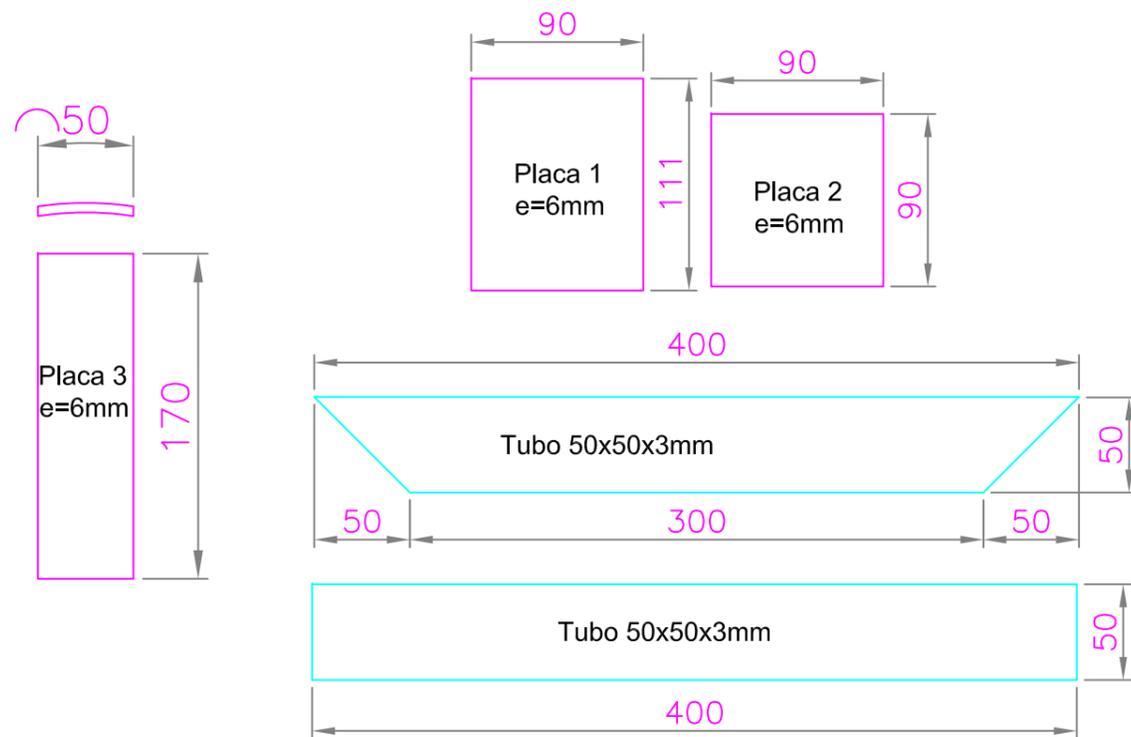
	<h1>ESPOL</h1>			
	REDISEÑO PARA SEPARACION DE ARENA			
Nombre:	Fecha:	Proyecto:		
Dibujó:		REDISEÑO PARA SEPARACION DE ARENA		
Revisó:		Código del Proyecto:	Área:	
Aprobó:		XXX	XXX	
Escaló:		Código General de Plano:	Código del Equipo:	
			XXX	
LICITACION: <input type="checkbox"/> REFERENCIA: <input type="checkbox"/> AS-BUILD: <input type="checkbox"/> PRELIMINAR: <input type="checkbox"/> REVISION: <input type="checkbox"/> APROBACION: <input type="checkbox"/> No usar para: <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION: <input type="checkbox"/>	Formato Impresión: A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/> A0 <input type="checkbox"/> A3 <input checked="" type="checkbox"/> A4 <input type="checkbox"/>	Contiene: DETALLE DEDUCTO PARA TRANSPORTE DE ARENA		
			Lam.Rev.: 006	



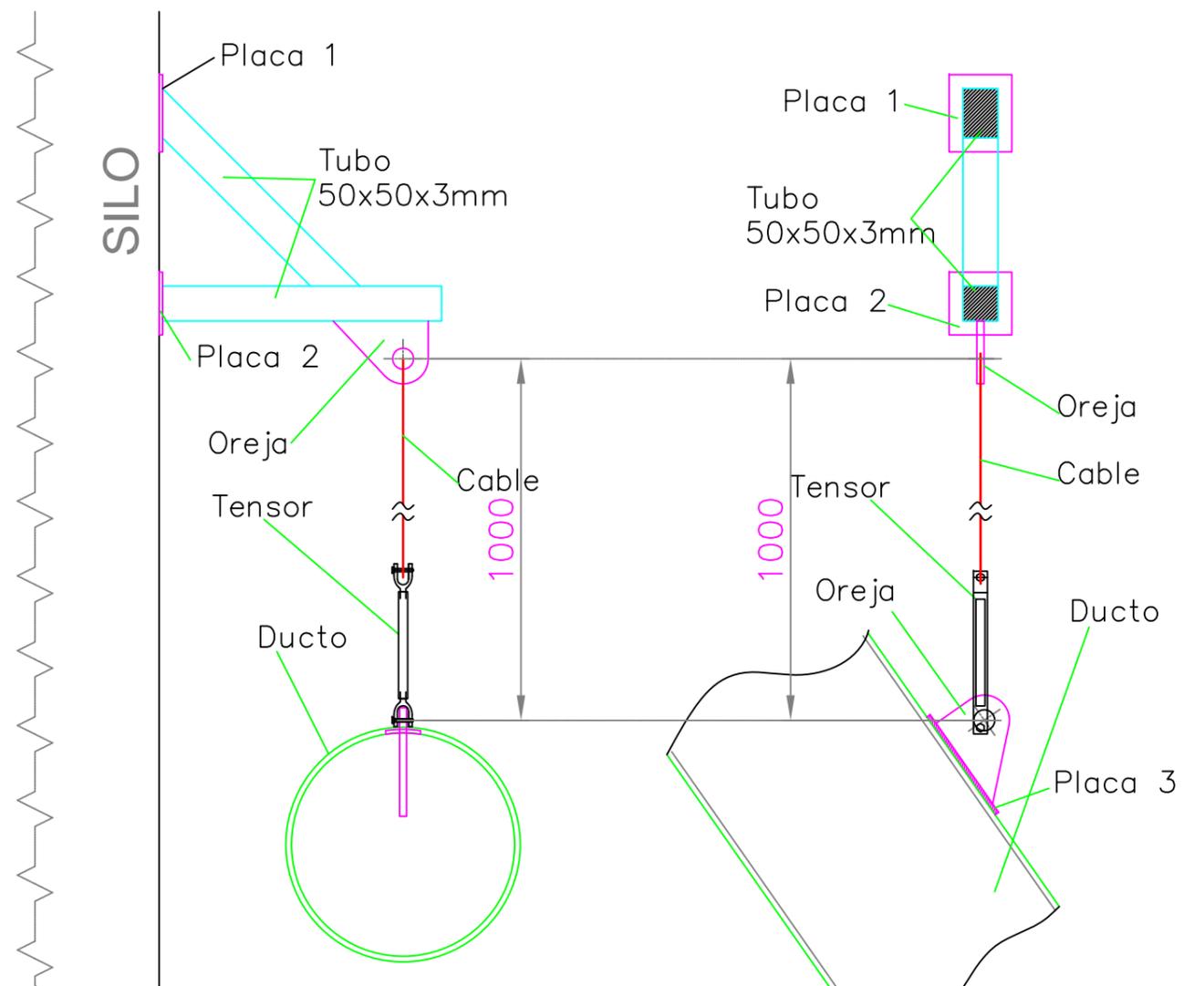
DISPOSICION ISOMETRICA



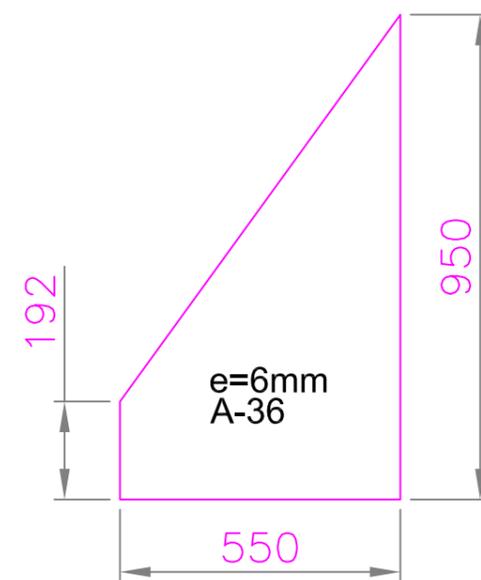
ISOMETRICO SOPORTE DE DUCTO
ESCALA S/E



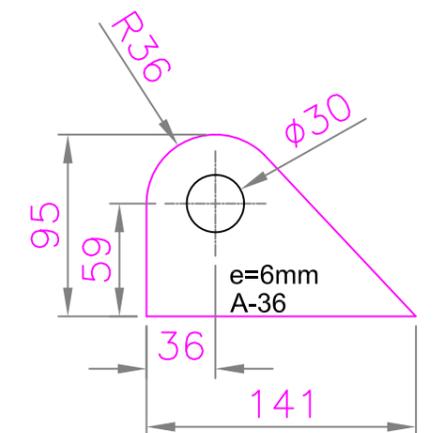
DETALLE DE SOPORTERIA
CANT: 3 UNIDADES
ESCALA 1 : 4



SOPORTE TIPO
ESCALA 1 : 10



DETALLE DE CARTELA
CANT: 1 UNIDAD
ESCALA 1 : 15



DETALLE DE OREJA
CANT: 3 UNIDADES
ESCALA 1 : 4

NOTA:

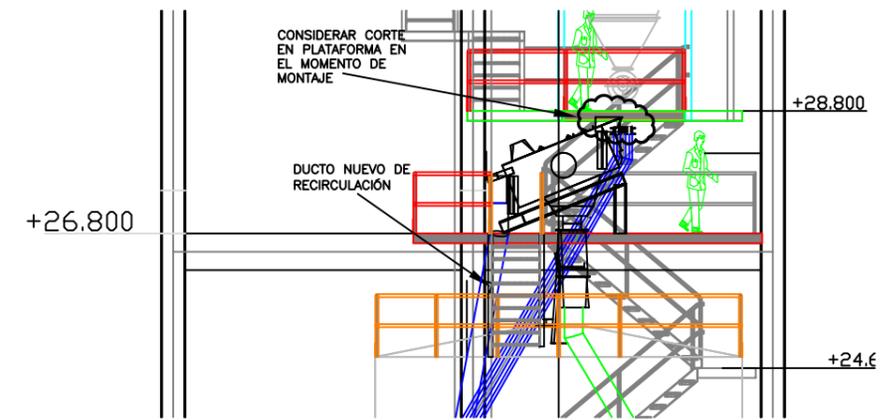
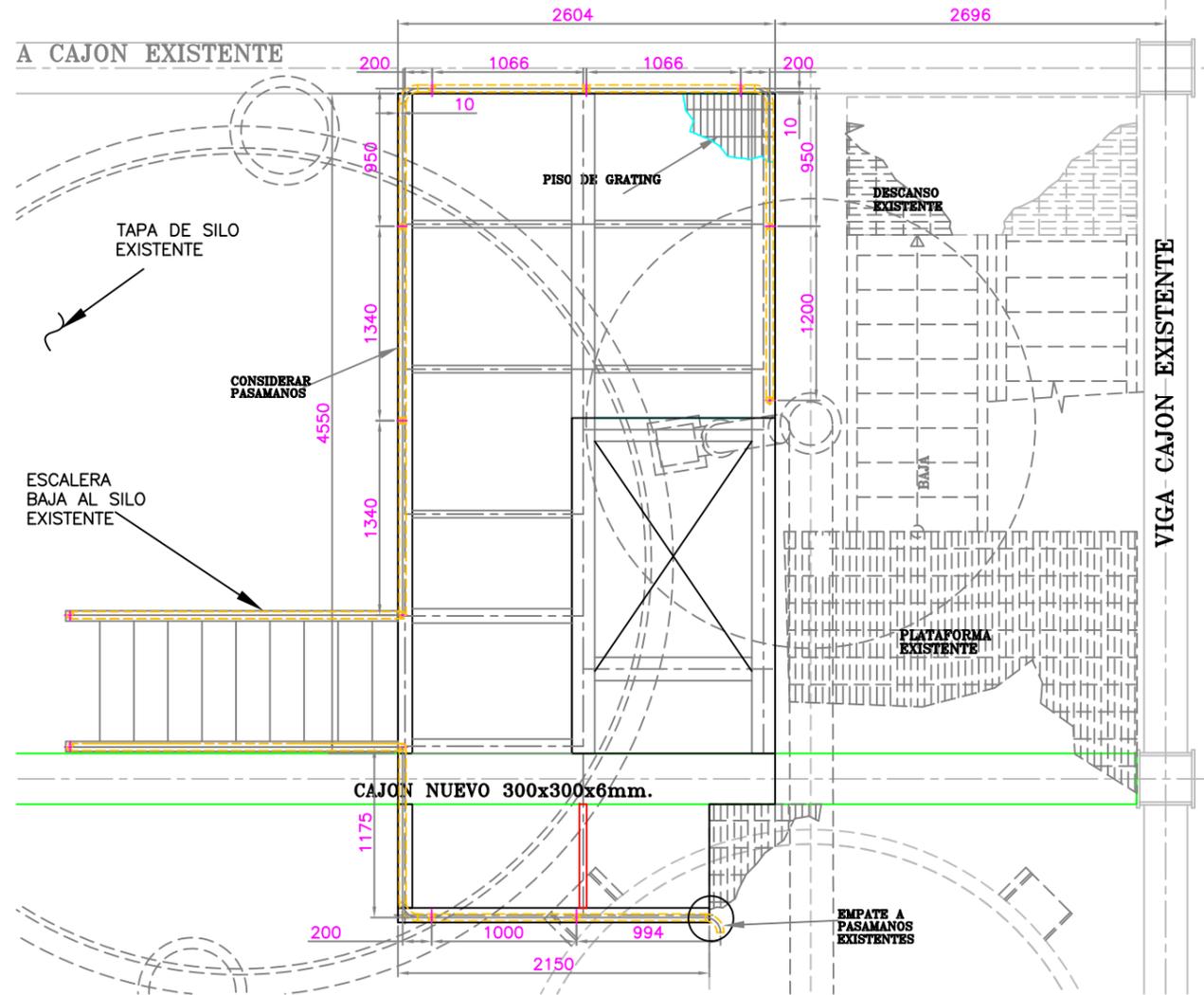
- LA SOPORTERIA ES DE ACERO A-36.
- SOLDAR OREJAS Y CARTELA EN SITIO SEGUN UBICACION DE SOPORTE Y DUCTO RESPECTIVAMENTE.
- SE UTILIZARA TENSOR BOCA Y BOCA DE 1/2"x9".
- EL CABLE SERA DE Ø1/2".

	<h1>ESPOL</h1>			
	Nombre	Fecha	Proyecto:	
Dibujó:		REDISEÑO PARA SEPARACION DE ARENA		
Revisó:		Código del Proyecto:	Área:	Código del Equipo:
Aprobó:		XXX	XXX	XXX
PLANO EMITIDO PARA: LICITACION: <input type="checkbox"/> REFERENCIA: <input type="checkbox"/> AS-BUILT: <input type="checkbox"/> PRELIMINAR: <input type="checkbox"/> REVISION: <input type="checkbox"/> APROBACION: <input checked="" type="checkbox"/> No usar para: <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION: <input type="checkbox"/>		INDICADA		Contiene:
Formato Impresión:	A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/> A3 <input checked="" type="checkbox"/> A4 <input type="checkbox"/>	Código General de Plano:		DETALLE DE SOPORTERIA PARA DUCTO PARA TRANSPORTE DE ARENA
				Lam.Rev.: 007

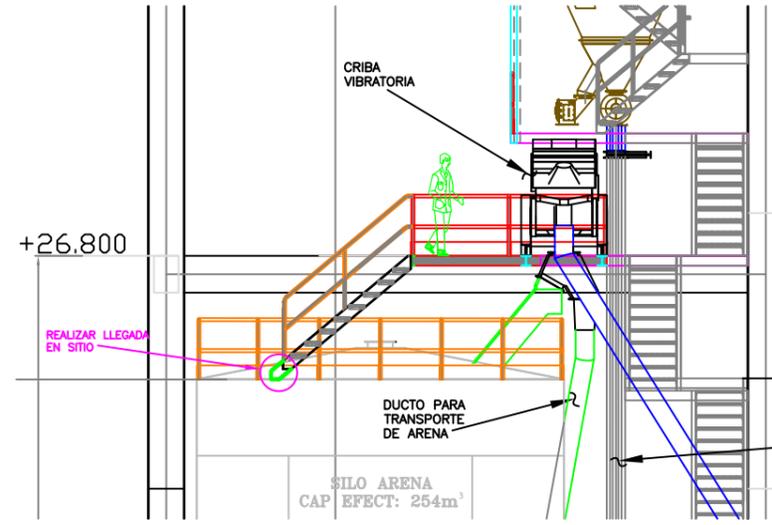
PASAMANOS N+26.800

2

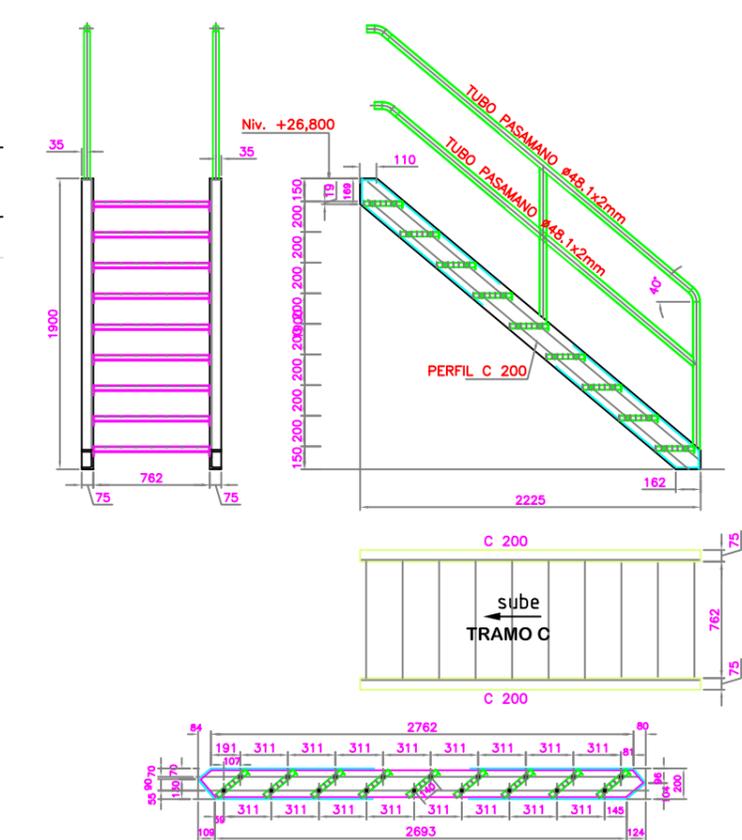
ESCALA 1 : 50



VISTA LATERAL
ESCALA 1 : 100

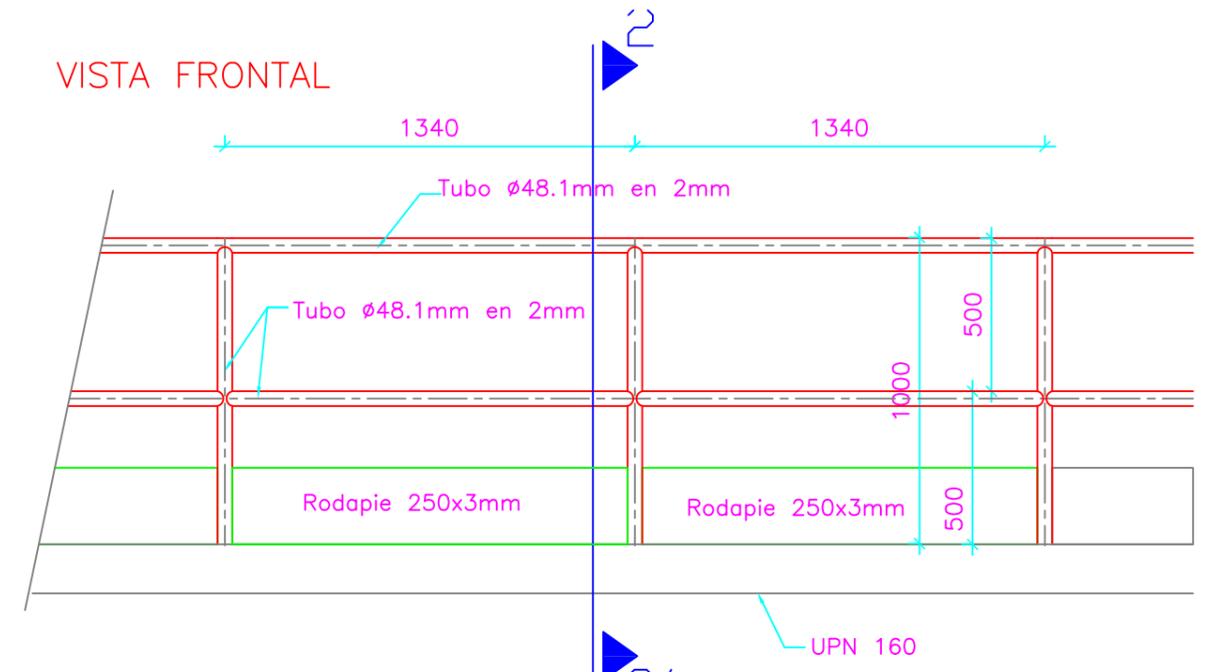


VISTA FRONTAL
ESCALA 1 : 125



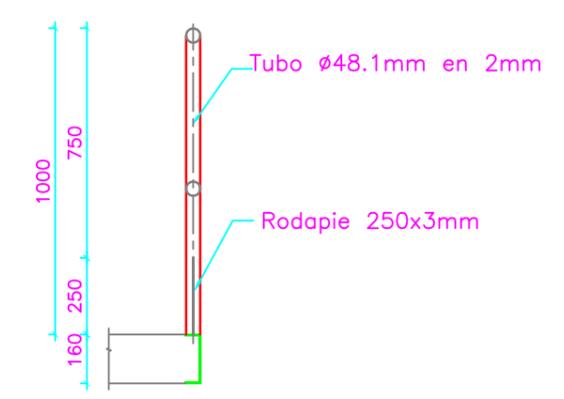
DETALLE DE ESCALERA
ESCALA 1 : 50

VISTA FRONTAL



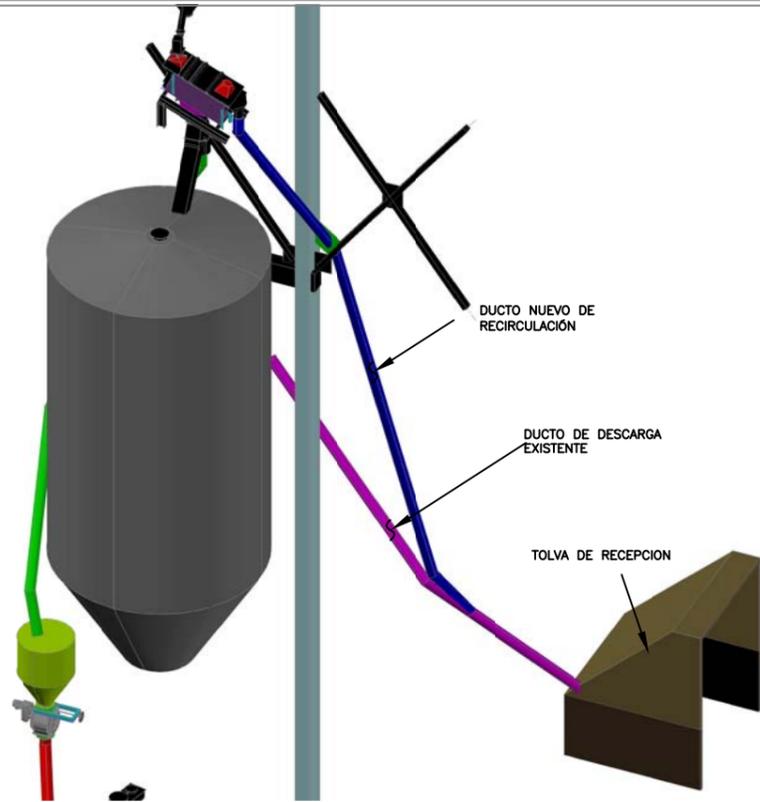
DETALLE DE PASAMANOS
ESCALA 1 : 25

CORTE 2-2'

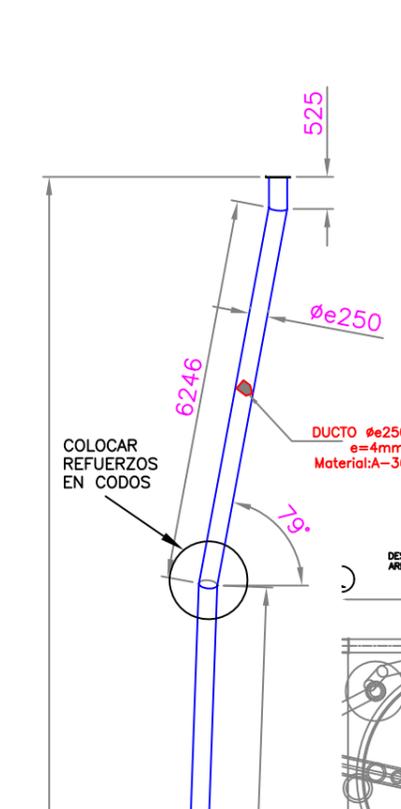
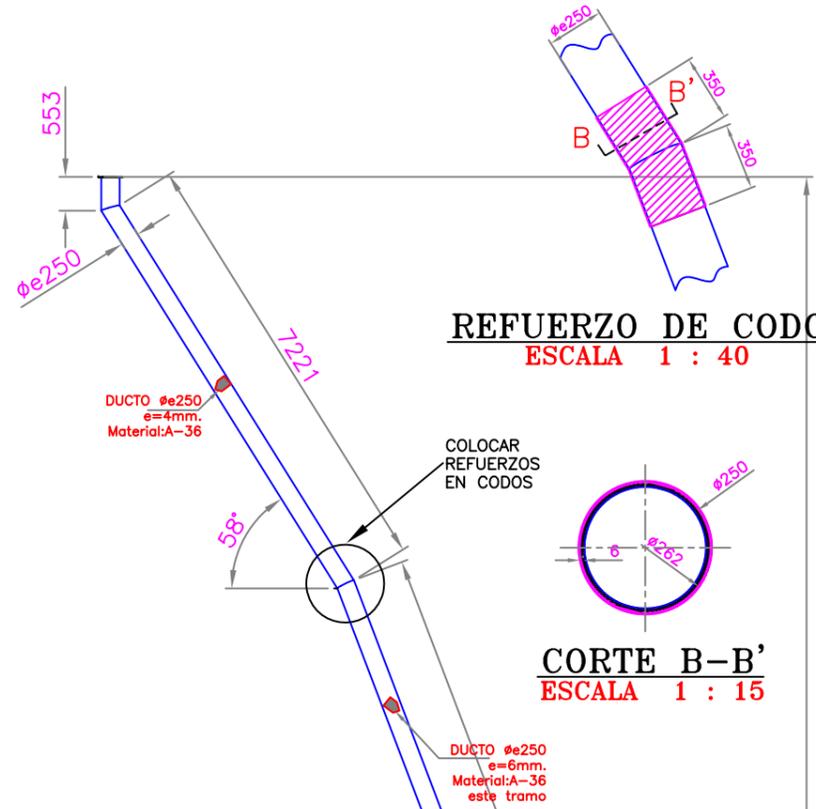


ESPOL

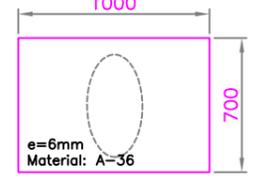
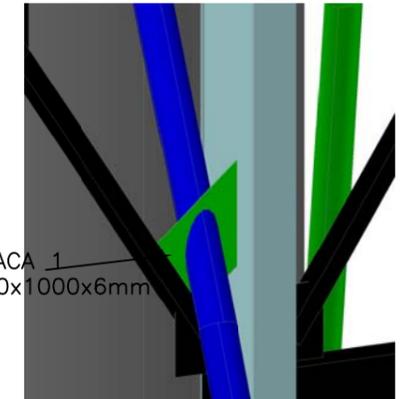
Nombre	Fecha	Proyecto:	
Dibujó:		REDISEÑO PARA SEPARACION DE ARENA	
Revisó:		Código del Proyecto:	Área:
Aprobó:		XXX	XXX
Escalá:		Código General de Plano:	Código del Equipo:
			XXX
LICITACION: <input type="checkbox"/> REFERENCIA: <input type="checkbox"/>		Contiene:	
AS-BUILT: <input type="checkbox"/> PRELIMINAR: <input type="checkbox"/>		DISPOSICIÓN DE PASAMANOS DE PLATAFORMA N+ 26.800	
REVISION: <input type="checkbox"/> APROBACION: <input checked="" type="checkbox"/>		Lam.Rev.:	
No usar para: <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION: <input type="checkbox"/>		009	
Formato Impresión: A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/>			
A0 <input type="checkbox"/> A3 <input checked="" type="checkbox"/> A4 <input type="checkbox"/>			



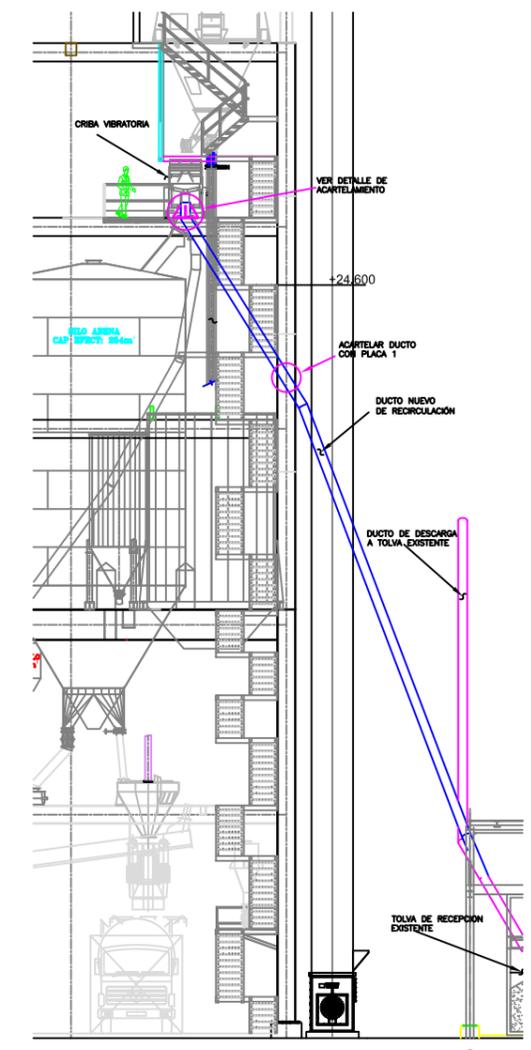
DISPOSICION ISOMETRICA
L=26000mm



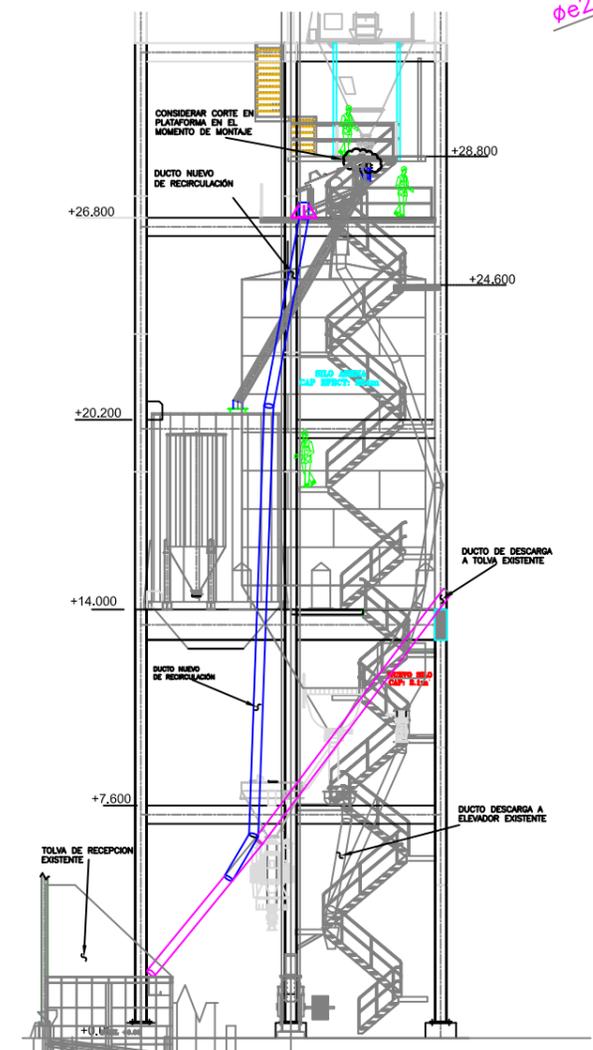
ACARTELAMIENTO DE DUCTO
ESCALA S/E



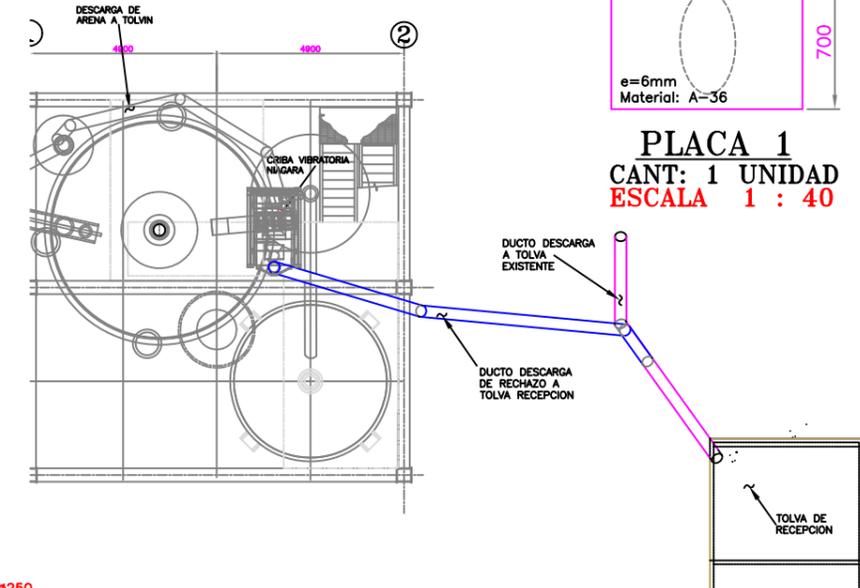
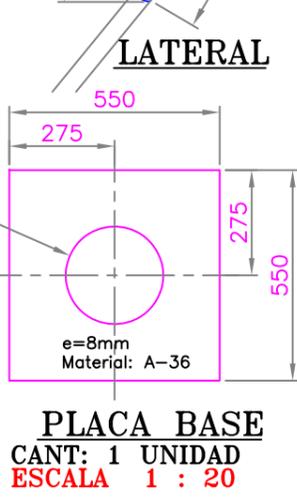
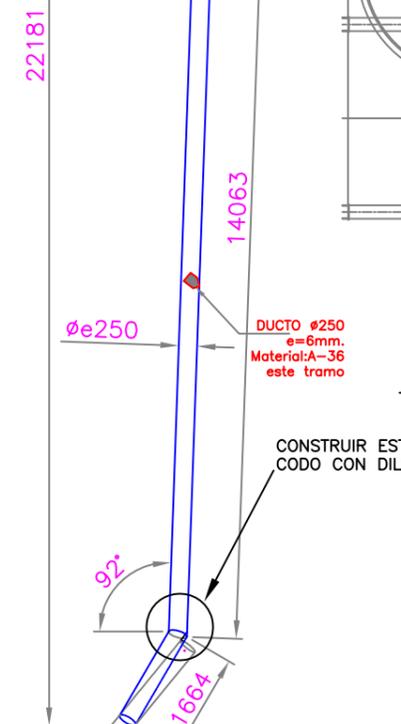
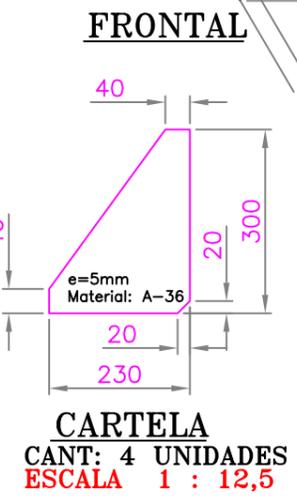
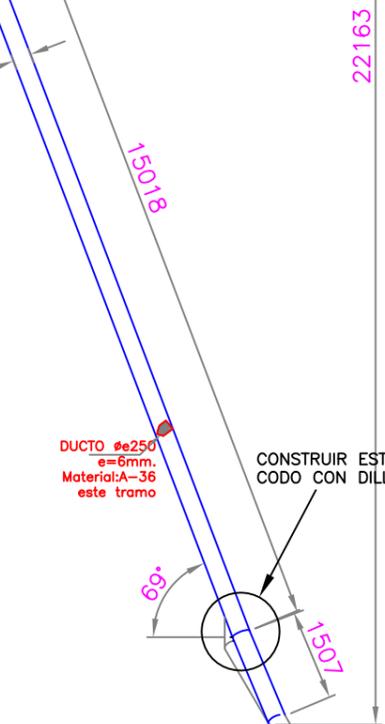
PLACA 1
CANT: 1 UNIDAD
ESCALA 1 : 40



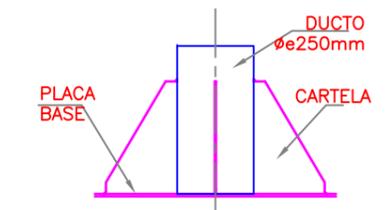
VISTA FRONTAL DUCTO
ESCALA 1 : 125



VISTA LATERAL DUCTO
ESCALA 1 : 125



VISTA EN PLANTA-DESCARGA DE CHUTE
ESCALA 1 : 150



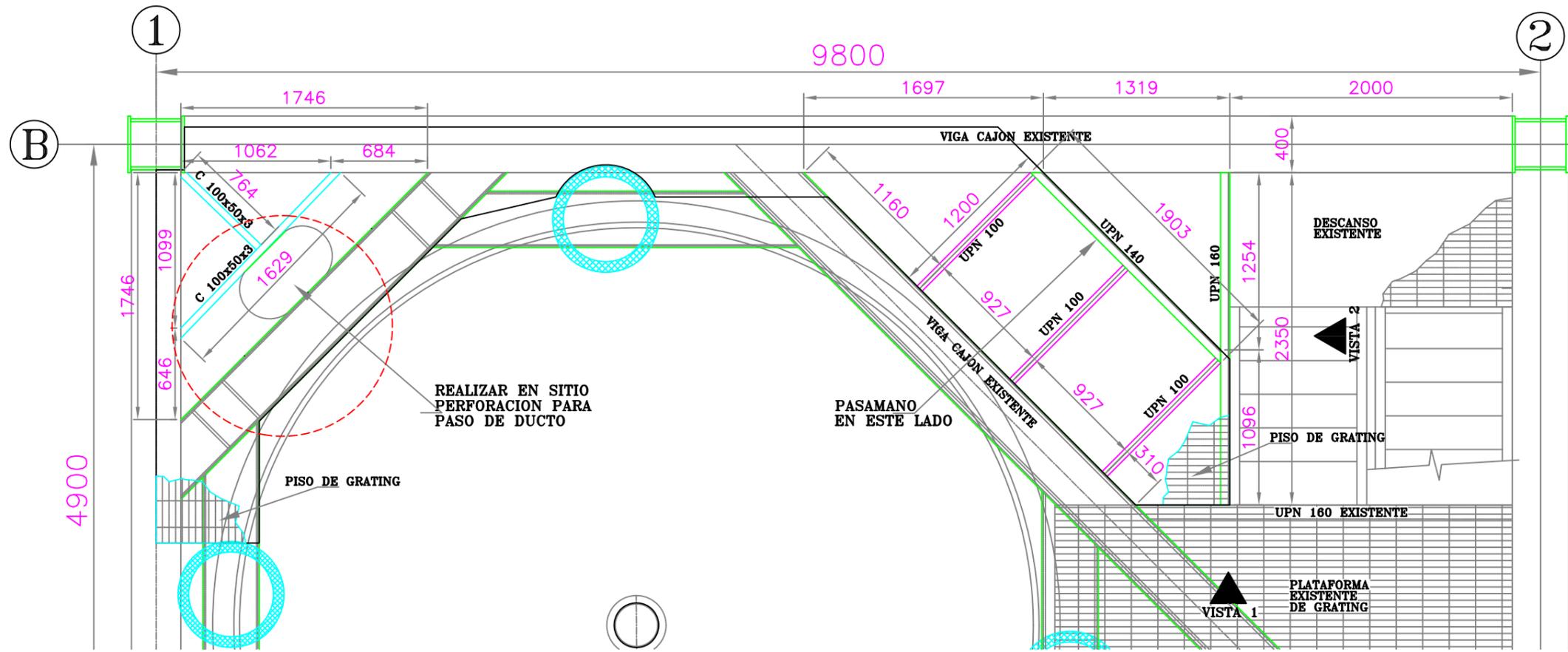
DISPOSICION DE CARTELAS
ESCALA 1 : 25

NOTA:
-CONSIDERAR JUNTA FLEXIBLE PARA CONEXION ENTRE ϕ 200mm Y ϕ 250mm.
-REALIZAR LOS CORTES DE PLACA 1 EN SITIO PARA ACARTELAR DUCTO

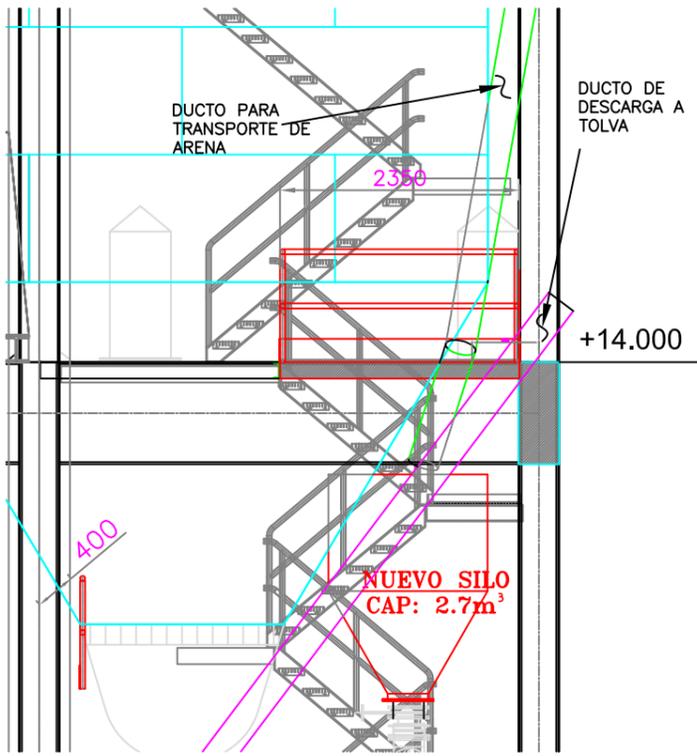


ESPOL

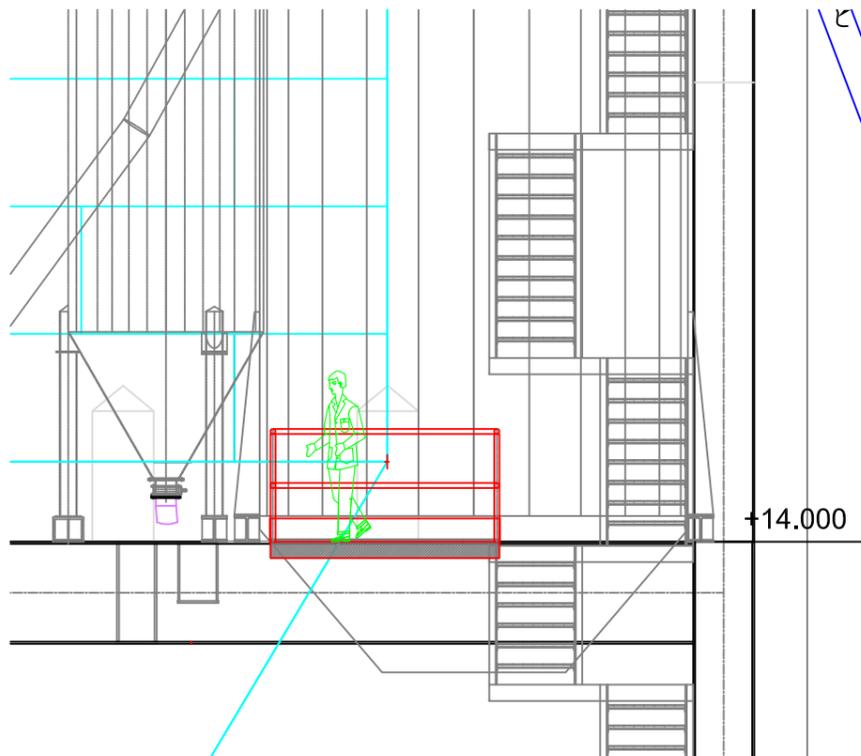
Nombre		Fecha		Proyecto:	
Dibujó:		Revisó:		REDISEÑO PARA SEPARACION DE ARENA	
Aprobó:		Escala:		Código del Proyecto:	Área:
LICITACION: <input type="checkbox"/>		REFERENCIA: <input type="checkbox"/>		XXX	Código del Equipo:
AS-BUILT: <input type="checkbox"/>		PRELIMINAR: <input type="checkbox"/>		XXX	XXX
REVISION: <input type="checkbox"/>		APROBACION: <input type="checkbox"/>		Código General de Plano:	
No usar para: <input type="checkbox"/>		CONSTRUCCION: <input type="checkbox"/>		Contiene:	
Formato Impresión:		INDICADA		DUCTO DE DESCARGA A TOLVA DE RECEPCION DE MATERIA PRIMA	
A0 <input type="checkbox"/>		A1 <input type="checkbox"/>		Lam.Rev.:	
A3 <input checked="" type="checkbox"/>		A2 <input type="checkbox"/>		010	
A4 <input type="checkbox"/>					



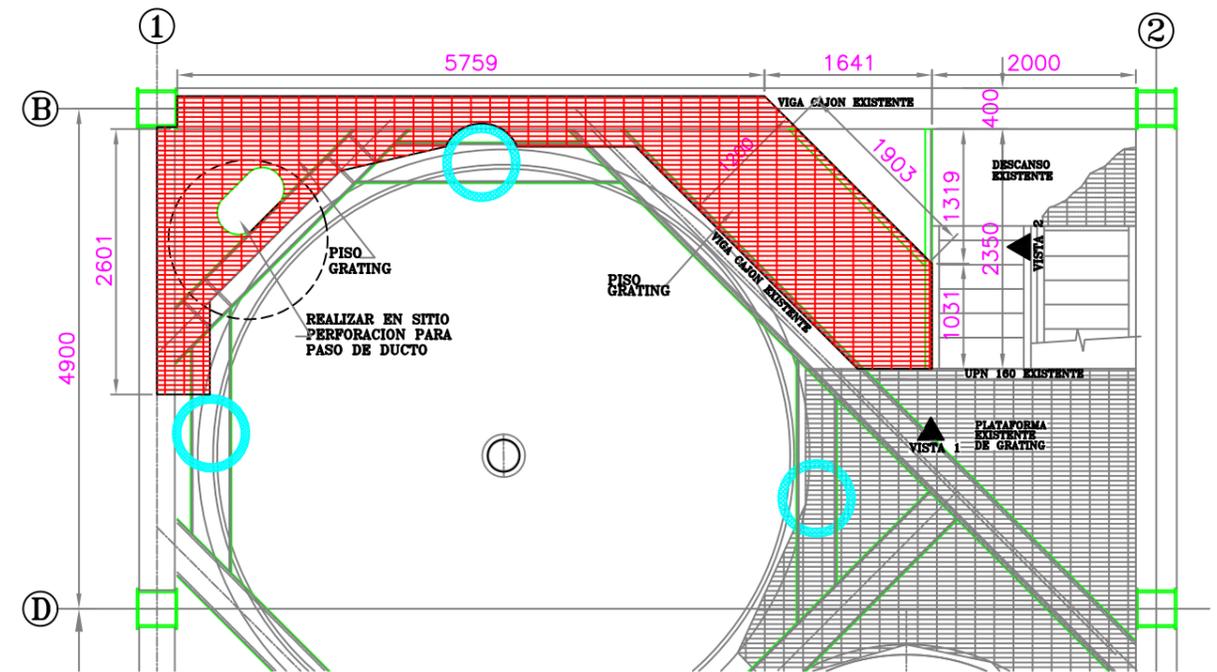
REFUERZO ESTRUCTURAL N+14,000
ESCALA 1 : 40



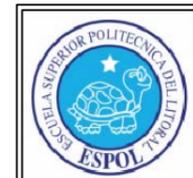
VISTA 2
ESCALA 1 : 75



VISTA 1
ESCALA 1 : 75

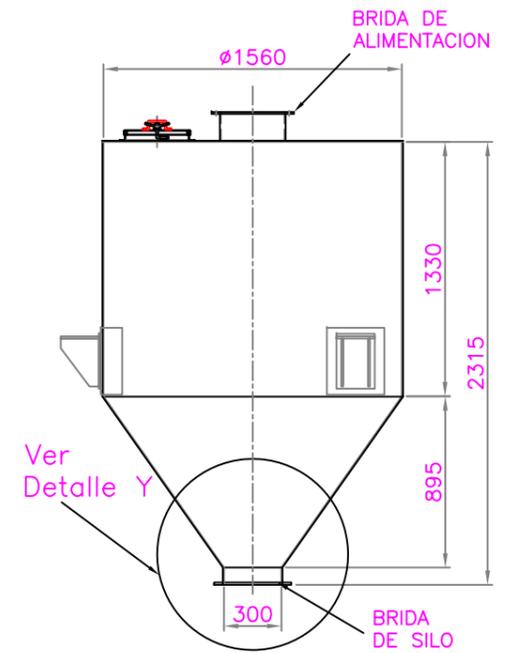


PLATAFORMA N+14,000
ESCALA 1 : 75

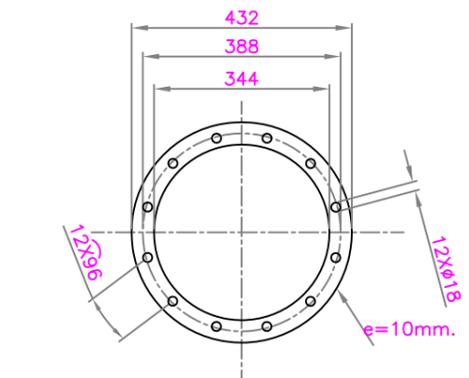
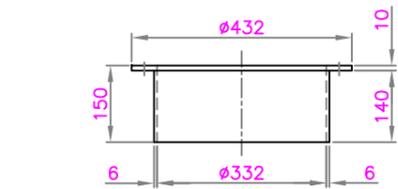


ESPOL

Nombre:	Fecha:	Proyecto:		
Dibujó:		REDISEÑO PARA SEPARACION DE ARENA		
Revisó:		Código del Proyecto:	Área:	Código del Equipo:
Aprobó:		XXX	XXX	XXX
PLANO EMITIDO PARA:		Escala:		Código General de Plano:
LICITACION: <input type="checkbox"/> REFERENCIA: <input type="checkbox"/> AS-BUILT: <input type="checkbox"/> PRELIMINAR: <input type="checkbox"/> REVISION: <input type="checkbox"/> APROBACION: <input checked="" type="checkbox"/> No usar para: <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION: <input type="checkbox"/>	INDICADA Formato Impresión: A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/> A0 <input type="checkbox"/> A3 <input checked="" type="checkbox"/> A4 <input type="checkbox"/>		Contiene: PLATAFORMA DE MANTENIMIENTO NIVEL + 14.000	Lam.Rev.: 011



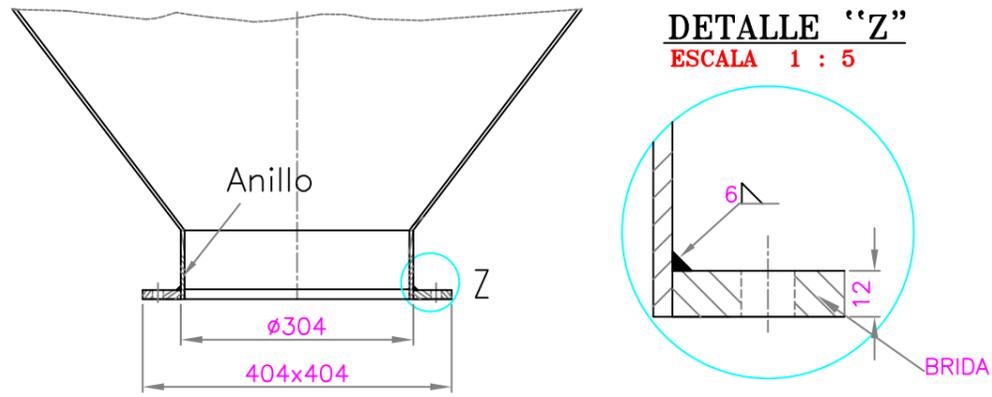
SILO S2 PARA ARENA ϕ 1560mm
ESCALA 1 : 40



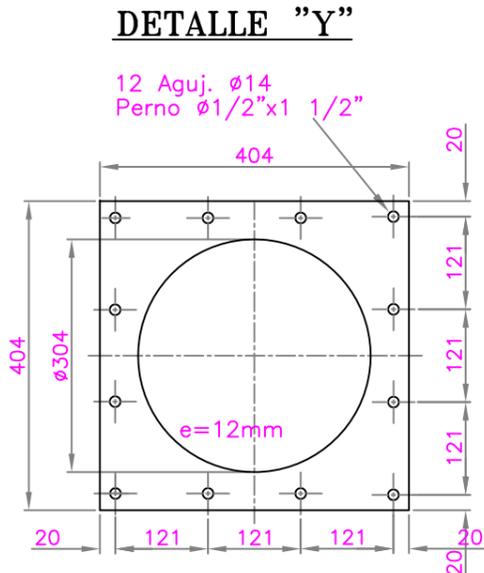
BRIDA DE ALIMENTACION
ESCALA 1 : 15



DESARROLLO DE ANILLO
ESCALA 1 : 15

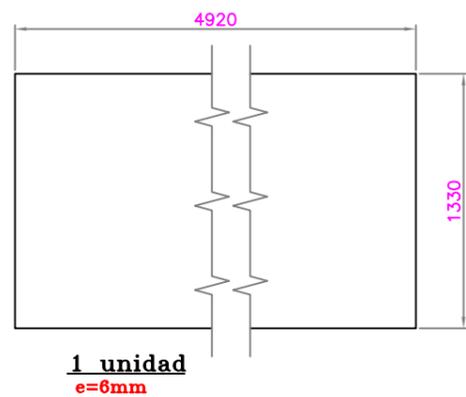


DETALLE "Z"
ESCALA 1 : 5

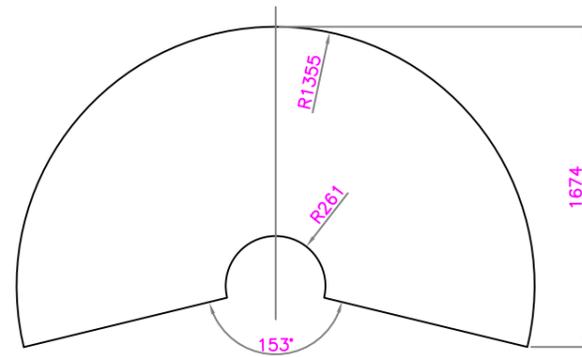


DETALLE "Y"

BRIDA DE SILO
ESCALA 1 : 10

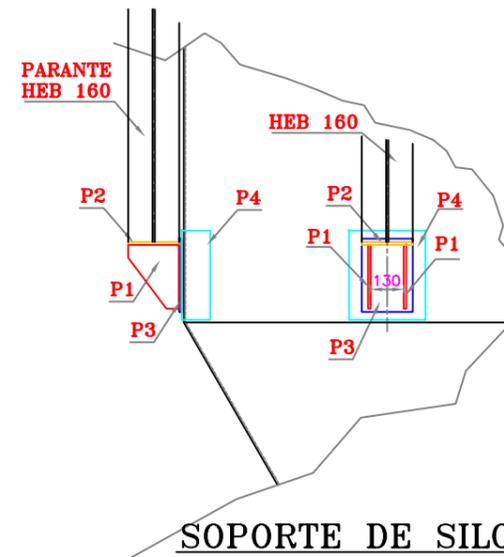


1 unidad
e=6mm

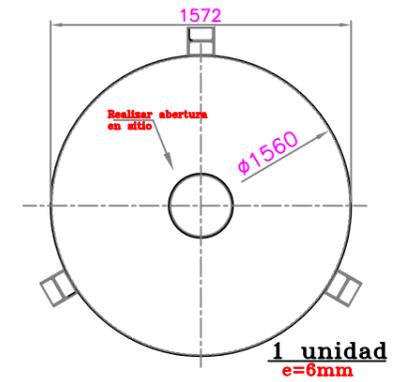


1 unidad
e=6mm

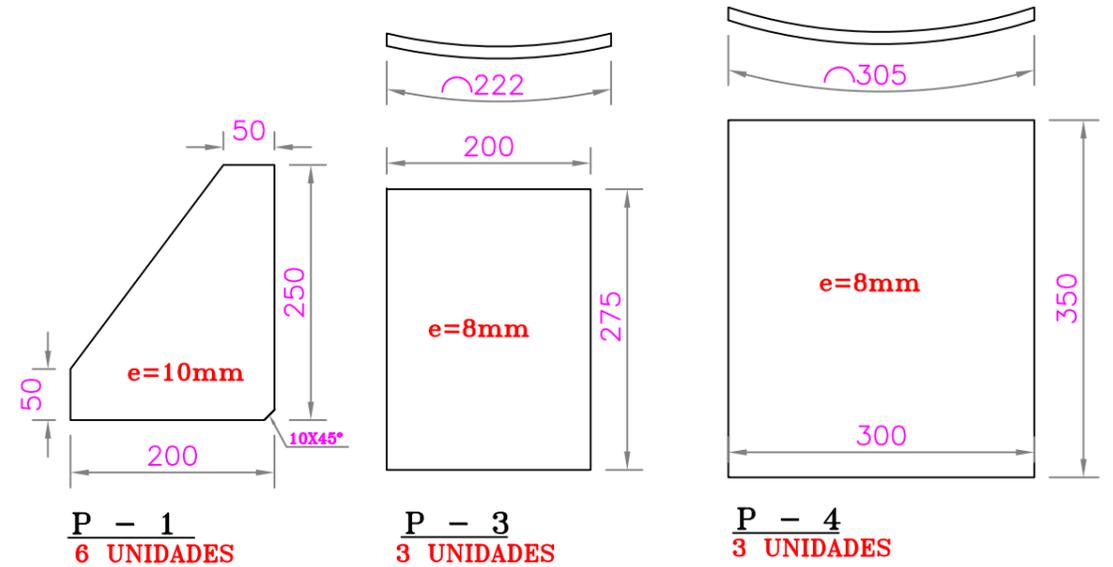
DESARROLLO DE CUERPO Y CONO
ESCALA 1 : 40



SOPORTE DE SILO
ESCALA 1 : 30



TAPA DE SILO
ESCALA 1 : 30



P - 1
6 UNIDADES

P - 3
3 UNIDADES

P - 4
3 UNIDADES



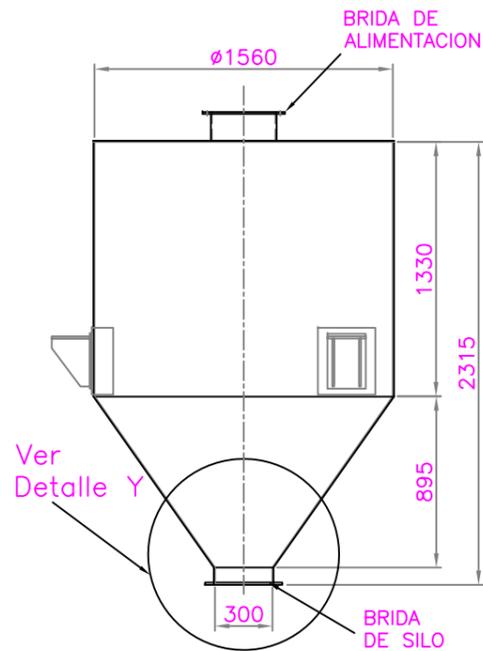
3 unidades

P - 2
3 UNIDADES

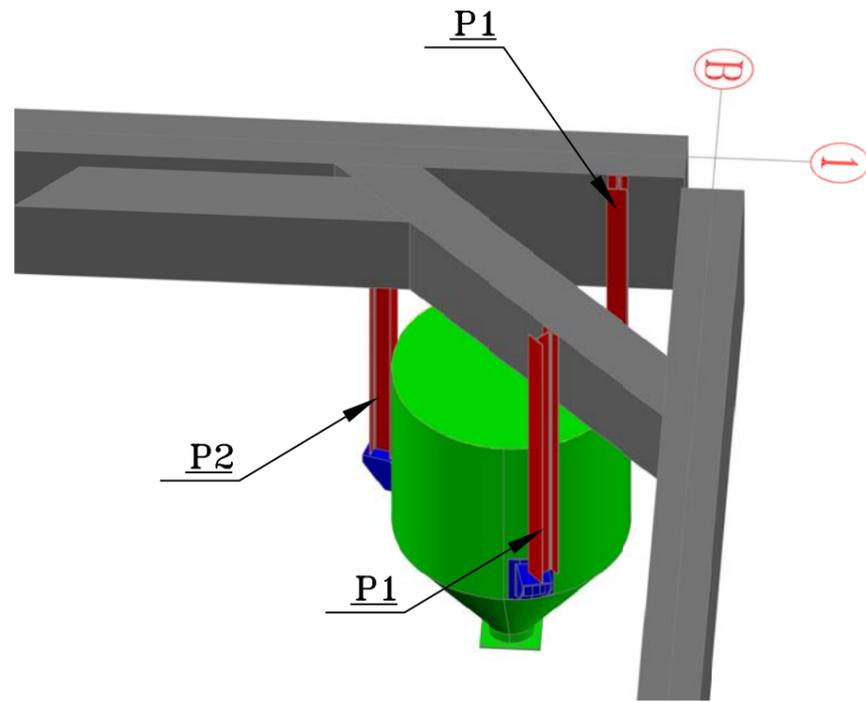
DETALLE DE SOPORTES
ESCALA 1 : 7.5

NOTA:
 -SE COLOCARA LA BRIDA DE ALIMENTACION EN SITIO.
 -EL PARANTE SE DEBERA SOLDAR E INSTALAR EN SITIO.
 -EL MATERIAL A UTILIZAR ES ACERO A-36.

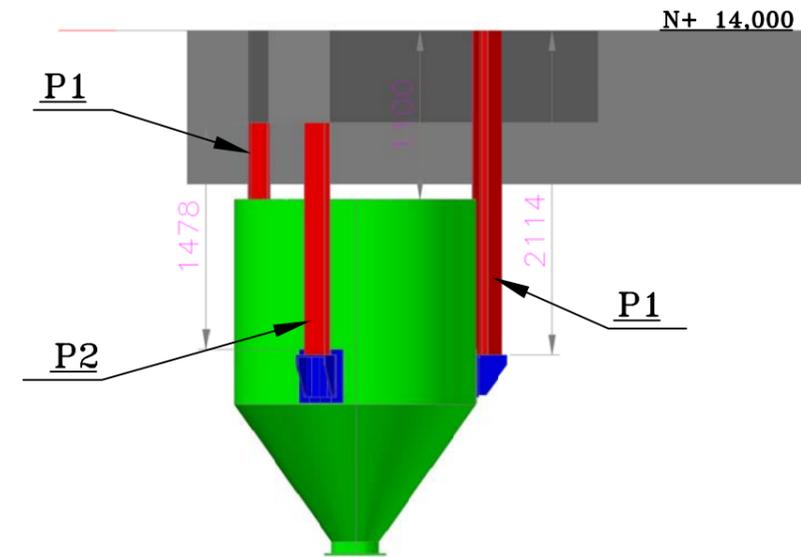
	<h1>ESPOL</h1>				
	Nombre	Fecha	Proyecto:		
Dibujó:		REDISEÑO PARA SEPARACION DE ARENA			
Revisó:		Código del Proyecto:	Área:	Código del Equipo:	
Aprobó:		XXX	XXX	XXX	
LICITACION: <input type="checkbox"/> REFERENCIA: <input type="checkbox"/> AS-BUILT: <input type="checkbox"/> PRELIMINAR: <input type="checkbox"/> REVISION: <input type="checkbox"/> APROBACION: <input checked="" type="checkbox"/> No usar para: <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION: <input type="checkbox"/>		Escala: INDICADA Formato Impresión: A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/> A0 <input type="checkbox"/> A3 <input checked="" type="checkbox"/> A4 <input type="checkbox"/>		Código General de Plano: Contiene: DETALLE DE SILO 3.25 m3	Lam.Rev.: 012



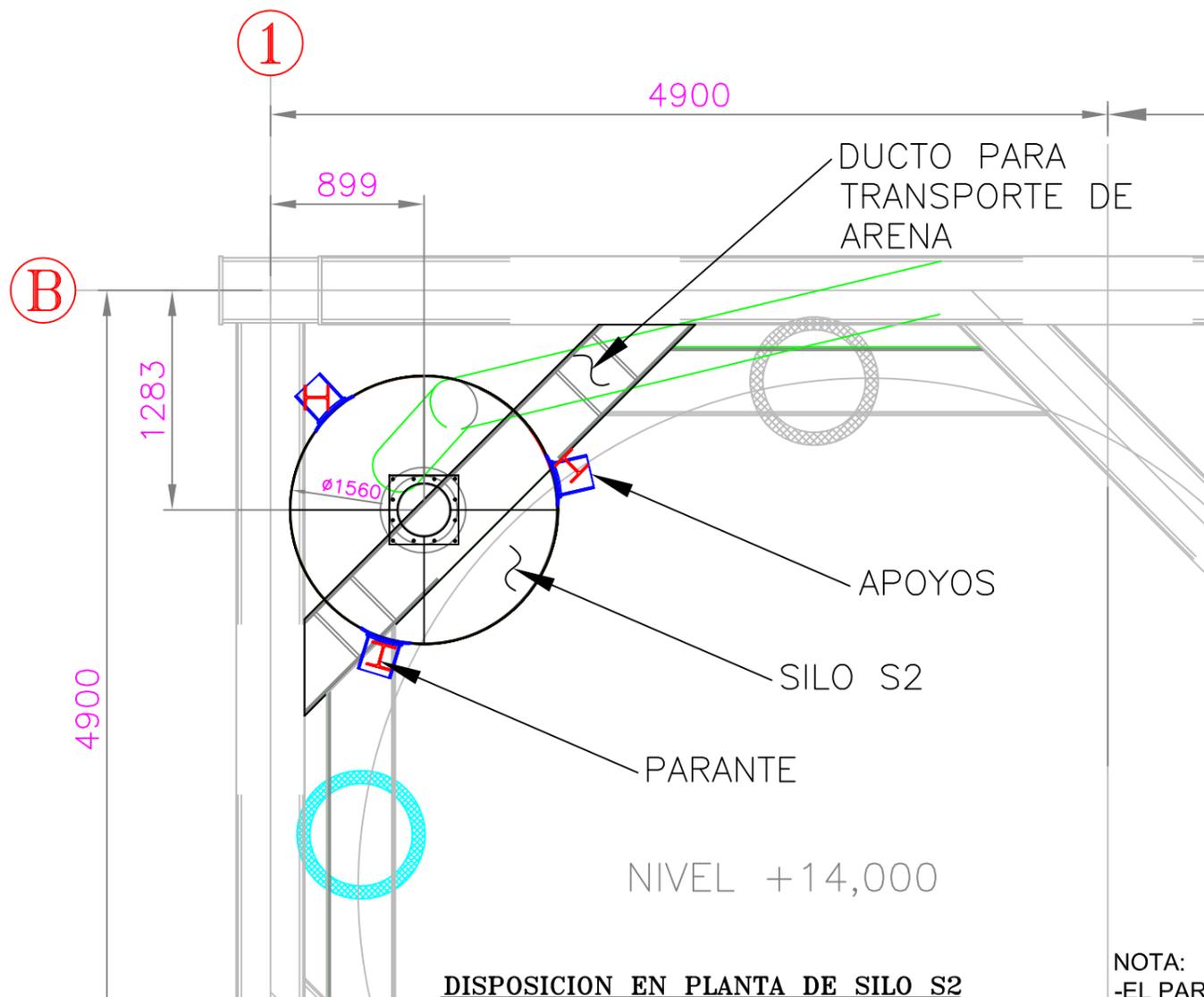
SILO S2 PARA ARENA Ø1560mm
ESCALA 1 : 40



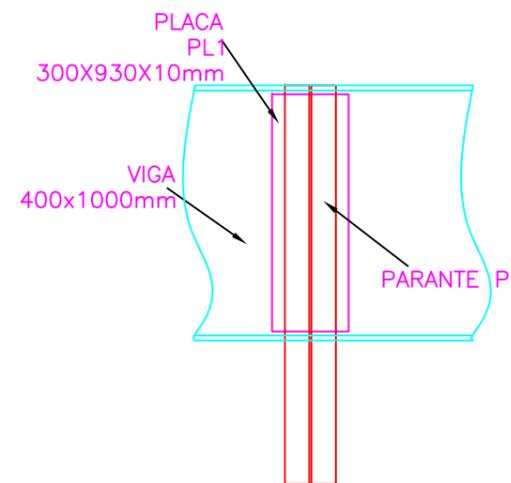
ISOMETRICO DE SOPORTES DE SILO S2
ESCALA 1 : 50



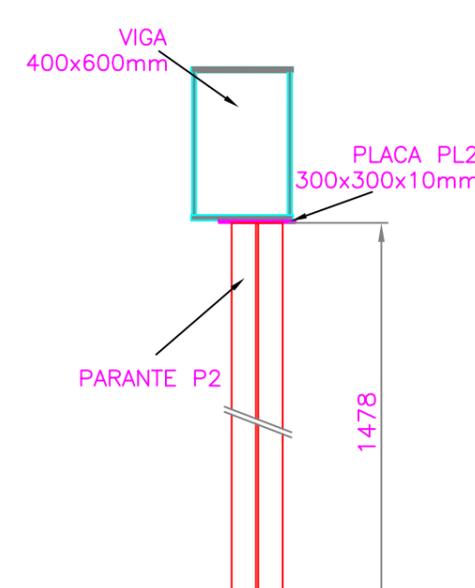
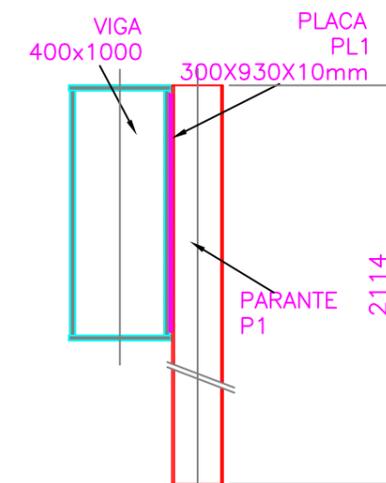
VISTA FRONTAL SILO S2
ESCALA 1 : 50



DISPOSICION EN PLANTA DE SILO S2
ESCALA 1 : 40



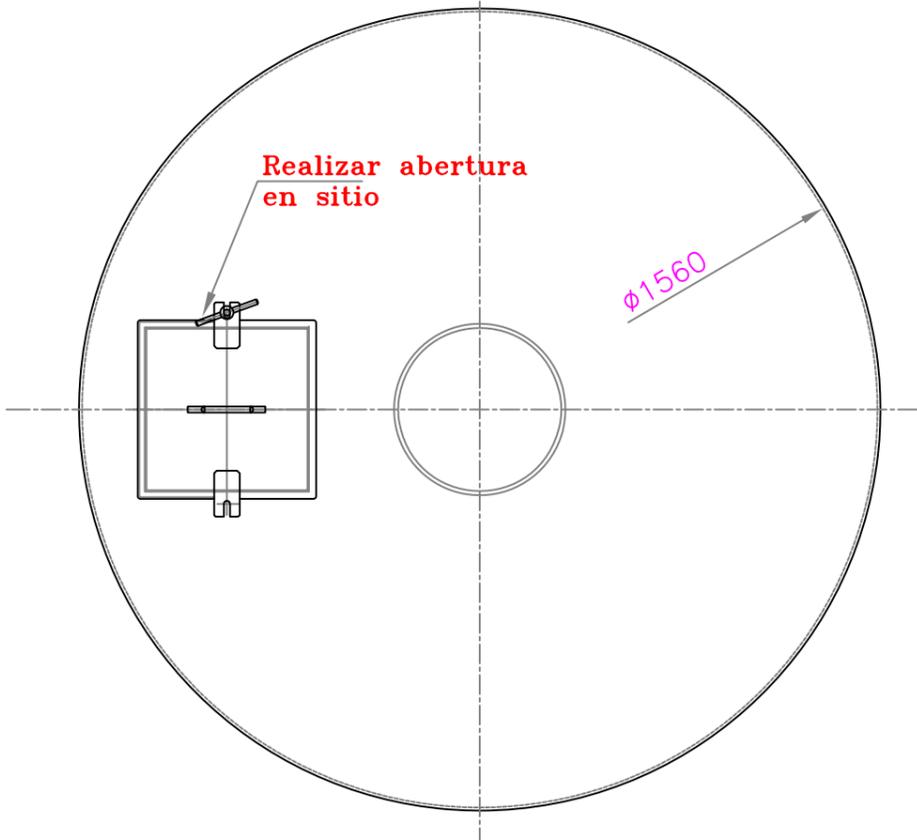
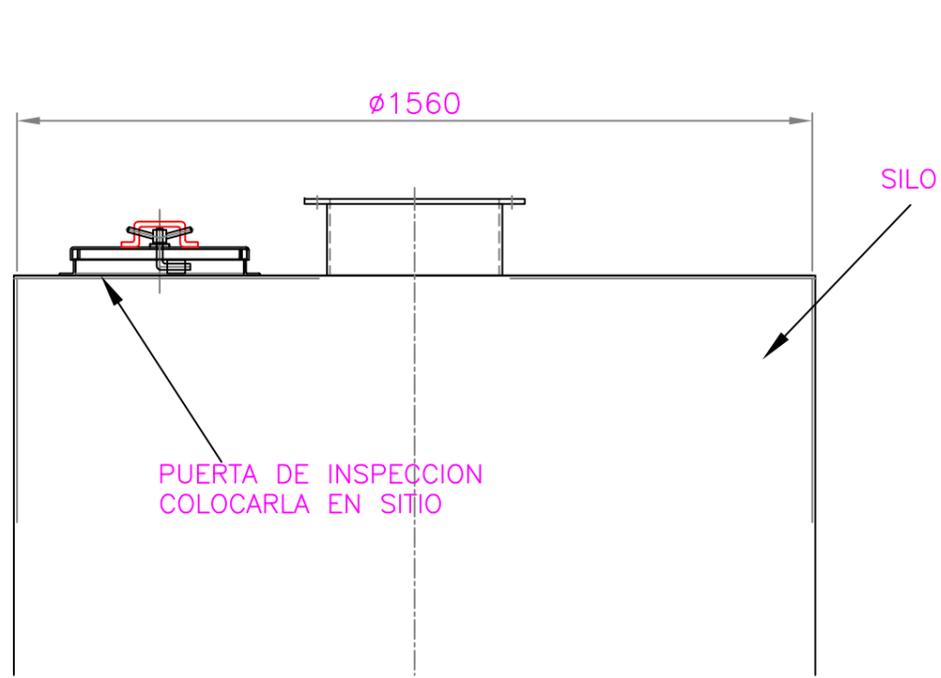
SOPORTE PARANTE P1
CANT: 2 UNIDADES
ESCALA 1 : 30



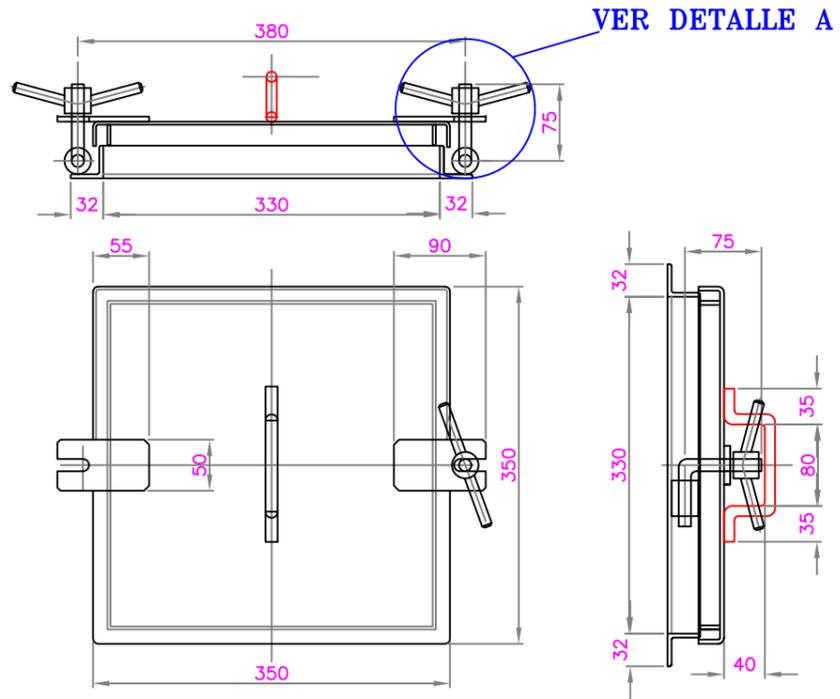
SOPORTE PARANTE P2
CANT: 1 UNIDAD
ESCALA 1 : 30

NOTA:
 -EL PARANTE SE DEBERA SOLDAR E INSTALAR EN SITIO.
 -EL MATERIAL A UTILIZAR ES ACERO A-36.

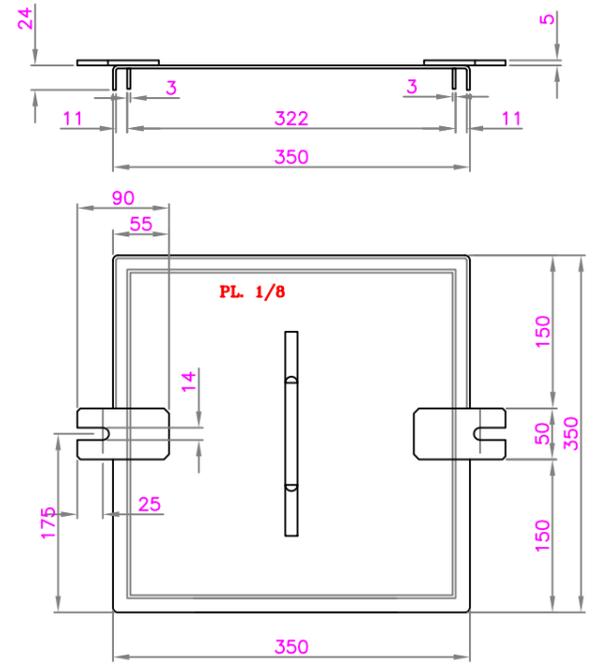
		<h1>ESPOL</h1>		
		Proyecto: REDISEÑO PARA SEPARACION DE ARENA		
Dibujó:	Fecha:	Código del Proyecto:	Área:	Código del Equipo:
Revisó:		XXX	XXX	XXX
Aprobó:				
PLANO EMITIDO PARA: LICITACION: <input type="checkbox"/> REFERENCIA: <input type="checkbox"/> AS-BUILT: <input type="checkbox"/> PRELIMINAR: <input type="checkbox"/> REVISION: <input type="checkbox"/> APROBACION: <input checked="" type="checkbox"/> No usar para: <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION: <input type="checkbox"/>		Escala: INDICADA Formato Impresión: A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/> A0 <input type="checkbox"/> A3 <input checked="" type="checkbox"/> A4 <input type="checkbox"/>		Código General de Plano: Contiene: SOPORTERIA DE SILO DE ARENA 2.7 m3
				Lam.Rev.: 013



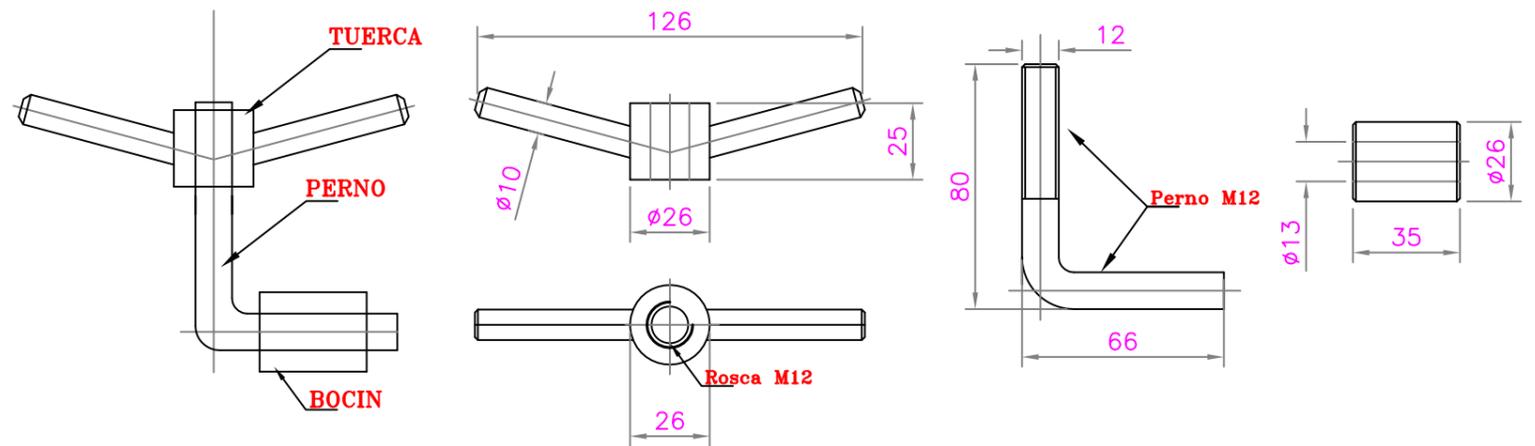
DISPOSICIONES DE PUERTA EN SILO
ESCALA 1 : 15



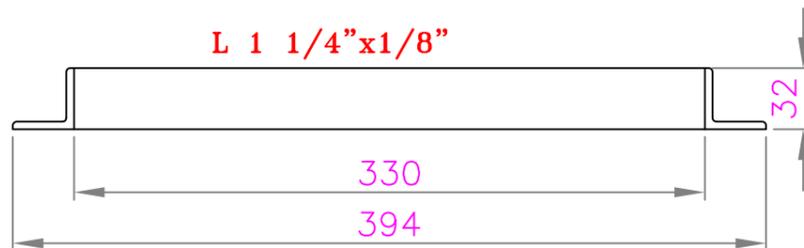
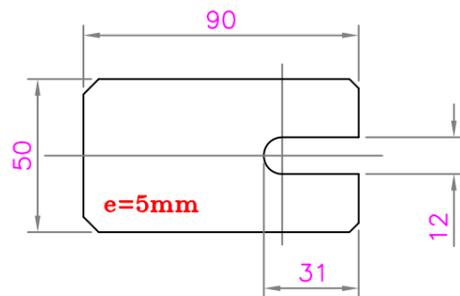
TAPA DE INSPECCION
ESCALA 1 : 2,5



DETALLE DE TAPA
ESCALA 1 : 2,5



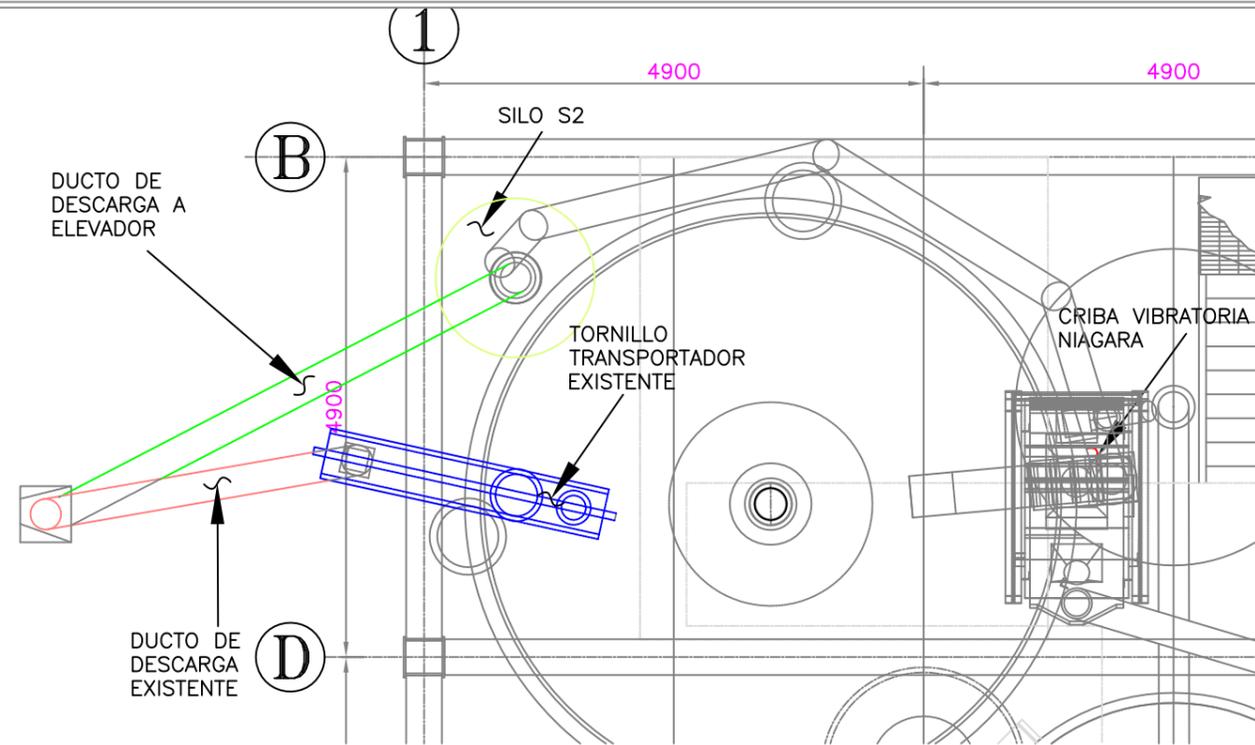
DETALLE A
ESCALA 1 : 2,5



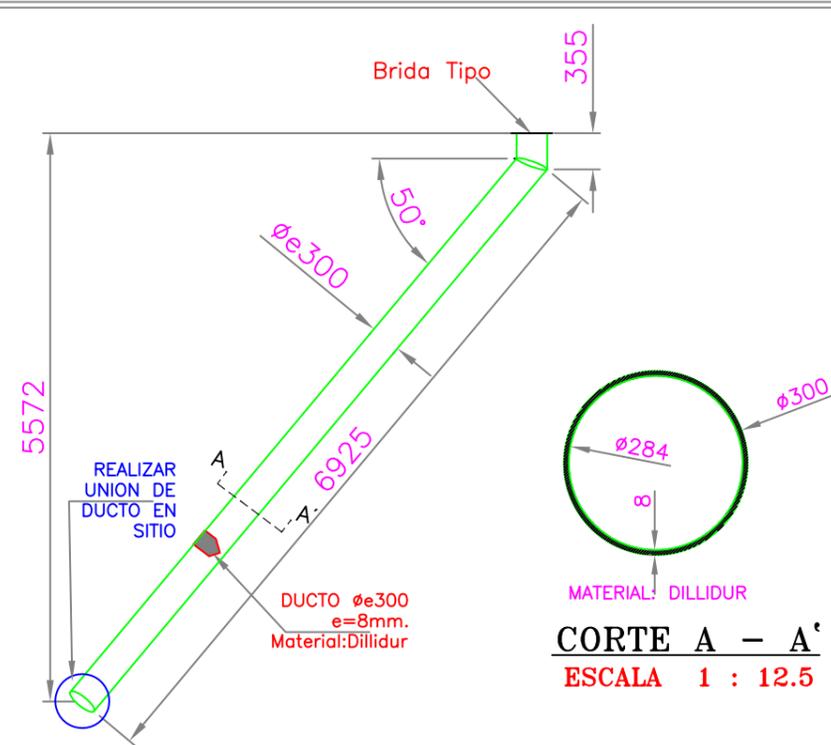
DETALLE DE MARCO
ESCALA 1 : 4

NOTA:
REALIZAR LOS CORTES PARA LA INSTALACION DE LA TAPA DE INSPECCION DEL TOLVIN EN SITIO.

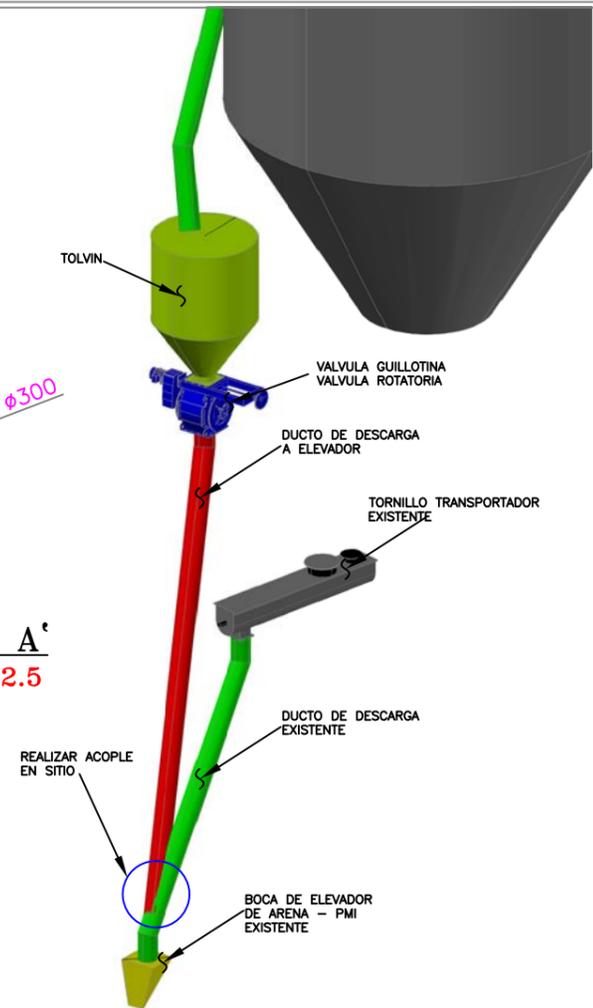
	<h1>ESPOL</h1>			
	Nombre	Fecha	Proyecto:	
Dibujó:		REDISEÑO PARA SEPARACION DE ARENA		
Revisó:		Código del Proyecto:	Área:	Código del Equipo:
Aprobó:		XXX	XXX	XXX
Escala:		INDICADA		Contiene:
Formato Impresión:		Código General de Plano:		TAPA DE INSPECCION SILO DE ARENA NUEVO
LICITACION: <input type="checkbox"/> REFERENCIA: <input type="checkbox"/> AS-BUILT: <input type="checkbox"/> PRELIMINAR: <input type="checkbox"/> REVISION: <input type="checkbox"/> APROBACION: <input checked="" type="checkbox"/> No usar para: <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION: <input type="checkbox"/>		A0 <input type="checkbox"/> A3 <input checked="" type="checkbox"/> A4 <input type="checkbox"/>		Lam.Rev.: 014



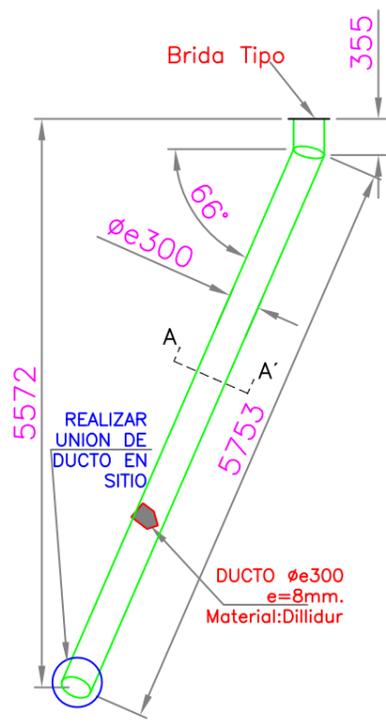
VISTA EN PLANTA
ESCALA 1 : 75



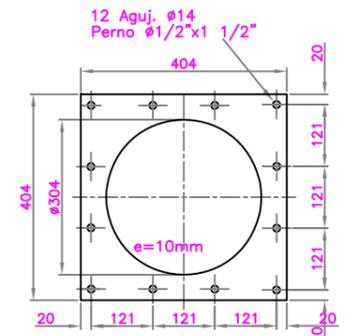
VISTA FRONTAL DEL DUCTO
ESCALA 1 : 100



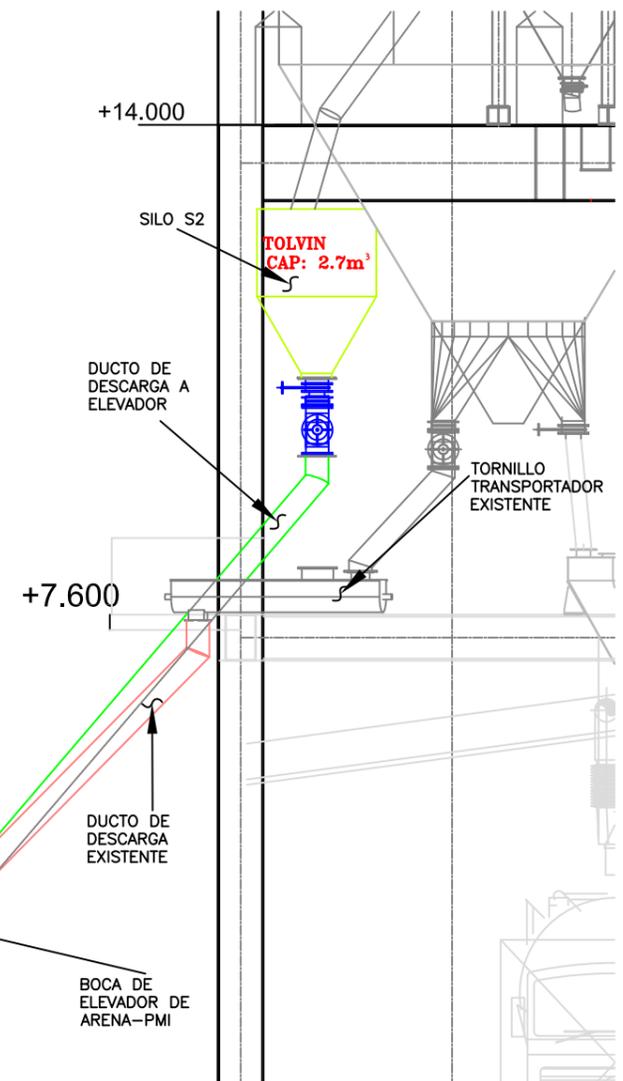
DISPOSICION ISOMETRICA
L=8000mm



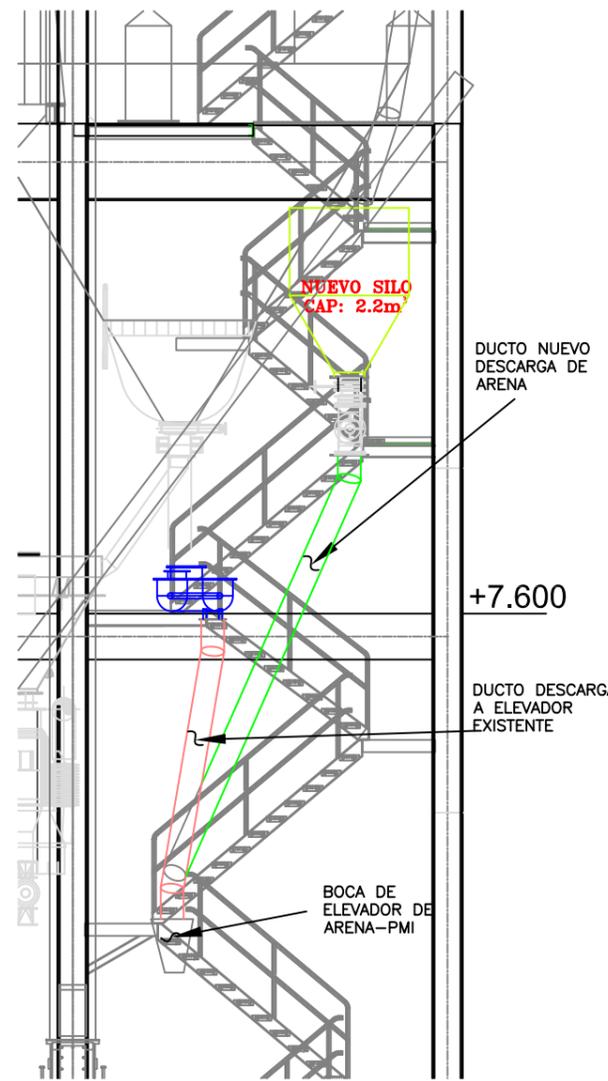
VISTA LATERAL DEL DUCTO
ESCALA 1 : 75



DETALLE BRIDA TIPO
ESCALA 1 : 15
CANT: 1 U



VISTA FRONTAL DESCARGA ELEVADOR
ESCALA 1 : 100



VISTA LATERAL DESCARGA ELEVADOR
ESCALA 1 : 100



ESPOL

Nombre		Fecha		Proyecto:	
Dibujó:		Código del Proyecto:		Área:	
Revisó:		XXX		Código del Equipo:	
Aprobó:		XXX		XXX	
Escala:		INDICADA		Código General de Plano:	
Formato Impresión:		A1 <input type="checkbox"/> A2 <input type="checkbox"/>		Contiene:	
No usar para: <input type="checkbox"/> CONSTRUCCION: <input type="checkbox"/>		A0 <input type="checkbox"/> A3 <input checked="" type="checkbox"/> A4 <input type="checkbox"/>		CHUTE DE DESCARGA A ELEVADOR DEL EDIFICIO DE MEZCLADO, ENSACADO Y PALETIZADO	
				Lam.Rev.: 016	

PLANO EMITIDO PARA:
 LICITACION: REFERENCIA:
 AS-BUILT: PRELIMINAR:
 REVISION: APROBACION:
 No usar para: CONSTRUCCION:

APÉNDICE C

CERTIFICADO DE CALIDAD

WPS - PQR

WPQ



PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR-1-12)

Company Name EMPRESA METALMECÁNICA By: XXXX
 Procedure Qualification Record PQR-1-12 Date: _____ Supporting PQR N°. (s) WPS-1-12
 Revision N° 0 Date 00-Jan-00
 Welding Process(es) GMAW Type(s) Manual
 (Automatic, Manual, Machine, or Semi-Auto.)

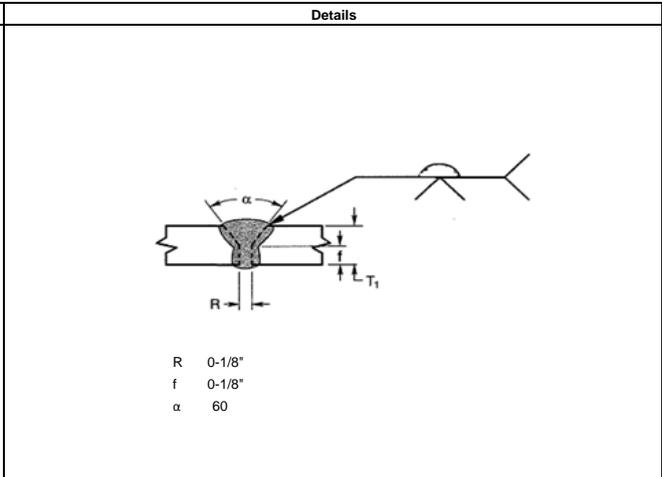
JOINTS (QW-402)

Joint Design A TOPE
 Backing (Yes) _____ (No) _____
 Backing Material (Type) _____
 (Refer to both backing and retainers)

Metal Nonfusing Metal
 Nonmetallic Other

Sketches, Production drawings, Weld Symbols or Written Description should show the general arrangement of the parts to be welded. Where applicable, the root spacing and the details of weld groove may be specified.

(At the opinion of the Mgr., sketches may be attached to illustrate joint design, weld layers and bead sequence, e. g. for notch toughness procedures, for multiple process procedures, etc)



BASE METALS (QW-403)

P-N° 1 Group N° 1 to P-N° 1 Group N° 1

Thickness Range:

Base Metal: ASTM A36 Groove 3-10 mm Fillet _____
 Pipe Dia. Range: N/A Groove N/A Fillet N/A
 Other N/A

FILLER METALS (QW-404)

GMAW

Spec. N° (SFA) 5.29
 AWS N° (Class) ER70S-6
 F-N° 4
 A-N° 1
 Size of Filler Metals 0.9

Weld Metal
 Thickness Range:
 Groove hasta 20 mm
 Fillet N/A

Electrode - Flux (Class) N/A
 Flux Trade Name N/A
 Consumable Insert N/A
 Other N/A

POSITIONS (QW-405)

Position(s) of Groove 3G
 Welding Progression: Up X Down N.A.
 Position(s) of Fillet N.A.

POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407)

Temperature Range N/A
 Time Range N/A

PREHEAT (QW-406)

Preheat Temp. Min 130 °C
 Interpass Temp. Max 180 °C
 Preheat Maintenance 130 °C
 (Continuous or special heating where applicable should be recorded)

GAS (QW-408)

	Percent Composition		
	Gas(es)	(Mixture)	Flow Rate
Shielding	<u>CO2 (100%)</u>	<u>N/A</u>	<u>15 litros / min</u>
Trailing	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
Backing	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>



PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR-1-12)

PQR-1-12

Rev. 0

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (QW-409)

Current AC or DC DC Polarity (+)
 Amps (Range) 100-120 Volts (Range) 18-20

(Amps and volts range should be recorded for each electrode size position, an thickness, etc. This information may be listed in a tubular form similar to that shown below.)

Tungsten Electrode Size and Type N/A
 (Pure Tungsten, 2% Thoriated, etc)
 Mode of Metal Transfer For GMAW N/A
 (Spray arc, short circuiting arc, etc)
 Electrode Wire feed speed range N/A

TECHNIQUE (QW-410)

String or Weave Bead Weave Bead
 Orifice or Gas Cup Size _____
 Initial and Interpass Cleaning (Brushing, Grinding, etc) brushing and grinding
 Method of Back Gouging N/A
 Oscilation _____
 Contact Tube to Work Distance N/A
 Multiple or Single Pass (per side) Multiple
 Multiple or Single Electrodes Single
 Travel Speed (Range) _____
 Peening N/A
 Other N/A

TENSILE TEST (QW-150)

Specimen	Width (mm)	Thickness (mm)	Area (mm ²)	Ultimate Total (N/mm ²)	Ultimate Stress (N/mm ²)	Type of Failure&Location
12-1371	18.77	7.55	141.71	546.09	419.71	Base Metal
12-1372	18.77	7.4	138.9	545.39	424.17	Base Metal

GUIDE-BEND TESTS (QW-160)

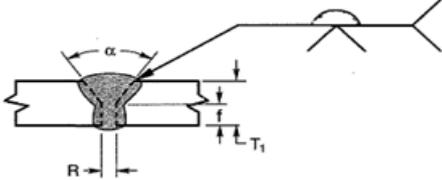
Type and Figure	Result
12-1367	Satisfactory
12-1368	Satisfactory
12-1369	Satisfactory
12-1370	Satisfactory

Welder's Name XXXXX Clock No. _____ Stamp. No. _____
 Test conducted by: XXXXX Laboratory Test No. _____ LEMAT (ESPOL), M11-284
 We certify that the statements in this record are correct and that the test welds were prepared, welded, and tested in accordance with requirements of ASME IX



WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS-1-12)

Company Name EMPRESA METALMECÁNICA By: XXX
 Welding Procedure Specification (WPS) WPS-1-12 Date: _____ Supporting PQR N°. (s) PQR-1-12
 Revision N° 0 Date _____
 Welding Process(es) GMAW Type(s) Semi-Automatic
 (Automatic, Manual, Machine, or Semi-Auto.)

JOINTS (QW-402)	Details
<p> Joint Design <u>A tope</u> Backing (Yes) _____ (No) _____ Backing Material (Type) _____ (Refer to both backing and retainers) </p> <p> <input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Nonfusing Metal <input type="checkbox"/> Nonmetallic <input type="checkbox"/> Other </p> <p> Sketches, Production drawings, Weld Symbols or Written Description should show the general arrangement of the parts to be welded. Where applicable, the root spacing and the details of weld groove may be specified. </p> <p> (At the opinion of the Mfgr., sketches may be attached to illustrate joint design, weld layers and bead sequence, e. g. for notch toughness procedures, for multiple process procedures, etc) </p>	 <p> R 0-1/8" f 0-1/8" α 60 </p>

BASE METALS (QW-403)

P-N° 1 Group N° 1 to P-N° 1 Group N° 1

Thickness Range:

Base Metal:	ASTM A 36	Groove	3-10 mm	Fillet	Todos
Pipe Dia. Range:	N/A	Groove	N/A	Fillet	N/A
Other	N/A				

FILLER METALS (QW-404)

Spec. N° (SFA)	5.29
AWS N° (Class)	ER70S-6
F-N°	6
A-N°	1
Size of Filler Metals	0.9 mm
Weld Metal	
Thickness Range:	
Groove	hasta 20 mm
Fillet	
Electrode - Flux (Class)	
Flux Trade Name	N/A
Consumable Insert	N/A
Other	N/A



PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR-2-12)

Company Name EMPRESA METALMECÁNICA By: XXX
 Procedure Qualification Record PQR-2-12 Date: 00-Jan-00 Supporting PQR N°. (s) WPS-2-12
 Revision N° 0 Date 00-Jan-00
 Welding Process(es) SAW Type(s) Automatic
(Automatic, Manual, Machine, or Semi-Auto.)

JOINTS (QW-402)	Details
<p>Joint Design <u>FILETE</u></p> <p>Backing (Yes) <u> </u> (No) <u> </u></p> <p>Backing Material (Type) <u> </u> (Refer to both backing and retainers)</p> <p><input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Nonfusing Metal</p> <p><input type="checkbox"/> Nonmetallic <input type="checkbox"/> Other</p> <p>Sketches, Production drawings, Weld Symbols or Written Description should show the general arrangement of the parts to be welded. Where applicable, the root spacing and the details of weld groove may be specified.</p> <p>(At the opinion of the Mgr., sketches may be attached to illustrate joint design, weld layers and bead sequence, e. g. for notch toughness procedures, for multiple process procedures, etc)</p>	

BASE METALS (QW-403)	
P-N° <u>1</u> Group N° <u>1</u> to P-N° <u>1</u> Group N° <u>1</u>	
Thickness Range:	
Base Metal: <u>ASTM A36</u> Groove <u>10-20 mm</u> Fillet <u> </u>	
Pipe Dia. Range: <u>N/A</u> Groove <u>N/A</u> Fillet <u>N/A</u>	
Other <u>N/A</u>	

FILLER METALS (QW-404)	
SAW	
Spec. N° (SFA) <u>5.17</u>	
AWS N° (Class) <u>F7A6-EM12-K</u>	
F-N° <u>6</u>	
A-N° <u>1</u>	
Size of Filler Metals <u>5/32"</u>	
Weld Metal	
Thickness Range:	
Groove <u> </u> hasta <u>30 mm</u>	
Fillet <u>N/A</u>	
Electrode - Flux (Class) <u>N/A</u>	
Flux Trade Name <u>N/A</u>	
Consumable Insert <u>N/A</u>	
Other <u>N/A</u>	

POSITIONS (QW-405)	POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407)
Position(s) of Groove <u>N.A.</u>	Temperature Range <u> </u> <u>N/A</u>
Welding Progression: Up <u> </u> Down <u>N.A.</u>	Time Range <u> </u> <u>N/A</u>
Position(s) of Fillet <u>1G</u>	

PREHEAT (QW-406)	GAS (QW-408)																
Preheat Temp. Min <u>130 °C</u>	Percent Composition																
Interpass Temp. Max <u>180 °C</u>																	
Preheat Maintenance <u>130 °C</u>																	
(Continuous or special heating where applicable should be recorded)																	
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Gas(es)</th> <th>(Mixture)</th> <th>Flow Rate</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Shielding</td> <td><u>N/A</u></td> <td><u>N/A</u></td> <td><u>N/A</u></td> </tr> <tr> <td>Trailing</td> <td><u>N/A</u></td> <td><u>N/A</u></td> <td><u>N/A</u></td> </tr> <tr> <td>Backing</td> <td><u>N/A</u></td> <td><u>N/A</u></td> <td><u>N/A</u></td> </tr> </tbody> </table>		Gas(es)	(Mixture)	Flow Rate	Shielding	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	Trailing	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	Backing	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>
	Gas(es)	(Mixture)	Flow Rate														
Shielding	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>														
Trailing	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>														
Backing	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>	<u>N/A</u>														



WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS-2-12)

Company Name EMPRESA METALMECÁNICA By: XXX
 Welding Procedure Specification (WPS) WPS-2-12 Date: _____ Supporting PQR N° (s) PQR-2-12
 Revision N° 0 Date _____
 Welding Process(es) SAW Type(s) Automatic
(Automatic, Manual, Machine, or Semi-Auto.)

JOINTS (QW-402)	Details
<p>Joint Design <u>FILETE</u></p> <p>Backing (Yes) _____ (No) _____</p> <p>Backing Material (Type) _____ <small>(Refer to both backing and retainers)</small></p> <p> <input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Nonfusing Metal <input type="checkbox"/> Nonmetallic <input type="checkbox"/> Other </p> <p> <small>Sketches, Production drawings, Weld Symbols or Written Description should show the general arrangement of the parts to be welded. Where applicable, the root spacing and the details of weld groove may be specified.</small> </p> <p> <small>(At the opinion of the Mfgr., sketches may be attached to illustrate joint design, weld layers and bead sequence, e. g. for notch toughness procedures, for multiple process procedures, etc)</small> </p>	

BASE METALS (QW-403)

P-N° 1 Group N° 1 to P-N° 1 Group N° 1

Thickness Range:

Base Metal: <u>ASTM A 36</u>	Groove: <u>N/A</u>	Fillet: <u>8-30 mm</u>
Pipe Dia. Range: <u>N/A</u>	Groove: <u>N/A</u>	Fillet: <u>N/A</u>
Other: <u>N/A</u>		

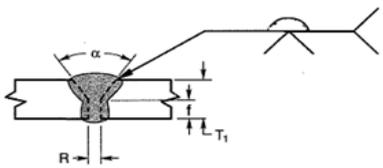
FILLER METALS (QW-404)

Spec. N° (SFA)	<u>5.17</u>
AWS N° (Class)	<u>F7A6-EM12-K</u>
F-N°	<u>6</u>
A-N°	<u>1</u>
Size of Filler Metals	<u>5/32 "</u>
Weld Metal	
Thickness Range:	
Groove	
Fillet	<u>hasta 30 mm</u>
Electrode - Flux (Class)	
Flux Trade Name	<u>N/A</u>
Consumable Insert	<u>N/A</u>
Other	<u>N/A</u>



PROCEDURE QUALIFICATION RECORD (PQR-3-12)

Company Name EMPRESA METALMECÁNICA By: XXX
 Procedure Qualification Record PQR-3-12 Date: _____ Supporting PQR N°. (s) WPS-3-12
 Revision N° 0 Date 00-Jan-00
 Welding Process(es) SMAW Type(s) Manual
(Automatic, Manual, Machine, or Semi-Auto.)

JOINTS (QW-402)	Details
<p>Joint Design <u>A TOPE</u></p> <p>Backing (Yes) _____ (No) _____</p> <p>Backing Material (Type) _____ <small>(Refer to both backing and retainers)</small></p> <p> <input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Nonfusing Metal <input type="checkbox"/> Nonmetallic <input type="checkbox"/> Other </p> <p>Sketches, Production drawings, Weld Symbols or Written Description should show the general arrangement of the parts to be welded. Where applicable, the root spacing and the details of weld groove may be specified.</p> <p><small>(At the opinion of the Mgr., sketches may be attached to illustrate joint design, weld layers and bead sequence, e. g. for notch toughness procedures, for multiple process procedures, etc)</small></p>	 <p> R <u>0-1/8"</u> f <u>0-1/8"</u> α <u>60</u> </p>

BASE METALS (QW-403)
P-N° <u>1</u> Group N° <u>1</u> to P-N° <u>1</u> Group N° <u>1</u>
Thickness Range: Base Metal: <u>ASTM A36</u> Groove <u>10-20 mm</u> Fillet _____ Pipe Dia. Range: <u>N/A</u> Groove <u>N/A</u> Fillet <u>N/A</u> Other <u>N/A</u>

FILLER METALS (QW-404)
SMAW
Spec. N° (SFA) <u>5.1</u>
AWS N° (Class) <u>E-7018</u>
F-N° <u>4</u>
A-N° <u>1</u>
Size of Filler Metals <u>1/8"</u>
Weld Metal
Thickness Range:
Groove <u>hasta 24 mm</u>
Fillet <u>N/A</u>
Electrode - Flux (Class) <u>N/A</u>
Flux Trade Name <u>N/A</u>
Consumable Insert <u>N/A</u>
Other <u>N/A</u>

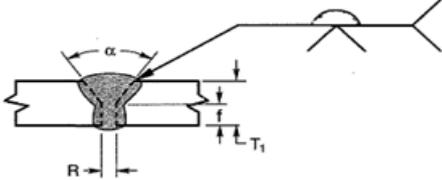
POSITIONS (QW-405)	POSTWELD HEAT TREATMENT (QW-407)
Position(s) of Groove <u>3G</u> Welding Progression: Up <u>X</u> Down <u>N.A.</u> Position(s) of Fillet <u>N.A.</u>	Temperature Range <u>N/A</u> Time Range <u>N/A</u>

PREHEAT (QW-406)	GAS (QW-408)																			
Preheat Temp. Min <u>130 °C</u> Interpass Temp. Max <u>180 °C</u> Preheat Maintenance <u>130 °C</u> <small>(Continuous or special heating where applicable should be recorded)</small>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3" style="text-align: center;">Percent Composition</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Gas(es)</th> <th style="text-align: center;">(Mixture)</th> <th style="text-align: center;">Flow Rate</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Shielding</td> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;">N/A</td> </tr> <tr> <td>Trailing</td> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;">N/A</td> </tr> <tr> <td>Backing</td> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;">N/A</td> <td style="text-align: center;">N/A</td> </tr> </tbody> </table>		Percent Composition			Gas(es)	(Mixture)	Flow Rate	Shielding	N/A	N/A	N/A	Trailing	N/A	N/A	N/A	Backing	N/A	N/A	N/A
	Percent Composition																			
	Gas(es)	(Mixture)	Flow Rate																	
Shielding	N/A	N/A	N/A																	
Trailing	N/A	N/A	N/A																	
Backing	N/A	N/A	N/A																	



WELDING PROCEDURE SPECIFICATION (WPS-3-12)

Company Name EMPRESA METALMECÁNICA By: XXX
 Welding Procedure Specification (WPS) WPS-3-12 Date: _____ Supporting PQR N° (s) PQR-3-12
 Revision N° 0 Date _____
 Welding Process(es) SMAW Type(s) Manual
(Automatic, Manual, Machine, or Semi-Auto.)

JOINTS (QW-402)	Details						
<p> Joint Design <u>A tope</u> Backing (Yes) _____ (No) _____ Backing Material (Type) _____ <small>(Refer to both backing and retainers)</small> </p> <p> <input type="checkbox"/> Metal <input type="checkbox"/> Nonfusing Metal <input type="checkbox"/> Nonmetallic <input type="checkbox"/> Other </p> <p> <small>Sketches, Production drawings, Weld Symbols or Written Description should show the general arrangement of the parts to be welded. Where applicable, the root spacing and the details of weld groove may be specified.</small> </p> <p> <small>(At the opinion of the Mfgr., sketches may be attached to illustrate joint design, weld layers and bead sequence, e. g. for notch toughness procedures, for multiple process procedures, etc)</small> </p>	 <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td>R</td><td>0-1/8"</td></tr> <tr><td>f</td><td>0-1/8"</td></tr> <tr><td>α</td><td>60</td></tr> </table>	R	0-1/8"	f	0-1/8"	α	60
R	0-1/8"						
f	0-1/8"						
α	60						

BASE METALS (QW-403)

P-N° 1 Group N° 1 to P-N° 1 Group N° 1

Thickness Range:

Base Metal:	<u>ASTM A 36</u>	Groove	<u>N/A</u>	Fillet	<u>Todos</u>
Pipe Dia. Range:	<u>N/A</u>	Groove	<u>N/A</u>	Fillet	<u>N/A</u>
Other	<u>N/A</u>				

FILLER METALS (QW-404)

Spec. N° (SFA)	<u>5.1</u>
AWS N° (Class)	<u>E7018</u>
F-N°	<u>4</u>
A-N°	<u>1</u>
Size of Filler Metals	<u>1/8"</u>
Weld Metal	
Thickness Range:	
Groove	<u>hasta 24 mm</u>
Fillet	
Electrode - Flux (Class)	
Flux Trade Name	<u>N/A</u>
Consumable Insert	<u>N/A</u>
Other	<u>N/A</u>



Welder Performance Qualification (WPQ) ASME IX

Empresa	EMPRESA METALMECÁNICA	Nombre:		# DE ESTAMPE
PROYECTO:	TALLER	# Cédula:	0-000000XXX	XX-01
WPS No.:	WPS-XX	WPQ No.:	WPQ-01	
FECHA:		Caducidad:		

VARIABLE	REGISTRO DE VALORES UTILIZADOS	RANGO DE CALIFICACIÓN
PROCESO (S) QW 355		
Proceso	GMAW	GMAW
Tipo de proceso	SEMIAUTOMÁTICO	SEMIAUTOMÁTICO
TIPO DE JUNTA Y SOLDADURA QW 402		
Tipo de soldadura	Tope	Tope - Filete
Material de respaldo	ER70S-6	ER70S-6
MATERIAL BASE QW 403		
Número P	P1	P1 HASTA P11
METAL DE APORTE QW 404		
Número F	F6	F6
Clasificación AWS	ER70S-6	ER70S-6
Especificación AWS	5.29	5.29
Límite t de metal depositado.	10 mm	10 mm
POSICION QW 405		
Posición	3G	Plana - Vertical
Progresion	Ascendente	Ascendente
Dirección de soldadura	N/A	N/A
CARACTERISTICAS ELECTRICAS QW 409		
Modo de transferencia	CORTO-CIRCUITO	CORTO-CIRCUITO

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

1. Resultado de la Inspección visual

Fisuras	NO	Socavaciones	NO
Falta de penetración	NO	Altura sobremonta de cara	2 mm
Falta de fusión	NO	Altura sobremonta de raíz	1 mm
Mordeduras	NO	Apariencia	OK

2. Resultado de los Ensayos destructivos

Identificación	Tipo	Observaciones	Realizado por	Aprobación

3. Resultado de Prueba Radiográfica

Alternativa para la calificación de soldadura de ranura en juntas a tope

Resultado Radiográfico	OK
Identificación	CG-01
Observaciones	
Numero de informe:	SENDRE N°1749/2034
Ejecutado por	

4. Resultado General de la Calificación

El soldador Si Cumple con las pruebas de calificación

Quienes suscriben este documento certificamos que los resultados consignados en este registro son verdaderos y que las pruebas de soldadura fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo con los requerimientos de la norma ASME IX

ING. XX
CWI



Welder Performance Qualification (WPQ) ASME IX

Empresa	EMPRESA METALMECÁNICA	Nombre:		# DE ESTAMPE
PROYECTO:	TALLER	# Cédula:	Q-000000XXX	XX-01
WPS No.:	WPS-XX	WPQ No.:	WPQ-01	
FECHA:		Caducidad:		

VARIABLE	REGISTRO DE VALORES UTILIZADOS	RANGO DE CALIFICACIÓN
PROCESO (S) QW 355		
Proceso	SMAW	SMAW
Tipo de proceso	MANUAL	MANUAL
TIPO DE JUNTA Y SOLDADURA QW 402		
Tipo de soldadura	Tope	Tope - Filete
Material de respaldo	E6011	E6011
MATERIAL BASE QW 403		
Número P	P1	P1 HASTA P11
METAL DE APORTE QW 404		
Número F	SMAW F3 SMAW F4	SMAW F3 SMAW F4
Clasificación AWS	E6011 E7018	E6011 E7018
Especificación AWS	5.1	5.1
Límite t de metal depositado.	3- 7 mm	SMAW F3 HASTA 6mm SMAW F4 HASTA 14 mm
POSICION QW 405		
Posición	3G	Plana - Vertical
Progresion	Ascendente	Ascendente
Dirección de soldadura	N/A	N/A
CARACTERISTICAS ELECTRICAS QW 409		
Modo de transferencia	GLOBULAR	GLOBULAR

RESULTADOS DE LAS PRUEBAS

1. Resultado de la Inspección visual

Fisuras	NO	Socavaciones	NO
Falta de penetración	NO	Altura sobremonta de cara	3 mm
Falta de fusión	NO	Altura sobremonta de raíz	1 mm
Mordeduras	NO	Apariencia	OK

2. Resultado de los Ensayos destructivos

Identificación	Tipo	Observaciones	Realizado por	Aprobación

3. Resultado de Prueba Radiográfica

Alternativa para la calificación de soldadura de ranura en juntas a tope

Resultado Radiográfico	OK
Identificación	CG-01
Observaciones	
Numero de informe:	SENDRE N°1749/2012
Ejecutado por	

4. Resultado General de la Calificación

El soldador Si Cumple con las pruebas de calificación

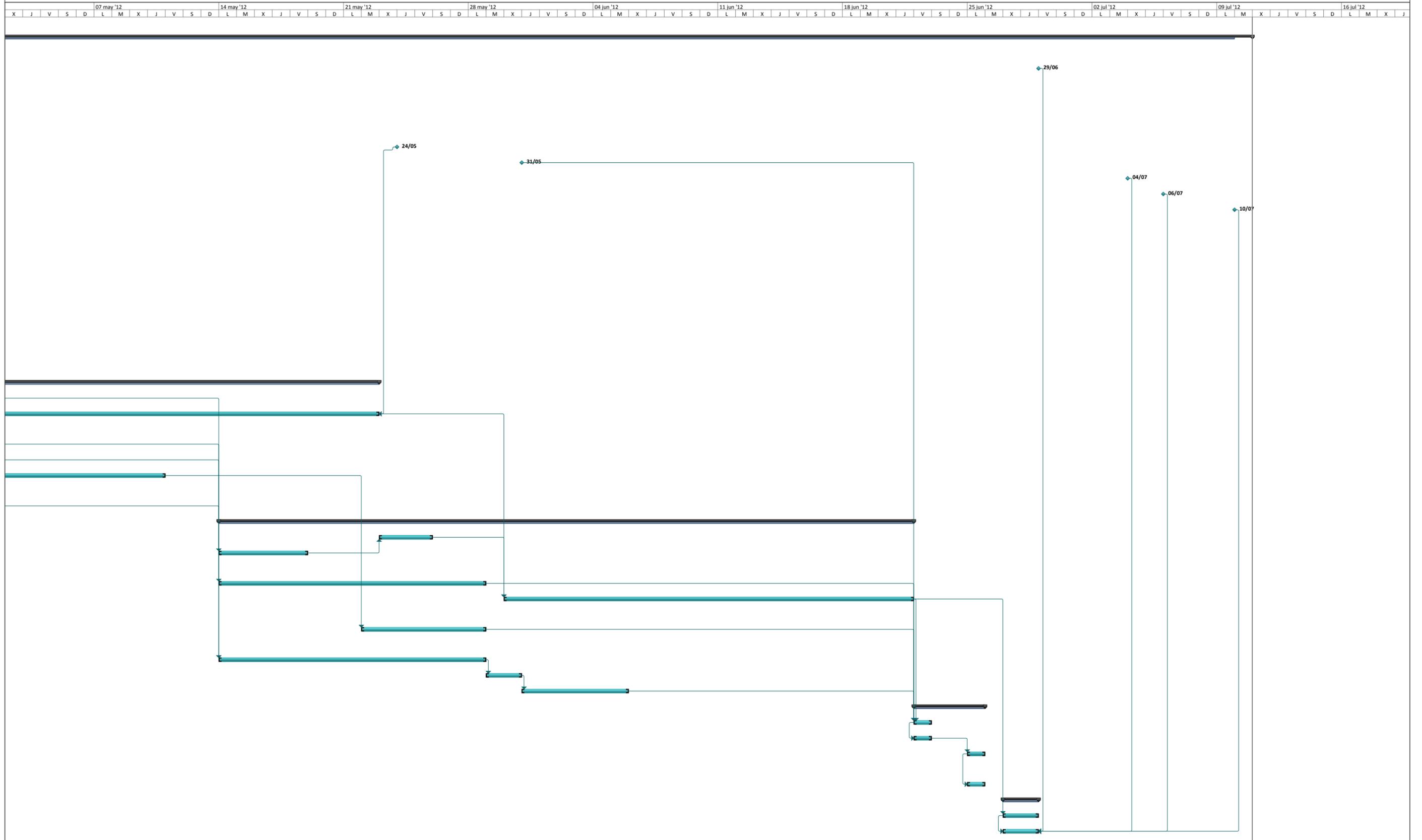
Quienes suscriben este documento certificamos que los resultados consignados en este registro son verdaderos y que las pruebas de soldadura fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo con los requerimientos de la norma ASME IX

ING. XX
CWI

APÉNDICE D

CRONOGRAMA

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LA OBRA "REDISEÑO DE SISTEMA DEL PROCESO DE SEPARACION DE ARENA PARA LA ELABORACION DE ADITIVOS PARA CEMENTO, SU FABRICACION E INSTALACION"



BIBLIOGRAFÍA

- [1] WIKIPEDIA, " Cumbre de la Tierra de Rio de Janeiro", http://es.wikipedia.org/wiki/Cumbre_de_la_Tierra_de_Rio_de_Janeiro Noviembre del 2012.
- [2] WIKIPEDIA, " Programa 21", [http:// es.wikipedia.org/wiki/Programa_21](http://es.wikipedia.org/wiki/Programa_21) Noviembre del 2012
- [3] OCW, " Selección por Tamaño Cribado", http://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/5551/mod_resource/content/1/Tema_6_-_Cribado.pdf, Noviembre del 2012.
- [4] SCRIB, "Zaranda o Criba Vibratoria", <http://es.scribd.com/doc/99021599/Zaranda-o-Criba-Vibratoria>, Noviembre del 2012.
- [5] DILLINGER HUTTE GTS, "Dillidur 500V Acero Resistentes a la Abrasión Templado al Agua", <http://www.metalesindustriales.com/media/File/ar500.pdf>, Noviembre del 2012.
- [6] SMC, " Procedimientos de Selección del Modelo de Cilindro Neumático", [http://www.smc.eu/portal/NEW_EBP/18\)Introduction_of_cat/18.1\)Intro/e\)Air_Cylinder/cilind_s_ES.pdf](http://www.smc.eu/portal/NEW_EBP/18)Introduction_of_cat/18.1)Intro/e)Air_Cylinder/cilind_s_ES.pdf), Noviembre del 2012.
- [7] Dimensional - Sheets, IBAU HAMBURG, Catálogo, Pág 5/85 y Pág 7/93, 1997
- [8] SCRIBD, "Catálogo de Acero DIPAC", <http://es.scribd.com/doc/35443893/catalogo-acero-dipac>, Octubre del 2012.
- [9] BUDYNAS, R., NISBETTT, J., *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*, Capítulo 6, Octava Edición, Mc. Graw Hill Interamericana, México, 2008.

- [10] SCRIBD, "Catálogo de Válvulas Rotativas", <http://es.scribd.com/doc/58906036/Catalogo-de-Valvulas-Rotativas>, Noviembre del 2012
- [11] LAW.RESOURCE.ORG, Standard Specification for Carbon Structural Steel ASTM A-36, <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/003/astm.a36.1997.pdf>, Noviembre del 2012.
- [12] AWS D1.1, American Welding Society (2008)
- [13] SOUTHWESTPIPESERVICES, Steel Structures Painting Council- Near- White Blast Cleaning-Nace No.2, http://www.southwestpipeservices.com/miedit_user_files/file/sspcsp_10_nace_no_2.pdf, Noviembre del 2012
- [14] INTERNATIONAL STANDARDS WORLDWIDE, "ASTM D1005 – 95", <http://www.astm.org/Standards/D1005.htm>, Noviembre del 2012.