

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN DE AREQUIPA
FACULTAD DE INGENIERIA DE PRODUCCION Y SERVICIOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA



**ANÁLISIS DE LA CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE MÓDULOS ANTI
TORMENTAS ELÉCTRICAS, PARA TRABAJOS DE EMPALME VULCANIZADO EN
FAJA TRANSPORTADORA OVERLAND, DE 72 PULGADAS BANDA CON ALMA DE
ACERO EN MINERA LAS BAMBAS**

Trabajo de Suficiencia Profesional presentado por:

EDWIN JAVIER CARPIO TURPO

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO

AREQUIPA – PERU

2021

DEDICATORIA

A mis padres *Javier Carpio Banda (Q.E.P.D)*, e *Ismena Turpo Cruz*, que han sido en todo momento fuente de inspiración y motivación para lograr las metas que me he propuesto en cada momento de mi vida y a quienes debo mi formación en todos los aspectos de mi vida. Gracias por su dedicación y amor.

AGRADECIMIENTO

A *Yeny Danitza Huisa Huaman* que, con su amor y apoyo incondicional en los momentos bonitos y difíciles de esta etapa de mi vida, me brindó la motivación y las fuerzas necesarias para seguir adelante. Gracias por creer en mí y por tu apoyo.

A mis hermanos, con quienes he compartido gran parte de mi vida, quienes me enseñaron el cariño y el amor a pesar de todas las dificultades y que me brindaron apoyo para lograr mis objetivos.

A todas mis amistades, familiares y demás personas con quienes he compartido este camino hacia mi formación académica, y que me han brindado una palabra de apoyo y motivación.

RESUMEN

Este trabajo tiene como finalidad prevenir los accidentes provocados por tormentas eléctricas en minera las bambas, ya que es la principal causa de muerte en la zona y proveer de un ambiente seguro para trabajadores en actividad minera de tajo cuya labor se encuentra en zonas alejadas al campamento y oficinas.

Este trabajo trata de la fabricación y montaje de estructuras diseñadas con los estándares de la ingeniería que cumplen la función de estaciones modulares anti tormentas desmontables, para realizar trabajos de vulcanizado o resane en diferentes puntos donde se requiera a lo largo de las fajas overland en minera las bambas.

Los trabajos se realizan con el armado de andamios lo cual es riesgoso para los trabajadores y demanda mucho tiempo en el procedimiento de armado, para lo cual la minera solicito la fabricación de una estructura modular que cumpla con los fundamentos de la ingeniería, seguridad y economía para ese servicio; Bajo esta premisa se procedió al diseño y fabricación de módulos desmontables de acero que garanticen la seguridad y la eficiencia del trabajo realizado en el interior. Cumpliendo la función de una estación modular anti tormentas desmontable y trasladable hacia diferentes puntos según lo requieran.

Como resultado se realiza un trabajo más eficiente bajo los estragos climatológicos de la zona, reduciendo así el riesgo de exposición a tormentas eléctricas.

El trabajo de traslado y armado de los módulos demanda un tiempo, mucho menor en comparación a los andamios, el costo beneficio es muy favorable; En temas de seguridad el trabajo realizado es más confiable.

Todos los documentos presentados son los únicos extraídos con la autorización de la empresa FH INGENIEROS Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C. Los cuales se presentan en este trabajo como contenido del mismo y anexos

Palabras clave: módulos, estación, vulcanizado, overland, andamios.

ABSTRACT

The purpose of this work is to prevent accidents caused by electrical storms in mining las bambas, since it is the main cause of death in the area and to provide a safe environment for workers in pit mining activity whose work is located in areas far from the camp and offices.

This work deals with the manufacture and assembly of structures designed with engineering standards that fulfill the function of removable modular anti-storm stations, to carry out vulcanizing or repairing work at different points where it is required along the mining overland belts. the Bambas.

The works are carried out with the assembly of scaffolding, which is risky for the workers and requires a lot of time in the assembly procedure, for which the mining company requested the manufacture of a modular structure that complies with the fundamentals of engineering, safety and economy. for that service; Under this premise, we proceeded to design and manufacture removable steel modules that guarantee the safety and efficiency of the work carried out inside. Fulfilling the function of a removable and movable modular anti-storm station to different points as required.

As a result, a more efficient work is carried out under the climate ravages of the area, thus reducing the risk of exposure to electrical storms.

The work of moving and assembling the modules requires a much shorter time compared to scaffolding, the cost benefit is very favorable; In terms of safety, the work carried out is more reliable.

All the documents presented are the only ones extracted with the authorization of the company FH INGENIEROS Y CONTRRATISTAS GENERALES S.A.C. Which are presented in this work as its content and annexes

Keywords: modules, station, vulcanized, overland, scaffolding.

INDICE

Capítulo 1.....	2
Descripción De La Empresa.....	2
1.1.- DATOS GENERALES.....	2
1.2.- RESEÑA HISTÓRICA.....	2
1.3.- ORGANIZACIÓN EMPRESARIAL.....	4
1.3.1.- Dirección empresarial.....	4
1.3.2.- Áreas departamentales.....	4
1.3.3.- Organigrama.....	6
1.4.- RUBRO DE LA EMPRESA.....	7
1.5.- LÍNEAS DE PRODUCCIÓN Y SERVICIOS.....	7
1.5.1.- Diseño y fabricación.....	7
1.5.2.- Metal mecánica.....	8
1.5.3.- Mantenimiento de planta.....	8
1.6.- PRINCIPALES CLIENTES.....	8
Capítulo 2.....	9
Antecedentes.....	9
2.1.- PLANTA CONCENTRADORA DE MINERAL.....	9
2.2.- FAJA TRANSPORTADORA OVERLAND.....	10
2.2.1.- Empalmes en Fajas Overland.....	16
2.2.2.- Empalme Vulcanizado.....	16
2.2.3.- Mantenimiento en Fajas Transportadoras.....	22
2.3.- PLANTEAMIENTO DE LA NECESIDAD.....	22
2.4.- JUSTIFICACIÓN.....	23
2.4.1- Justificación Ambiental.....	23
2.4.2.- Justificación Económica.....	24

2.4.3.- <i>Justificación Social</i>	24
2.5.- OBJETIVOS	24
2.5.1.- <i>Objetivo General</i>	24
2.5.2.- <i>Objetivos Específicos</i>	25
2.6.- ALCANCES Y LIMITACIONES	25
Capítulo 3.....	26
Marco Teórico Conceptual.....	26
3.1.- DEFINICIONES ELÉCTRICAS	26
3.1.1.- <i>Sistema Anti Tormenta Eléctrica Y Puesta A Tierra</i>	26
3.1.2.- <i>Refugio Anti Tormentas Eléctricas</i>	27
3.1.3.- <i>Resistencia</i>	27
3.1.4.- <i>Resistividad Del Suelo</i>	27
3.1.5.- <i>Nivel Cerámico</i>	27
3.1.6.- <i>Tormenta Eléctrica</i>	28
3.1.7.- <i>El Rayo</i>	28
3.1.8.- <i>Jaula De Faraday</i>	29
3.2.- DISEÑO ESTRUCTURAL	30
3.2.1.- <i>Planos de Fabricación</i>	30
3.2.2.- <i>Proceso Térmico de Corte</i>	30
3.2.3.- <i>Uniones Soldadas</i>	31
3.2.4.- <i>Uniones Empernadas</i>	38
3.2.6.- <i>Pintado</i>	39
3.2.8.- <i>Montaje De Estructuras</i>	40
3.2.5.- <i>Tolerancias</i>	43
3.2.7.- <i>Control De Calidad</i>	43
3.3.- MARCO LEGAL	46
Capítulo 4:.....	50

Metodología de Seguridad para el Trabajo.....	50
4.1.- SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	50
4.1.1.- <i>Alerta de tormenta eléctrica</i>	50
4.1.2.- <i>Documentos elaborados en temas de seguridad</i>	52
4.1.3.- <i>Difusión y firma de documentos</i>	52
4.2.- SEGURIDAD EN LA ACTIVIDAD METAL MECÁNICA	53
4.3.- SEGURIDAD EN LA ACTIVIDAD DE ENSAMBLAJE Y MONTAJE	56
Capítulo 5.....	58
Construcción y Montaje de Estructura	58
5.1.- CALCULO ESTRUCTURAL.....	58
5.1.1.- <i>Cargas de Diseño</i>	59
5.1.2.- <i>Análisis de Estructura</i>	60
5.2.- CÁLCULO DEL SISTEMA PUESTA A TIERRA	78
5.2.1.- <i>Calculo de Resistencia de la Estación Anti Tormenta</i>	79
5.2.2.- <i>Calculo de Caída de Potencial</i>	82
5.3.- FABRICACIÓN ESTRUCTURAL	85
5.3.1.- <i>Actividades Previas</i>	85
5.3.2 <i>Fabricación de las Partes</i>	85
5.3.3.- <i>Pintado de Estructuras</i>	90
5.4.- METODOLOGÍA DE ENSAMBLAJE	95
5.4.1.- <i>Ensamblaje de Modulo</i>	96
5.4.2.- <i>Montaje de Estación</i>	97
Capítulo 6.....	98
Resultados obtenidos.....	98
6.1.- REPORTE ECONÓMICO	98
Conclusiones	106

Recomendaciones	107
Bibliografía.....	108
Anexos	110
ANEXO A1: CURRICULUM VITAE	110
ANEXO A2: CARGAS VIVAS MÍNIMAS REPARTIDAS	115
ANEXO A3: ZONAS SÍSMICAS.....	117
ANEXO A4: FACTORES DE ZONA (Z)	117
ANEXO A5: FACTOR DE SUELO (S)	118
ANEXO A6: PERIODOS T _p Y T _l	118
ANEXO A7: CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR U	118
ANEXO A8: SISTEMAS ESTRUCTURALES	119
ANEXO B1: COTIZACIÓN PRESENTADA A MINERA LAS BAMBAS.....	120
ANEXO B2: ORDEN DE COMPRA	121
ANEXO B3: ACTA DE CONFORMIDAD	122
ANEXO B4: VALORIZACIÓN	123
ANEXO C1: REPORTE FOTOGRÁFICO	124
ANEXO D1: PLANOS DE CORTE DE PLACAS	129
ANEXO D3: PLANOS DE PLATAFORMA DE ACERO TIPO 2	131
ANEXO D4: PLANOS DE ESTRUCTURA LATERAL TIPO 1	132
ANEXO D5: PLANOS DE ESTRUCTURA LATERAL TIPO 2	133
ANEXO D6: PLANOS DE ESTRUCTURA DE TECHO	134
ANEXO D7: PLANO DE TECHO EN VISTA ISOMÉTRICA	135
ANEXO D8: PLANO DE MONTAJE Y ENSAMBLAJE.....	136
ANEXO D9: PLANO DE REVESTIMIENTO	137
ANEXO D10: PLANO DE BASES PARA REVESTIMIENTO.....	138

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	17
<i>Kit de materiales de empalme para vulcanizado</i>	17
Tabla 3.1	33
<i>Temperatura de recalentamiento</i>	33
Tabla 5.1	63
<i>Metrados de estructura</i>	63
Tabla 5.2	68
<i>Factor de forma (C)</i>	68
Tabla 5.3	80
<i>Tabla de Resistividad Eléctrica de los Materiales a temperatura ambiente</i>	80
Tabla 5.4	81
Resistencias individuales del modulo	81
Tabla 5.5	83
<i>Resultado del Método de Caída de Potencial</i>	83
Tabla 5.6	92
<i>Sistema de pintado</i>	92

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	
Procesos dentro de planta concentradora de mineral	9
Figura 2.2	11
Recorrido de las fajas transportadoras overland.....	11
Figura 2.3	12
Faja de sacrificio (CVB-0001).....	12
Figura 2.4	14
Faja overland (CVB-0003).....	14
Figura 2.5	15
Faja overland (CVB-0004).....	15
Figura 2.6	18
Esquema de la disposición de cables para la unión de 1 escalón	18
Figura 2.7	19
Esquema de la disposición de cables para la unión de 2 escalones.....	19
Figura 2.8	19
Esquema de la disposición de cables para la unión de 3 escalones.....	19
Figura 2.9	20
Esquema de la disposición de cables para la unión de 4 escalones.....	20
Figura 3.1	29

Grafica del desplazamiento de las cargas - Jaula de Faraday.....	29
Figura 5.1	62
Propiedades del material.....	62
Figura 5.2	63
Asignación de materiales.....	63
Figura 5.3	64
Aplicación de carga viva (L).....	64
Figura 5.4	65
Aplicación de carga viva de techo (Lr)	65
Figura 5.5	66
Aplicación de carga de nieve (S)	66
Figura 5.6	67
Mapa eólico del Perú	67
Figura 5.7	69
Aplicación de carga de viento (W)	69
Figura 5.8	72
Aceleración espectral.....	72
Figura 5.9	75
Modelamiento de estructura.....	75
Figura 5.10	75

Resultados en función de ratios.....	75
Figura 5.11	76
Elemento más esforzado.....	76
Figura 5.12	77
Propiedades del material	77
Figura 5.13	79
Configuración del sistema puesta a tierra	79
Figura 5.14	81
Resistencias en el módulo anti tormenta.....	81
Figura 5.15	83
Perfil de resistividad - Método caída de potencial	83

INTRODUCCION

Los fenómenos eléctricos atmosféricos, son la causa de eventos no deseados que ocasionan accidentes mortales, la ciencia actual no cuenta con mecanismos, ni equipos capaces de modificar estos fenómenos a tal fin de impedir que se generen rayos.

Minera LAS BAMBAS opera a más de 3000 metros sobre el nivel del mar (m. s. n. m.), es cierto que en los campamentos y zonas de concentración de personas existen implementados sistemas de refugio anti tormentas debidamente aterrados, como oficinas, campamento y planta. Pero existen lugares donde no existe protección anti tormenta, como cuando se realizan trabajos de mantenimiento que involucran las fajas transportadoras de mineral overland que cubren distancias de casi 5 km transportando el mineral desde chancado primario hasta planta concentradora.

En minera las bambas se cuentan con sistema de alerta de aproximación de tormentas eléctricas, como sirenas, avisos radiales y en muchos casos refugios como las mismas instalaciones de trabajo o unidades vehiculares. Pero los trabajadores que laboran en zonas alejadas como las fajas overland quedarían desprotegidos.

Existen trabajos como los empalmes vulcanizados de la banda transportadora que requieren de un procedimiento que dura 8 horas sobre la faja overland con 10 operarios, y en ocasiones se realizan hasta en más de tres empalmes a la vez a lo largo de la faja; Al tratarse de un trabajo crítico para la producción de la planta minera, se realiza el armado de estructuras de andamios cubiertas por toldos creando una especie de modulo en cuyo interior se ejecuta el trabajo de vulcanizado. Este trabajo de armado de andamios demanda tiempo y expone a los trabajadores al mismo riesgo de exposición ante una tormenta eléctrica.

Para ello se realizó un estudio en conjunto realizando un diseño según la necesidad y usando los conocimientos adquiridos en el pre grado de esta casa de estudios durante mi formación profesional.

Capítulo 1

Descripción De La Empresa

1.1.- Datos Generales.

- Razón Social : FH Ingenieros y Contratistas Generales S.A.C.
- RUC : 20564502546
- Tipo Empresa : Sociedad Anónima Cerrada
- Condición : Activo
- Fecha Inicio Actividades: 02 / Enero / 2015
- Dirección Legal : Calle 04 Mza. B1 Lote. N°13 nueva Fuerabamba
- Distrito/ Ciudad : Challhuahuacho
- Provincia : Cotabambas
- Departamento : Apurímac, Perú
- Gerente General : Huachaca Cereceda Noe

1.2.- Reseña Histórica

FH INGENIEROS, es una empresa de la comunidad de Nueva Fuerabamba en la ciudad de Challhuahuacho, creada el 02 de enero del 2015, constituyéndose como una empresa que brinda servicios a los sectores industriales, minería y construcción a nivel nacional; asumiendo compromisos con un servicio integral con altos estándares de calidad, seguridad y medio ambiente, para ello cuenta con un equipo de profesionales y especialistas técnicos calificados. Asimismo, con certificación SGS que respalda los procesos y el cumplimiento de las normas legales, garantizando la satisfacción de los clientes.

Es una empresa prestadora de servicios de Mantenimiento de Planta y Mantenimiento Industrial, Fabricación, Ingeniería de Proyectos e Infraestructura con altos estándares de

calidad y garantía. Realiza desarrollo de proyectos cumpliendo altos estándares de seguridad técnica, ambiental y normativa.

Contamos con la Certificación SGS desde el año 2016. Nuestro equipo y personal de trabajo se encuentra certificado para desarrollar servicios normados.

Trabajamos con tecnología y protocolos de seguridad especializados para el correcto cumplimiento de procesos y operaciones del cliente.

Nuestro staff profesional y técnico certificados poseen una amplia experiencia en tareas de seguridad, mantenimiento y reparación de equipamientos.

Somos responsables con el medio ambiente y la localidad clasificando los residuos según nuestros sistemas de seguridad industrial ambiental.

Nuestros Fundamentos.

- Compromiso con el cuidado y preservación del medio ambiente, con el desarrollo de las comunidades y con la seguridad de las personas.
- Responsabilidad social y respeto por la diversidad cultural en el marco de una visión global de los negocios.

Desarrollo de los recursos humanos y edificación de conocimiento.

Profesionalismo y transparencia en la gestión.

Énfasis en los procesos y la previsibilidad.

Nuestra Misión.

Brindar eficaz y eficientemente servicios profesionales de Ingeniería en el desarrollo de Proyectos y Mantenimiento con personal competente, comprometidos con estándares de calidad, seguridad y medio ambiente, por medio del crecimiento sostenible como organización, generando rentabilidad a través del valor agregado de todos sus procesos, apoyando el desarrollo de nuestros clientes, accionistas, empleados y comunidad.

Nuestra Visión.

Ser la empresa líder, preferida por nuestros clientes actuales y futuros, en la prestación de servicios profesionales de Ingeniería con énfasis en Proyectos y Mantenimiento, ampliando nuestra presencia local, nacional e incluso internacional.

1.3.- Organización empresarial***1.3.1.- Dirección empresarial.***

Ing. HUACHACA CERECEDA NOE

Gerente General

MSc. TORRES RICSE DAN

Gerente de Operaciones

Lic. GUTIERREZ PARIACHIRI CESAR

Administrador

Ing. CHICATA MORAN YERAL

Jefe de Proyectos

Bach. CARPIO TURPO EDWIN JAVIER

Asistente de jefe de Proyectos

Ing. CAMPOS BILLAR JASON

Jefe de Seguridad

1.3.2.- Áreas departamentales.

Es muy importante dentro de la organización empresarial de FH INGENIEROS SAC ya que asiste de manera permanente a todas las áreas de la empresa, brindando soporte de

ingeniería con los especialistas adecuados por departamento, aplicando ingeniería de detalle y calculo a todos los servicios ofrecidos por la empresa

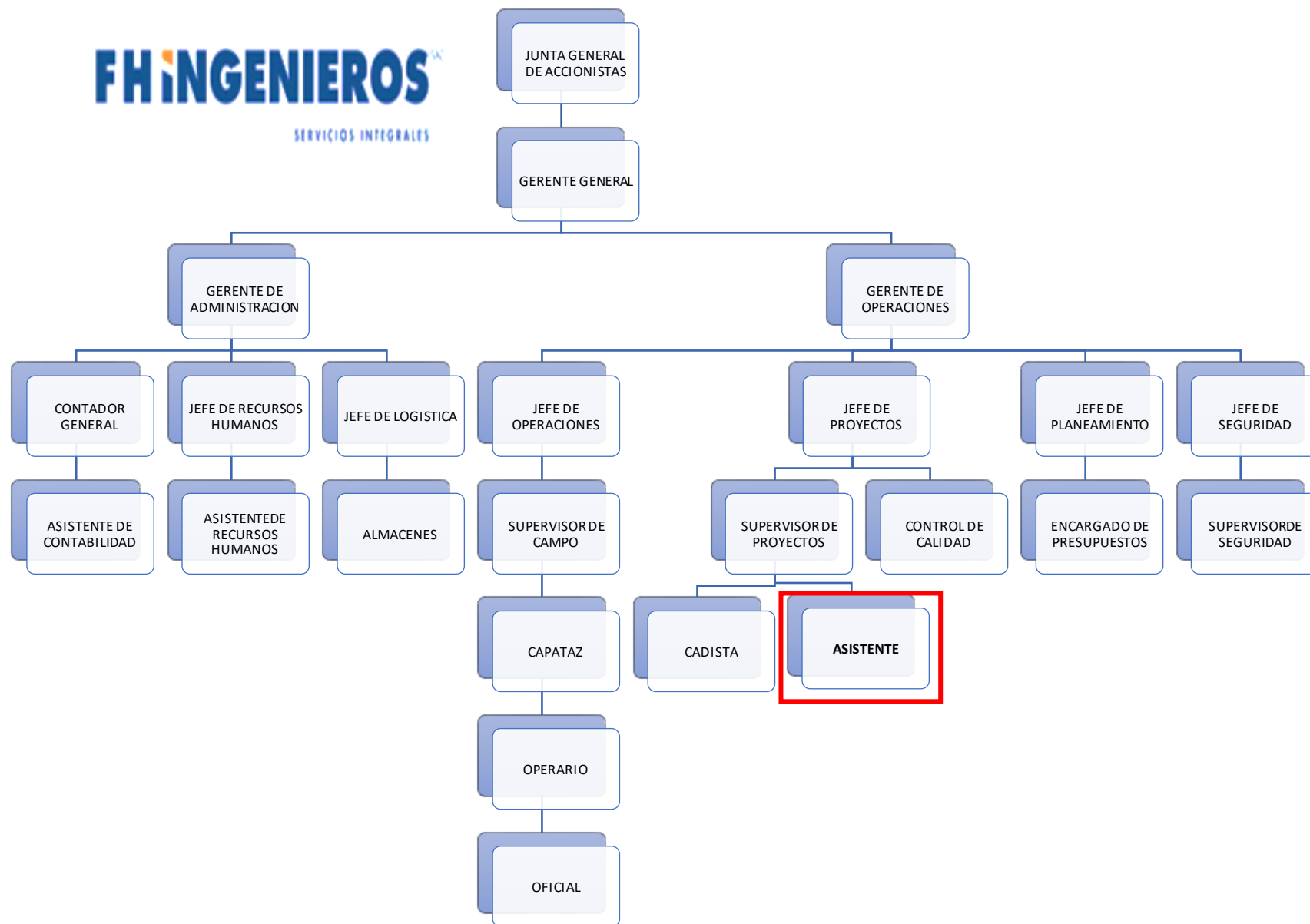
Departamento de Proyectos e Ingeniería. Esta encargada de la elaboración de los planos de ingeniería, basados en los cálculos y metrados recibidos del área quien realizara el proyecto o servicio, los planos de fabricación y montaje según el servicio a realizar en el taller de fabricación o en planta en caso de modificación. También es la encargada de realizar los requerimientos de materiales al área de logística quienes adquieren insumos y materiales necesarios para la fabricación y/o servicio.

Departamento de Producción. Se encarga de planificación y dirección para la ejecución de los trabajos a realizar en taller o en planta industrial, elaborando los cronogramas, realizando las coordinaciones y administración de recursos tanto en materiales equipamiento y personal adecuado para la ejecución del proyecto manejando así eficientemente el tiempo de entrega.

Departamento de control de calidad. Esta encargada de inspeccionar y verificar que el producto a fabricar o el servicio, estén bajo la normativa establecida, realizando mediciones e inspecciones a los posesos dentro del servicio (soldadura, pintura, dimensionamiento, etc.) emitiendo una serie de protocolos que garantizan que el servicio se está realizando correctamente.

Departamento de logística. Es el encargado de realizar las cotizaciones, compras y almacenamiento de una serie de materiales, insumos, herramientas y maquinas, que las demás áreas requieran para la ejecución del servicio, ya sea fabricación y montaje o mantenimiento de algún equipo en el taller o en planta industrial

1.3.3.- Organigrama.



1.4.-Rubro de la empresa

Mantenimiento Industrial Minero

Proyectos de Ingeniería y Diseño

Fabricación y Montaje de estructuras

Mantenimiento de equipo pesado

Infraestructura y obras civiles

Proyectos

1.5.- Líneas de producción y servicios

FH INGENIEROS SAC tiene como compromiso, la realización de actividades de mantenimiento y fabricación siguiendo una serie de normas que garantizan la calidad, seguridad y responsabilidad con el medio ambiente lo cual es estrictamente evaluado por la minería moderna, y cuenta con las líneas de producción siguientes.

1.5.1.- Diseño y fabricación.

Desarrollamos las especialidades de Ingeniería básica, Ingeniería de Detalle, Diseño y Cálculo estructural.

- Diseño y fabricación de estructuras metalmecánicas
- Diseño y fabricación de tanques de almacenamiento para agua, hidrocarburos e insumos químicos
- Diseño y fabricación de naves industriales para plantas concentradoras
- Diseño y fabricación de redes de tuberías
- Maestranza y manufactura
- Montajes metalmecánicos
- Montajes eléctricos

1.5.2.- Metal mecánica.

Las estructuras que producimos se respaldan en el soporte de consultores expertos y tecnologías avanzadas.

- Fabricación y montaje de estructuras metálicas
- Trabajos con perfiles conformados
- Trabajo con coberturas de material inoxidable y galvanizado
- Servicio de granallado y pintura

1.5.3.- Mantenimiento de planta.

Realizamos mantenimiento de mediana envergadura a planta concentradora, participando como apoyo de grandes proyectos, formando equipos de trabajo con empresas de renombre internacional y que realizan trabajos especializados en el mantenimiento minero industrial

- Mantenimiento de equipos de planta concentradora
- Montaje de equipos mineros en planta
- Servicio de mantenimiento eléctrico

1.6.- Principales clientes

- Compañía minera MMG LAS BAMBAS

COTABAMBAS

- Compañía minera CERRO VERDE

AREQUIPA

- Compañía minera ANTAPACAY

ESPINAR

Capítulo 2

Antecedentes

2.1.- Planta Concentradora de Mineral

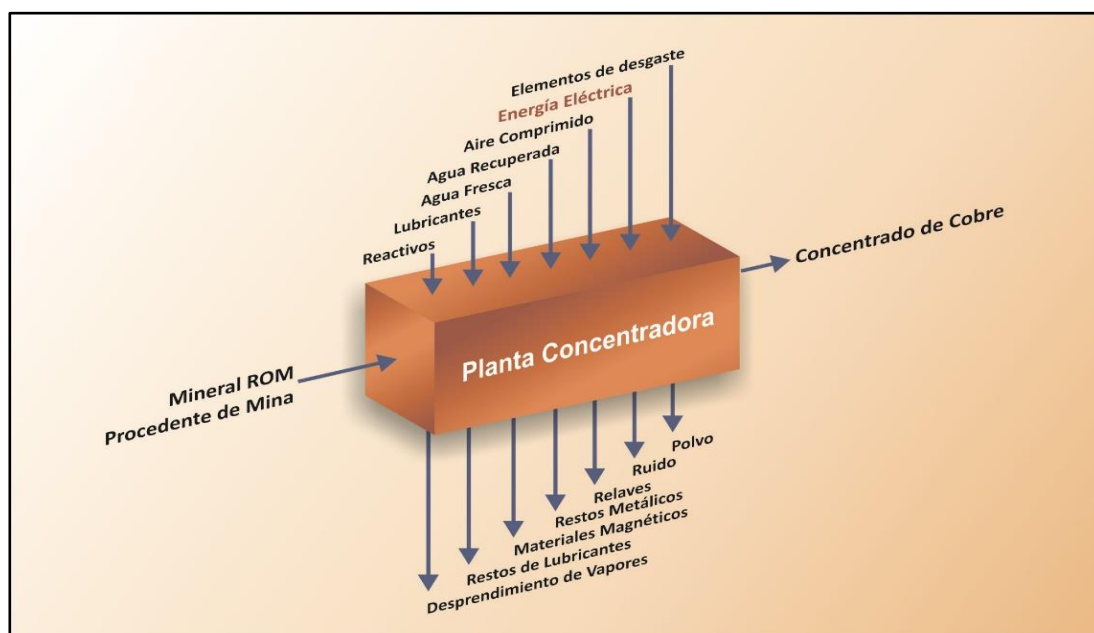
La Planta Concentradora de LAS BAMBAS, es un conjunto de estructuras, equipos, instrumentos, orientados a la producción de concentrado de cobre.

LAS BAMBAS recibe el mineral procedente de mina (mineral ROM), para reducirlo y concentrarlo a fin de producir un producto final comercializable llamado “CONCENTRADO”, esta tiene una capacidad nominal de aproximadamente 70,000 toneladas por día.

La Planta Concentradora de LAS BAMBAS usa como flujos auxiliares el ingreso de energía eléctrica, agua, aire comprimido, lubricantes, reactivos y se desecha polvo en suspensión, restos de lubricantes, grasas, ruido, desprendimiento de vapores, restos metálicos y material magnético.

Figura 2.1

Procesos dentro de planta concentradora de mineral



Nota: Elaboración propia

Funcionamiento de la Planta Concentradora de Mineral

El mineral procedente de mina (mineral ROM), llega a través de camiones de 250 toneladas hasta la zona de descarga de la chancadora primaria, aquí los camiones abastecen a una tolva de alimentación de 500 toneladas de capacidad.

En la etapa de chancado primario, el mineral es reducido de tamaño, y es transportado hasta la ruma de gruesos (Stock Pile), desde donde se alimenta de forma regular mineral hacia la etapa de molienda.

La molienda consiste en continuar y concluir con la reducción del mineral, a fin de liberar las partículas del mineral que se desea recuperar, para este proceso se adiciona agua al proceso, teniendo como resultado una pulpa de material fino, que es enviado el siguiente proceso que es el de flotación.

El área de flotación consiste en recuperar un concentrado de cobre con más alta ley (mayor a 30% de Cu) y desechar relave (material estéril), para luego pasar por etapas de espesamiento y filtrado para su posterior comercialización.

En la etapa de espesamiento se recupera agua para el proceso y se desecha relaves como material estéril para luego ser dispuesto en una presa de relaves.

2.2.- Faja Transportadora Overland

Una banda o cinta transportadora es una estructura de goma o tejido en forma de correa cerrada en anillo, con una unión vulcanizada o empalme metálico, utilizada para el transporte de materiales, objetos sólidos a granel cubriendo grandes distancias a gran velocidad.

El sistema de transporte terrestre en las bombas está diseñado para transportar mineral de cobre triturado primario entre la estación trituradora y la pila de existencias.

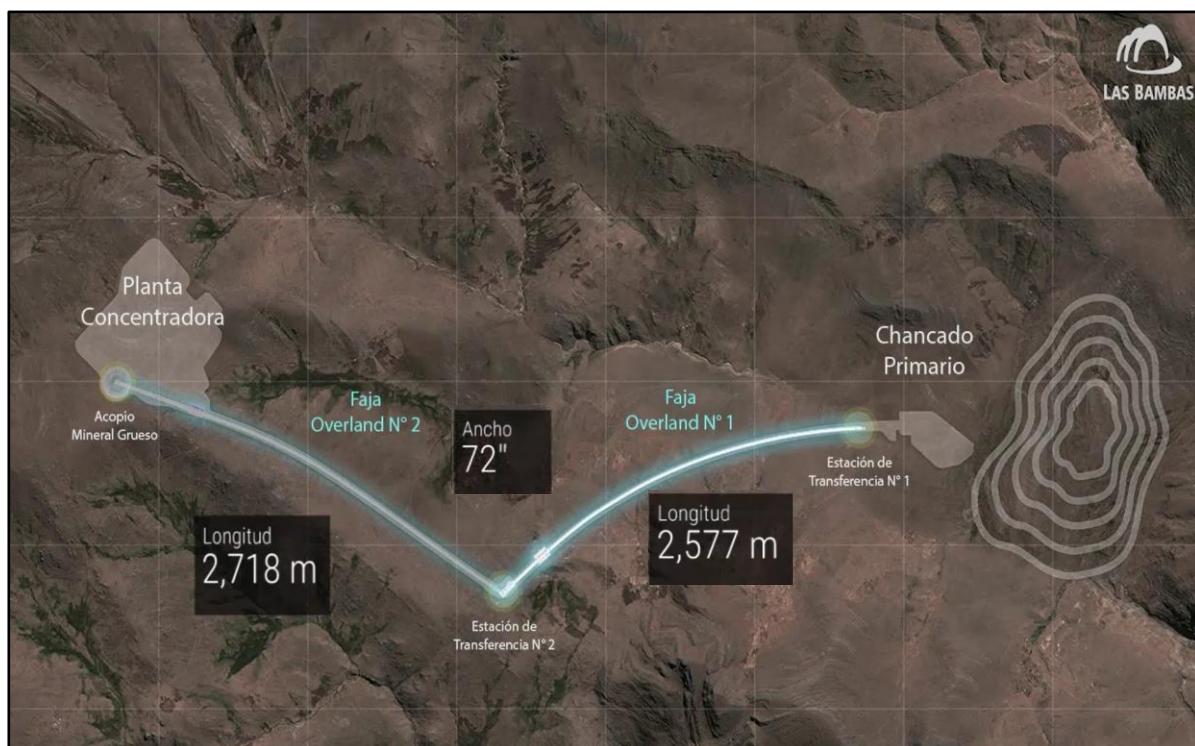
Descripción del Sistema

El mineral proveniente del tajo de explotación es trasladado al área de chancado donde es triturado hasta cambiar su tamaño granulométrico y ser depositado en un sistema transportador.

El sistema consta de un transportador de sacrificio (0220-CVB-0001) y dos Overland Transportadores (0220-CVB-0003 y 0220-CVB-0004). El transportador de sacrificio 0220-CVB0001 tiene aproximadamente 206 metros de largo con 5 metros de elevación. Faja overland N.º 1 (0220-CVB-0003) tiene una longitud de 2577 metros con una elevación vertical de 222 metros y Faja Overland N.º 2 (0220-CVB-0004) tiene 2718 metros de largo con 226 metros de elevación.

Figura 2.2

Recorrido de las fajas transportadoras overland



Nota: Elaboración propia

Faja de Sacrificio. El mineral que sale del chute de descarga alimentador de placas (210-FEA-0001), alimenta a la faja de sacrificio. Este chute, centra el mineral de forma simétrica, sobre la superficie de la faja de sacrificio 0220-CVB-0001, 2134 mm (84 pulgadas), La faja de sacrificio 0220-CVB-0001 tiene aprox. de 206 metros y tiene una capacidad de diseño de 9.400 t / h. Funciona a una velocidad de cinta de diseño de 4,5 m / s.

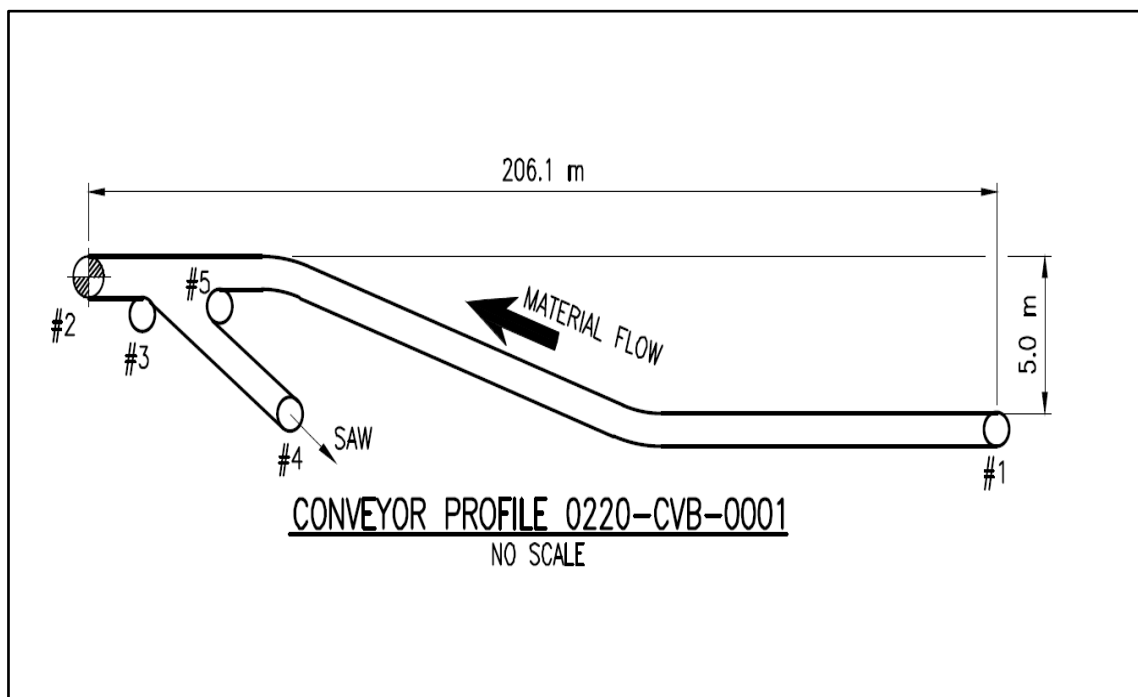
Faja con revestimiento de caucho y alma de acero de tipo COPPER ORE, EP1260/5, de fabricación de Thyssenkrupp

El mineral descargado, cae sobre la faja en el punto de carga; en dicho punto, se encuentran los polines de impacto, los cuales amortiguan el impacto de la caída del mineral.

De tal manera, la faja logra ser desplazada y por consiguiente el mineral que se encuentra en la superficie de la misma. El mineral transportado, cae por medio del chute de descarga de la faja de sacrificio hacia la faja Overland.

Figura 2.3

Faja de sacrificio (CVB-0001)



Nota: Elaboración propia

Faja Overland. Es un equipo empleado en el transporte de mineral. ubicado a la descarga de la faja de sacrificio (210-CVB-0001), bajo una disposición horizontal y curvada

La faja, cuenta con una faja con alma de acero cubierta de jebe, la cual tiene una forma de canal. Cuyo tipo es COPPER ORE de fabricación Thyssenkrupp

La faja en movimiento, transporta el mineral depositado sobre ella hacia la polea de cabeza, y descarga por medio del chute de descarga al Stock pile.

Así mismo, la faja se desplaza por medio de polines de carga, los cuales cumplen la función de soportar la faja y el mineral a transportar. EL retorno de la faja, se logra por medio de polines de retorno, los que se encuentran ubicados debajo de los polines de carga

La faja Overland, cuenta con un tensador mecánico eléctrico, llamado winche, el cual está destinado a cumplir dos funciones:

Proporcionar la tensión adecuada, para generar la adherencia de la faja a la polea motriz y Compensar el estiramiento de la faja overland, mediante el tensador mecánico.

Adicionalmente la faja cuenta con un sistema de frenos de accionamiento hidráulicos, que es utilizado con la finalidad de detener la faja,

La limpieza de la faja Overland se realiza por medio de accesorios de limpieza, los cuales evitan que el mineral que no se descargó con el resto y que se encuentra adherido a la faja, regrese por el tramo de retorno; ya que puede ocasionar desgastes excesivos al equipo.

Dentro de estos accesorios se tienen los siguientes: un limpiador primario y un limpiador secundario y un limpiador en “V”.

Faja Overland Nro. 1 (0220-CVB-0003). Tiene una longitud de 2577 metros y tiene una capacidad de diseño de 9.400 t / h. y un ancho de banda de 1829 mm (72 pulgadas)

Faja con revestimiento de caucho y alma de acero de tipo COPPER ORE, ST5000, de fabricación de Thyssenkrupp

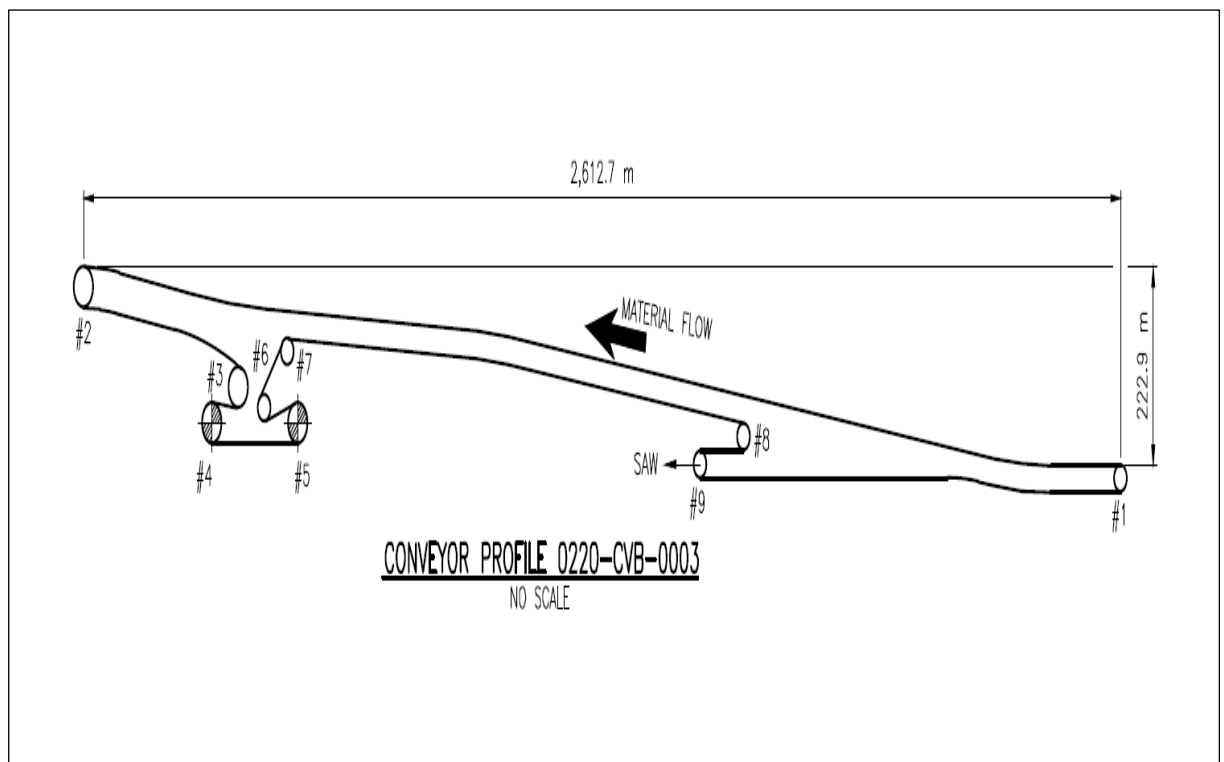
Funciona a una velocidad de diseño de 6,5 m / s, lo que equivale a 66 rpm en las poleas impulsadas. Esta faja transportadora recibe material de 0220-CVB-0001 y transporta material a la Faja Overland 0220-CVB-0004.

La faja overland N. ° 1 (0220-CVB-0003) está equipado con dos motores transmisores síncronos de 4.400 kW. instalados en la polea conducida primaria y secundaria

Cada una de las poleas impulsadas tiene un sistema de freno de disco mecánico con dos juegos de calibradores. Los variadores de ciclo convertidor están diseñados para proporcionar el 190% de su par nominal para máximo de 360 segundos según sea necesario. Los accionamientos se utilizan para acelerar y detener el transportador en condiciones normales.

Figura 2.4

Faja overland (CVB-0003)



Nota: Elaboración propia

Faja Overland Nro. 2 (0220-CVB-0004). Tiene una longitud de aprox. longitud de 2740 m y tiene una capacidad de diseño de 9.400 t / h. y un ancho de banda de 1829 mm (72 pulgadas)

Faja con revestimiento de caucho y alma de acero de tipo COPPER ORE, ST5000, de fabricación de Thyssenkrupp

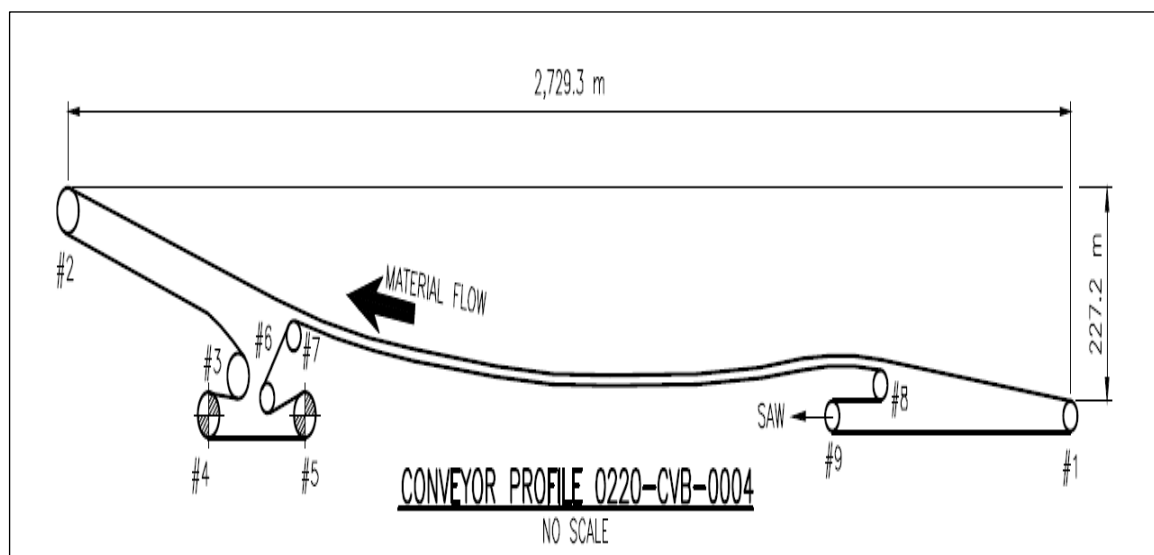
Funciona a una velocidad de cinta de diseño de 6,5 m / s. Esta Faja recibe material de 0220-CVB-0003 y lo transporta a la pila de almacenamiento

La Faja Overland N. ° 2 (0220-CVB-0004) está equipado con dos motores transmisores síncronos de 4400 kW, instalados en la polea conducida primaria y secundaria.

Los motores síncronos están controlados por dos accionamientos de velocidad de ciclo convertidor (CYC) en un 50/50 aplicación de carga compartida. Cada una de las poleas impulsadas tiene un sistema de freno de disco mecánico con dos juegos de calibradores. Los variadores de ciclo convertidor están diseñados para proporcionar el 190% de su par nominal para máximo de 360 segundos según sea necesario. Los accionamientos se utilizan para acelerar y detener el transportador en condiciones normales.

Figura 2.5

Faja overland (CVB-0004)



Nota: Elaboración propia

2.2.1.- Empalmes en Fajas Overland

Un empalme, consiste en realizar la unión de dos extremos de una cinta transportadora, sean estas textiles, PVC, o con alma de cable de acero, estas uniones pueden ser realizadas mecánicamente, químicamente o vulcanizada.

Como norma, las cintas transportadoras se empalman en terreno, estando la correa ya instalada en el sistema transportador, para así formar una correa sin fin. Respecto a la resistencia de las correas transportadoras, los empalmes son un punto débil. Por lo tanto, la realización de empalmes exige tener un know-how especial, experiencia y un lugar de trabajo libre de contaminantes. Este debe ser planificado y realizado en forma precisa, utilizando prensas vulcanizadoras modernas y personal capacitado y calificado.

Existen 3 maneras de realizar un empalme en una cinta transportadora, siendo estos los siguientes.

Mecánicos, se emplean grapas mecánicas de gran resistencia, empleadas comúnmente en cintas textiles, no es recomendado para correas con alma de cable de acero.

Químicos, estos se realizan en cintas de PVC o textiles de baja dimensión y baja exigencia, se emplean compuestos químicos capaces de soportar la unión de ambos extremos.

Vulcanizados, estos se realizan en correas textiles y de cable de acero, tienen la ventaja de ser más resistentes que los anteriores, se emplean para este tipo de empalmes cauchos de la misma característica de la cinta a unir.

2.2.2.- Empalme Vulcanizado

La conexión de las bandas por la vulcanización en caliente permite obtener uniones de altos parámetros técnicos y de uso. El proceso consiste en el destapado de los cables en la zona de conexión, en su colocación según el esquema determinado y en la vulcanización en el caucho. En función de resistencia de la banda, número y diámetro de los cables, forma de su disposición, se distinguen uniones de un, dos, tres y cuatro escalones.

Para conectar las bandas de caucho con cables de acero, el fabricante, suministra los siguientes materiales:

Tabla 2.1

Kit de materiales de empalme para vulcanizado

Placas de revestimiento	Las placas están seleccionadas según la clase de las bandas. - ancho: equivale a al ancho de la banda* - largo: largo de la unión +0,3 ancho de la banda +100 mm - espesor: seleccionado individualmente según la estructura de la banda
Placas de núcleo	Las placas están seleccionadas según la clase de las bandas. - ancho: equivale a al ancho de la banda* - largo: largo de la unión +0,3 ancho de la banda +100 mm - espesor: 2 mm ≤ ST 4000, 2,5 mm para > 4000
Cintos interlínea	Los cintos están seleccionados según la clase de la banda de dimensiones:
Adhesivo	Seleccionado según la clase correspondiente de la banda 2
Textil/papel de silicona	2,2m ² /1 m ² de la unión

* en el caso de las bandas de ancho superior a 1000 mm, las placas de revestimiento y de núcleo están partidas en dos o tres anchuras.

Nota: Especificaciones y procedimientos de vulcanizado(www.semperttrans.com)

Para las cintas con un refuerzo metálico o textil, suministramos placas de revestimiento y de núcleo y un refuerzo que deben duplicarse con la placa de revestimiento y de núcleo.

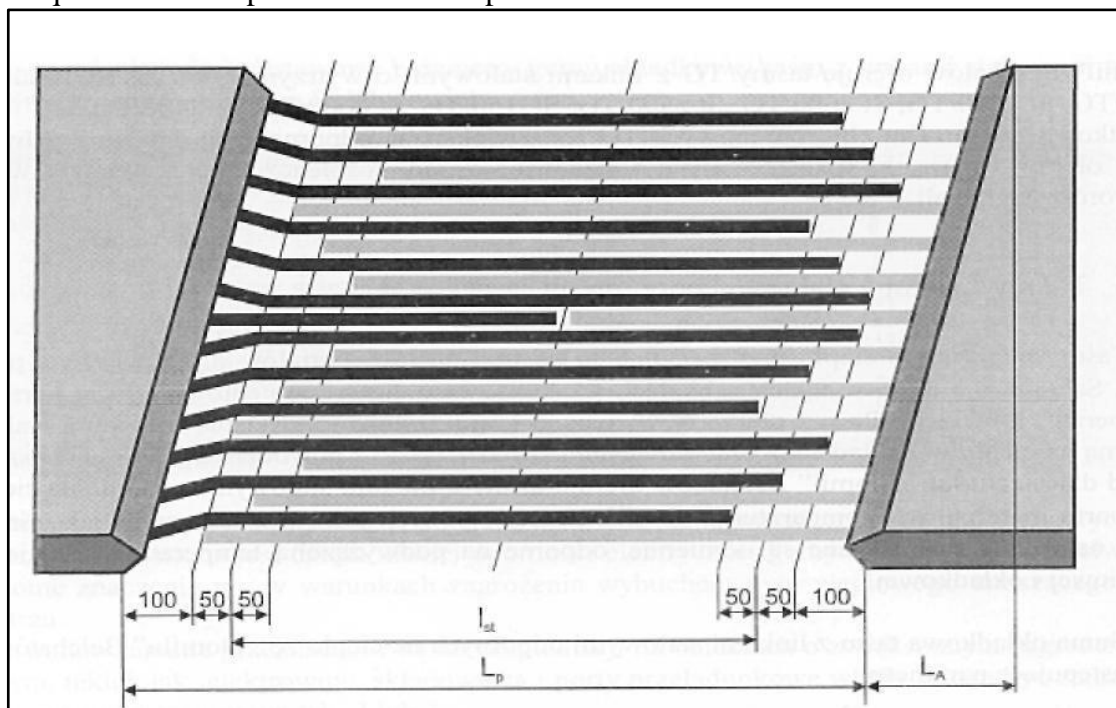
El uso de otros materiales que los fabricados por SEMPERTRANS para la conexión de las bandas no garantiza la obtención de una resistencia adecuada de las uniones. Los

materiales para la conexión deberán almacenarse en habitaciones frescas y oscuras (la información relacionada con el almacenamiento se encuentra en el embalaje). El período de garantía se indica en el embalaje de los materiales. La fecha de caducidad de los materiales para las uniones de las bandas con cables de acero, clase TG(V) es igual que la fecha de caducidad para el adhesivo colocada en su embalaje. Mientras que la fecha de caducidad de los materiales para las demás bandas es de 6 meses desde la fecha de fabricación. El uso de materiales caducados puede ser la causa de una resistencia reducida de las conexiones, provocando una avería del transportador.

Se permite que las uniones ejecutadas tengan una forma recta o de rombo (largo del bisel equivalente a $0,3 * \text{ancho de la banda}$).

Figura 2.6

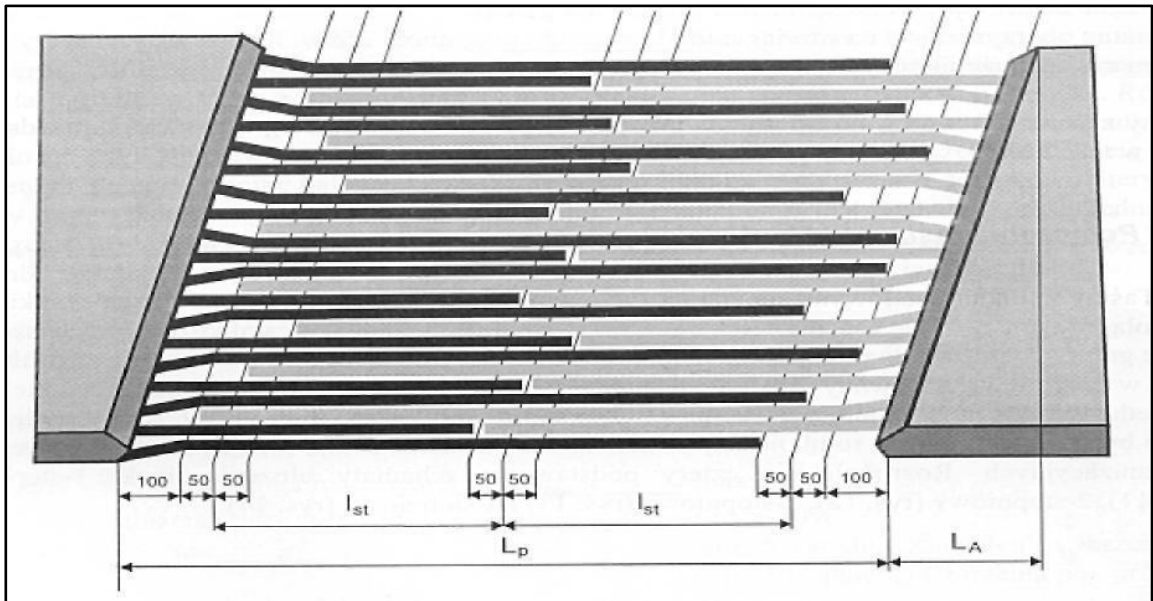
Esquema de la disposición de cables para la unión de 1 escalón



Nota: Especificaciones y procedimientos de vulcanizado (www.sempertans.com)

Figura 2.7

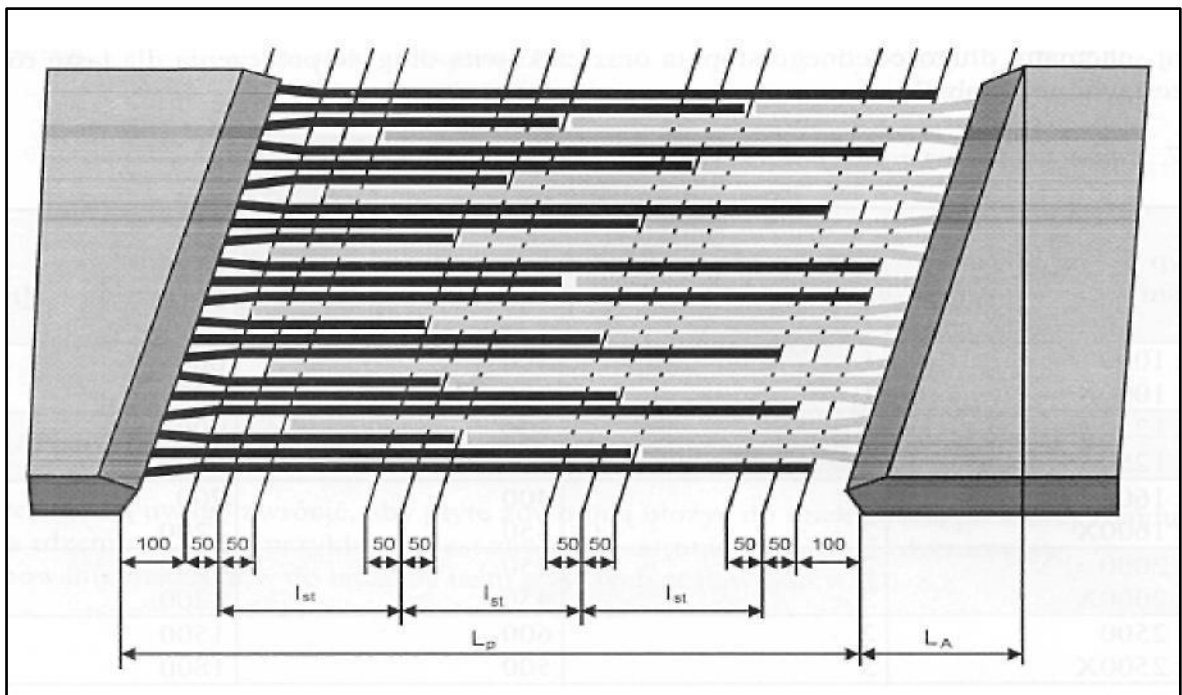
Esquema de la disposición de cables para la unión de 2 escalones



Nota: Especificaciones y procedimientos de vulcanizado(www.sempertans.com)

Figura 2.8

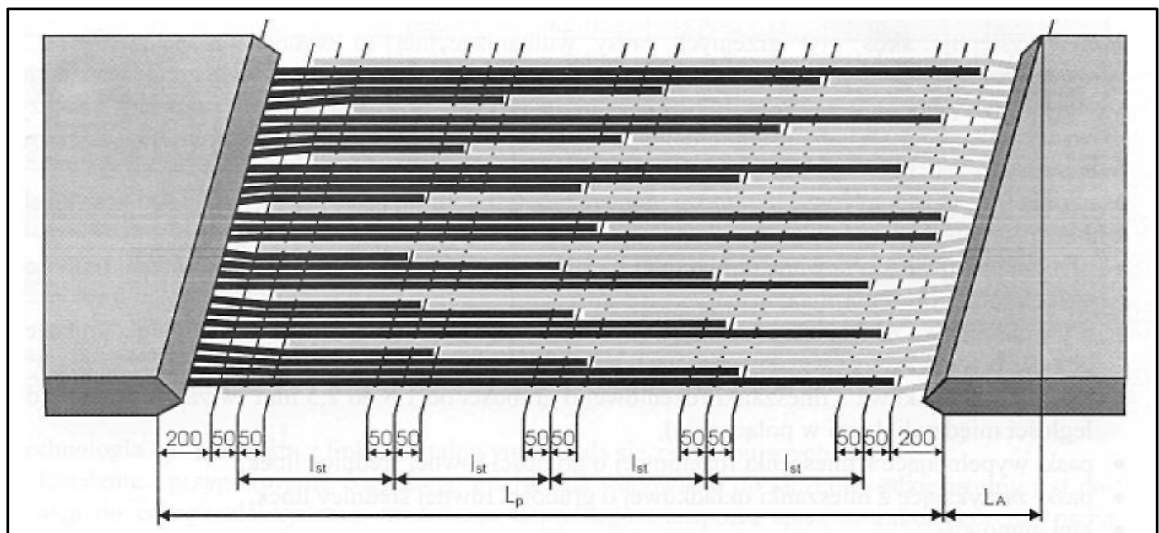
Esquema de la disposición de cables para la unión de 3 escalones



Nota: Especificaciones y procedimientos de vulcanizado(www.sempertans.com)

Figura 2.9

Esquema de la disposición de cables para la unión de 4 escalones



Nota: Especificaciones y procedimientos de vulcanizado(www.sempertans.com)

En el lugar preparado para la ejecución de la unión en el transportador debe prepararse un puesto de vulcanización. En el eje de las bandas, en un plano igual, deben colocarse las vigas transversales de la prensa de vulcanización para que no haya intervalos entre ellas. Lo anterior permite obtener una distribución uniforme de presión durante la vulcanización. En las vigas transversales deben colocarse las placas de calentamiento de la prensa (según el manual del fabricante de la prensa). En la superficie de trabajo de las placas poner una hoja de chapa que cubra las zonas de contacto de las placas de calentamiento. Por ambos lados de las placas, a lo largo del eje de las bandas, preparar las mesas de vulcanización de largo mín. 2 x largo de la unión. Las mesas preparar de forma que constituyan una superficie igual con las placas.

Las uniones de las bandas de caucho con cables de acero deben vulcanizarse aplicando una presión unitaria en la unión de al menos 1,0 MPa (10 kg/cm²). Las condiciones de la vulcanización recomendadas:

- temperatura de vulcanización: $145 \pm 5^\circ\text{C}$
- tiempo de vulcanización: 3 minutos por 1 mm de espesor de la banda

Todo el proceso de vulcanización consta de tres etapas: calentamiento, vulcanización y enfriamiento.

El tiempo de vulcanización debe contarse desde el momento cuando todas las placas de calentamiento de la prensa de vulcanización alcancen la temperatura programada.

Durante la etapa de calentamiento, la presión de vulcanización debe ser de, respectivamente:

- Para la temperatura de 50°C debe aplicarse la presión de 1/3 de la presión de vulcanización
- Para la temperatura de 50°C a 100°C debe aplicarse la presión de 2/3 de la presión de vulcanización
- Por encima de 100°C debe aumentarse la presión hasta la presión de vulcanización

La presión unitaria requerida en la superficie de la unión se aplica mediante una presión correspondiente del fluido hidráulico en la prensa. Para las prensas con placas tipo membrana, la presión hidráulica aproximadamente corresponde a la presión unitaria. Para las prensas con cilindros hidráulicos en las vigas transversales, deben usarse los datos técnicos proporcionados por el fabricante de la prensa.

Cuando las placas alcancen la temperatura programada, debe iniciarse el conteo del tiempo de vulcanización manteniendo la temperatura al mismo nivel. Durante el proceso de vulcanización se admiten las oscilaciones máximas momentáneas de la temperatura a nivel de +/- 5°C. Una vez transcurrido el tiempo de vulcanización requerido debe apagarse el calentamiento y enfriar la unión bajo presión hasta la temperatura aproximada de 50÷60°C.

Una vez enfriado hasta la temperatura requerida, reducir la presión, desmontar la prensa de vulcanización, cortar el exceso en los bordes de la unión, rectificar eventuales irregularidades y crear un informe preciso con datos detallados de la ejecución de la unión.

Una vez enfriada completamente la unión hasta la temperatura ambiente, la unión puede ser entregada al uso.

2.2.3.- Mantenimiento en Fajas Transportadoras

Dentro del mantenimiento mecánico realizado en las fajas transportadoras se consideran varios equipos que requieren mantenimiento por desgaste al contacto con los elementos mecánicos.

Las poleas motrices y conducidas en las cuales se desgastan elementos de revestimiento, los cuales se reparan con elementos químicos de revestimiento y también elementos de rotación como chumaceras y ejes.

En las bandas por el contacto directo con el material mineral ocurren desgastes, agrietamientos y cortaduras por elementos mecánicos mal posicionados, para ello se utilizan las reparaciones en frío con compuestos químicos y si el daño es considerable se realizan injertos de faja, empleando el empalme vulcanizado

Otras partes críticas del mantenimiento mecánico es el control de temperaturas y velocidad de las bandas que están encausadas por medio de un sistema de rodillos y bastidores los cuales se cambian de manera oportuna monitoreando el estado de estos.

2.3.- Planteamiento de la Necesidad

Los fenómenos eléctricos atmosféricos, son la causa de eventos no deseados que ocasionan accidentes mortales, la ciencia actual no cuenta con mecanismos, ni equipos capaces de modificar estos fenómenos a tal fin de impedir que se generen rayos.

Este trabajo tiene como finalidad prevenir los accidentes provocados por tormentas eléctricas en minera las bambas, ya que es la principal causa de muerte en la zona y proveer de un ambiente seguro para trabajadores en actividad minera de tajo cuya labor se encuentra en zonas alejadas al campamento y oficinas.

Minera LAS BAMBAS opera a más de 3000 metros sobre el nivel del mar (m. s. n. m.), es cierto que en los campamentos y zonas de concentración de personas existen implementados sistemas de refugio anti tormentas debidamente aterrados, como oficinas, campamento y planta. Pero existen lugares donde no existe protección anti tormenta, como cuando se realizan trabajos de mantenimiento que involucran las fajas transportadoras de mineral overland que cubren distancias de casi 5 km transportando el mineral desde chancado primario hasta planta concentradora.

2.4.- Justificación

En minera las bambas se cuentan con sistema de alerta de aproximación de tormentas eléctricas, como sirenas, avisos radiales y en muchos casos refugios como las mismas instalaciones de trabajo o unidades vehiculares. Pero los trabajadores que laboran en zonas alejadas como las fajas overland quedarían desprotegidos.

Existen trabajos como los empalmes vulcanizados de la banda transportadora que requieren de un procedimiento que dura 8 horas sobre la faja overland con 10 operarios, y en ocasiones se realizan hasta en más de tres empalmes a la vez a lo largo de la faja; Al tratarse de un trabajo crítico para la producción de la planta minera, se realiza el armado de estructuras de andamios cubiertas por toldos creando una especie de modulo en cuyo interior se ejecuta el trabajo de vulcanizado. Este trabajo de armado de andamios demanda tiempo y expone a los trabajadores al mismo riesgo de exposición ante una tormenta eléctrica.

2.4.1- Justificación Ambiental.

Uno de los factores primordiales es evitar la contaminación por ruido en este caso ya que el acarreo y armado de andamios generan ruidos y más prolongados en el tiempo, y los módulos al ser ya pre ensamblados la exposición al ruido es menor.

Dentro del sistema modular el ambiente está protegido creando un microclima favorable ya que se cubre de la tormenta eléctrica la cual viene acompañada de lluvias y bajas temperaturas.

2.4.2.- Justificación Económica.

Se basa en el planteamiento del costo del módulo frente al de los andamios los cuales son mucho más costosos; También se toma en cuenta el servicio de montaje ya que se usa menos personal en menor tiempo, produciendo un menor costo del servicio el cual es significativamente inferior frente al costo de la estructura armada de andamios.

2.4.3.- Justificación Social.

Aporta de manera directa en la integridad y bienestar del personal trabajador quien es la pieza más importante dentro de la compañía minera, salvaguardando también el sustento económico y emocional de las familias que dependen de esta organización.

Ofrecemos un ambiente seguro para realizar la actividad, generando confianza y motivación en el trabajador aumentando la producción en el servicio, también elevando la imagen institucional de la empresa minera siendo reconocida por sus controles en cuanto a su seguridad y la de todos sus colaboradores

2.5.- Objetivos

Este trabajo trata de la fabricar y montar una estructura diseñada con los estándares de la ingeniería, que cumplen la función de estaciones modulares anti tormentas desmontables, para realizar trabajos de vulcanizado o resane en diferentes puntos donde se requiera a lo largo de las fajas overland en minera las bambas.

2.5.1.- Objetivo General.

Los trabajos se realizan con el armado de andamios lo cual es riesgoso para los trabajadores y demanda mucho tiempo en el procedimiento de armado, para lo cual la minera solicito la fabricar una estructura modular que cumpla con los fundamentos de la ingeniería,

seguridad y economía para ese servicio; Bajo esta premisa se procedió al diseñar y fabricar módulos desmontables de acero que garanticen la seguridad y la eficiencia del trabajo realizado en el interior. Cumpliendo la función de una estación modular anti tormentas desmontable y trasladable hacia diferentes puntos según lo requieran.

2.5.2.- Objetivos Específicos.

Como resultado se realiza un trabajo más eficiente bajo los estragos climatológicos de la zona, reduciendo así el riesgo de exposición a tormentas eléctricas.

El trabajo de traslado y armado de los módulos demanda un tiempo, mucho menor en comparación a los andamios, el costo beneficio es muy favorable; En temas de seguridad el trabajo realizado es más confiable.

2.6.- Alcances y Limitaciones

Este presente trabajo está diseñado para todas las operaciones mineras donde se presenta el riesgo de tormentas eléctricas y sea necesario contar con refugio anti tormentas en sistema modular para realizar trabajos con fajas transportadoras en lugares desprotegidos.

El diseño modular solo se puede utilizar para faenas o labores realizadas en fajas overland posicionadas en el suelo, por el sistema de aterramiento y por el montaje; restringiendo su uso en fajas elevadas o en plataformas muy inclinadas.

Este sistema modular se tiene que desensamblar parcialmente para su transporte por sus dimensiones y volumen que ocupa, para posteriormente ser utilizado en otra posición con respecto a la longitud de la faja overland.

El sistema de aterramiento con contrapeso debe estar conectado en la estructura de la faja overland, realizando la instalación tanto entra módulos y al sistema de puesta a tierra de tipo contrapeso instalado a lo largo de la estructura de la faja.

Capítulo 3

Marco Teórico Conceptual

3.1.- Definiciones Eléctricas

3.1.1.- *Sistema Anti Tormenta Eléctrica Y Puesta A Tierra*

Protección contra tormentas eléctricas. Las protecciones contra tormentas eléctricas tienen como objetivo el reducir los daños que pudiera ocasionar una descarga eléctrica atmosférica.

Existen sistemas de protección al exterior que se encargan de interceptar el rayo, mediante puntos aéreos, luego de ser conducido y disipados mediante cables y/o conductores y sistemas de puesta a tierra.

Protección de puesta a tierra. La protección de puesta a tierra es un mecanismo de seguridad eléctrica, en donde las descargas eléctricas son direccionadas por elementos conductores a tierra para ser neutralizadas, con lo cual se previene las condiciones de riesgo, brindando protección a la integridad física de las personas y protección a los equipos.

Un sistema de protección a puesta a tierra consta del electrodo que por lo general se le conoce como Varilla Copperwel con diámetros de 1/2" a 5/8" y una longitud de 3 m. y el conductor que es un cable de cobre (Cu) de calibre 70 mm², ya que según la NTP 370.251.2011 cumple con los siguientes parámetros para puesta a tierra:

Sección Nominal: 70 mm²

Numero de hilos: 19

Diámetro del conductor: 10.60 mm

Peso Kg / Km: 602

Capacidad de corriente Amper temperatura 30°C: 350

Cable Recocido Resistencia C.C. a 20°C ohm/Km: 0.263

3.1.2.- Refugio Anti Tormentas Eléctricas

Para la presente investigación, consideraremos a un refugio como una instalación segura para los trabajadores en caso de tormentas eléctricas, donde se cumpla con el principio de la Jaula de Faraday, que en esencia es toda estructura metálica cerrada, que, al recibir una descarga eléctrica, la energía se distribuye por la parte exterior de dicha estructura, y la parte interna queda liberada de esta energía, quedando los trabajadores completamente seguros.

3.1.3.- Resistencia

La resistencia es la oposición que presentan todos los materiales al paso de la corriente eléctrica, unos materiales en mayor magnitud a otros, los materiales que ejercen una menor resistencia al paso de la corriente eléctrica toman el nombre de Conductores, y en este concepto podemos encontrar por ejemplo al oro, cobre, aluminio y cobre.

3.1.4.- Resistividad Del Suelo

El suelo, como todo conductor, presenta cierta resistencia al paso de la electricidad, por ello es de suma importancia calcular esta resistencia para el posterior diseño de un pozo a tierra.

3.1.5.- Nivel Cerámico

Se considera niveles cerámico al promedio de días con descargas atmosféricas al año en una región determinada, dichos niveles presentan características distintas, ya sea por la geografía o el clima de cada región, para el presente trabajo es de suma importancia conocer los niveles cerámico, ya que, bajo estos datos, se conocerá la probabilidad de descargas atmosféricas que ocurrirán por año. Osinerming ahora mantiene registros de tormentas cada hora, quiere decir que mantiene un registro de los niveles cerámico horarios.

Según los mapas isoceraunicos disponibles, el nivel cerámico promedio de Apurímac es de 60 días de tormentas x km² al año.

De los cálculos hallados, y teniendo casi 20 descargas electrostáticas x km² x año, es que la presente investigación se sustenta en el factor de seguridad, de presentar una solución a la protección de los trabajadores ante la aproximación de una tormenta eléctrica.

3.1.6.- Tormenta Eléctrica

Una tormenta eléctrica es un fenómeno meteorológico a nivel atmosférico que produce violentamente lluvias y vientos, su origen es dado por el encuentro brusco de corrientes de aire con variaciones de temperaturas distintas, esto da lugar a la conformación de nubes de tipo cumulonimbos, modificando el equilibrio eléctrico, pudiendo observar rayos y posteriormente escuchar el ruido de los truenos, es preciso indicar que también pueden producirse los rayos y truenos sin necesidad que existan precipitaciones (Pérez Porto & Gardey, 2008).

3.1.7.- El Rayo

El rayo es una poderosa descarga eléctrica que se genera de forma natural por una alteración en el equilibrio de las cargas positivas que se encuentran en la parte superior de las nubes y las cargas negativas que se encuentran en la parte inferior, esto genera un pulso electromagnético, ya que la superficie de la tierra tiene cargas positivas, a su vez el rayo siempre va acompañado del relámpago que es la emisión de luz, que se origina por el paso de la corriente eléctrica que ioniza las moléculas de aire, así como también va acompañado de un estruendo llamado trueno que es producido por el paso del rayo que atraviesa la atmósfera y esta se calienta y rápidamente el aire se expande.

“Se calcula que cada rayo mide unos 5 km de longitud por solo 1 cm de ancho, y descarga entre 1 000 y 10 000 millones de julios de energía, con una corriente de hasta 200 000 amperios y 100 millones de voltios. El aire circundante puede alcanzar temperaturas de 20 000 °C, más de tres veces la de la superficie del Sol, que ronda los 6 000 °C. Por eso los **rayos** son tan letales” (Otero).

3.1.8.- Jaula De Faraday

Recibe su nombre gracias al científico **Michael Faraday**, dicha Jaula no es más que una caja de metal que evita que ingresen los campos electrostáticos, **Michael Faraday** en 1836 construyó una Jaula metálica empleándola para la protección de descargas eléctricas, verificando que en el interior de dicha jaula el campo eléctrico era nulo (Martín & Serrano).

El funcionamiento de la Jaula de Faraday, se basa en las propiedades de un conductor en equilibrio electrostático, quiere decir, cuando la jaula metálica está expuesta a un campo eléctrico externo, los protones que son las cargas positivas, se mantienen en sus posiciones en la red, todo lo contrario, a los electrones que son de cargas negativas, que comienzan a desplazarse, ya que sobre ellos actúa una fuerza, representada por:

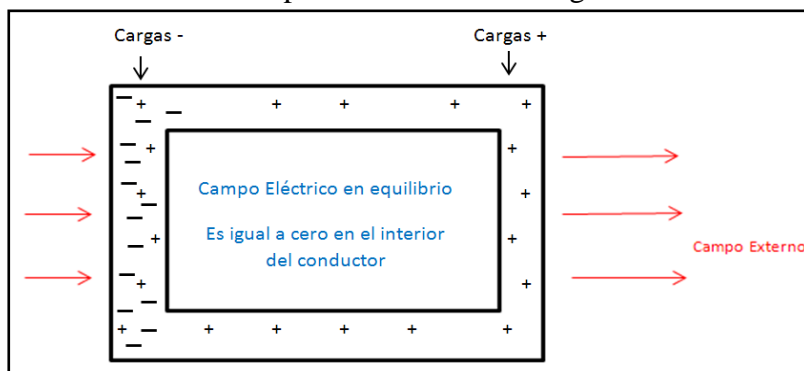
$$\vec{F} = e \vec{E}_{\text{ext}}$$

Donde (e) es la carga del electrón (con movimiento en sentido contrario al campo eléctrico), E_{ext} es la intensidad del campo eléctrico externo.

Los electrones se desplazan en sentido contrario al campo eléctrico, entonces un lado de la jaula estará sobre cargado de electrones (carga negativa) y en contra posición el otro lado estará cargado con los protones (carga positiva) este fenómeno da como resultado que el campo eléctrico en el interior de la jaula sea nulo (Martín & Serrano)

Figura 3.1

Grafica del desplazamiento de las cargas - Jaula de Faraday



Nota: Jaula de Faraday (Martín & Serrano)

3.2.- Diseño Estructural

3.2.1.- Planos de Fabricación

Se prepararán, con la debida anticipación a la fabricación, los planos de taller con la información completa necesaria para la fabricación de las partes componentes de la estructura, incluyendo la ubicación, tipo y tamaño de todas las soldaduras y pernos. Estos planos se distinguen claramente entre soldaduras y pernos de taller y de obra y deberán identificar claramente las conexiones empernadas de alta resistencia de deslizamiento crítico.

3.2.2.- Proceso Térmico de Corte

El corte por arco eléctrico, el proceso de ranurado y el proceso de corte con oxígeno son reconocidos bajo esta norma para usarse en la preparación, cortado o desbaste de materiales.

La calidad de una superficie cortada con oxígeno depende de varias variables:

Condición del material y de la superficie.

Habilidad del operador.

Condición y diseño de las cañas, boquillas y máquinas de corte.

Pureza del oxígeno.

Vibración del equipo.

Movimiento de la pieza debido a la expansión y contracción térmica.

Exactitud del perfil. El acero y el material de soldadura pueden ser cortados térmicamente, si se asegura una superficie lisa, regular, libre de grietas y entalladuras, y si se asegura un perfil perfecto por el uso de guías mecánicas.

Requerimientos de rugosidad. En el cortado térmico, el equipo deberá de ser ajustado y manipulado de tal manera que evite cortar más allá de las líneas marcadas.

La rugosidad de todas las superficies cortadas térmicamente no debe ser mayor que 25 μ m para materiales hasta 100 mm de espesor y 50 μ m para materiales de 100 mm a 200

mm de espesor, con la excepción de los extremos de los elementos no sujetos a esfuerzo calculado en los extremos no deben exceder valores de rugosidad superficial de 50 μ m.

Bordes reentrantes. Los bordes reentrantes, excepto los de vigas destajadas, y los agujeros de acceso de soldadura deberán cumplir los siguientes requisitos:

Los bordes reentrantes de material cortado serán preparados de manera de proveer una transición gradual, con un radio no menos de 25 mm.

Las superficies adyacentes deberán alcanzar sin rebajos el punto de tangencia.

Los bordes reentrantes pueden ser formados por corte térmico, seguido por esmerilado, si es necesario, para cumplir los requerimientos de superficie cortados térmicamente indicados anteriormente.

Si se especifica otro contorno, este debe ser mostrado en los planos.

Alisado de Bordes. El alisado o acabado de bordes cizallados o cortados térmicamente de planchas o perfiles no es requerido a menos que sea específicamente establecido en los documentos de diseño o incluido en una especificación de preparación de borde para soldeo.

3.2.3.- Uniones Soldadas

La técnica de soldadura, la mano de obra, la apariencia y la calidad de la soldadura y los métodos usados en la corrección de trabajos no conformes deberán estar de acuerdo a lo indicado a continuación:

Especificación Del Metal Base. Los planos y especificaciones deberán de designar la especificación y clasificación del metal base que se debe emplear.

Requerimiento De Electrodo Y Consumibles De Soldadura

Cuando sea requerido por el ingeniero supervisor, el contratista o el fabricante deberán de suministrar una certificación de que el electrodo o la combinación electrodo fundente cumplen los requerimientos de la clasificación.

La clasificación y tamaño de electrodo, la longitud del arco, el voltaje y el amperaje serán los adecuados para el espesor del material, tipo de canal, posición de soldadura y otras circunstancias relacionadas con el trabajo. La corriente de soldadura deberá de estar dentro del rango recomendado por el fabricante de electrodos.

El gas o mezcla de gases para protección deberá de ser de un tipo adecuado para la soldadura y deberá tener un punto de rocío igual o menor que 40 °C. Cuando sea solicitado por el ingeniero supervisor, el contratista o fabricante deberá de suministrar la certificación del fabricante de gas, de que el gas o la mezcla de gases cumplirán los requisitos del punto de rocío.

Los electrodos expuestos a la atmosfera por periodos mayores que los permitidos deberán de ser resecados de la siguiente forma:

Todos los electrodos que tengan revestimiento de bajo hidrogeno de acuerdo al ANSI/AWS A5.1, deberán de secarse durante 2 horas como mínimo entre 260 °C y 430 °C.

Todos los electrodos que tengan revestimiento de bajo hidrogeno de acuerdo al ANSI/AWS A5.5, deberán de ser secados durante una hora como mínimo a temperaturas entre 370 °C Y 430 °C.

Variables De La Especificación Del Procedimiento De Soldadura (WPS) Para realizar una soldadura se debe de contar con un procedimiento de soldadura, también conocido como WPS (Welding Procedure Specification), que es un documento que define las principales variables a usarse en la soldadura de una junta determinada.

Para que un procedimiento de soldadura (WPS) pueda ser usada en obra debe de probado mediante un proceso llamado “calificación de procedimiento de soldadura”. Este proceso consiste en soldar una probeta con las variables definidas en el procedimiento a ser calificado y luego someter esta probeta a los ensayos de tracción, doblado, impacto, etc. Que se especifican. Si los ensayos realizados cumplen las especificaciones establecidas,

entonces se considera que el procedimiento de soldadura (WPS) está calificado y apto para su uso.

Temperaturas de Pre calentamiento y de Inter pase. La temperatura deberá de ser suficiente para prevenir el agrietamiento. Este pre calentamiento y todas las temperaturas mínimas de Inter pase subsiguientes serán mantenidas durante la operación de soldadura en una distancia como mínimo igual al espesor de la parte soldada más gruesa (pero no menor que 75 mm) en todas las direcciones desde el punto de soldadura. Los requisitos mínimos de temperatura de Inter pasen serán considerados iguales a los requisitos de pre calentamiento, a menos que se indique otra cosa en el pre calentamiento (WPS).

Las temperaturas de pre calentamiento e Interpase deberán de ser verificadas justo antes de iniciar el arco para cada pase.

Tabla 3.1

Temperatura de recalentamiento

TEMPERATURA MINIMA DE PRECALENTAMIENTO E INTERPASE PRECALIFICADA				
CATEGORIA	METAL BASE			METAL APORTE
	Especificación del acero	Proceso de soldadura	Espesor de la parte más gruesa en el punto de soldadura	Temperatura mínima de pre calentamiento e Inter pase
A	ASTM A36	SMAW con electrodos distintos a los de bajo hidrogeno	3 a 20 mm	Nada
	ASTM A53°B		Sobre 20 a 40 mm	66° C
	ASTM A500°A		Sobre 40 a 65 mm	107° C
	ASTM A500°B		Sobre 65 mm	150° C
	ASTM A501			
	ASTM A529			

B	Todos los de la categoría A más:	SMAW con	3 a 20 mm	Nada
	ASTM A572°42	electrodo de bajo	Sobre 20 a 40 mm	10°C
	ASTM A572°50	hidrogeno,	Sobre 40 a 65 mm	66°C
	ASTM A606	SAW GMAW	Sobre 65 mm	107°C
	ASTM A607°45	FACW		
	ASTM A607°50			
C		SMAW con	3 a 20 mm	10°C
	ASTM A572°60	Electrodo de	20 a 40 mm	66°C
	ASTM A572 °65	bajo hidrogeno,	40 a 65 mm	107°C
			Sobre 65 mm	

Nota: Tabla 4.2 (NTP E-90 Pág. 145)

Requisitos Mínimos De Ejecución De La Soldadura. Los requisitos mínimos a ser considerados para una buena ejecución de la soldadura son las siguientes:

Las soldaduras GMAW, GTAW, EGW, FCAW-G, no serán llevadas a cabo cuando haya una corriente de viento, a menos que la soldadura este protegido. Tal protección deberá de ser que un material y forma apropiada para reducir la velocidad del viento en las proximidades de la soldadura a un máximo de 8 km/h.

La soldadura no deberá realizarse:

Cuando la temperatura del medio ambiente será menor de 18 °C.

Cuando la superficie esta húmeda o expuesta a la lluvia, nieve o altas velocidades de viento.

Cuando el personal que la ejecuta este expuesto a condiciones inclementes.

Los tamaños y las longitudes de las soldaduras no deben ser menores a lo especificado en los planos, la ubicación de las soldaduras no deberá de ser cambiada sin aprobación del ingeniero proyectista.

Preparación del metal base. La superficie en la que se va a depositar el metal de soldadura deberá de estar lista, uniforme y libre de exfoliantes, salpicadura de soldadura, grietas y otras discontinuidades que puedan afectar adversamente la calidad o la resistencia de la soldadura. Las superficies a soldarse y las superficies adyacentes a la soldadura deberán de estar sin cascarilla de laminación libre o adherida, escoria, oxido, humedad, grasas y otros materiales extraños que pueden impedir una soldadura apropiada o producir gases perjudiciales. La cascarilla de laminación que se mantiene adherida a pesar de una limpieza con escobilla de alambre o el revestimiento delgado de un inhibidor de corrosión, pueden permanecer con la siguiente excepción: para vigas en estructuras cargadas cíclicamente, toda la cascarilla de laminación debe ser removida de la superficie en las cuales se va a soldar las alas y el alma.

Reparación del metal base. En la reparación y determinación de los límites de las discontinuidades observadas visualmente en superficies cortadas, la cantidad del metal removido deberá de ser el mínimo necesario para remover las discontinuidades o para determinar que no se excedan los límites de la tabla 4.4. Sin embargo, si se requiere una reparación con soldadura, se deberá remover suficiente metal base para proporcionar acceso para la soldadura. Todas las reparaciones por soldadura de las discontinuidades deberán de ser realizadas con:

Preparación adecuada del área de reparación.

Soldadura con un proceso aprobado de bajo hidrogeno.

Esmerilado de las soldaduras terminadas y enrasado con las superficies adyacentes.

El 10% de las discontinuidades presentes en la superficie cortada en cuestión deberán ser exploradas por esmerilado para determinar su profundidad. Si la profundidad de cualquiera de las discontinuidades exploradas excede 3 mm, entonces todas las discontinuidades con longitud mayor que 25 mm que quedan en la superficie cortada

deberán de ser exploradas por esmerilado para determinar su profundidad. Si ninguna de las discontinuidades comprendidas en el 10% explorado tiene una profundidad mayor que 3 mm, entonces las discontinuidades remanentes sobre la superficie cortada no necesitan ser exploradas.

Preparación de las juntas. El maquinado, el cortado térmico, el esmerilado o el cincelado, pueden ser usados para la preparación de las juntas, o para remover metal o trabajos no conformes, excepto que no se usara el ranurado con oxígeno en aceros laminados en caliente que son pedidos con tratamiento térmico.

Tolerancias dimensionales de las juntas. Las partes que van a ser unidas por soldadura de filete, deberán de ser llevadas a un contacto tan cerrado como sea posible. La abertura de la raíz no deberá exceder los 5mm, excepto en los casos que involucre ya sea perfiles o planchas con espesores de 75 mm. o mayores y no se puede cerrar la abertura de la raíz lo suficiente para alcanzar esta tolerancia después del enderezado en el ensamblaje. En tales casos, se acepta una abertura máxima de la raíz de 8 mm., si se usa un respaldo adecuado. El respaldo puede ser fundente, polvo de hierro, o materiales similares, o soldadura usando un proceso de bajo hidrogeno compatible con el metal de llenado depositado. Si la separación es mayor que 1,6 mm. Se deberá incrementar el cateto de la soldadura por la cantidad de la abertura en la raíz, o el contratista deberá demostrar que la garganta efectiva requerida ha sido obtenida.

Ensamblaje con soldadura por canal de penetración parcial. Las partes a ser unidas por soldadura de canal de penetración parcial paralela a la longitud del elemento deberán de ser llevadas a un contacto tan cerrado como sea posible. La abertura de la raíz entre las partes no deberá de exceder 5 mm excepto en los casos que involucre perfiles laminados o planchas de espesor de 75 mm o mayores si, después de su enderezado y en el ensamblado, la abertura de la raíz no puede ser cerrada suficientemente para alcanzar esta tolerancia.

En tales casos se acepta una abertura máxima de la raíz de 8 mm, si se usa un respaldo adecuado y la soldadura final cumple los requisitos para el tamaño de la soldadura. Las tolerancias de las juntas de aplastamiento deberán de estar de acuerdo con las especificaciones del contrato.

Alineamiento de la junta a tope. Las partes a ser unidas por soldadura de junta a tope deberán de ser cuidadosamente alineadas. Donde las partes son efectivamente restringidas contra la flexión debida a la excentricidad en el alineamiento, se permitirá una desviación que no exceda el 10% del espesor de la parte unida más delgada, pero en ningún caso se permitirá una desviación mayor que 3 mm del alineamiento teórico.

Todas las soldaduras excepto como está permitido a continuación, deberán de estar libres de grietas, pliegues, y las discontinuidades de perfiles no conformes.

Métodos y valores de acabado. Para el acabado se puede usar el cincelado y el ranurado, seguidos por un esmerilado. Donde se requiere acabado superficial, los valores de rugosidad no excederán los 6,3 micrones. Los acabados superficiales con rugosidades mayores de 3,2 micrones hasta 6,3 micrones deberán de tener el acabado paralelo a la dirección del esfuerzo principal. Las superficies acabadas con rugosidades menores o iguales que 3,2 micrones pueden ser acabadas en cualquier dirección.

Reparaciones. La remoción del metal de aporte o porciones del metal base puede ser hecha por maquinado, esmerilado o ranurado. Esto debe ser hecho de tal manera que el metal de aporte adyacente o el metal base no se vea afectada. El acanalado con oxígeno no deberá ser usado en aceros templados o revenidos. Las porciones de soldadura no conformes deberán ser eliminados sin una remoción sustancial del metal base. La superficie deberá limpiarse totalmente antes de la soldadura. El metal de aporte deberá depositarse para compensar cualquier diferencia en tamaños.

Limpieza de la soldadura.

Limpieza en el proceso. Antes de soldar sobre un metal depositado previamente, o después de cualquier interrupción de la soldadura, se debe remover toda la escoria y se deberá limpiar con una escobilla de alambre la soldadura y el metal base adyacente.

Limpieza de soldaduras terminadas. La escoria debe de ser removida de todas las soldaduras terminadas. Las soldaduras del metal base adyacente deberán de ser limpiados con escobilla de alambre de acero u otros medios adecuados. Las salpicaduras de metal adheridas fuertemente y remanentes después de la operación de limpieza son aceptables a menos que se requiera su remoción para realizar los ensayos no destructivos. Las puntas soldadas no serán pintadas hasta que se termine la soldadura y esta hay sido aceptada.

3.2.4.- Uniones Empernadas

Todas las partes de los elementos empernados deberán de estar sujetadas con pines o empernadas y mantenidas rígidamente unidas durante el ensamblaje. El uso de pines en los agujeros para pernos no debe distorsionar el metal o agrandar los agujeros. El inadecuado centrado de los agujeros será causa de rechazo.

Si el espesor del material no es mayor que el diámetro nominal del perno más 3 mm, se permiten que los agujeros sean obtenidos por punzonado. Si el espesor del material es mayor que el diámetro nominal del perno más 3 mm los agujeros pueden ser obtenidos ya sea por taladrado o subpunsonado y ensanchado. La matriz para todos los agujeros subpunsonado, y las brocas para los agujeros, pretaladrados, deberán de ser como mínimo 2 mm más pequeño que el diámetro nominal que el perno, los agujeros en planchas de acero A514 con espesores mayores que 13 mm deberán de ser taladrados.

El material que se halla dentro de la longitud de fijación del perno será acero, no debiendo existir materiales compresibles. La pendiente de las superficies de contactos con la cabeza del perno o la tuerca no será mayor a 1:20 respecto a un plano normal al eje.

Cuando se ensamble la junta, todas las superficies en contacto, incluyendo las superficies adyacentes a la cabeza del perno y la tuerca, deben estar libres de escamas de óxido, suciedad y cualquier otro material extraño. Las rebabas que puedan reducir el apoyo de las partes conectadas deben eliminarse.

Las juntas de compresión que dependen de la superficie de contacto, como parte de la resistencia del empalme deberán tener la superficie de contacto de las piezas fabricadas individualmente, preparadas por cepillado, cortada con sierra, u otros medios adecuados.

3.2.6.- Pintado

El pintado en el taller corresponde al recubrimiento base del sistema de protección. Protege al acero por solamente un corto periodo de exposición en condiciones atmosféricas ordinarias, y se considera como un recubrimiento temporal y provisional. El fabricante no asume responsabilidad por el deterioro de esta capa base que pueda resultar de la exposición a condiciones atmosféricas ordinarias, ni de la exposición a condiciones corrosivas más severas que las condiciones atmosféricas ordinarias.

En ausencia de otros requerimientos en los planos o especificaciones, el fabricante limpiara a mano el acero de residuos de oxidación, escamas de laminación, suciedad y otras sustancias extrañas, antes del pintado, con un cepillo de alambre o por otros métodos elegidos por el fabricante conforme a los requerimientos del fabricante de la pintura.

A menos que sea específicamente excluida, la pintura se aplicara con brocha, pulverizador, rodillo o inmersión, a elección del fabricante. Cuando se use el término recubrimiento de taller o pintura de taller, sin un sistema de pintura especificado, el fabricante aplicara una pintura estándar con un mínimo de películas seca de un mil.

El acero que no requiera pintado en taller se limpiara de aceite o grasa con solventes limpiadores y se eliminara la suciedad y otras sustancias extrañas, con escobilla de alambre u otros sistemas adecuados.

Se esperan abrasiones causadas por el manipuleo después del pintado. El retocado de estas áreas es responsabilidad del contratista, quien las reparara en el lugar de la obra

No se requiere el pintado en el taller a menos que este especificado en los planos y especificaciones.

Superficies Inaccesibles. Excepto para superficies en contacto, las superficies inaccesibles después del ensamblado en el taller deberán de ser limpiadas y pintadas antes del ensamblaje, si es requerido en los planos o especificaciones.

Superficies en Contacto. El pintado es permitido incondicionalmente en las conexiones tipo aplastamiento. Para conexiones críticas de deslizamiento, las superficies en contacto deberán cumplir los siguientes requisitos:

- En juntas que no se pinten, debe dejarse sin pintar un área que este a 25 mm o un diámetro del perno del borde de cualquier hueco y además el área dentro del grupo de pernos.
- Las juntas pintadas no deben ensamblarse antes que la pintura se haya curado por un tiempo mínimo igual al empleado en los ensayos de calificación.

Superficies Acabadas por Maquinado. Las superficies acabadas por maquinado deberán de ser protegidas contra la corrosión por un revestimiento inhibidor de corrosión que pueda ser removido antes del montaje, o que tenga las características que hacen que su remoción antes del montaje sea innecesaria.

3.2.8.- Montaje De Estructuras

El montador procederá a usar el método más eficiente y económico de montaje, así como una secuencia de montaje, consistente con los planos y especificaciones.

Condiciones del Lugar de la Obra.

De acuerdo al contrato, se debe proporcionar y mantener acceso al lugar de la obra y a través de la misma para el movimiento seguro de los equipos de montaje y las estructuras a

montarse. Especial cuidado se debe tener con la remoción o reubicación de líneas de energía eléctrica, teléfono, gas, agua, desagüe y otras, de forma de tener un área de trabajo segura. El estricto cumplimiento de la NTE E.120 seguridad durante la construcción, es de vital importancia para el montaje seguro de las estructuras.

Instalación de Pernos de Anclaje y Otros. La ubicación de los pernos de anclaje serán responsabilidad del contratista de la obra conforme a un plano aprobado; su ubicación no variara de las dimensiones mostradas en los planos de montaje en más de las siguientes tolerancias de montaje:

- 3,0 mm centro a centro de dos pernos cualquiera dentro de un grupo de pernos de anclaje, donde un grupo de pernos de anclaje se define como un conjunto de pernos, que reciben un elemento individual de acero.
- 6,0 mm centro a centro de grupos de pernos de anclaje adyacentes.
- 6,0 mm desde el centro de cualquier grupo de pernos de anclaje al eje de columnas establecido para el grupo.

A menos que se indique de otra forma los pernos de anclaje se colocan perpendiculares a la superficie teórica de apoyo.

Material de Conexión de Campo. El fabricante proporciona detalles de las conexiones de acuerdo con las exigencias de los planos y especificaciones técnicas.

Cuando el fabricante se encarga del montaje de la estructura metálica, debe suministrar todos los materiales requeridos para las conexiones temporales y permanentes de los elementos estructurales que componen la estructura.

Cuando el montaje no es realizado por el fabricante, este deberá suministrar el siguiente material para las conexiones de obra:

- Los pernos en el tamaño requerido y en cantidad suficiente para todas las conexiones de obra que serán permanentemente empernados. A menos que se

especifiquen pernos de alta resistencia, se suministraran pernos comunes A-307. Se debe suministrar un 2% adicional de cada tamaño de perno.

- las planchas de relleno mostradas como necesarias para la presentación de las conexiones permanentes de los elementos estructurales.
- las barras o platinas de respaldo que puedan requerirse para la soldadura.

El montador proporcionara todos los electrodos de soldadura, pernos de ajuste y pasadores que serán usados en el montaje de la estructura metálica.

Apoyos Temporales De La Estructura De Acero

Estructuras autosoportantes. Una estructura autosoportante es aquella que proporciona la estabilidad y resistencia requerida para soportar las cargas de gravedad y las de viento y sismo sin interactuar con otros elementos estructurales. El montador suministrara e instalara solamente aquellos soportes temporales que son necesarios para asegurar cualquier elemento de la estructura metálica hasta que sean estables sin apoyos externos.

Estructuras no autosoportantes. Una estructura no autosoportante es aquella que, cuando está totalmente ensamblada y conectada, requiere interactuar con otros elementos que no forman parte de la estructura de acero, para tener estabilidad y resistencia para resistir las cargas para las cuales la estructura ha sido diseñada. Tales estructuras serán designadas claramente como estructuras no autosoportantes. Los elementos mayores que no forman parte de la estructura de acero, tales como diagramas metálicos, muros de corte de albañilería y/o concreto armado, serán identificados en los planos y especificaciones técnicas.

Condiciones especiales de montaje. Cuando el concepto de diseño de una estructura depende del uso de andamios, gatas o cargas, las cuales deben ser ajustadas conforme el montaje progresa para instalar o mantener contra flechas o presfuerzo, tal requerimiento deberá estar indicado en los planos y especificaciones técnicas.

3.2.5.- Tolerancias

Dimensiones Generales. Se aceptan variaciones en las dimensiones generales terminadas de las estructuras. Tales variaciones se considerarán que están dentro de los límites de una buena práctica de montaje cuando ellas no exceden los efectos acumulados de las tolerancias de laminación, tolerancias de fabricación y tolerancias de montaje.

Corrección de Errores. Las operaciones normales de montaje incluyen la corrección de defectos menores con moderadas operaciones de agrandado de agujeros, recortes, soldadura o corte y el posicionado de elementos mediante el uso de punzones. Los errores que no puedan ser corregidos con las operaciones mencionadas o los cuales requieran cambios mayores en la configuración de los elementos deberán reportarse inmediatamente al supervisor de obra y al fabricante por parte del montador para establecer la responsabilidad en la corrección del error o para aprobar el método más adecuado de corrección a ser empleado.

3.2.7.- Control De Calidad

El fabricante deberá proporcionar procedimientos de control de calidad hasta un nivel en que considere necesario para asegurar que todo el trabajo se realice de acuerdo con esta especificación. Además de los procedimientos de control de calidad del fabricante, el material y la mano de obra pueden ser sujetos a inspección en cualquier momento por inspectores calificados que representen al propietario. Si se requiere que tales inspecciones sean realizadas por representantes

El material o mano de obra que no cumpla razonablemente con las disposiciones de esta norma puede ser rechazado en cualquier momento durante el avance del trabajo. El fabricante recibirá copias de todos los reportes suministrados al propietario por el inspector.

Inspección de la Soldadura La inspección y ensayo durante la fabricación serán realizados antes del ensamblaje, durante el ensamblaje, durante la soldadura y después de la soldadura para asegurar que los materiales y la mano de obra cumplan los requisitos de los planos y especificaciones técnicas.

Requerimiento de calificación del inspector. La base para la calificación del inspector deberá de ser documentada. Si el ingeniero proyectista elige especificar las bases para la calificación del inspector, estas deberán aparecer en los planos o especificaciones técnicas o documentadas del contrato.

Inspector de soldadura certificado por el AWS

Inspector de soldadura certificado por una institución autorizada para realizar este tipo de certificación.

Los inspectores deberán pasar un examen de la vista, con o sin lentes correctores cada 3 años o menos para probar que tienen una agudeza de visión adecuada.

Inspección de los procedimientos de soldadura (WPS) y de los equipos. El inspector deberá revisar todos los procedimientos a ser usados para el trabajo y deberá asegurarse que ellos cumplan los requisitos de esta norma.

El inspector deberá inspeccionar los equipos de soldadura a usarse en el trabajo para asegurar que cumplan los requisitos de esta norma.

Inspección de la calificación del soldador. El inspector solo debe permitir que la soldadura sea realizada por soldadores, operadores de soldadura y soldadores provisionales que sean calificados o deberá de asegurarse que cada uno de ellos haya demostrado previamente tal calificación bajo otra supervisión aceptable.

Inspección del trabajo y los registros. El inspector deberá asegurar que el tamaño, la longitud y la ubicación de todas las soldaduras cumplan los requisitos establecidos en los planos y que no se haya añadido soldaduras no especificadas sin aprobación.

El inspector deberá asegurarse que se haya empleado solo procedimientos que cumplan las provisiones de esta norma.

El inspector debe asegurarse que los electrodos se usen solo en la posición y con el tipo de corriente y polaridad para los cuales están clasificados.

El inspector deberá, a intervalos adecuados, observar la preparación de juntas, las prácticas de ensamblaje, las técnicas de soldadura y el rendimiento de cada soldador, para asegurarse que se cumpla los requisitos de esta norma.

El inspector deberá mantener un registro de calificaciones de todos los soldadores, así como de todas las calificaciones de los procedimientos de soldadura (WPS) u otros ensayos realizados y otras informaciones que se puedan requerir.

Inspección visual. Todas las soldaduras deberán de ser visualmente inspeccionadas y serán aceptables si satisfacen los criterios de la norma según certificación.

Cuando se requiera que la inspección visual sea realizada por inspectores de soldadura certificados, esto deberá de ser especificada en los planos o especificaciones técnicas.

Ensayo de partículas magnéticas y líquidos penetrantes. Las soldaduras que están sujetas a ensayos de partículas magnéticas y líquidos penetrantes, en adición a la inspección visual, deberán ser evaluadas sobre la base de los requisitos para la inspección visual. Los ensayos serán realizados de acuerdo con la norma ASTM E709, y los criterios de aceptación deberán estar de acuerdo con la sección 6, parte C de la norma ANSI/AWS D1.1, lo que sea aplicable.

Ensayos no destructivos. Excepto para conexiones de elementos tubulares, todos los métodos de ensayo no destructivos, incluyendo requisitos y calificaciones de equipo, calificaciones del personal, métodos operativos de equipo y los criterios de aceptación,

deberán de estar de acuerdo con la sección 6, inspección de la norma ANSI/AWS D1.1. las soldaduras sujetas a ensayos no destructivos deben de ser aceptables por la inspección visual.

Preparación de Superficies

SSPC-SP-1 Limpieza con solvente

SSPC-SP-2 Limpieza Manual

SSPC-SP-3 Limpieza Mecánica

SSPC-SP-4 Limpieza con flama

SSPC-SP-5 NACE-1 Limpieza con chorro de Abrasivo Grado Metal Blanco

SSPC-SP-6 NACE-3 Limpieza con chorro de Abrasivo Grado Comercial

SSPC-SP-7 NACE-4 Limpieza con cachorro de Abrasivo Grado Ráfaga

SSPC-SP-8 Limpieza Química

SSPC-SP-9 Limpieza por Agentes atmosféricos

SSPC-SP-10 NACE-2 Limpieza con chorro de Abrasivo Grado cercano a Blanco

3.3.- Marco Legal

Para el presente informe, se cumplirá la siguiente normativa legal nacional e internacional:

Ley N° 29783-MT “Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo”

Fuente: Ministerio de Trabajo y promoción del empleo

Organización del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo

Artículo 26.- El empleador está obligado a:

a) Garantizar que la seguridad y salud en el trabajo sea una responsabilidad conocida y aceptada en todos los niveles de la organización.

D.S. N° 024-2016-EM “Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería”

Fuente: Ministerio de Energía y minas

Artículo 382.- En cuanto a la prevención en pozos y pasos a nivel y trabajador a la intemperie:

e) Instalar un sistema de protección de personal e instalaciones contra tormentas eléctricas, en lugares donde se presenten estos fenómenos naturales, debiendo contar con equipos de detección y alerta de tormentas, pararrayos y refugios adecuados.

NFPA 780-2008

Norma para la instalación de sistemas de protección contra rayos

Fuente: National Fire Protection Association

La presente norma proporciona los requisitos de instalación del sistema de protección contra rayos para proteger a las personas y las propiedades del riesgo de incendio y los peligros asociados con la exposición a rayos. (NFPA)

RNE – Reglamento nacional de Edificaciones. El reglamento nacional de edificaciones tiene por objeto normar los criterios y requisitos mínimos para el diseño y ejecución de las habilitaciones urbanas y las edificaciones, permitiendo de esta manera una mejor ejecución de los planes urbanos.

Es la norma técnica rectora en el término nacional que establece los derechos y responsabilidades de los actores que intervienen en el proceso edificatorio, con el fin de asegurar la calidad de la edificación.

El reglamento nacional de edificaciones es de aplicación obligatoria para quienes procesos de habilitación urbana y edificaciones en el ámbito nacional, cuyo resultado es de carácter permanente, público o privado.

Dentro del reglamento nacional de edificaciones tenemos:

NTP E 0.20 que explica cómo se deben de signar las cargas a las estructuras.

NTP E 0.30 que rige el diseño sismo resistente.

NTP E 0.90 que contiene todo lo concerniente a estructuras metálicas.

NTP E 370.251 que rige los conductores eléctricos.

NTP E 120 que contiene lo concerniente a seguridad durante la construcción.

Código de Soldadura Estructural-Acero AWS D1.1. Este sistema es único en la industria de la soldadura, debido a que hay numerosos procedimientos que están considerados precalificados. Esto es, no hay necesidad de realizar los ensayos de calificación en la medida que los parámetros de soldadura estén dentro de ciertos límites prescritos. El código D1.1 enumera varios procesos de soldadura, metales base, espesores, configuraciones de junta, y técnicas de soldadura, que cuando se usan en una combinación específica, se consideran precalificadas.

AWS D1.1 reconoce como precalificados a cuatro procesos de soldadura, incluye por arco con electrodo revestido (SMAW), por arco sumergido (SAW), por arco con alambre tubular (FCAW), y por arco con alambre y protección gaseosa (GMAW) excepto transferencia en corto circuito. Sin embargo, esto no significa que estos sean los únicos procesos de soldadura que pueden ser usados. Implica simplemente que en realidad se requiere un ensayo de calificación si se usan otros procesos de soldadura para soldadura de producción. También hay numerosos metales base que se consideran aceptables y no requieren calificación cuando se usan. El código diferencia entre edificios, puentes y estructuras tubulares en cuanto a las aleaciones que son aceptables en cada caso. En consecuencia, el hecho que un metal base este precalificado para una aplicación en edificio no implica necesariamente que también sea aplicable para el uso en la construcción de puentes. Las partes del código que tratan específicamente con el diseño de edificios, puentes y estructura tubulares (secciones 8, 9, y 10 respectivamente) enumeran los materiales para dichas aplicaciones. En total hay más de 30 metales bases aceptables para el uso en al menos una de esas estructuras.

Manual de la Construcción en Acero-AISC. Esta publicación contiene las

especificaciones AISC y numerosas ayudas de diseño en forma de tablas y gráficas, así como un “catálogo” de los perfiles estructurales más ampliamente disponibles.

El manual consta de dos volúmenes. El volumen I, subtítulo “Structural Members, Specification and Codes”, contiene las partes del 1 al 7 y trata principalmente del diseño de los miembros. El volumen II, subtítulo “Connections”, contiene las partes del 8 al 12 y se dedica al diseño de las conexiones.

American Society for Testing and Materials-ASTM. Produce muchos volúmenes de especificaciones que cubren numerosos materiales. Dichas normas incluyen tanto productos metálicos como no metálicos para muchas industrias. Como lo implica su nombre, también están involucradas en los detalles de los métodos para evaluar dichos materiales. Estas especificaciones son ampliamente reconocidas tanto por compradores como proveedores. El resultado es un mejor entendimiento de los requerimientos para materiales particulares y métodos de ensayo. Cuando se requiere un material o ensayo específico, es más fácil comunicar la información necesaria si la especificación existe y se puede obtener sin demora. Para nuestro trabajo hemos utilizado los siguientes documentos:

ASTM A36/A36M: esta especificación trata sobre perfiles, placas, y barras de acero al carbono de calidad estructural para usar en construcción remachada, atornillada o soldada, en puentes y edificios, y para propósitos estructurales generales.

ASTM A325: Esta especificación trata de los requerimientos químicos, mecánicos y dimensiones para los dos tipos de pernos de cabeza hexagonal hechos de acero templado que son usados para conexiones. Estos pernos son diseñados por tipo, denotando su composición química.

Capítulo 4:

Metodología de Seguridad para el Trabajo

4.1.- Seguridad y salud en el trabajo.

Los trabajos fueron coordinados y planificados con 10 días de anticipación para realizar el cumplimiento de las Normas del DS-024-2016, procedimientos y reglas de la Minera LAS BAMBAS:

Capacitación del personal:

- Inducción general
- Tormentas eléctricas.
- Materiales peligrosos.
- Tareas seguras.
- Trabajos en caliente.
- TEA general.
- Gestión de asilamiento y bloqueo.
- Espacios confinados.

4.1.1.- Alerta de tormenta eléctrica.

El monitoreo atmosférico es parte fundamental del presente informe, ya que se podrá identificar con anticipación la conformación y proximidad de una tormenta eléctrica, si bien en nuestra región las tormentas eléctricas se dan en las temporadas de lluvias, entre diciembre y marzo, el control atmosférico deberá realizarse en todas las estaciones del año.

Comunicación de alerta amarilla. Aviso de prevención, dicha alerta se emite ante la aproximación de una tormenta eléctrica con un radio entre 12 – 30 km.

Ante la comunicación de una alerta amarilla todos los trabajos deberán cumplir con lo siguiente:

Todos los trabajos de izajes y trabajos en altura deberán detenerse, previa coordinación con la supervisión de dicho trabajo.

Los trabajadores ante la comunicación de alerta amarilla, podrán usar los radios de comunicación y celulares.

Comunicación de alerta roja. Alerta de peligro, indica tormenta eléctrica declarada en un radio de 0-12 km.

Ante la comunicación de una alerta roja, se deberá cumplir lo especificado en la comunicación de alerta amarilla, adicionalmente:

En alerta naranja el centro de control atmosférico, activará las señales para la activación de alerta audio visual en los refugios contra tormentas eléctricas, con el objetivo que todo el personal evacue hacia dichos refugios.

Paralizar los trabajos de voladura y evacuación total del personal a zonas seguras

Todo el personal deberá alejarse de espejos, charcos o depósitos de agua.

Todo el personal que labora en los polvorines, deberá de realizar la evacuación a zonas seguras.

La utilización de equipos de radio o celulares solo podrán ser utilizados si el trabajador se encuentra dentro de una instalación segura, con el objetivo de reportar algún incidente o para reportar el número de trabajadores, ubicación del refugio que se está utilizando y cantidad de trabajadores a su cargo.

Zonas Seguras ante Tormenta Eléctrica. Ambientes seguros para los trabajadores ante la presencia de una tormenta eléctrica, dentro de los cuales tenemos:

- Edificios y oficinas
- Vehículos con estructura metálica cerrada
- Refugios contra tormenta eléctrica
- Contenedores metálicos con conexión a tierra

4.1.2.- Documentos elaborados en temas de seguridad.

Para empezar los trabajos se presentaron los siguientes documentos:

- IPERC Línea base.
- PETS. (Procedimiento Escrito de Trabajo Seguro)
- Organigrama.
- Plan de trabajo.
- Mapa de procesos.

De no dar cumplimiento a estas indicaciones los trabajos serán paralizados hasta que sea corregida la observación.

Se deberá de asegurar tanto el supervisor como el propio trabajador de usar el equipo apropiado para cada tipo de trabajo que se esté realizando.

Siga las instrucciones del fabricante que indican cómo debe usarse cada sistema de protección.

Nunca utilice los cinturones para escalar postes para instaladores de línea a menos que estén diseñados para detener caídas.

Cualquier sustitución debe ser aprobada por el Supervisor,

Cuando se trabaje con escaleras siempre utilice ambas manos al subir o bajar de una escalera, no llevar objetos en las manos, asimismo tenga especial cuidado cuando las condiciones climáticas son adversas ya que las escaleras se tornan resbalosas.

Las escaleras deberán contar con un registro de inspección.

4.1.3.- Difusión y firma de documentos.

Antes del inicio de las actividades en el trabajo, se realiza unas charlas de difusión de los documentos de seguridad antes mencionados y estas charlas están debidamente documentadas. Para ello llevan el nombre de la charla y la firma de los involucrados.

Dependiendo del riesgo al que se exponen es que se realiza el llenado de unos permisos. Que son condición que este autorizado por el profesional competente para la evaluación del riesgo y los controles a toma.

Dentro de los trabajos de riesgo tenemos:

- Trabajo en caliente
- Trabajo en altura
- Trabajo en espacio confinado
- Trabajo con gases peligrosos
- Excavación de zanjas

4.2.- Seguridad en la actividad metal mecánica

A continuación, se mencionarán las prácticas de seguridad más relevantes encontradas en las plantas de producción de las empresas consideradas como buenas prácticas, organizadas por el procedimiento para el cual se apliquen.

4.2.1.- Cortes con oxiacetileno y oxigas. El primer aspecto de seguridad a tener en cuenta en hacer un chequeo de las condiciones de la máquina antes de iniciar la operación, este control consiste en verificar que los manómetros y mangueras estén en buen estado al igual que la conexión eléctrica, transformador y extensión. Asegurar que el equipo no esté cerca de donde se escuden líquidos inflamables. Verificar que la boquilla que va utilizar es la adecuada para este espesor y se encuentre en buen estado y la máquina este bien conectada. Adicionalmente durante la operación de equipos de corte con oxiacetileno ya sean sopletes o pantógrafos se sugieren medidas de seguridad tales como no abrir las llaves o válvulas de los cilindros para verificar si hay oxígeno y/o acetileno. (Utilizar siempre el manómetro.) En caso de que se utilicen redes de distribución de gas y oxígeno, verificar mediante los manómetros en cada punto de conexión. No utilizar grasas o aceites para suavizar las roscas del equipo ya que pueden ser inflamables. No dejar los cilindros sueltos y expuestas a

golpes pueden generarse fugas. Nunca dejar las máquinas encendidas cuando no estén en operación. No destapar o realizar reparaciones dentro de la máquina sin autorización.

4.2.2.- Soldado. Como hemos visto, el primer paso para el trabajo seguro en las actividades es la verificación del estado de los equipos a utilizar además de la permanente utilización de los EPP; para éste caso se enumeran medidas de seguridad para el chequeo y operación de equipos de soldadura eléctrica manual, de arco sumergido y MIG-MAG, tales como la utilización de cada uno al amperaje adecuado según el fabricante, verificar las conexiones eléctricas, el equipo debe estar ubicado lejos de cilindros de oxígeno o gas, o puntos de distribución de las redes, en una zona donde la ventilación sea suficiente para disipar los humos producidos por la soldadura, pero aislado de la vista de otros trabajadores de la planta que no utilicen protección visual para la radiación lumínica producida en la soldadura, para esto es común disponer de unas casetas separadas visualmente del resto de personal de la planta. Adicionalmente verificar las condiciones del material consumible, (alambre y electrodos) para descartar posibles combinaciones peligrosas con pintura u otros líquidos inflamables. Durante la actividad de soldado ya sea en cualquiera de sus metodologías, es necesaria la utilización permanente de EPP que evitarán quemaduras, y afecciones a la vista, además los elementos que serán soldados deben estar asegurados de tal forma que no se muevan para evitar caídas durante la actividad que generen golpes o posibles incendios o quemaduras al contacto con metal caliente, es necesario también mantener completamente seca la zona de soldadura para evitar posibles choques eléctricos por la humedad presente.

4.2.3.- Preparación de superficies. Para la limpieza de superficies metálicas de forma manual utilizando pulidoras o esmeriles, se deben tomar medidas de seguridad como la verificación del estado de los equipos, la calidad de los discos pulidores o cepillos abrasivos, la utilización de EPP necesarios, pero sobre todo examinar si en la zona hay algún

elemento inflamable que con las chispas producidas pueda generar una explosión; para esto es necesario disponer de una zona de limpieza manual alejada de cualquier cilindro de oxígeno/gas o punto de distribución de la red de gases, depósitos de combustible o material inflamable como pintura o imprimantes. Para el caso de la limpieza de superficies mediante la utilización de chorros abrasivos el más común en esta industria es el chorro de arena de sílice proceso conocido como *sandblasting*, el cual tiene unos estándares de seguridad muy altos por ser causa de enfermedades profesionales especialmente en el sistema respiratorio tales como silicosis.

El proceso comienza con la adecuación de una cabina totalmente aislada, con ventiladores que introduzcan aire del exterior durante la operación del *sandblasting*, la operación de la tolva debe efectuarse únicamente cuando el operario cuente con todos los elementos de protección y el respirador o filtro de aire esté activado, además de que la cabina se encuentre herméticamente cerrada. Deben chequearse todas las mangueras para cerciorarse de que no haya fugas ni posibles roturas que generarían un efecto látigo durante la operación. Si la actividad es realizada por más de una persona, debe elaborarse un plan de movilidad de las mismas para evitar contacto con el chorro de arena a presión entre los operarios. Debe asegurarse que el estado del respirador sea óptimo durante todo el desarrollo de la actividad, de lo contrario podría producirse ahogamiento.

4.2.4.- Pintura. Para la actividad de pintura se aconsejan algunas medidas de seguridad, tal como acciones preliminares de verificación del estado del compresor y las mangueras, para hallar y sellar fugas y posibles rupturas. También se requiere destinar una zona de pintura que esté alejada de fuentes de ignición tales como pulidores y soldadores. Durante la operación es necesario que la ventilación sea suficiente para disipar la pintura, o imprimantes, y la protección de la piel y vías respiratorias mediante un filtro químico.

4.3.- Seguridad en la actividad de ensamblaje y montaje.

Esta sección define los procedimientos y estándares para realizar trabajos de ensamblaje y montaje en altura y que sea de alto riesgo.

Con el objetivo de evitar lesiones personales, establecer directrices adecuadas para el control de riesgos que se presenten en la realización de trabajos en altura con el fin de minimizar o eliminar las pérdidas accidentales y cumplir con las regulaciones legales vigentes.

Esto se aplicará sin restricción alguna en todo trabajo en altura o en distintos niveles a partir de 1.80 metros que requiera realizar, el personal deberá tener un sistema de prevención de detención contra caídas.

4.3.1.-Responsabilidades. Los supervisores son responsables por hacer cumplir la normativa legal vigente para realizar los trabajos en altura (Artículo 99 del reglamento de Seguridad e Higiene Minera referencia legal/otros: DS 055-2010 ley 29783 D.S. 005- 2012-TR y aplicar los procedimientos de trabajo seguro donde se requiera.

El departamento de seguridad velara por el cumplimiento y la ejecución de las normas establecidas, asimismo brindara el asesoramiento cuando se requiera y sea solicitado.

Entrenamiento al personal en la selección y uso del sistema de protección para trabajos en altura, entrenamiento en los procedimientos de trabajo seguro.

Durante el tiempo que demore los trabajos en altura, los supervisores deberán de inspeccionar, revisar el lugar de trabajo para asegurarse que no haya condiciones inseguras y que su personal está desarrollando el trabajo de manera segura.

Los supervisores son responsables por proveer los equipos y materiales necesarios a los trabajadores durante el desarrollo del trabajo en forma segura.

Asegurarse que el personal que realice trabajos en altura cuente con el entrenamiento adecuado, capacitación en los procedimientos y el uso correcto del sistema de protección

contra caídas, certificado médico cuando lo requiera, verificar el llenado del formato de inspección del sistema de protección para trabajos en altura.

Es responsabilidad de los trabajadores cumplir este procedimiento, así como informar a su supervisor cualquier acto o condición insegura que detecte antes o durante la ejecución del trabajo, además de usar siempre el sistema de protección adecuado para trabajos en altura y previamente haberlo inspeccionado.

4.3.2.-Equipos de protección personal. El uso de Equipo de protección Personal es obligatorio para la realización de los trabajos y debe cumplir con las regulaciones específicas a normas establecidas por entidades calificadas. Se debe tener en cuenta dos tipos de Protección:

- Sistemas de Protección Personal para evitar una caída.
- Sistemas de Protección Personal para interrumpir (detener) una caída.

Los sistemas de protección personal deben ser inspeccionados antes de cualquier uso, daño o deterioro y los componentes deberán ser removidos del servicio.

Asimismo, cada uno de los trabajadores deberá disponer de un sistema personal para detección de caídas.

Capítulo 5

Construcción y Montaje de Estructura

5.1.- Calculo Estructural

El presente trabajo está orientado a determinar las características técnicas de trabajo en el empalme vulcanizado y otros trabajos de reparación de las fajas overland en minera LAS BAMBAS en tiempo de precipitaciones fluviales y tormentas eléctricas, creándose situaciones de riesgo si estas descargas impactan en las zonas de trabajo, comprendido a lo largo del trayecto de la faja overland, ubicada en la provincia de Cotabambas -Apurímac

El proyecto garantizara la seguridad de las personas y equipos que intervienen en la reparación de la faja, creando una zona de trabajo anti tormenta y de sistema modular desmontable ya que la ubicación de los trabajos varia.

Las especificaciones técnicas para las estructuras de acero comprenden el suministro de acero, la fabricación, transporte y montaje de módulos, compuesto por elementos de acero, los que forman las Armaduras metálicas, elementos de fijación y arriostre; de acuerdo a los planos, normas y códigos indicados a continuación.

Para el Acero Estructural. AMERICAN OF STEEL CONSTRUCTION (AISC)Especificaciones para diseño, fabricación y montaje de estructuras de acero para edificios y Code Of Standar Practice. Para fines de cálculo mediante LRFD.

Reglamentos y Normas

- Reglamento Nacional de Edificaciones.
- NTP E90 Norma técnica peruana de estructuras
- Todas las reglamentaciones peruanas, cuando sean aplicables.

Para Materiales

- American Society Testing and Material (ASTM)
- A-36 Especificaciones para acero estructural
- A-233 Especificaciones para pernos estándar de bajo contenido de carbón,

roscados interna y externamente.

- Secciones 3 y 4 “Code for welding in Building Construction, D1.0” del

A.W.S.

Electrodos de Soldadura. Los que estarán de acuerdo a las series E60 y E70 de Specifications for Mild Steel arc Welding Electrodes ASTM A233

5.1.1.- Cargas de Diseño

Cargas Muertas. Son aquellas cargas que actúan durante toda la vida de la estructura. Incluyen todos aquellos elementos de la estructura como vigas, pisos, techos, columnas, cubiertas y los elementos arquitectónicos como ventanas, acabados, divisiones permanentes. También se denominan cargas permanentes. Su símbolo “D”, corresponde a la inicial en inglés de Dead (muerto).

Cargas Vivas o Sobre Cargas. Son las cargas de gravedad que actúa sobre la estructura y que puede variar de posición y valor, también denominadas cargas móviles, especialmente debido a las cargas de montaje, las cuales se calcularán de acuerdo a las especificadas en la presente norma.

Carga de Nieve. La estructura y todos los elementos de techo, que estén expuestos a la acción de carga de nieve, serán diseñados para resistir las cargas producidas por la posible acumulación de la nieve en el techo. La sobrecarga de nieve en una superficie cubierta es el peso de la nieve que, en las condiciones climatológicas más desfavorables puede acumularse sobre ella.

Para determinar este valor, deberá tomarse en cuenta las condiciones geográficas y climáticas de la región donde se ubicará la estructura. La carga básica se establecerá de un análisis estadístico de la información disponible en la zona, para un período medio de retorno de 50 años (probabilidad anual del 2% de ser excedida).

Cargas de Viento. Toda la estructura estará sujeta a la acción del viento en especial en aquellas zonas donde la velocidad de viento es significativa o en aquellas estructuras que por su forma son más vulnerables a los efectos aerodinámicos. En el caso de las estructuras de acero, por tener el peso de viento. Aunque el viento tiene naturaleza dinámica, es satisfactorio tratar el viento como una carga estática.

Cargas de Sismo. Son las producidas por la acción dinámica de la masa de la estructura cuando el suelo se mueve, es decir la inercia de la masa de la estructura tiende a resistir tal movimiento, efectuando para este caso un análisis dinámico de la estructura, empleando el espectro de respuesta fijado en la norma E.030 o efectuar un análisis estático empleando fuerzas horizontales equivalentes.

5.1.2.- Análisis de Estructura

El análisis estructural se realiza para conocer las acciones internas en los miembros estructurales para conocer su comportamiento, frente a diferentes escenarios.

Para realizar el análisis estructural se puede utilizar los diferentes métodos de cálculo y/o utilizar los diferentes programas de cálculo que existen en la actualidad, dependiendo esto de la experiencia y habilidad del proyectista, donde una estructura bien concebida estructuralmente puede resistir las acciones externas debidas al sismo o viento, aunque no satisfagan los cálculos más rigurosos.

Generalidades. La presente memoria corresponde al cálculo estructural del proyecto: “Análisis de la Construcción y Montaje de Módulos Anti Tormentas Eléctricas, Para Trabajos de Empalme Vulcanizado en Faja Transportadora Overland, de 72 Pulgadas de Banda con Alma de Acero en Minera Las Bambas”, la que se realizará con la ayuda del Programa de Análisis de Elementos Finitos SAP2000 V18.

Normativa Empleada. Se sigue las disposiciones de los reglamentos y normas nacionales descritas a continuación.

- NTP: 0.20 “Cargas”.
- NTP: 0.30 “Sismo”.
- NTP: 0.90 “Estructuras metálicas”.
- AISC-LRFD 99

Se entiende que todos los Reglamentos y Normas están en vigencia y/o son de la última edición.

Estructuración. Los miembros estructurales son perfiles tubulares y angulares:

Tubo circular SCH40 de 3”.

Tubo cuadrado de 3”x 3” x 1/4”

Tubo cuadrado de 2” x 2” x 3/16”

Angulo de 4” x 4” x 1/4”

Angulo de 2” x 2” x 1/4”

Plancha de acero A36 de 1200mm x 2400mm x 3mm

Plancha estriada de acero de 1200mm x 2400mm x 3mm

Especificaciones del Acero Empleado

Estructura: (Acero Estructural ASTM - A36)

Esfuerzo de Fluencia (f_y): 2,531 Kg/cm²

Esfuerzo de Rotura (f_u): 4078 Kg/cm²

Módulo de Elasticidad (E): 2'038,902 Kg/cm²

Módulo de Poisson (ν): 0.30

Figura 5.1

Propiedades del material

General Data	
Material Name and Display Color	A36
Material Type	Steel
Material Grade	Grade 36
Material Notes	Modify/Show Notes...
Weight and Mass	
Weight per Unit Volume	7.849E-03
Mass per Unit Volume	8.004E-06
Units	
	Kgf, cm, C
Isotropic Property Data	
Modulus Of Elasticity, E	2038901.9
Poisson, U	0.3
Coefficient Of Thermal Expansion, A	1.170E-05
Shear Modulus, G	784193.
Other Properties For Steel Materials	
Minimum Yield Stress, Fy	2531.0507
Minimum Tensile Stress, Fu	4077.8038
Expected Yield Stress, Fye	3796.576
Expected Tensile Stress, Fue	4485.5842

Nota: Elaboración propia

Planchas (A-36)

Resistencia (f_y): 2,530 Kg/cm²

Esfuerzo de Rotura (f_u): 4080 Kg/cm²

Módulo de Elasticidad (E): 2'100,000 Kg/cm²

Soldadura

F_{exx} = 60 KSI (E60XX-AWS, Cello Cord)

F_{exx} = 70 KSI (E70XX-AWS, Supercito)

Carga Muerta (D). El peso muerto considerado para la estructura será el peso del material metrados como se indica en la tabla siguiente para lo cual tendremos.

Tabla 5.1

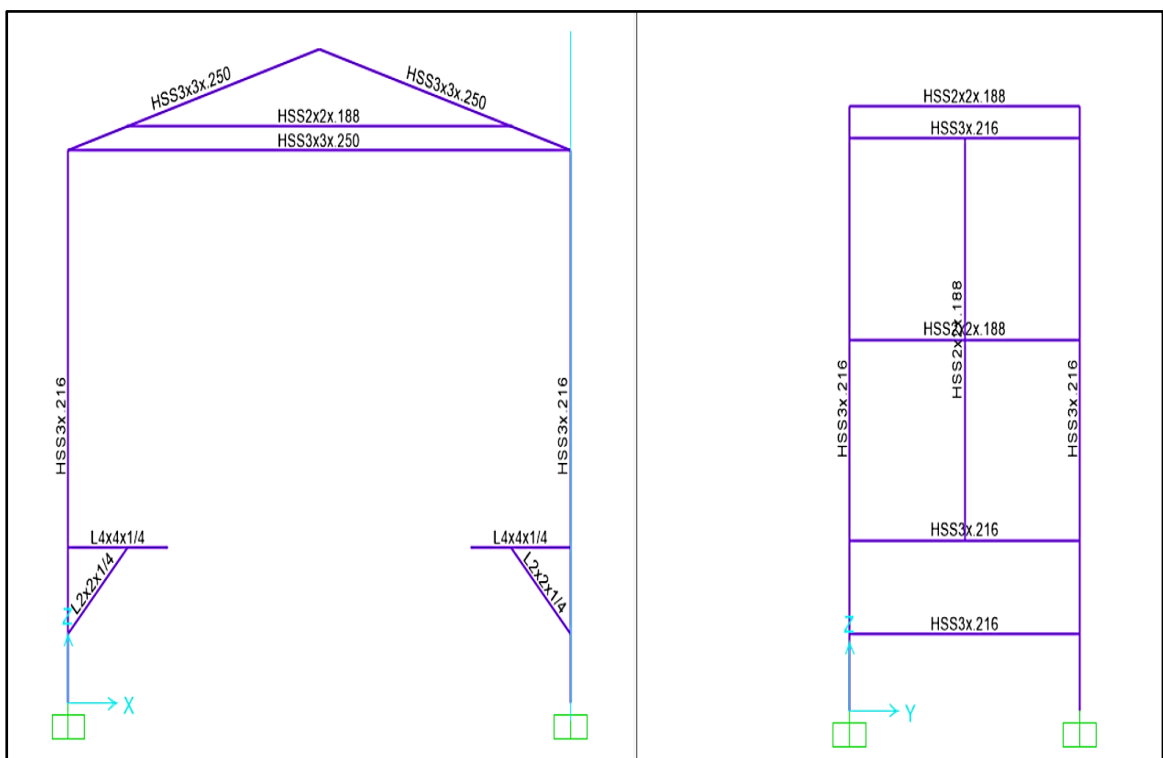
Metrados de estructura

MATERIAL	METRADO		PESO		TOTAL
	DESCRIPCION	CANT	UNID	CANT	
Tubo cuadrado de 3x3x1/4"	27.8	m	13.11	Kg/m	364.45
Tubo cuadrado de 2x2x3/16"	20.4	m	6.43	Kg/m	131.17
Tubo redondo SCH40 de 3"	29.5	m	11.29	Kg/m	333.05
Angulo de 4x4x1/4"	6	m	9.82	Kg/m	58.92
Angulo de 2x2x1/4"	5.1	m	4.75	Kg/m	24.22
Plancha de 1200x2400x3mm	26.52	m ²	22.76	Kg/m ²	603.59
otros 10%					151.54
PESO DE ESTRUCTURA					1666.96

Nota: Elaboración propia

Figura 5.2

Asignación de materiales



Nota: Elaboración propia

Carga Viva (L). Se usará como mínimo los valores que se establecen para los diferentes tipos de ocupación o uso, valores que incluyen un margen para condiciones ordinarias de impacto. Su conformidad se verificará de acuerdo a las disposiciones en Artículo 6 (6.4). de NTP E0.20

a) Cuando la ocupación o uso de un espacio no sea conforme con ninguno de los que figuran en la Tabla 1, el proyectista determinará la carga viva justificándola ante las autoridades competentes. (Ver Anexo A1).

Carga viva (L_v) por ocupación de techo por 4 persona de 80 Kg (P_o), en un área de 10.50m^2 (A)

$$L_{v1} = \frac{P_o}{A} = \frac{320}{10.5} = 30.48 \text{ Kg/m}^2$$

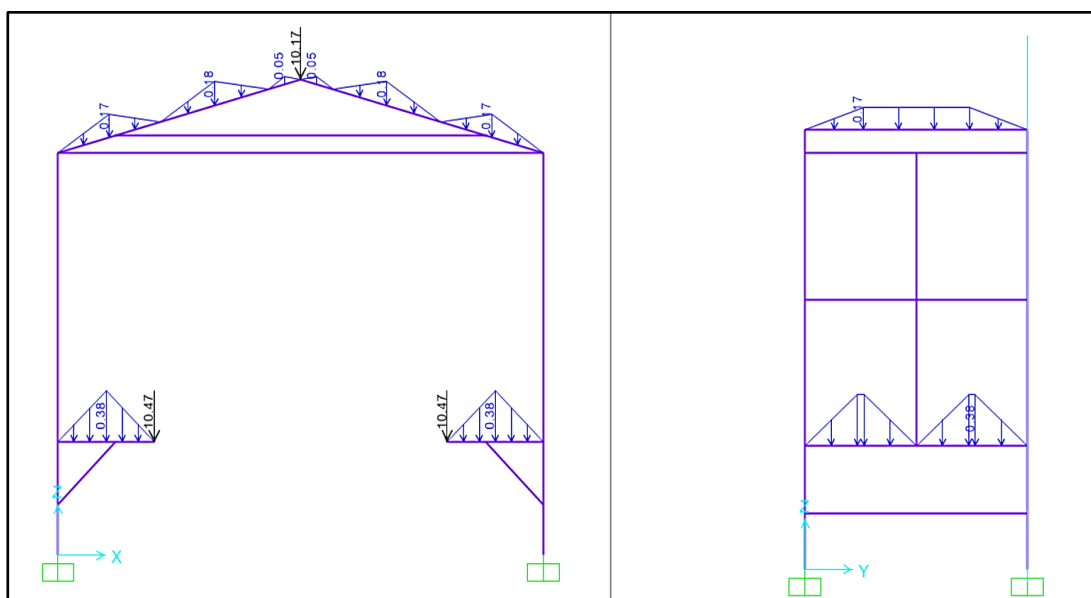
Carga viva por ocupación de plataforma por 8 personas de 80 Kg en un área de 2.1m^2

$$L_{v2} = \frac{P_o}{A} = \frac{640}{2.1} = 76.19 \text{ Kg/m}^2$$

$$L = L_{v1} + L_{v2} = 30.48 + 76.19 = 107 \text{ Kg/m}^2$$

Figura 5.3

Aplicación de carga viva (L)



Nota: Elaboración propia

Carga Viva de Techo (Lr). Donde $L=60 \text{ kgf/m}^2$ de acuerdo a la norma técnica peruana E20 que dice lo siguiente:

a) Para los techos con una inclinación hasta de 3° con respecto a al horizontal, $1,0\text{kPa}(100\text{kgf/m}^2)$.

b) Para techos con inclinación mayor de 3° , con respecto a la horizontal $1,0\text{kPa}$ (100kgf/m^2) reducida en $0,05\text{kPa}$ (5 kgf/m^2), por cada grado de pendiente por encima de 3° , hasta un mínimo de $0,50 \text{ kPa}$ (50 kgf/m^2).

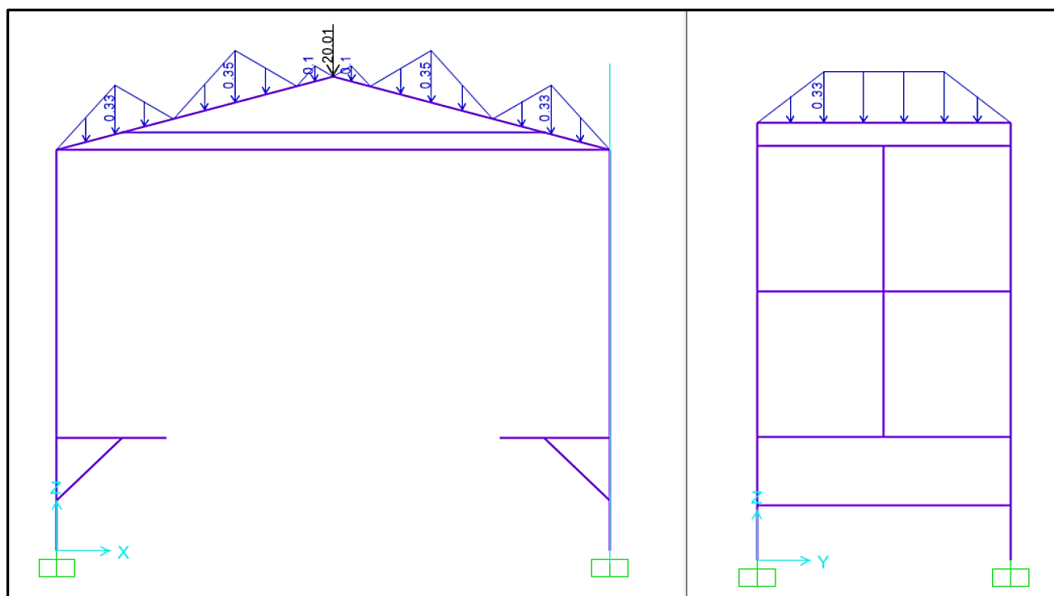
c) Para techos curvos, $0,50 \text{ kPa}$ (50 kgf/m^2).

d) Para techos con coberturas livianas de planchas onduladas o plegadas, calaminas, fibrocemento, material plástico, etc., cualquiera sea su pendiente, $0,30 \text{ kPa}$ (30 kgf/m^2).

e) Cuando se trate de malecones o terrazas, se aplicará la carga viva correspondiente a su uso particular, según se indica en la Tabla 1. De NTP E20 (Ver Anexo A1).

Figura 5.4

Aplicación de carga viva de techo (Lr)



Nota: Elaboración propia

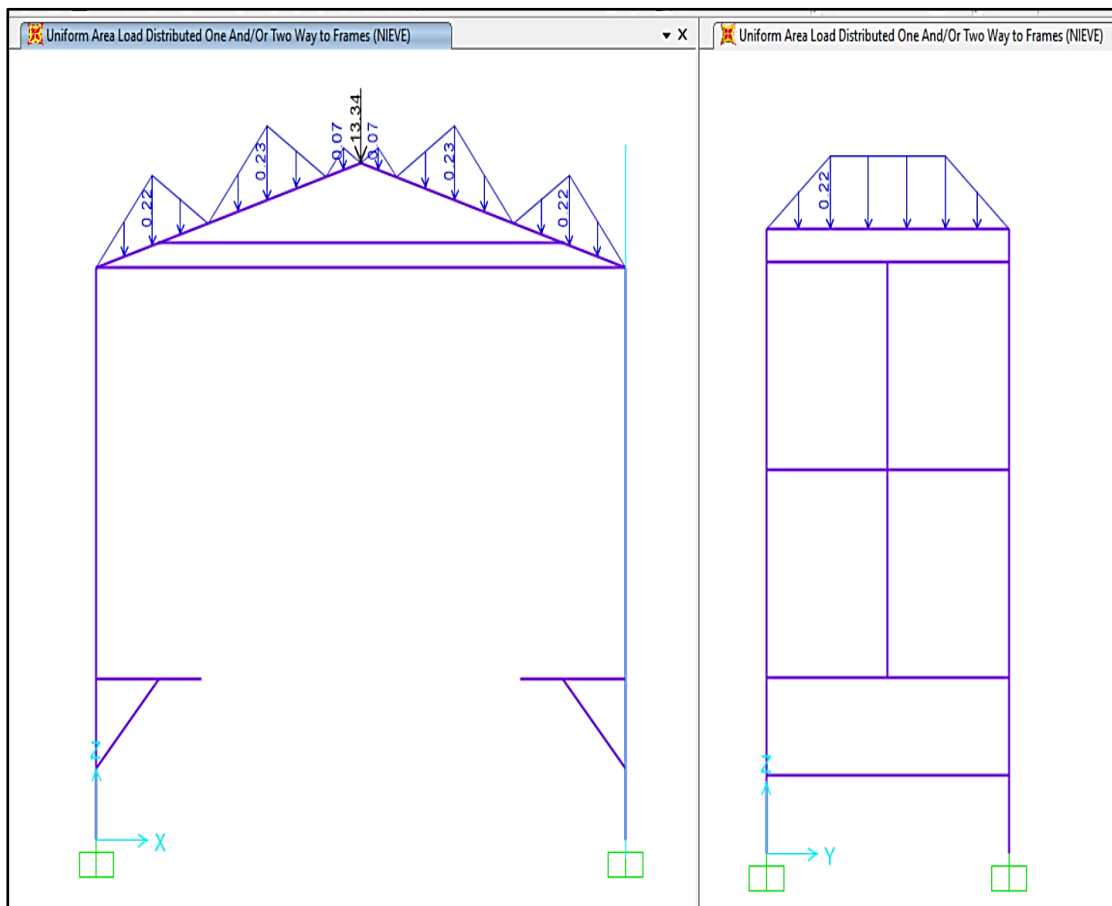
Carga de Nieve (S). Determinando que el valor de $S=40 \text{ kgf/m}^2$ de acuerdo a la norma técnica peruana E20 que dice lo siguiente:

Para determinar este valor, deberá tomarse en cuenta las condiciones geográficas y climáticas de la región donde se ubicará la estructura. La carga básica se establecerá de un análisis estadístico de la información disponible en la zona, para un período medio de retorno de 50 años (probabilidad anual del 2% de ser excedida).

El valor mínimo de la carga básica de nieve sobre el suelo (QS) será de 0,40 kPa (40kgf/m²) que equivalen a 0,40 m de nieve fresca (peso específico de 1 kN/m³ (100kgf/m³)) o a 0,20 m de nieve compactada (peso específico de 2 kN/m³ (200kgf/m³)).

Figura 5.5

Aplicación de carga de nieve (S)



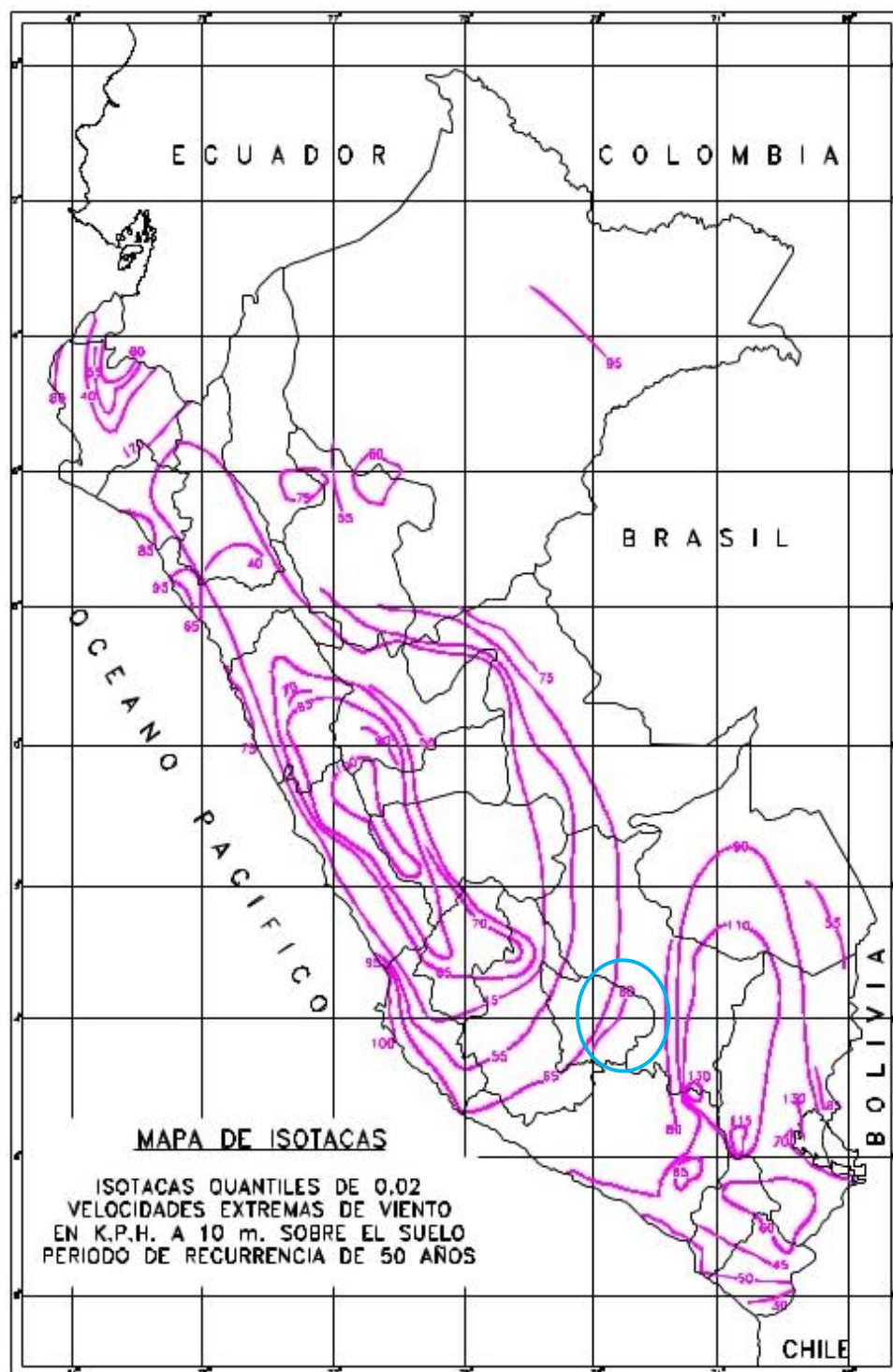
Nota: Elaboración propia

Cargas de Viento (W). De acuerdo a condiciones de viento crítico se tomará. $V = 60$

Km/h de la NTP. E20 Mapa Eólico del Perú.

Figura 5.6

Mapa eólico del Perú



Nota: Normas Técnicas Peruanas E20 (pág. 29)

La velocidad de diseño del viento en cada altura se obtiene con la siguiente ecuación:

$$V_h = V(h/10)^{0.22}$$

V_h : velocidad de diseño en la altura h en Km/h

V : velocidad de diseño hasta 10 m de altura en Km/h

h : altura sobre el terreno en metros

Para una altura de 4.5m y una velocidad del viento de 60 Km/h (mapa eólico)

$$V_h = 60 \text{ Km/h} (4.5 \text{ m} / 10 \text{ m})^{0.22} = 50.33 \text{ Km/h}$$

La carga exterior del viento (presión o succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual actúa. Se calculará mediante la expresión

$$P_h = 0.005(C)(V_h^2)$$

P_h : presión o succión del viento a una altura h en Kgf/m^2

C : factor de forma adimensional indicado en la Tabla 4

V_h : velocidad de diseño a la altura h , en Km/h

Tabla 5.2

Factor de forma (C).

CONSTRUCCIÓN	BARLOV	SOTAV
Superficies verticales de edificios	+0,8	-0,6
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0,3-0,7	-0,6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0,7-0,3	-0,6
Superficies inclinadas entre 60° y la	+0,8	-0,6
Superficies verticales o inclinadas	-0,7	-0,7
* El signo positivo indica presión y el negativo succión.		

Nota: Normas Técnicas Peruanas E20 (Tabla N.º 4)

Cobertura superior a dos aguas con un Angulo de inclinación de 11°

Barlovento factor $C = +0.3$ $Ph = 0.005(0.3)(50.33^2) = 3.80 \text{ Klf/m}^2$

Barlovento factor $C = -0.7$ $Ph = 0.005(-0.7)(50.33^2) = -8.87 \text{ Klf/m}^2$

Sotavento factor $C = -0.6$ $Ph = 0.005(-0.6)(50.33^2) = -7.60 \text{ Klf/m}^2$

Cobertura lateral pared vertical

Eje X en sentido de las caras laterales

Barlovento factor $C = +0.8$ $Ph = 0.005(0.8)(50.33^2) = 10.13 \text{ Klf/m}^2$

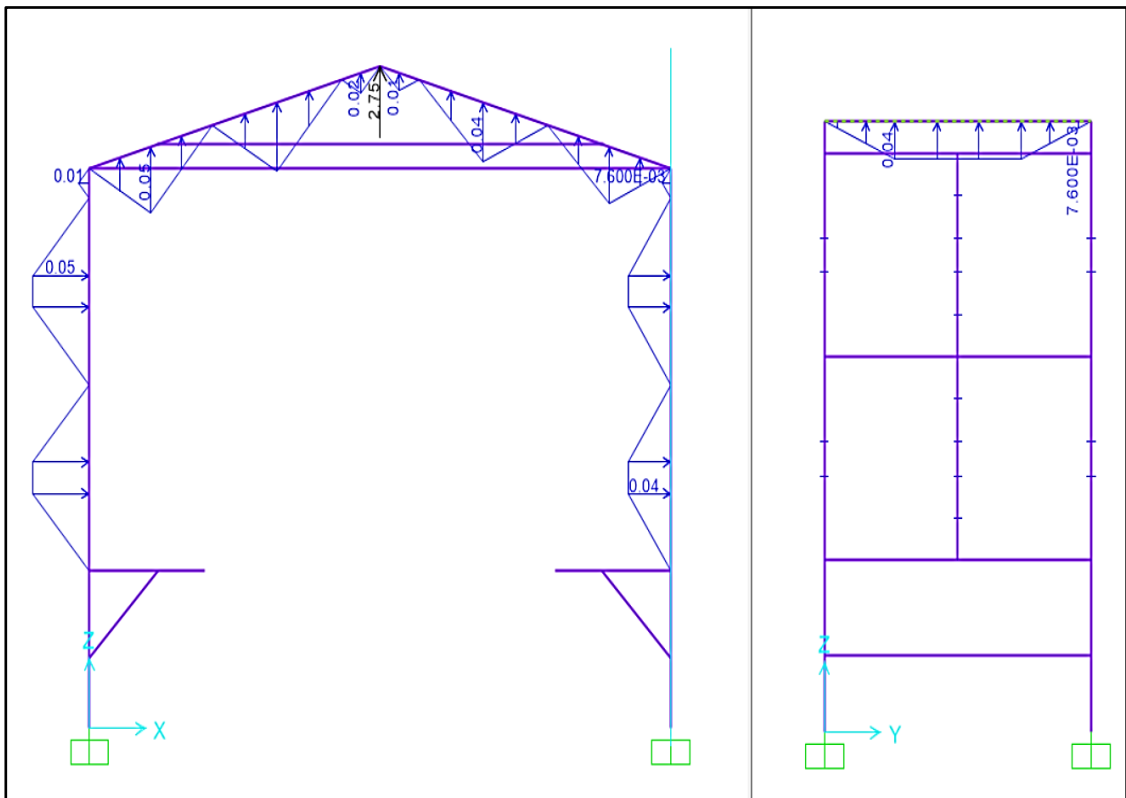
Sotavento factor $C = -0.6$ $Ph = 0.005(-0.6)(50.33^2) = -7.60 \text{ Klf/m}^2$

Eje Y en sentido de los pórticos

Barlovento factor $C = +1.5$ $Ph = 0.005(1.5)(50.33^2) = 18.90 \text{ Klf/m}^2$

Figura 5.7

Aplicación de carga de viento (W)



Nota: Elaboración propia

Carga de sismo: Los datos para la carga de sismo se ha extraído de acuerdo a la norma técnica peruana E030 NTP.

Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión

$$V = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

Donde

V : Fuerza cortante basal

Z : Factor de zona

U : Factor de uso

C : Factor de ampliación sísmica

S : Factor de suelo

R : Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas

P : Estimación del peso según NTP E30

Zonificación (Z). El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N° 1. De las NTP E30. (Ver Anexo A2).

La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica.

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. De las NTP E30 Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años.

Por estar en el departamento de Apurímac, provincia de Cotabambas y distrito de Challhuahuacho le corresponde zona tipo 2 con $Z=0.25$ (Ver Anexo A3).

Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U). Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla N° 5 de las NTP E30 El factor de uso o importancia (U), Según tabla N° 5 de las NTP E30 obtenemos U=1.0 (Ver Anexo A6).

Factor de Ampliación Sísmica (C). Este coeficiente se interpreta como la ampliación de la aceleración estructural respecto a la aceleración del suelo. Se determina con la expresión

$$T < T_p \quad C = 2.5 \quad T_p < T < T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p}{T} \right) \quad T > T_l \quad C = 2.5 \left(\frac{T_p * T_l}{T^2} \right)$$

Para el cálculo de Factor de ampliación sísmica, se necesita saber el periodo y los Parámetros de sitio para suelos Intermedios S₂. El periodo de vibración está determinado por

$$T = h_n / C_t$$

h_n=4.5 m: Altura de la estructura

C_t=35: Pórticos de acero con uniones resistentes a momentos, sin arrojamiento

$$T = 4.5 / 35 = 0.129$$

Los parámetros de sitio según tabla N.º 4 de las NTP E30 (Ver Anexo A5).

$$T_p = 0.6 \quad T_l = 2.0$$

Con los datos obtenidos determinamos

$$T(0.129) < T_p(0.6) \quad C = 2.5$$

Factor de Suelo (S). Según tabla N.º 3 de las NTP E30 S=1.20 (Ver Anexo A4).

Coficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R). Se determina de la expresión

$$R = R_o * I_a * I_p$$

I_a = I_p = 1.0 : Para estructuras regulares

R_o = 6 : Pórticos ordinarios resistentes a momentos (Ver Anexo A7).

$$R = 6 * 1.0 * 1.0 = 6$$

Estimación de Peso (P). Para ello necesitamos los datos de D=1667 Kg y L=107 Kg/m²

Y esta dada según las NTP E30 por la expresión

$$P = D + 0.25 * L$$

$$P = 1667 + (0.25 * 107) = 1694 \text{ kg/m}$$

Determinación de la fuerza cortante basal estructural

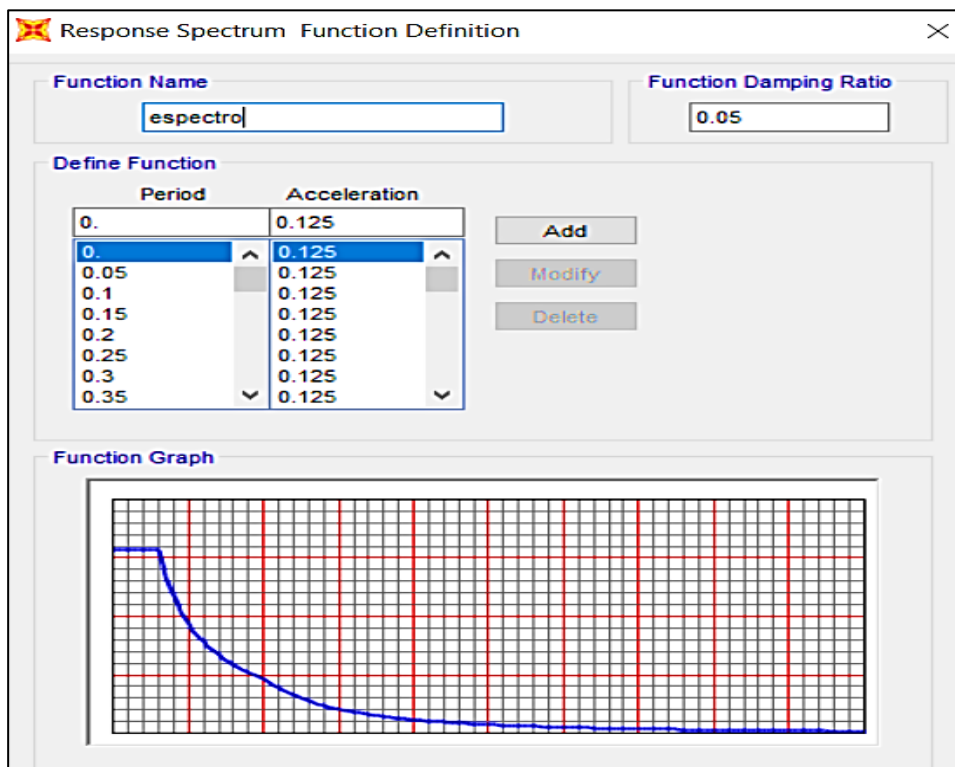
$$V = \frac{Z * U * C * S}{R} * P = \frac{(0.25)(1.0)(2.5)(1.2)}{6} * (1694)$$

$$V = 211.75 \text{ Kg/m}^2$$

Con los datos obtenidos del periodo vibracional se puede generar el espectro para el análisis modal con el apoyo del software de cálculo por elementos finitos SAP 2000

Figura 5.8

Aceleración espectral



Nota: Elaboración propia

Cargas Combinadas. En esta sección se presentan las condiciones de carga usadas para el método LRFD. Como ya se determinaron las cargas individuales en los puntos anteriores, se presentan en la siguiente sección las combinaciones para determinar las cargas factorizadas

Pu carga factorizada o de diseño

D : carga muerta

L : carga viva debida a la ocupación

Lr : carga viva del techo

S : carga de nieve

R : carga por lluvia o granizo

W : carga de viento

E : carga de sismo de acuerdo a la norma E30 de diseño sismorresistente

La resistencia requerida de la estructura y sus elementos deben ser determinadas para la adecuada combinación crítica de cargas. Para la aplicación del método LRFD, las siguientes combinaciones deben ser investigadas

1. $P_u = 1.4D$

2. $P_u = 1.2D + 1.6L + 0.5(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$

3. $P_u = 1.2D + 1.6(L_r \text{ o } S \text{ o } R) + (0.5L \text{ o } 0.8W)$

4. $P_u = 1.2D + 1.3W + 0.5L + 0.5(L_r \text{ o } S \text{ o } R)$

5. $P_u = 1.2D \pm 1.0E + 0.5L + 0.2S$

6. $P_u = 0.9D \pm (1.3W \text{ o } 1.0E)$

El factor de carga para L en las combinaciones (3.), (4.) y (5.) debe tomarse como 1.0 para pisos en los lugares de reuniones públicas, para cargas vivas que sobrepasen a

$$488.2 \text{ kgf/m}^2$$

Según las cargas obtenidas se realizan las siguientes combinaciones de cargas

COMB1: $P_u = 1.4D$

COMB2: $P_u = 1.2D + 1.6L + 0.5L_r$

COMB3: $P_u = 1.2D + 1.6L + 0.5S$

COMB4: $P_u = 1.2D + 1.6L_r + 0.5L$

COMB5: $P_u = 1.2D + 1.6S + 0.5L$

COMB6: $P_u = 1.2D + 1.6L_r + 0.8W$

COMB7: $P_u = 1.2D + 1.6S + 0.8W$

COMB8: $P_u = 1.2D + 1.3W + 0.5L + 0.5L_r$

COMB9: $P_u = 1.2D + 1.3W + 0.5L + 0.5S$

COMB10: $P_u = 1.2D + 1.0E + 0.5L + 0.2S$

COMB11: $P_u = 1.2D - 1.0E + 0.5L + 0.2S$

COMB12: $P_u = 0.9D + 1.3W$

COMB13: $P_u = 0.9D - 1.3W$

COMB14: $P_u = 0.9D + 1.0E$

COMB15: $P_u = 0.9D - 1.0E$

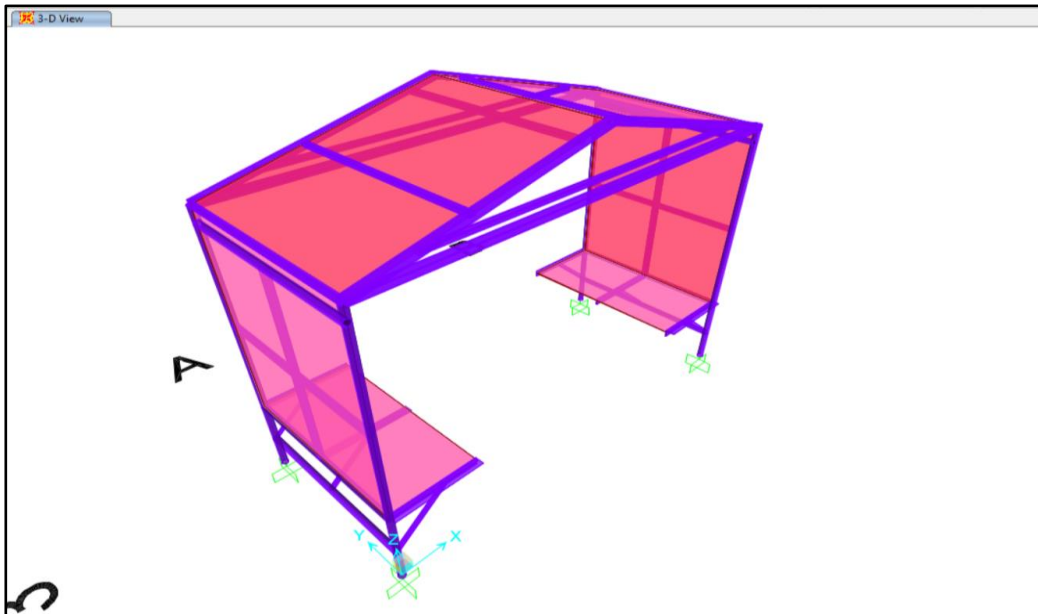
COMB 16: $P_u = \text{ENVOLVENTE}$

Después de realizar todas las combinaciones indicadas, se realiza una última que es la superposición de todas las combinaciones escogiendo la envolvente como resultado.

Realizando el análisis apoyado del software SAP 2000 v18 obtenemos el modelamiento y los siguientes resultados, tomando en cuenta que como requisito la estructura debe tener un factor de seguridad como mínimo de 3.0, para lo cual se realizara el cálculo correspondiente

Figura 5.9

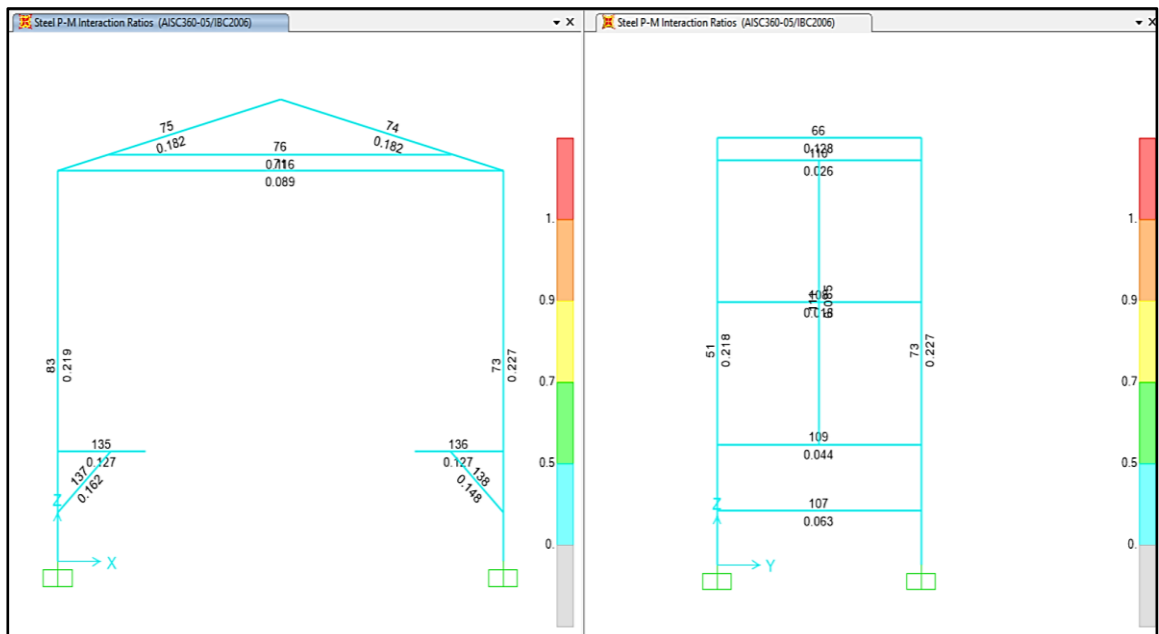
Modelamiento de estructura



Nota: Elaboración propia

Figura 5.10

Resultados en función de ratios

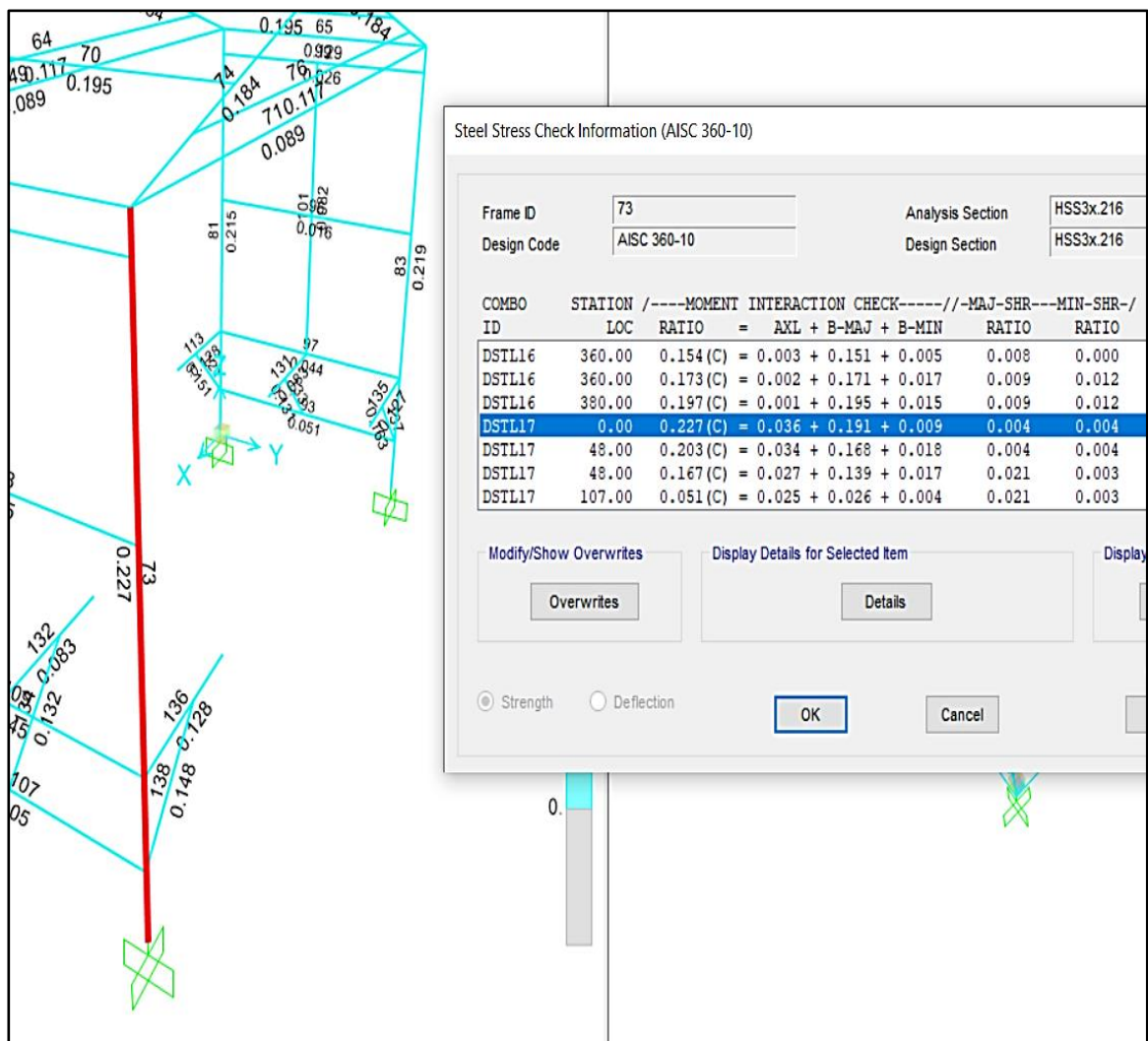


Nota: El diagrama muestra la demanda en función de la capacidad. Elaboración

propia

Figura 5.11

Elemento más esforzado



Nota: Elaboración propia

De los resultados obtenidos se determina que el elemento más esforzado es el elemento número 73 y tiene una ratio de demanda de 0.227.

Para lo cual hallaremos factor de seguridad en función de la ratio teniendo en cuenta, que lo solicitado es un factor de seguridad mayor a 3.00

$$FS = 1.0 / 0.227 = 4.4 \quad \text{OK}$$

Figura 5.12

Propiedades del material

AISC 360-10 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)						
Units : KgF, cm, C						
Frame : 73	X Mid: 500.000	Combo: DSTL17	Design Type: Column			
Length: 380.000	Y Mid: 210.000	Shape: HSS3x.216	Frame Type: OMF			
Loc : 0.000	Z Mid: 190.000	Class: Seismic HD	Princpl Rot: 0.000 degrees			
Provision: LRFD Analysis: Direct Analysis						
D/C Limit=1.000	2nd Order: General 2nd Order		Reduction: Tau-b Fixed			
AlphaPr/Py=0.034	AlphaPr/Pe=0.051	Tau_b=1.000	EA factor=0.800	EI factor=0.800		
Ignore Seismic Code? No	Ignore Special EQ Load? No		D/P Plug Welded? Yes			
A=12.194	I33=76.587	r33=2.506	S33=20.101	Av3=10.974		
J=153.173	I22=76.587	r22=2.506	S22=20.101	Av2=10.974		
E=2038901.916	fy=2531.051	Ry=1.500	z33=27.530			
RLLF=1.000	Fu=4077.804		z22=27.530			
STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo DSTL17)						
Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
0.000	-1055.991	-11991.890	547.693	-29.657	35.241	408.853
PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1b)						
D/C Ratio: 0.227 = 0.036 + 0.191 + 0.009						
= (1/2)(Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)						
AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-1b)						
Factor	L	K1	K2	B1	B2	Cm
Major Bending	0.718	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Minor Bending	0.333	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
	Lltb	Kltb	Cb			
LTB	0.333	1.000	2.256			
	Pu	phi*Pnc	phi*Pnt			
	Force	Capacity	Capacity			
Axial	-1055.991	14872.349	27776.184			
	Mu	phi*Mn	phi*Mn	phi*Mn		
	Moment	Capacity	No LTB	Cb=1		
Major Moment	-11991.890	62712.449	62712.449	62712.449		
Minor Moment	547.693	62712.449				
	Tu	Tn	phi*Tn			
	Moment	Capacity	Capacity			
Torsion	408.853	65443.322	58898.990			
SHEAR CHECK						
	Vu	phi*Vn	Stress	Status		
	Force	Capacity	Ratio	Check		
Major Shear	29.657	8332.855	0.004	OK		
Minor Shear	35.241	8332.855	0.004	OK		

Nota: Elaboración propia

Determinamos el factor de seguridad en función de los esfuerzos y se determina por la expresión

$$FS = \sigma_u / \sigma_{adm}$$

$\sigma_u = 4077.804 \text{ Kg/cm}^2$ Esfuerzo ultimo

$\sigma_{adm} = 1055.991 \text{ Kg/cm}^2$ Esfuerzo admisible

$$FS = 4077.804 / 1055.991 = 3.86$$

3.86 > 3.00 **OK**

5.2.- Cálculo del Sistema Puesta a Tierra

El sistema de protección de puesta a tierra del presente informe, y según la norma EN 62305, consistirá en tres componentes esenciales:

Dispositivos de Captación. Dichos dispositivos de interceptación o captación de rayos, consistirá en la instalación de un sistema de terminales aéreas, que consistirá en la instalación de 2 mástiles metálicos de Cu, los cuales estarán instalados en la parte superior, en 2 vértices opuestos del refugio contra tormentas eléctricas.

Conductores Bajantes. Mediante un conductor de cable desnudo de Cu de 70mm, y con un conector, dicho cable será unido al dispositivo de captación con la finalidad de conducir la energía electrostática a tierra.

Dichos conductores se fabrican bajo la norma NTP 370. Son de cobre electrolítico de 99.99% de pureza mínima, recocido, semiduro y duro, pueden ser solidos que son los alambres y cableados concéntricamente, estos cables presentan alta resistencia a la corrosión en zonas industriales con humos y vapores corrosivos.

Sistema de disipación. Dicho sistema estará conformado por una malla a tierra horizontal, llamada contrapeso de puesta a tierra, donde se conectarán los conductores bajantes y este cumplirá la función de disipación de la energía electrostática

Para el diseño del contrapeso horizontal simple a tierra se realizará una excavación perimétrica del refugio con una profundidad de 0.75m. y a 0.40m. de ancho, esto según las especificaciones técnicas del cemento conductor, posteriormente se procederá al tamizado de todo el material extraído de dicha excavación en una zaranda de ½”, eliminando de esta manera todas las rocas.

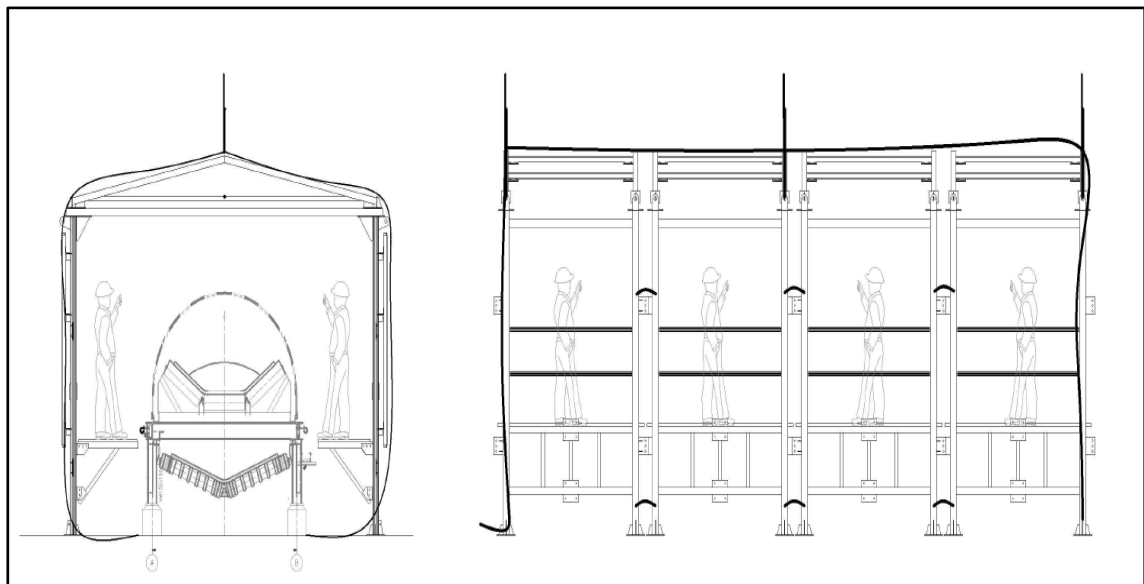
Una vez que se tenga la excavación y esta se encuentre nivelada en su interior, se agregara 0.15m. de tierra tamizada de baja resistividad y se realizara el compactado de dicho material, luego se procederá al tendido del cable conductor de cobre desnudo de 70mm.

según la norma técnica peruana NTP 370.251.2011 y se completara con el material tamizado de baja resistividad, se procederá a cubrir el cable de cobre desnudo con el cemento conductor, de tal manera que quede completamente cubierto y posteriormente se agregara una segunda capa de 15cm. de tierra tamizada y nuevamente se compactara el material dentro de la zanja, agregando agua durante la compactación, el agua cumplirá la función de fraguado y se culminara agregando el resto de la tierra natural.

Para este caso se realizó un servicio de aterramiento por contrapeso a todo lo largo de la faja transportadora overland, para que el servicio de reparación se pueda realizar en cualquier ubicación dentro de la longitud de la faja transportadora, el cual tiene puntos de anclaje de aterramiento en toda la longitud al cual va instalado los módulos según necesiten.

Figura 5.13

Configuración del sistema puesta a tierra



Nota: Elaboración propia

5.2.1.- Calculo de Resistencia de la Estación Anti Tormenta

Parte de la descarga eléctrica conducida a través del cable de cobre es transmitida a la estructura en sí y para ello se necesita realizar un cálculo, a fin de analizar el comportamiento de la estructura como conductor eléctrico.

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Dónde:

R: Resistencia

ρ : Resistividad de Acero al carbono

L: Longitud

A: Area

Tabla 5.3

Tabla de Resistividad Eléctrica de los Materiales a temperatura ambiente

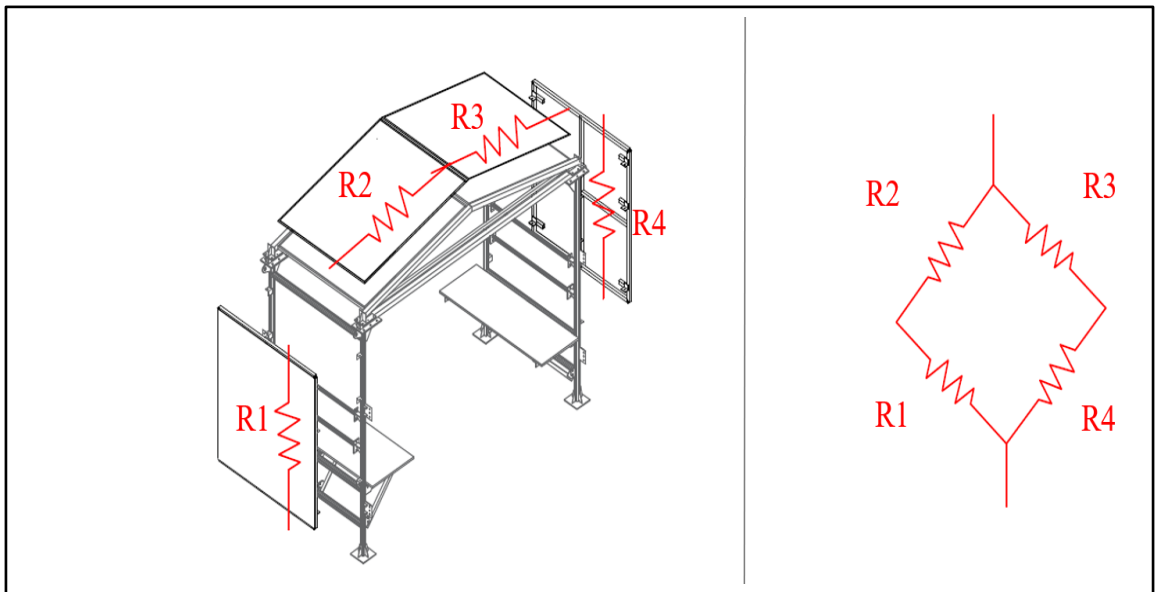
Sustancia	ρ ($\Omega \cdot m$) 20°C	Sustancia	ρ ($\Omega \cdot m$) 20°C
Conductores		Semiconductores	
<i>Metales</i>		Carbono puro (grafito)	3.5×10^{-5}
Plata	1.47×10^{-8}	Germanio puro	0.60
Cobre	1.72×10^{-8}	Silicio puro	2300
Oro	2.44×10^{-8}	Aislantes	
Aluminio	2.75×10^{-8}	Ámbar	5×10^{14}
Tungsteno	5.25×10^{-8}	Vidrio	$10^{10} - 10^{14}$
Acero	20×10^{-8}	Lucita	$>10^{13}$
Plomo	22×10^{-8}	Mica	$10^{11} - 10^{15}$
Mercurio	95×10^{-8}	Cuarzo (fundido)	75×10^{16}
<i>Aleaciones</i>		Azufre	10^{15}
Manganina (84% Cu, 12% Mn, 4% Ni)	44×10^{-8}	Teflón	$>10^{13}$
Constantán (60% Cu, 40% Ni)	49×10^{-8}	Madera	$10^8 - 10^{11}$
Nicromel	100×10^{-8}		

Nota: Física universitaria volumen2 - Sears Zemansky 12ª edición (página 851)

Para el cálculo de la resistencia del módulo al paso de la corriente, se establecerá la resistencia por cada una de las paredes, base y techo del mismo, seguidamente se determinará el diagrama de resistencias, para proceder hallar la resistencia equivalente

Figura 5.14

Resistencias en el módulo anti tormenta



Nota: elaboración propia

Resistencia en paredes laterales R₁ y R₂

$$R_1 = R_4$$

$$R_1 = \rho \frac{L}{A}$$

$$R_1 = 20 \times 10^{-8} \Omega \cdot m \frac{3.80m}{0.0189m^2}$$

$$R_1 = 20 \times 10^{-8} \Omega \cdot m \frac{3.8m}{2.10m(0.009m)}$$

$$R_1 = 4.02 \times 10^{-5} \Omega$$

Resistencia en techo R₅

$$R_2 = R_3$$

$$R_5 = \rho \frac{L}{A}$$

$$R_5 = 20 \times 10^{-8} \Omega \cdot m \frac{2.58m}{0.0126m^2}$$

$$R_5 = 20 \times 10^{-8} \Omega \cdot m \frac{2.58m}{2.10m(0.006m)}$$

$$R_5 = 4.10 \times 10^{-5} \Omega$$

Tabla 5.4

Resistencias individuales del modulo

Resistencia pared lateral 1	$R_1 = 4.02 \times 10^{-5} \Omega$
Resistencia techo 2	$R_2 = 4.10 \times 10^{-5} \Omega$
Resistencia techo 3	$R_3 = 4.10 \times 10^{-5} \Omega$
Resistencia pared lateral 4	$R_4 = 4.02 \times 10^{-5} \Omega$

Fuente: Elaboración propia

$$Req = \frac{(R1+R2) \times (R3+R4)}{(R1+R2) + (R3+R4)}$$

$$Req = \frac{(4.02 \times 10^{-5} + 4.10 \times 10^{-5}) \times (4.10 \times 10^{-5} + 4.02 \times 10^{-5})}{(4.10 \times 10^{-5} + 4.02 \times 10^{-5}) + (4.02 \times 10^{-5} + 4.10 \times 10^{-5})}$$

$$Req = \frac{6.59 \times 10^{-9}}{1.62 \times 10^{-4}}$$

$$Req = 4.06 \times 10^{-5} \Omega$$

5.2.2.- *Calculo de Caída de Potencial*

En el presente trabajo se utilizará el método de caída de potencial acorde al estándar 81-IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers – Instituto de Ingeniería eléctrica y electrónica), dicho método es empleado para medir la capacidad y efectividad que tiene un sistema de conexión a tierra, para disipar la energía incidente en una instalación.

Para el presente cálculo, se utilizará un comprobador de puesta a tierra marca TOTAL GROUND, modelo KRT-01, para la comprobación mediante el método de caída de potencial de 3 hilos, se tiene:

- Electrodo a tierra
- Pica Exterior
- Pica Interior

Durante la medición se medirá la caída de potencial en puesta a tierra y la corriente que fluye a través de ella y, según la ley de Ohm, se calcula la resistencia.

Los pasos a seguir durante la medición, son los siguientes:

La pica exterior e interior se deberá de colocar en una misma dirección, alejadas del electrodo a tierra, el telurómetro (KRT-01) genera una corriente entre la pica exterior y el electrodo a tierra, y mide de forma simultánea la caída de potencial que existe entre la pica interior y el electrodo a tierra; Como se mencionó anteriormente, mediante la ley de Ohm que indica que la diferencia de potencial es igual a la intensidad de corriente por la resistencia ($V=I.R$) el telurómetro calcula automáticamente la resistencia del electrodo a tierra

Según el Estándar 81–IEEE la distancia de separación entre cada pica deberá ser de 5 veces más que la distancia de nuestro contrapeso a tierra y el electrodo de potencial se ubicaran a una longitud del 62% de la longitud del electrodo del refugio.

- **Equipo de Prueba:** Telurómetro Digital
- Marca: TOTAL GROUND
- Modelo: KRT-01
- Número de Serie: C39121719S2

Tabla 5.5

Resultado del Método de Caída de Potencial

POZO A TIERRA					
L (m)	25	38	50	58	63
R (Ω)	8.46	9.49	11.98	13.80	15.46

Nota: Elaboración propia

Figura 5.15

Perfil de resistividad - Método caída de potencial



Fuente – Elaboración propia

Habiendo tomado los lineamientos del método de caída de potencial, acorde al estándar 81- IEEE, en el contrapeso del refugio de 25m., donde el valor de la resistencia es tomado al 62 % de la longitud total aplicada, se concluye que el valor real de la resistividad del suelo es de $R= 13.8 \Omega$.

Así mismo en la figura 5.15, se puede determinar que a una resistencia entre 10 - 12 Ω se considera un área de seguridad de 45m. Con lo cual se asegura la integridad y seguridad de los trabajadores.

La resistividad de los varios tipos de terrenos es muy variada, y está determinada por:

- Sales solubles. - Esta característica de los suelos está dada principalmente por su cantidad de electrolitos; quiere decir por la presencia de humedad, sales y minerales.
- Composición propia del terreno. - Esta dada por la naturaleza del mismo terreno, por ejemplo, terreno arcillosos, pantanosos, rocosos
- Estratigrafía. - Indica que no todas las capas del terreno son homogéneas.
- Granulometría. - Corresponde al tamaño de las rocas, su porosidad y la facilidad de retención de la humedad.
- Estado higrométrico. - Nos indica el porcentaje de agua y la humedad, esto influye de forma importante en la resistividad, dichos valores varían de acuerdo al clima, las estaciones, profundidad y el nivel freático
- Temperatura. - El cambio de temperatura es considerable, ya que, si la temperatura del suelo disminuye, la resistividad aumenta, esto se debe a que a medida que el agua presente en el suelo llega a 0 grados, con lo cual el agua pasa a un estado de congelación, los electrolitos se van deteniendo en su movimiento, lo cual influye en la resistividad de la tierra
- Compactación. - La compactación del terreno es fundamental, ya que a medida que el terreno sea mucho más compacto, la resistividad disminuye.

5.3.- Fabricación Estructural

5.3.1.- Actividades Previas.

Para llevar a cabo el siguiente procedimiento se tendrá que verificar el cumplimiento de las siguientes actividades:

Designar, al personal de habilitado e indicarles cada uno de los trabajos que han de realizar

Revisión, de planos y especificaciones técnicas, así como el cronograma de todos los trabajos a ejecutar.

Verificar, que el material recepcionado sea el especificado en la Orden de producción y haya sido liberado por el área de control de calidad.

El operario de habilitado ha de solicitar los instrumentos y equipos necesarios para realizar el habilitado.

5.3.2 Fabricación de las Partes

Secuencia. Verificadas las actividades previas, se procederá a realizar el habilitado de materiales con la siguiente secuencia:

- Regulación, se debe inspeccionar el estado y regular el equipo de corte, las boquillas, válvulas del tanque de oxígeno y acetileno y la velocidad de avance del carro de corte.
- Trazado, se realiza el trazado según hojas de corte, para lo cual se usan reglas metálicas, wincha, escuadras de 24" y un rayador.
- Corte, el corte de planchas de acero se realiza con el pantógrafo y/o equipo móvil de oxicorte sobre la mesa del pantógrafo.
- Codificar, a cada elemento producto del corte se le codifica según numeración indicada en hoja de corte o plano de despiece.

- Biselado, a los componentes que lo requieran se les realizara un biselado con la ayuda del pantógrafo o carro de corte.

- Perforado, aplicando para todos los componentes que lo requieran tales como ángulos, cartelas y placas de unión los cuales se perforan en concordancia a su respectivo procedimiento.

- Producto terminado, los operarios encargados de cada caso indicado en el ítem anterior entregaran sus registros de control de procesos respectivos al supervisor de producción indicando en ellos el producto se su trabajo.

Puntos de Control. Se debe verificar lo siguiente.

- Que el material recepcionado sea el especificado en la Orden de trabajo y su registro de liberación.

- Verificar el estado de todos los equipos a utilizar

- Verificar las dimensiones trazadas antes del corte.

- Controlar dimensiones, bordes y que el codificado de los componentes habilitados sea el que se indica en la hoja de Corte.

Armado. Para realizar el armado se deberá establecer la siguiente secuencia:

- Probar el nivel del área donde se realizará el armado.

- Armado de las principales estructuras en el piso.

- Colocar los elementos de sujeción para mantener en posición los elementos principales.

- Control de alineación, horizontalidad y verticalidad del armado de las estructuras principales.

- Ensamble con el resto de elementos que son partes.

- Colocación de pernos si fuera el caso.

- Control de la geometría de la estructura.

- Identificación y control final de codificación de acuerdo a como se armara.
- Proceso de desmontaje, el cual se realizará de acuerdo a la secuencia

lógica contrario al armado.

Chequeo y Control Dimensional del Armado. Este proceso deberá ser controlado por el jefe de producción y por el jefe control de calidad, para ello deberá verificarse los elementos como hayan sido acordados por el cliente.

Control De La Geometría. Esta actividad será verificada contra las dimensiones y los criterios de aceptación establecidos en los planos de fabricación y montaje.

Se deberá coordinar con el Ingeniero de Proyecto para que observe y analice el armado de la estructura.

Tolerancias. Las tolerancias aplicables al trabajo, deberán ser aquellas indicadas en los planos de fabricación y especificaciones detalladas por el diseñador.

Cuando no existe indicación de tolerancias ni referencia a códigos o normas aplicables para este cometido.

Soldadura

Condiciones de Trabajo. No se realizará procesos de soldadura sobre superficies húmedas, ni cuando esté lloviendo o nevando, ni tampoco durante los periodos de vientos fuertes; salvo que la máquina de soldar y el área de trabajo esté debidamente protegida contra estos inconvenientes.

Tampoco se permitirá soldar cuando las superficies estén contaminadas con pintura grasa y óxidos.

Procedimiento de Soldadura

No se efectuará soldadura en obra, si no se tiene el respectivo procedimiento de soldadura calificado. La calificación demostrara la conformidad con los criterios de aceptación del código AWS D1.1.

Para determinar el procedimiento de soldadura, se revisarán los planos de fabricación y montaje, y se determinarán las juntas de soldadura a ejecutar, las cuales pueden ser:

Juntas precalificadas: Son todas aquellas juntas que están consideradas en el código AWS D1.1 sección 3, (Penetración parcial, penetración total), donde se detalla la forma y el tipo de junta a ejecutar, no es necesario ser ensayada para obtener la calificación.

Juntas calificadas: Son todas aquellas juntas que no están consideradas en el código AWS D1.1, y necesitan ser ensayadas con las respectivas pruebas mecánicas, para ser consideradas aptas o calificadas para el proceso de soldadura, la forma de realizar estas pruebas se detalla en la sección 4 (tabla 4.9) del código AWS D1.1

Una vez realizado los ensayos y siendo los resultados conformes, se procederá a dar la conformidad a la junta y se considere esta como junta calificada para el proyecto.

Concluida la determinación y calificación de las juntas, se procederá a dar la conformidad al procedimiento respectivo.

5.3.2.5.3 Calificación de los Soldadores. Para la calificación de soldadores, según la norma AWS D1.1 Sección 4, se puede optar por los ensayos no destructivos END (Tintes penetrantes, ensayos radiológicos), o por los ensayos mecánicos según contemple la especificación técnica contractual. Para la calificación de los soldadores se elabora un documento WPS que es el procedimiento de soldadura, además esta información debe estar complementada con un PQR (Procedure Qualification Records) que se utiliza como una confirmación escrita de un WPS correcto.

Ensayos no destructivos: Son realizados a componentes o partes mecánicas, y/o probetas, sin la destrucción física de los mismos. El ensayo tiene por finalidad contar con la evidencia objetiva de las fallas o defectos que se producen en la estructura interna del material (unión soldada) a causa de un inadecuado proceso de soldadura.

El resultado del mismo sirve de soporte para el sustento técnico correspondiente y la trazabilidad del componente observado, y señalar las acciones necesarias a seguirse, según sea el caso respectivamente.

Para la calificación de soldadores el ensayo que permite tener mayor sensibilidad para detectar discontinuidades internas se debe emplear la inspección radiológica.

Ensayos Mecánicos: El número y tipo de probetas requeridas para realizar los ensayos mecánicos, y calificar a los soldadores según los requerimientos del código AWS D1.1, esta descrito en la sección 4, donde especifica el tipo de calificación de acuerdo a la posición y a la forma del material que se va a soldar, el tamaño de la plancha probeta, la forma de esta y a la cantidad de elementos o piezas que se van a obtener. Los tipos de ensayos a que se les va a someter (Dobles, tracción, etc.) y los parámetros de comparación.

Seguimiento de los Trabajos de Soldadura. El jefe de Control de Calidad, deberá hacer el seguimiento en todas las fases de soldeo que se realicen durante todo el proyecto, verificar el cumplimiento de los procedimientos y ejecutar los planes de inspección para el proceso de soldadura.

Reparaciones de Soldadura. Los métodos para corregir los trabajos de soldadura estarán de conformidad con el Structural Welding Code Steel de AWS D1.1 M:2004 y los procedimientos de soldadura aprobados por el Proyectista.

Todas las discontinuidades en los cordones de soldadura deben ser reparadas en taller, para lo cual se siguen los siguientes pasos:

- Identificación de la discontinuidad (tizura, falta de fusión; falta de penetración, inclusión, porosidad, socavación, solapado, convexidad, sobre espesor, salpicaduras, etc.) por medio de la inspección visual y/o tintes penetrantes, RX u otro; a cargo del supervisor inmediato del soldador, en primera instancia; y en segunda instancia el

jefe de control de calidad o un inspector externo que esté capacitado para realizar tal inspección.

- Evaluación del mejor método para la reparación completa de la discontinuidad, a cargo del operario soldador en coordinación con el supervisor inmediato.
- Ejecución de la reparación a cargo del operario soldador.
- Inspección post reparación a cargo de supervisor y/o jefe de control de calidad; si es necesario la realización de otras pruebas de inspección.

5.3.3.- Pintado de Estructuras

Todo sistema de protección superficial tiene como objetivo mantener, proteger y alargar la vida a las superficies nuevas o que presentan una protección parcial realizada en taller o en el campo.

Se solicitará a los proveedores de pintura la garantía y la asesoría técnica, para elaborar las instrucciones de preparación de superficie y aplicación de Pintura. Adicionalmente se deberá solicitar el certificado de garantía de vida útil del sistema de protección de las estructuras.

En el momento de adquirir la pintura se deberá solicitar al proveedor las especificaciones técnicas de los componentes químicos, verificar el cumplimiento de las normas internacionales de protección de la salud, medio ambiente, seguridad (OSHA) y si se ajusta a las necesidades requeridas para el proyecto.

El almacenamiento de la pintura debe ser realizado bajo techo y en ambiente limpio, fresco, seco y bien ventilado.

Los envases con el producto deberán traer una identificación clara de su contenido, proporción de mezcla y diluyente a utilizar.

Las operaciones de preparación superficial para el pintado se llevarán a cabo, solo después de que toda la fabricación u operaciones mecánicas sobre las partes, componentes o equipos a proteger, hayan sido satisfactoriamente efectuadas y aprobadas por el supervisor de la fabricación.

El jefe de control de calidad verificara previamente lo siguiente:

Los elementos mecánicos a ser arenados NO deberán de presentar en su superficie:

- Salpicadura de soldadura.
- Rebabas.
- Aristas vivas.
- Abolladuras o golpes.
- Todas las partes que contienen grasa, aceites, mugre, deberán ser

minuciosamente limpiadas usando solventes.

- De utilizar arena como abrasivo, se deberá obtener de ríos libres de sales. El uso de arena de costas marinas no está permitido bajo ninguna condición.

- El aire utilizado para impulsar el abrasivo (arena, granalla, escoria), se controlará de acuerdo con la norma ASTM – D4285, con el fin de detectar la presencia de aceites o humedad.

Pasada esta etapa se inicia la preparación de superficie, considerando lo siguiente:

5.3.3.1. Condiciones ambientales

- Durante el proceso de limpieza superficial, el grado de humedad del medio, será como máximo 85%.

- Tiempo entre limpieza superficial y pintado:

- En un ambiente rural sin polución con humedad relativa entre 70 a 85% menor de 4 horas.

- Entre 30 a 70% menor a 8 horas.

- Si hubiera polvo o llovizna de torres de enfriamiento, se debe colocar una cobertura.
- La superficie debe ser pintada antes que aparezca una coloración parduzca. Este amarillento es debido al óxido que comienza a formarse. Mientras el óxido sea incoloro no es preocupante.

5.3.3.2. Grado de preparación de superficie. El grado de preparación de superficial, especificado para el proyecto, es una limpieza con chorro abrasivo grado comercial, según *SSPC SP6*.

5.3.3.3. Evaluación del Grado de limpieza y perfil de rugosidad

- Luego del proceso de limpieza superficial, se evaluará si se cumple el grado de limpieza especificado.
- Así también se controlará el perfil de rugosidad necesario para una buena adherencia del sistema de pintura.

El jefe de control de calidad deberá de dar la aprobación del arenado / granallado y autorización necesaria para realizar el pintado.

Los operadores deberán de utilizar guantes libres de grasa, aceite o polvo. No se permitirá tocar las superficies limpias con la mano.

5.3.3.4. Aplicación de la pintura Sistema de pintado. Las estructuras metálicas se pintarán de acuerdo a las normas correspondientes las cuales permiten lo siguiente:

Tabla 5.6

Sistema de pintado

Área a pintarse	El total de las estructuras
Sistema	Anticorrosivo Epóxico poliamida
Producto	Amerlock 400
N.º de capas	01 CAPA
Espesor	4 MILLS

Nota: Elaboración Propia

5.3.3.4.1 Control antes del pintado

Se constatará que el elemento a pintar está completamente terminado para evitar los reprocesos.

Se evaluará las condiciones ambientales para proceder con el pintado, las mismas que deberán ser las siguientes:

- Temperatura ambiental: Mínimo 10°C y máximo 40 °C, cerca de los extremos es necesario técnicas especiales de dilución y aplicación.
- Temperatura de las superficies: Mínimo 10 °C y máximo 55 °C, cerca de los valores extremos podrían ser necesarias técnicas especiales de dilución y aplicación.
- Humedad relativa: Entre 30% a 60%, como máximo 85%.
- La diferencia entre la temperatura de superficie y la temperatura del punto de rocío debe ser mayor o igual a 3 °C.
- Que la superficie a pintar se encuentre limpia y seca, sin humedad y sin residuos de arena, caso contrario se limpiara con aire a presión.
- Antes de preparar las pinturas se debe verificar las hojas técnicas, y leer los rótulos de cada lata, para no confundir los componentes A y B de cada pintura.
- Las pinturas deben ser mezcladas de acuerdo a la relación de mezcla indicada en las hojas técnicas, para que puedan ser aplicadas y curen correctamente.
- Para proporciones menores a un galón debe contar con envases graduados para medir en volumen la cantidad exacta de la parte A y la parte B.
- Antes de iniciar la aplicación, se debe probar el abanico para verificar que no estén obstruidas o desgastadas.

5.3.3.4.2 Control durante el pintado

- Controlar el tiempo de vida útil, después de realizada la mezcla, el tiempo de duración de la mezcla para cada producto, se indica en la respectiva ficha técnica. No debe, por consiguiente, prepararse más material que el que se puede utilizar en ese lapso.
- La aplicación deberá realizarse suponiendo la pasada anterior en un 50%.
- La distancia de ubicación de los elementos a ser pintados deberá ser como mínimo 0.5 mm desde el piso.
- Durante la aplicación es conveniente medir cada cierto tiempo el espesor de película húmeda.
- Después de aplicar la primera capa y antes de aplicar la segunda capa se deberá reforzar los cordones de soldadura, los cantos y aristas con brocha.
- Para controlar la contaminación del medio ambiente se utilizarán biombos, para que eviten la pérdida de la pintura en el pulverizado.
- El tiempo mínimo y máximo para el repintado de la superficie, se realizará según a las recomendaciones del fabricante.

5.3.3.4.3 Control después del pintado. Si se encontraran partes para reparar (Daños mecánicos, defectos de aplicación), estas se realizarán una vez seca la pintura:

- Entre 10 a 50% de la superficie con daños.
 - Daño mecánico, se procederá a limpiar la zona con un lijar de N.º 80, se deberá eliminar todo óxido presente, posteriormente aplicar el sistema de pintura especificado.
 - Defectos de aplicación (chorreadura, piel de naranja, palomeos), proceder a lijar superficialmente utilizando lijar N.º 100, posteriormente aplicar capa de pintura diluida.
- Mayor a 50% de la superficie con daños:

- Daño mecánico, se procederá a enviar a la pieza o elemento a un nuevo arenado, previa evaluación del jefe de control de calidad.
- Luego se procederá al control del espesor en seco, para ello se deberá de utilizar un instrumento debidamente calibrado. La calibración del espesor seco se realizará de acuerdo a la Norma SSPC PA2.
- De ser posible este control se debe realizar con la participación del representante técnico del fabricante de pintura. La emisión de un informe puede sustentar el control y la inconformidad con el sistema de pintado.
- Después de 7 días de curada, realizara una prueba de adherencia, esta prueba es destructiva.
- La evaluación de la adherencia podrá realizarse mediante dos normas:
- NORMA ASTM 3359: Método A por corte en cruz, para espesores mayores a 5 Mills.
- NORMA ASTM 4541: Permite obtener un valor cuantitativo al ejercer una fuerza de tracción sobre la pintura aplicada.
- El jefe de control de calidad determinara si los trabajos entregados cumplen con los parámetros de calidad, diseño, acabado, tiempo de ejecución, etc. Según los resultados se completarán los registros correspondientes.

5.4.- Metodología de Ensamblaje

Para realizar el montaje y ensamblaje de los módulos y convertirlos en una estación anti tormentas, es necesario seguir un procedimiento tanto para el armado del módulo, como para el montaje de la estación; Estos procedimientos deben ser aprobados por los estándares de seguridad para trabajos de izajes, siguiendo una secuencia con la finalidad de garantizar la eficiencia del servicio en cuanto a tiempo y seguridad. Además, que este procedimiento se realiza a través de las normas internacionales para izajes ASME 30.5, ASME 30.9

5.4.1.- Ensamblaje de Modulo

Los trabajos de ensamblaje de modulo se realizan en los talleres de la empresa minera, para ello se usa el apoyo de un camión grúa el cual cuenta con una pluma telescópica de 20 toneladas de capacidad de marca pattfingher; antes de iniciar la labor se presenta su certificado de operatividad y homologación, que garantiza la inspección y el buen funcionamiento del camión grúa. Esto de acuerdo a la norma ASME 30.5

Para el izaje se usarán eslingas de poliéster plana de ojo a ojo strongloop N/V140705, cuyas características principales son: longitud (10m), factor de seguridad (5:1) y su carga límite de trabajo es de 2800 kg.

Se realiza el izaje de las partes y se ensamblan las partes contra placadas con uniones empernadas, con los respectivos ajustes de sujeción normada por el grado de apriete según especificaciones de ajuste, haciendo uso de un torquímetro calibrado y certificado.

El ensamblaje se realiza apoyando la parte frontal sobre el suelo, ya que por las dimensiones es más favorable en cuanto a los aspectos de seguridad y eficiencia para el ajuste de pernos de ensamble.

Figura 5.16

Ensamblaje de modulo



Nota: elaboración propia

5.4.2.- Montaje de Estación

El montaje se realiza en los lugares dispuestos por el área de mantenimiento de chancado y fajas, para los empalmes según lo requieran a lo largo de la faja overland

Se requiere de un camión grúa y con el personal especializado y acreditado para el trabajo de izajes como el supervisor de izajes, el supervisor de seguridad, el operador, el señalero (rigger) y los apoyos; Por otro lado, el personal mecánico con el que se realiza la sujeción entre módulos y las instalaciones de empalme del sistema puesta a tierra.

La grúa telescópica sujeta con eslingas de 10 metros al módulo ensamblado desde cuatro puntos de izaje ya diseñados en la estructura, y va colocando los módulos uno junto al otro hasta conseguir la longitud adecuada para realizar el trabajo de reparación

Luego los mecánicos haciendo uso de llaves manuales y torquímetros realizan el ajuste compacto para así convertir esos módulos juntos en una estación compacta.

Figura 5.17

Montaje de la estación



Nota: Elaboración propia

Capítulo 6

Resultados obtenidos

6.1.- Reporte Económico

Para este trabajo la compañía minera solicito una estación de seis módulos que forman una estación, para ello se realizó una cotización basada en el requerimiento solicitado.

Aquí presentamos la estructura de costos que se elaboró en la empresa FH INGENIEROS para enviar la cotización correspondiente al servicio, la cual fue aprobada por la compañía minera y luego presentamos los documentos correspondientes como: Cotización, Orden de compra y valorización.

En todo el sistema de costos elaborado en este trabajo, se tomará en cuenta como única moneda de trabajo los dólares americanos.

Estructura De Costo

Resumen			
Rubro			Precio
A. Costo de Personal			13236.26
B. Uniforme e Implementos de Seguridad			231.66
C. Equipos y Herramientas			1058.64
1. Costos del Servicio/Obra			14526.56
2. Materiales e Insumos			18394.09
3. Transporte y Equipos Móviles			2453.30
4. Servicios Generales Reembolsables			652.50
5. Gastos Administrativos			176.15
Suma Parcial			36202.60
Utilidad del Servicio	12	%	1764.33

Precio Total del Servicio/Obra	37966.93
---------------------------------------	-----------------

Estructura de Costos

1.- Costo de Personal

Inducción y Cursos de Trabajos de Alto Riesgo

Personal	Cantidad de Personal	Cantidad de Días	Precio Unitario/ Jornal	Precio Total
Supervisor de Seguridad	2	10.00	0.78	15.60
Supervisor Mecánico	3	10.00	0.78	23.40
Mecánico 1	10	15.00	0.57	85.50
Mecánico Soldador 1	6	10.00	0.57	34.20
Mecánico Caldereros 1	2	4.00	0.64	5.12
Óp. Pintor	1	3.00	0.6	1.80
Conductor	1	2.00	0.3	0.60
Cantidad de Personal	25		Total	166.22

Exámenes Médicos

Personal	Cantidad de Personal	Precio Unitario/ Jornal	Precio Total
Supervisor de Seguridad	2	0.68	1.36
Supervisor Mecánico	3	0.68	2.04
Mecánico 1	10	1.45	14.50
Mecánico Soldador 1	6	0.86	5.16
Mecánico Caldereros 1	2	0.68	1.36
Óp. Pintor	1	1.08	1.08
Conductor	1	0.54	0.54
Cantidad De Personal	25	Total	26.04

Trabajos de Fabricación y Montaje**H.H**

12

Personal	Cantidad de Personal	Precio Unitario		Horas Requeridas		Precio Total
		H/H Normal	H/H Extra	Normales	Extras	
Supervisor de Seguridad	2	12.00	0.00	60	0	1440.00
Supervisor Mecánico	3	12.00	0.00	60	0	2160.00
Mecánico 1	10	8.00	0.00	72	0	5760.00
Mecánico Soldador 1	6	8.00	0.00	60	0	2880.00
Mecánico Caldereros 1	2	8.00	0.00	24	0	384.00
Óp. Pintor	1	8.50	0.00	24	0	204.00
Conductor	1	6.00	0.00	36	0	216.00
Administrativo	2	6.50	0.00	0	0	0.00
Cantidad de Personal	27				Total	13044.00

Total, Obra Fabricación y Montaje, Mano de	13236.26
---	-----------------

2.- Uniforme E Implementos De Seguridad

Uniforme e Implemento de Seguridad	Total, Personas	Unidad	Días Trabajados	Vida Útil	Precio Unitario	Precio Total
Arnés Msa	8.00	unid	1.50	180.00	167.74	11.18
Barbiquejo	25.00	unid	1.50	30.00	1.05	1.31
Careta Esmerilar	6.00	unid	1.50	30.00	9.65	2.90
Careta Para Soldar	6.00	unid	1.50	30.00	10.48	3.14
Casco Msa	25.00	unid	1.50	120.00	15.94	4.98
Chalecos De Seguridad	25.00	unid	1.50	30.00	16.77	20.96
Chavo De Cuero	6.00	unid	1.50	90.00	11.32	1.13
Escarpín	6.00	pares	1.50	60.00	10.48	1.57
Filtro 2097	25.00	pares	1.50	15.00	13.84	34.60
Guantes Caña Larga	6.00	pares	1.50	7.00	10.48	13.47
Guantes Hyflex	19.00	pares	1.50	15.00	13.84	26.30

Hombreras	2.00	unid	1.50	60.00	10.48	0.52
Lentes Claros	25.00	unid	1.50	7.00	2.94	15.75
Lentes Goggles	25.00	unid	1.50	60.00	14.68	9.18
Lentes Oscuros	0.00	unid	1.50	15.00	3.56	0.00
Línea De Vida	6.00	unid	1.50	180.00	83.87	4.19
Línea De Vida Acerada	10.00	unid	1.50	180.00	121.61	10.13
Linternas Manuales	10.00	unid	1.50	30.00	39.84	19.92
Orejas	5.00	pares	1.50	120.00	15.94	1.00
Respirador 3M Siliconado	25.00	unid	1.50	120.00	26.42	8.26
Rodillera	6.00	pares	1.50	60.00	10.48	1.57
Tapón Auditivo	20.00	pares	1.50	7.00	0.42	1.80
Traje De Cuero	6.00	unid	1.50	90.00	104.84	10.48
Uniforme Drill Completo	25.00	unid	1.50	90.00	35.65	14.85
Zapato Seguridad	25.00	pares	1.50	120.00	39.84	12.45

Total, Uniforme e Implemento de Seguridad	231.66
--	---------------

3.- Equipos, Maquinarias Y Herramientas para Fabricación Y Montaje Módulos.

Equipos y/o Maquinaria (Ej.: Moto soldadora, Grupo. Electrónico, Etc.)

Descripción	Cantidad	Unidad	Días Requeridas	Precio Unitario	Precio Total
Taladro de Radial	1.0	Unid	4.00	12.00	48.00
Esmeril de Banco	1.0	Unid	1.00	2.78	2.78
Amoladoras	6.0	Unid	6.00	4.60	165.60
Equipo Oxicorte	2.0	Unid	4.00	29.00	232.00
Máquina de soldar	4.0	Unid	6.00	19.00	456.00
Compresor y Equipo de Pintura	1.0	Unid	2.00	10.00	20.00
Total, Equipos Y Maquinarias					924.38

Herramientas

Descripción	Cantidad	Unidad	Días de Utilización	Precio Unitario	Precio Total
Calibrador Mitutoyo 12" - 300Mm	2.0	Unid	6	0.12	1.44
Escuadra de Combinación	4.0	Unid	4	0.18	2.88
Brocas cilíndricas Cobaltadas 1/4"	3.0	Unid	2	0.06	0.36
Brocas cilíndricas Cobaltadas 3/8"	3.0	Unid	2	0.08	0.48
Brocas cilíndricas Cobaltadas 1/2"	3.0	Unid	2	0.10	0.60
Brocas cilíndricas Cobaltadas 9/16"	3.0	Unid	2	0.12	0.72
Brocas cilíndricas Cobaltadas 3/4"	3.0	Unid	2	0.16	0.96
Brocas cilíndricas Cobaltadas 7/8"	3.0	Unid	2	0.20	1.20
Alicate Corte 6"	1.0	Unid	6	0.54	3.24
Alicate Pelacables 8" Stanley	1.0	Unid	6	0.99	5.94
Alicate Presión 10" Stanley	1.0	Unid	6	0.50	3.00
Alicate Universal De 8" Stanley	1.0	Unid	6	0.60	3.60
Barreras Rígidas	6.0	Unid	2	0.21	2.52
Cono De Seguridad 28"	12.0	Unid	2	0.23	5.52
Desarmador Plano 6"	2.0	Unid	6	0.07	0.84
Desarmador Plano 1/4 X8"	2.0	Unid	6	0.08	0.96
Escalera 3 Pasos	2.0	Unid	2	0.97	3.88
Extensión Monofásica 20 M.	2.0	Unid	6	1.44	17.28
Extensión Trifásica 20 M.	4.0	Unid	6	2.35	56.40
Extintor PQS 9 Kg.	4.0	Unid	6	0.28	6.72
Grilletes De 3/4"	4.0	Unid	2	0.12	0.96
Grilletes De 1"	2.0	Unid	2	0.14	0.56
Llave Mixta 3/4 Stanley	2.0	Unid	4	0.08	0.64
Llave Mixta 13/16 Stanley	2.0	Unid	4	0.12	0.96
Llave Mixta 7/8 Stanley	2.0	Unid	4	0.12	0.96
Llave Mixta 15/16 Stanley	2.0	Unid	4	0.13	1.04
Llave Mixta 1" Stanley	2.0	Unid	4	0.14	1.12
Llave Mixta 1 1/16" Stanley	2.0	Unid	4	0.21	1.68
Llave Mixta 1 1/8" Stanley	2.0	Unid	4	0.21	1.68

Marcador Metálico	4.0	Unid	4	0.20	3.20
Martillo Mecánico	4.0	Unid	4	0.21	3.36
Nivel De Mano 24"	2.0	Unid	4	0.22	1.76
Soga Nylon 3/4" 20 M.	2.0	Unid	2	0.31	1.24
Wincha 5 Mt	4.0	Unid	4	0.17	2.72
Wincha 8 Mt	2.0	Unid	4	0.31	2.48
Total, Herramientas					134.26

Total, Equipo, Maquinaria y Herramientas	1058.64
---	----------------

4.- Materiales e Insumos para Fabricación

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Materiales				
Angulo 2" x 2" x 1/4" x 6.0m	6	Unidad	47.79	286.74
Angulo 4" x 4" x 1/4" x 6.0m	5	Unidad	98.70	493.50
tubo SCH 40 de 3"	30	Unidad	147.01	4410.30
tubo cuadrado de 3"x1/2mm	28	Unidad	137.66	3854.48
tubo cuadrado de 2"x3/16mm	21	Unidad	73.25	1538.25
plancha de 2.9 x 1200 x 2400	27	Unidad	94.28	2545.56
Grating	24	mt2	72.00	1728.00
mapresa de 1/2"x 1.2m x 2.4m	24	Unidad		0.00
perno de 7/8" x 2"	144	Unidad	3.20	460.80
perno de 3/4" x 2"	60	Unidad	2.96	177.60
perno de 9/16" x 2"	288	Unidad	2.14	616.32
pintura epóxido kit Gris	9	Galones	144.65	1301.85
Insumos				
Disco de corte 4. 1/2"	6	Unidad	1.14	6.84
Disco de corte 7"	10	Unidad	1.90	19.00
Disco desbastes de 4 1/2"	3	Unidad	3.05	9.15
Disco desbastes de 7"	2	Unidad	5.33	10.66
Disco plana trenzado de 4 1/2"	10	Unidad	5.71	57.10

disco plana trenzado de 7 1/2	0	Unidad	8.37	0.00
Soldadura E6011	30	Kg	6.00	180.00
LUNAS CLARAS Y OSCURAS	18	Unidad	6.00	108.00
recarga de oxígeno de 10 m3	1	Unidad	57.10	57.10
Soldadura supercito de 1/8"	60	Kg	6.09	365.40
tinta revelador fisuras	2	Unidad	57.10	114.20
Trapo industrial	10	Kg	3.04	30.40
un paquete de 50 lijar de agua n° 120	1	Unidad	22.84	22.84
Total, Insumos				18394.09
Total, Materiales e Insumos				18394.09

5.- Servicios Generales Reembolsables Suministro Y Montaje De Puntos Anclaje.

Alimentación

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Agua para consumo	25.0	Bot.	1.50	37.5
Desayuno	25.0	unid	4.00	100.0
Almuerzo	25.0	unid	4.00	100.0
Cena	25.0	unid	4.00	100.0
Break turno noche		unid	8.00	0.0
Total, Alimentación				337.5

Hospedaje

Descripción	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Alojamiento Staff Supervisor	5.0	habitación	15.00	75.0
Alojamiento personal obrero	20.0	habitación	12.00	240.0
Total, Hospedaje				315.0
Total, Servicios Generales				652.5

6.- Transporte

Transporte Interno/ Externo

Descripción	Cantidad	Tiempo de Utilización (Día/Hora)	Precio (Día/Hora)	Precio Total
Camioneta Cap. 04 personas	1	10	65.33	653.30
Mini-Van de 13 Pasajeros	1	10	120	1200.00
				0.00
Total, Transporte				1853.30

Equipos Móviles

Descripción	Cantidad	Tiempo De Utilización (Día/Hora)	Precio (Día/Hora)	Precio Total
Camión Grúa	1	2	300.00	600.00
				0.00
Total, Equipos Móviles				600.00

Total, Servicios de Transporte				2453.3
---------------------------------------	--	--	--	---------------

7.- Gastos Administrativos

Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Sctr	25.0	1.59	39.7
Mano De Obra Administrativo	3.0	15.0	45.0
Insumos Administrativos	2.0	30.00	60.0
Combustible	7.0	4.50	31.5
	0.0	0.00	0.0

Total, Diversos			176.15
------------------------	--	--	---------------

Conclusiones

- El diseño y la fabricación de los módulos anti tormenta cumplen con los estándares de seguridad y calidad requeridos por la operación minera LAS BAMBAS.
- Se realizó la comparación en cuanto a eficiencia de montaje y ensamblaje de la estación anti tormenta frente a la estructura armada de andamios, resultando conveniente el servicio de módulos con una ventaja de hasta en un 40% frente a los andamios ya que no se desarmen los módulos una vez armados solo se unen según necesidad.
- La efectividad del proyecto parte de una adecuada planificación y control en cada etapa del proyecto, siendo muy importante el criterio y la solidez de los conocimientos del profesional a cargo, para dar solución a los problemas que pudiesen presentarse durante el desarrollo del proyecto.
- La correcta aplicación de las normas y los controles de calidad, garantizan el desarrollo de los trabajos de diseño y fabricación, previniendo fallas durante en el desarrollo del proyecto elevando la confiabilidad en los resultados.
- La aplicación de paquetes informático proporcionó calidad y confiabilidad en el desarrollo del proyecto, ya los softwares nos permiten una modificación con precisión y rapidez en cuanto se necesite; También nos facilitan la elaboración de presupuestos y metrados entre otros.
- Los trabajos de reparación dentro de la estación anti tormenta, se realizan con mayor seguridad y confianza que es fundamental para que el trabajador pueda realizar su labor de manera más eficiente; También dentro de la estación se genera un microclima óptimo para realizar los empalmes vulcanizados, ya que permite tener una temperatura mayor al del exterior y es beneficioso tanto para el trabajador como para el servicio ya que en Apurímac por la altitud (3800 m.s.n.m.) el clima es muy frío.

- Se determino que las características conductivas del módulo anti tormenta sea el más adecuado para ser usado como refugio contra tormentas eléctricas, ya que tiene una resistencia muy baja al paso de la corriente electrostática con una resistencia equivalente muy baja ($R_{eq} = 4.06 \times 10^{-5} \Omega$).

- Se concluye que el trabajo será utilizado en una operación minera, la alternativa de un sistema de puesta a tierra simple, es lo más viable ya que en el método de caída de potencial el valor real obtenido de resistividad es de 11.02Ω , lo cual está dentro de la normativa vigente en la operación minera, ya que sus estándares consideran como máximo una resistividad de 25Ω .

Recomendaciones

- Se recomienda que, para la realización de cualquier fabricación estructural, se debe tener el diseño y la planificación terminados en su totalidad antes de ejecutar el proyecto estructural, a fin de realizar las correcciones con anticipación.

- Se recomienda que se haga el uso de normas establecidas con la mayor compatibilidad a nuestra normativa vigente, ya que se basan en el estudio de nuestra realidad geográfica obteniendo datos que se ajustan a un mejor diseño y desarrollo del proyecto de fabricación.

- Se recomienda realizar una inspección periódica trimestral, para la verificación de posibles puntos de corrosión, conectividad al sistema de cableado de puesta a tierra y operatividad de los módulos, y se encuentren en óptimas condiciones para su utilización, con la finalidad de corregir el daño y siempre este operativo donde lo requieran.

Bibliografía

Jack C. McCorman, Stephen F. Csernak (2015) *Diseño de Estructuras de Acero*. Grupo editor Alfaomega (Quinta edición).

Luis F. Zapata Baglieto (2004) *Diseño Estructural en Acero*. Universidad Nacional de Ingenierías (Segunda Edición).

Pérez Porto, J., & Gardey, A. (2008) *Definición Tormenta Eléctrica*.

<http://definicion.de/tormenta-electrica>.

Otero L. (s. f.) *Cuanta energía descarga un Rayo*.

<http://www.muyinteresante.es/curiosidades/preguntas-respuestas/cuanta-energia-descarga-un-rayo-991390901895>

Sears Zemansky (2009) *Física Universitaria con Física Moderna*. Pearson educación de México S.A. (Decimo Segunda Edición)

Conveyor Equipments Manufacturers Association (s. f.) *Belt Conveyor for Bulk Materials*. Flip HTML5 (Volumen 1)

Martin, T. B. & Serrano A. F. (s. f.) *Electrostática*. Universidad Politécnica De Madrid (UPM)

Manual de la Construcción en Acero-AISC (2010) *Structural Members, Specification and Codes. (volumen 1)*

IEEE Std. 81 (2012) *Guide for Measuring Earth Resistivity, Ground Impedance And Earth Surface Potentials of a Grounding System*. New york

NFPA Std. 780 (2004) *Estándar para la Instalación de sistema de Pararrayos*. Asociación Americana de protección contra incendios

Procobre (s, f.) *mallas de tierra*. Peru@copper.org

NTP 370.251 (2011) *Conductores Eléctricos*. Norma técnica peruana (Tercera Edición)

AWS D1.1/D1.1M (2008) *Estructural Welding code Steel*. American National Standards Institute (Vigésimo Primera Edición)

NTP E0.20 (2005) *Cargas*. Norma técnica peruana

NTP E0.30(2016) *Diseño Sismorresistente*. Norma técnica peruana

NTP E0.90 (2015) *Estructuras Metálicas*. Norma técnica peruana

NTP E0.120 (2017) *Seguridad Durante la Construcción*. Norma técnica peruana

D.S. N° 024-EM (2016) *Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería*

ANSI/ASME B30.5 (2014) *Grúas móviles y Locomotoras*. <http://cstools.asme.org>

ANSI/ASME B30.9 (2013) *Norma de Seguridad Para Instalación de Cables, Grúas, torres, Montacargas, Ganchos, Conexiones y eslingas*. <http://cstools.asme.org>

Anexos

Anexo A1: Curriculum Vitae



Edwin Javier Carpio Turpo

Bachiller en ingeniería mecánica

Hernán bedoya forga C15 - cerro colorado – Arequipa

Teléfono celular: 962856754
Natural de Arequipa, DNI 42056495
Licencia de conducir H42056495 A - I
Email: javier.carpio.t@gmail.com

Resumen

Bachiller en ingeniería mecánica, con experiencia en el mantenimiento de planta concentradora minera y maquinaria pesada del sector minero, construcción y agrícola, con conocimientos sólidos de las normas internacionales relacionadas con las especialidades antes mencionadas, inglés técnico, con dominio en AutoCAD, SolidWorks, SAP2000, office y otros.

Entre mis competencias destacan mi compromiso con el desarrollo permanente como líder dentro de mi rol como profesional, ser promotor del trabajo en equipo, impulsor de un clima laboral favorable para el desarrollo de las operaciones, adaptable rápidamente a los cambios en los procesos, proactivo, eficiente, visionario y enérgico

Formación Académica

Ingeniería Mecánica– Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa (2011–2016), Grado de Bachiller

Mecánica de Maquinaria Agrícola – Cetpro Don Bosco, majes (2001-2004), Técnico mecánico de maquinaria agrícola

Competencias: conocimientos en manufactura, mantenimiento, diseño, procesos y maquinaria

Experiencia Laboral

junio 2019 – enero 2020: ESTRUCTURAS METALICAS SIVANA S.A.C.

Descripción: Empresa de servicios de mantenimiento planta Concentradora de mineral en el sector minero y construcción. Realizando servicios de mantenimiento mecánico, diseño estructural metalmecánico, soldadura y otros

Cargo: Supervisor Ingeniero Mecánico

Responsable: Planificar, coordinar y gestionar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos en operación – proyecto, elaboración del planeamiento Estratégico, el plan operativo y el presupuesto anual, Mantener actualizada la literatura técnica del área, control documentario y ficha técnica de cada equipo, Mantener el stock crítico de proyecto a corto, mediano y largo plazo.

Funciones: Gestión de los servicios de mantenimiento de planta concentradora en las distintas áreas como: chancado primario (cambio de mantos y armado de main shaft, mantenimiento

a los alimentadores de placas apron feeder, mantenimiento de fajas transportadoras overland, mantenimiento a chutes de transferencia y otros.) - chancado de pebbles (cambio de revestimientos de head & bowl, montaje y desmontaje de head & bowl, reparación de chutes, mantenimiento al sistema hidráulico y otros) - molienda (mantenimiento de zarandas, mantenimiento de chutes, mantenimiento de alimentadores de placas, mantenimiento de fajas transportadoras y otros) Realizar propuestas de mejora en los servicios de mantenimiento y fabricación de misceláneos como la propuesta de mejora continua

Reporta: Gerente de Operaciones

Personal a cargo: 35 personas

Logros: Implementar una gestión de mantenimiento óptima de acuerdo a la normatividad establecida, con un servicio de calidad y eficiente, logrando mayor producción a menor costo

Setiembre 2017 - agosto 2018: FH INGENIEROS Y CONTRATISTAS GENERALES S. A. C.

Descripción: Empresa de servicios de mantenimiento planta industrial en el sector minero y construcción. Realizando servicios de mantenimiento mecánico, diseño estructural metalmecánico, soldadura y otros en planta concentradora de mineral.

Cargo: Supervisor de Campo

Responsable: Planificar, coordinar y ejecutar el mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos en operación – proyecto, Colaborar en la elaboración del planeamiento Estratégico, el plan operativo y el presupuesto anual, Mantener actualizada la literatura técnica del área, control documentario y ficha técnica de cada equipo, Mantener el stock crítico de proyecto a corto, mediano y largo plazo.

Funciones: Planificación, ejecución y control de los servicios de mantenimiento de planta concentradora en las distintas áreas como: - chancado primario (cambio de mantos y armado de main shaft, mantenimiento a los alimentadores de placas apron feeder, mantenimiento de fajas transportadoras overland, mantenimiento a chutes de transferencia y otros.) - chancado de pebbles (cambio de revestimientos de head & bowl, montaje y desmontaje de head & bowl, reparación de chutes, mantenimiento al sistema hidráulico y otros) - molienda (mantenimiento de zarandas, mantenimiento de chutes, mantenimiento de alimentadores de placas, mantenimiento de fajas transportadoras y otros)

Reporta: Ingeniero Residente

Personal a cargo: 45 personas

Logros: Implementar una gestión de mantenimiento optima de acuerdo a la normatividad establecida, con un servicio de calidad y eficiente, logrando mayor producción a menor costo

Enero 2019 - agosto 2019: WENSTHAY S.A.C.

Descripción: Empresa de servicios de mantenimiento planta Concentradora de mineral en el sector minero y construcción. Realizando servicios de mantenimiento mecánico, diseño estructural metalmecánico, soldadura, revestimientos y otros

Cargo: Ingeniero mecánico Supervisor

Responsable: Elaboración del planeamiento Estratégico, el plan operativo y el presupuesto anual, Mantener actualizada la literatura técnica del área, control documentario y ficha técnica de cada equipo, Mantener el stock crítico de proyecto a corto, mediano y largo plazo.

Funciones: Gestión de los servicios de mantenimiento de planta concentradora en las distintas áreas como: chancado primario (cambio de mantos y armado de main shaft, mantenimiento a los alimentadores de placas apron feeder, mantenimiento de fajas transportadoras overland, mantenimiento a chutes de transferencia y otros.) - chancado de pebbles (cambio de revestimientos de head & bowl, montaje y desmontaje de head & bowl, reparación de chutes, mantenimiento al sistema hidráulico y otros) - molienda (mantenimiento de zarandas, mantenimiento de chutes, mantenimiento de alimentadores de placas, mantenimiento de fajas transportadoras y otros) Realizar propuestas de mejora en los servicios de mantenimiento y fabricación de misceláneos como la propuesta de mejora continua

Reporta: Gerente de general

Personal a cargo: 35 personas

Logros: Implementar una gestión de mantenimiento optima de acuerdo a la normatividad establecida, con un servicio de calidad y eficiente, logrando mayor producción a menor costo

Diciembre 2015 - enero 2017: TRANS. LAURA MALAGA E.I.R.L.

Descripción: Empresa de servicios de mantenimiento industriales en el sector minero, construcción y agrícola. Realizando servicios de mantenimiento mecánico, diseño estructural metalmecánico, soldadura HDPE (termo fusión y electro fusión) y otros

Cargo: Residente Ingeniero Mecánico

Responsable: Planificar, coordinar y fiscalizar el mantenimiento preventivo y correctivo de todos los equipos en operación – proyecto, Colaborar en la elaboración del planeamiento Estratégico, el plan operativo y el presupuesto anual, Mantener

actualizada la literatura técnica del área, control documentario y ficha técnica de cada equipo, Mantener el stock crítico de proyecto a corto, mediano y largo plazo.

Funciones: Establecer e informar el plan a gerentes y/o administradores de proyecto, Controlar el cambio de componentes, Organizar turno / guardias de personal de mantenimiento en proyecto, Optimizar el uso de recursos.

Reporta: Gerente de ingeniería y mantenimiento

Personal a cargo: 15 personas

Logros: Implementar una gestión de mantenimiento optima de acuerdo a la normatividad establecida, con un servicio de calidad y eficiente, logrando menos paradas de máquinas, mayor producción a menor costo

Agosto 2008 - marzo 2010: DANPER TRUJILLO SAC

Descripción: Empresa Agroindustrial dedicada al cultivo, procesamiento y exportación de productos agrícolas

Cargo: Técnico mecánico de tractores agrícolas

Responsable: Realizar los mantenimientos programados a los tractores agrícolas de la zona, fundos Trujillo, realizar requerimientos de acorde al tipo de mantenimiento a realizar, realizar inspecciones periódicas aplicando las normas de certificación S.I.G.

Funciones: Brindar el servicio mecánico de mantenimiento y reparación de los tractores agrícolas, maquinas autopropulsadas e equipo hidráulico agrícola.

Reporta: jefe de mantenimiento

Personal a cargo: 3 personas

Logros: Realizar los mantenimientos en el momento programado, oportunamente reparando fallas y fugas, logrando menos paradas de máquinas, mayor producción y menor costo

Junio 2006 - Julio 2008: MACH MAQUINARIA AGRICOLA CHAVEZ

Descripción: Empresa industrial dedicada a la reparación de tractores agrícolas y fabricación de implementos de labranza primaria

Cargo: Técnico mecánico de tractores agrícolas

Responsable: Realizar los mantenimientos programados a los tractores agrícolas, realizar requerimientos de acorde al tipo de mantenimiento a realizar, realizar el montaje y ensamblaje de los implementos agrícolas

Funciones: Brindar el servicio mecánico de mantenimiento y reparación de los tractores agrícolas, maquinas autopropulsadas y equipo hidráulico agrícola, ensamblar y desensamblar los diferentes tipos de maquinaria pesada agrícola

Reporta: jefe de taller

Personal a cargo: 2 personas

Logros: Realizar las reparaciones en el momento programado, oportunamente solucionando fallas y fugas, logrando menos tiempo en el taller

Abril 2004 - mayo 2006: FACTORIA AGROINDUSTRIAL CRUZ

Descripción: Factoría, reparación y fabricación de maquinaria agrícola

Cargo: Técnico mecánico de maquinaria agrícola

Responsable: Realizar los mantenimientos y reparación a la maquinaria agrícola, realizar requerimientos de acorde al tipo de mantenimiento a realizar

Funciones: Brindar el servicio mecánico de mantenimiento y reparación de las maquinas autopropulsadas y equipo hidráulico agrícola.

Reporta: jefe de taller

Personal a cargo: 1 personas

Logros: Realizar los mantenimientos en el momento programado, oportunamente reparando fallas y fugas

Capacitación Complementaria

Curso “SAP 2000 APLICADO A INGENIERÍA MECANICA” Universidad Nacional de San Agustín: Realizado en Arequipa desde el 19 de mayo hasta el 23 de junio del 2012, con una duración de 35 horas académicas.

Curso “MATLAB – NIVEL BÁSICO” Universidad Nacional de San Agustín: Realizado en Arequipa desde el 19 de diciembre del 2011 hasta el 20 de enero del 2012, con una duración de 30 horas académicas

Curso “AutoCAD” Instituto Superior Hipólito Únanse: realizado en Arequipa desde el 13 de diciembre del 2011 hasta el 13 de enero del 2012

Curso de Especialización “LECTURA E INTERPRETACIÓN DE PLANOS HIDRÁULICOS DE EQUIPO PESADO” Universidad Nacional de Trujillo GICA INGENIEROS: Trujillo del 24 de abril al 24 de mayo del 2009, con una duración de 60 horas académicas.

Curso teórico práctico “MANEJO, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA PESADA” PEVA Ingenieros Asociados S.R.L.: Realizado en Arequipa del 10 de enero al 10 de marzo del 2004 con una duración de 60 horas.

Curso taller “TECNOLOGÍA OLEOHIDRAULICA APLICADA A MAQUINARIA AGRICOLA” FIXES ING.S.R.L.: Realizado en majes del 13 al 15 de noviembre del 2003 con una duración de 30 horas pedagógicas.

Seminario “CONOCIMIENTOS BÁSICOS DE LUBRICACIÓN” GÓNDOLA S.A.C: Realizado en majes el 24 de julio del 2002 con una duración de 8 horas académicas

Congreso internacional de ingeniería mecánica “SEMINARIO DE INGENIERÍA MECÁNICA Y RAMAS AFINES”: Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa del 21 al 26 de octubre del 2013, con una duración de 20 horas académicas.

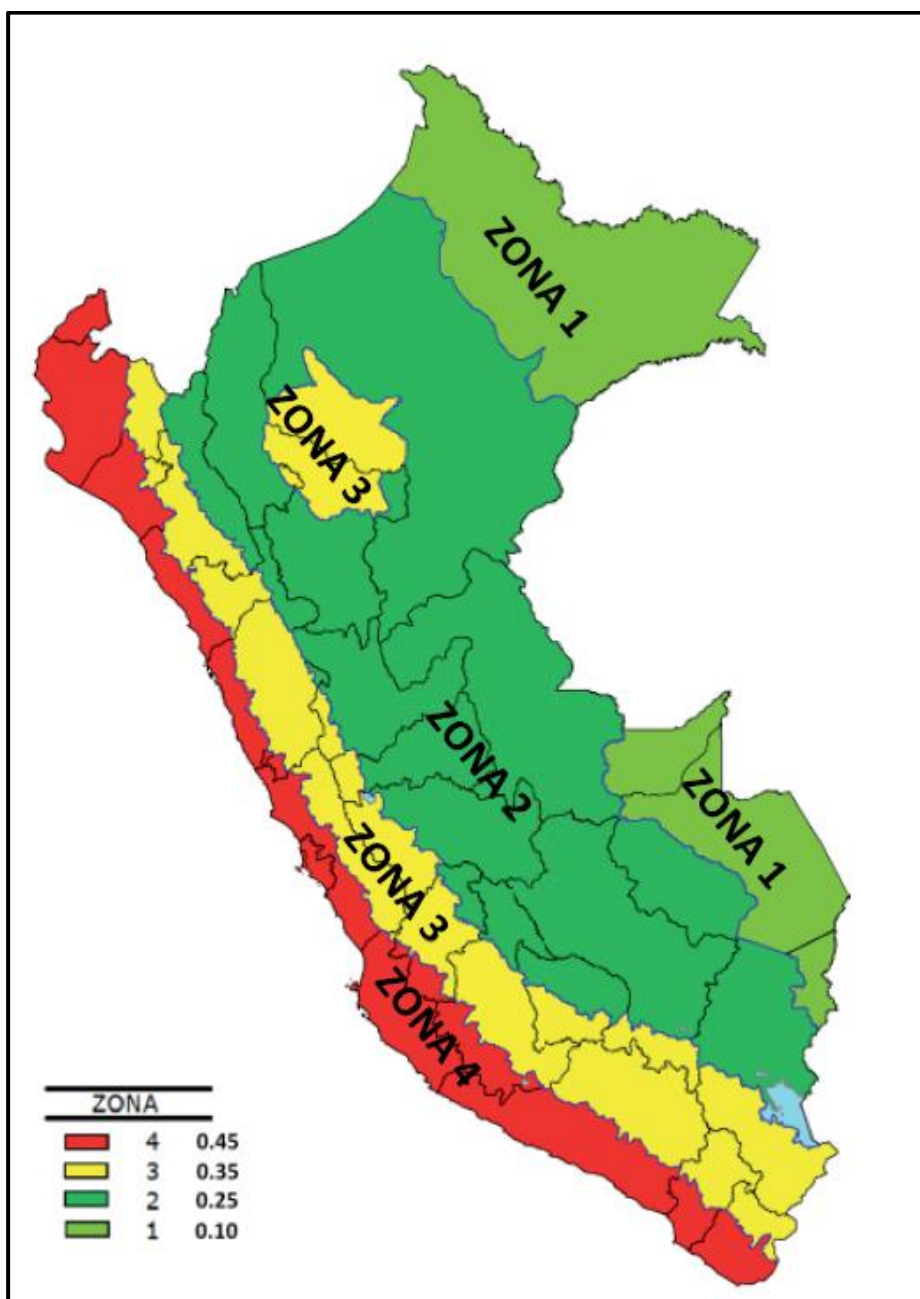
Anexo A2: Cargas Vivas Mínimas repartidas

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (kgf/m²)
Almacenaje	5,0 (500) Ver 6.4
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)
Bibliotecas	Ver 6.4
Salas de lectura	3,0 (300)
Salas de almacenaje con estantes fijos (no apilables)	7,5 (750)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Centros de Educación	
Aulas	2,5 (250)
Talleres	3,5 (350) Ver 6.4
Auditorios, gimnasios, etc.	De acuerdo a lugares de asambleas
Laboratorios	3,0 (300) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Garajes	
Para parqueo exclusivo de vehículos de pasajeros, con altura de entrada menor que 2,40 m	2,5 (250)
Para otros vehículos	Ver 9.3
Hospitales	
Salas de operación, laboratorios y zonas de servicio	3,0 (300)
Cuartos	2,0 (200)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Hoteles	
Cuartos	2,0 (200)

Salas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Almacenaje y servicios	5,0 (500)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Industria	Ver 6.4
Instituciones Penales	
Celdas y zona de habitación	2,0 (200)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Lugares de Asamblea	
Con asientos fijos	3,0 (300)
Con asientos móviles	4,0 (400)
Salones de baile, restaurantes, museos,	4,0 (400)
Graderías y tribunas	5,0 (500)
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Oficinas (*)	
Exceptuando salas de archivo y	2,5 (250)
Salas de archivo	5,0 (500)
Salas de computación	2,5 (250) Ver 6.4
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Teatros	
Vestidores	2,0 (200)
Cuarto de proyección	3,0 (300) Ver 6.4
Escenario	7,5 (750)
Zonas públicas	De acuerdo a lugares de asamblea
Tiendas	5,0 (500) Ver 6.4
Corredores y escaleras	5,0 (500)
Viviendas	2,0 (200)
Corredores y escaleras	2,0 (200)

Nota: Tabla N° 1 de NTP E020

Anexo A3: Zonas Sísmicas



Nota: Figura N° 1 de NTP E030

Anexo A4: Factores de Zona (Z)

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Nota: Tabla N° 1 de NTP E030

Anexo A5: Factor de Suelo (S)

ZONA \ SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Nota: Tabla N° 3 de NTP E030

Anexo A6: Periodos Tp y Tl

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T _l (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Nota: Tabla N° 4 de NTP E030

Anexo A7: Categoría de las Edificaciones y Factor U

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud .	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. 	1,5
	Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota: Tabla N° 5 de NTP E030

Anexo A8: Sistemas Estructurales

Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_o (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Nota: Tabla N° 7 de NTP E030

Anexo B1: Cotización Presentada a minera LAS BAMBAS



PRESUPUESTO



SERVICIO	FABRICACION E INSTALACION DE MODULOS ANTI TORMENTAS	COD. PRTO.	208275
PRESUPUESTO		N° DE COTIZACION	554
CLIENTE	MMG LAS BAMBAS	FECHA	07/01/2018
ATENCIÓN		COSTOS AL	
UBICACIÓN		ORDEN SAP	: 205736

ITEM.	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTO (\$)		
		Unid.	Cant.	Unitario	Parcial	Total
1.00	SERVICIO DE FABRICACION DE SISTEMA MODULAR CONTRA TORMENTAS ELECTRICAS					\$ 37,966.93
1.01	DESCRIPCION: - Fabricacion estructural - Acondicionamiento transporte, ensamble y montaje - Suministro de aparejos y accesorios					
	COSTO DIRECTO					\$ 36,202.60
	UTILIDADES			12%		\$ 1,764.33
	SUB-TOTAL					\$ 37,966.93

SON: **TREINTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS SESENTA Y SEIS CON 93/100 DOLARES AMERICANOS**

DESCRIPCIÓN DEL ALCANCE, EXCLUSIONES Y RESTRICCIONES

- No incluye I.G.V.
- Forma de pago: Credito a 14 días
- El cliente dara las facilidades para el transporte de materiales e insumos
- El cliente proporcionara el espacio para realizar las maniobras de ensamble y montaje
- Considerar la propuesta para 6 modulos anti tormenta
- La Propuesta es para condiciones normales de trabajo (no considera labores nocturnas).
- La propuesta es referencial, puede estar sujeta a modificación debido a vicios ocultos y/o cambios en la ingeniería del proyecto.
- Inicio de ejecución: según programación del proyecto

Anexo B2: Orden de compra

ORDEN DE COMPRA PE01 MMG Perú Las Bambas Mine

Orden de Compra: 4400224757

Fecha: 13.01.2018



Código de Proveedor: 208275

Datos: FH INGENIEROS Y CONTRATISTAS
GENERALES S. A. C.
CALLE 04, MZA B1, LOTE 13
NUEVAFUERABAMBA
COTABAMAS- CHALLHUAHUACHO-

ATT:

Contacto en Compras: José Murga

E: jose.murga@mmg.com

T: +511 4183798

F:

Incoterms: -

Términos de Pago: 30 Días Fecha de Vencimiento

Moneda: USD - dólar americano

Jurisdicción aplicable: Legislación Peruana Vigente

Dirección de Entregas: ALMACEN CENTRALLAS BAMBAS
CAMPAMENTO FERROBAMBA
CHALLHUAHUACHO-COTABAMBAS

Teléfono: +51913722233

Celular: +51941101920

Fax:

Email:

Observaciones:

Las facturas deben hacer referencia a una orden de compra válida y relevante. Dirección de Facturación:

Minera Las Bambas S.A.

AV. EL DERBY 055, TORRE 3 PISO 09, SANTIAGO DE SURCO,

LIMA Para consultas financiero-contables contactar:

apqueries@mmg.com

USUARIO: WILSON RIOS

No Item	Descripción	Cantidad	UM	Valor Unitario (Sin IGV)	Fecha de Entrega	Ind. Imp.	Valor Total (Sin IGV)
00010	Fabricación e instalación de módulos anti tormenta	6	UP	6.327,82	25.02.2018	C1	37.966,93
	Este ítem cubre los siguientes servicios:						
	10 fabricación e instalación de módulos anti tormenta	6	UP	6.327,82			
						Total:	37.966,93

MINERA LAS BAMBAS S.A.
RUC: 20538428524
Av. El Derby 055 Edificio Cronos
Torre 3, Piso 9
Santiago de Surco, Lima 33
Lima, Perú
T +511 418-4444
contacto@mmg.com
www.lasbambas.com

Este documento (incluidas las páginas siguientes) es confidencial, este puede ser leído, copiado y utilizado solamente para fines respectivos. Si Usted recibe este documento por error, por favor notifíquelo inmediatamente. No comparta su información a ninguna persona y destrúyalo. Muchas gracias.

Anexo B3: Acta de conformidad

FORM – Common

FORMULARIO ACTA DE RECEPCION DE SERVICIOS

MMG
WE MINE FOR PROGRESS

Datos del Servicio **COD. VENDOR** 208275

CONTRATISTA FH INGENIEROS Y CONTRATISTAS GENERALES SAC

DESCRIPCION DEL SERVICIO FABRICACION E INSTALACION DE MODULOS ANTI TORMENTAS

ORDEN SERVICIO 4400224757 **ITEM** 0010 **CONTRATO** 4600002297

Datos del Solicitante

GERENCIA MANTENIMIENTO DE PLANTA CONCENTRADORA

AREA CHANCADO Y FAJAS

Recepción

Periodo de Ejecución **INICIO** 13-01-2018 **FINAL** 24-02-2018

Monto Valorizado 44,800.98 **MONEDA** DOLARES AMERICANOS

Evaluación del Servicio

TRABAJOS PREVIOS	¿SE EJECUTO?	COMENTARIOS
A.- Reconocimiento de Zona de Trabajo (01 día previo a ejecución del Servicio)	OK	
B.-Traslado de Herramientas, Equipos, Materiales y Repuestos	OK	
EJECUCION DEL TRABAJO		
C.-Puntualidad (llegada al punto de trabajo)	Hora de llegada PROGRAMADA/ Hora de llegada REAL	
D.-Cumplimiento del Alcance de Servicio	OK	
E.-Comportamiento en seguridad y Medio Ambiente durante la ejecución del Servicio	OK	
TRABAJOS POST-PARADA		
G.-Limpieza en Zona de Trabajo (Max. 01 día después de Ejecución del Servicio)	OK	


Comentario u Observaciones

REPRESENTANTE CONTRATISTA	SUPERVISOR MANTENIMIENTO	SUPERINT.MANTENIMIENTO	PLANIFICADOR DE AREA
Firma:	Firma:	Firma:	Firma:
Nombre: Percy Soto	Nombre: Pedro Gonzalez	Nombre: Henry Bugallon	Nombre: Edward Merino
Fecha: 28/02/2018	Fecha: 16/04/18	Fecha:	Fecha: 17/03/18

Anexo B4: Valorización

FORM - ANEXO 3


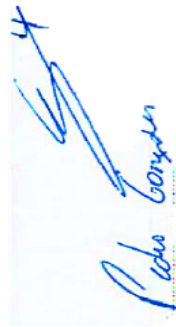
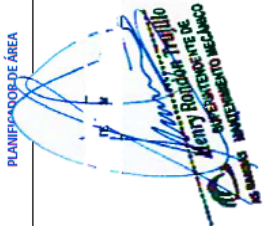

FORMATO DE VALORIZACIÓN / EDP



CLIENTE	MINERA LAS BAMBAS S.A.			EDP Nº	EDP-13558-2018		
CONTRATISTA	FH INGENIEROS Y CONTRATISTAS SAC			MONEDA	MONEDA		
DESCRIPCION DEL SERVICIO	FABRICACION E INSTALACION DE MODULOS ANTI TORMENTAS			FECHA DE ENTREGA A MMAG	Lunes, 26 de febrero de 2018		
ORDEN SERVICIO (PO)	4400224757	ITEM	0.10	COD. PROV Nº	208275		
PERIODO DEL SERVICIO	del 13/01/2018 al 24/02/2018						

Rev.01	Item	Descripción del Item de Pago (Partidas basadas en la cotización aprobada)	Und	Precio Unitario	Según el Contrato		Periodo Anterior		Periodo Actual		Totales Acumulados		Saldo	
					Cantidad	Monto	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto	Cantidad	Monto
	3000104-101	FABRICACION E INSTALACION DE MODULOS ANTI TORMENTAS	1	6327,82	6,00	37956,93	0,00	0,00	6,00	37956,93	0,00	0,00	0,00	-
	3000104-102		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
	3000104-103		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
	3000104-104		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
	3000104-105		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
	3000104-106		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
	3000104-107		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
	3000104-108		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
	3000104-109		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
	3000104-110		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
	3000104-111		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
						MONTO CONTRACTUAL	37956,93		SUB-TOTAL	37956,93		SUB-TOTAL	37956,93	0,00
						Total Neto	37.956,93	0,00		37.956,93			37.956,93	0,00
						Impuesto (IGV)	6834,05	0,00		6834,05			6834,05	0,00
						Total a Facturar	44.800,98	0,00		44.800,98			44.800,98	0,00

Total a Facturar: Cuarenta y cuatro mil ochocientos con 98/100 Dolares Americanos

REPRESENTANTE DE EMP. CONTRATISTA  Percy Sato Ticona	SUPERVISOR DE MANTENIMIENTO  Percy Conzales	PLANIFICADOR DE AREA  Percy Rodríguez	SUPERINTENDENTE DE MANTENIMIENTO  Edilberto Mesino
---	--	---	---

Anexo C1: Reporte Fotográfico

PREPARACION DE LAS PIEZAS



ARMADO DE LA ESTRUCTURA DE LAS PUERTAS



ARMADO DE LA ESTRUCTURA LATERAL



ARMADO DE LA ESTRUCTURA DEL TECHO



RECUBIMIENTO CON PLANCHAS



PRE ENSAMBADO EN TALLER



PRE ENSAMBLAJE DE UNA ESTACION



TRANSPORTE DE MODULOS



IZAJE DE MODULO



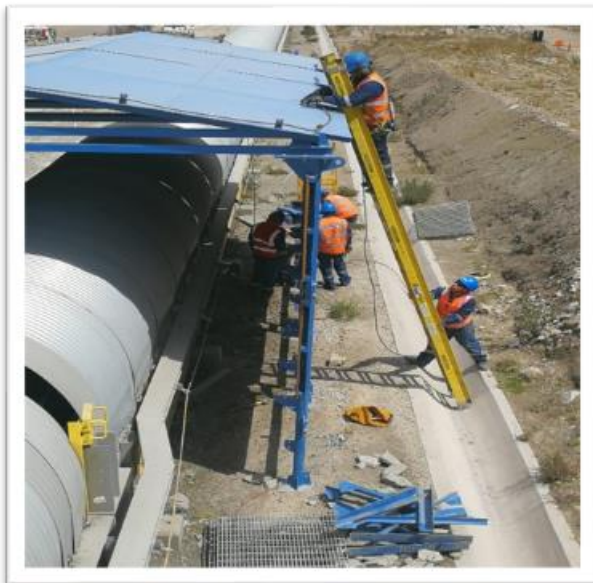
**UNION INFERIOR ENTRE
MODULOS**



**UNION SUPERIOR ENTRE
MODULOS**



**TENDIDO Y CONECCIONADO
DEL SISTEMA PUESTA A
TIERRA**



**ARMADO DE LA ESTRUCTURA
BASE PARA EL PISO**



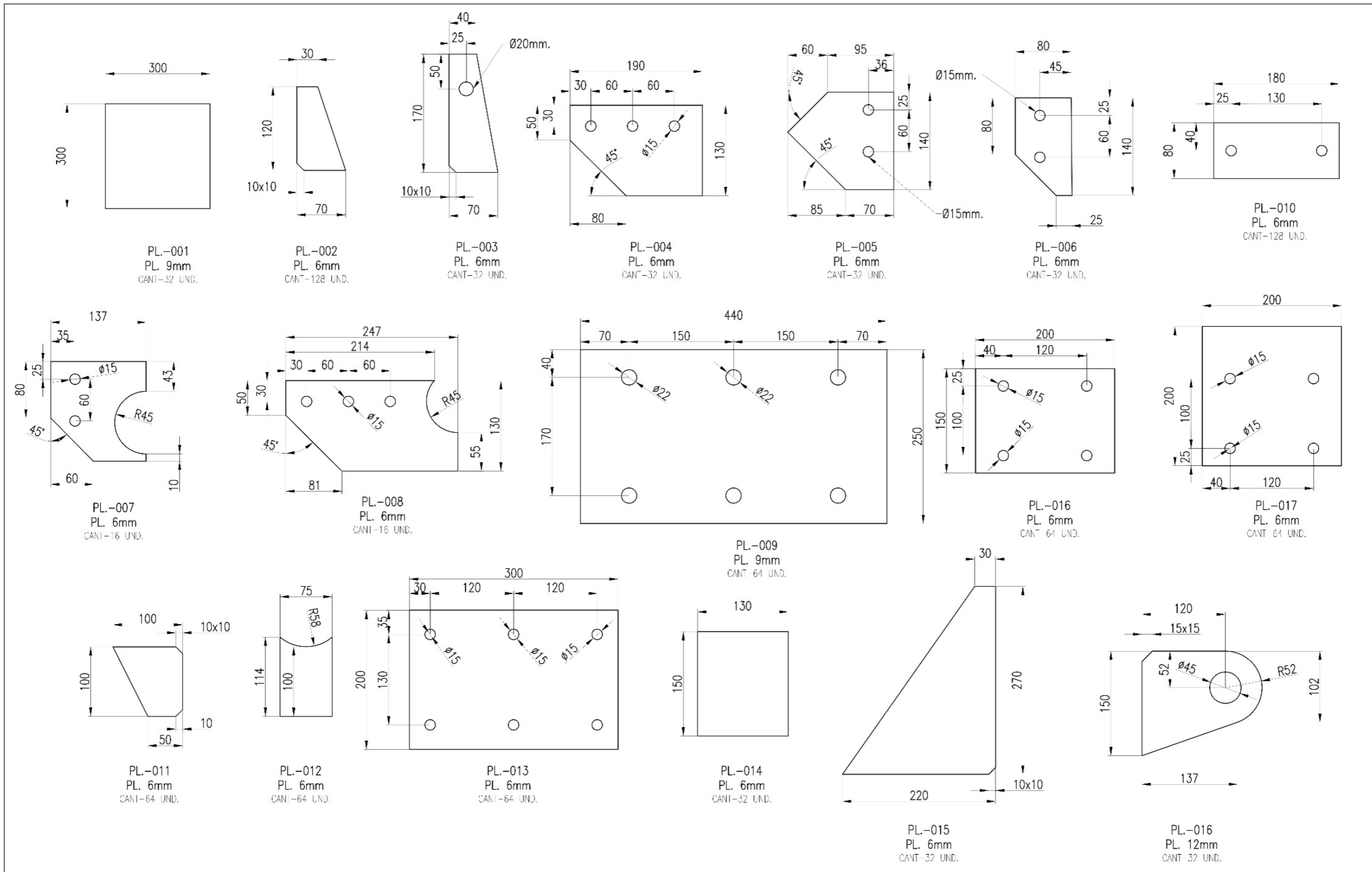
**ARMADO DE LA ESTRUCTURA
PARA EL PISO**



**ESTACION MODULAR ANTI
TORMENTA**

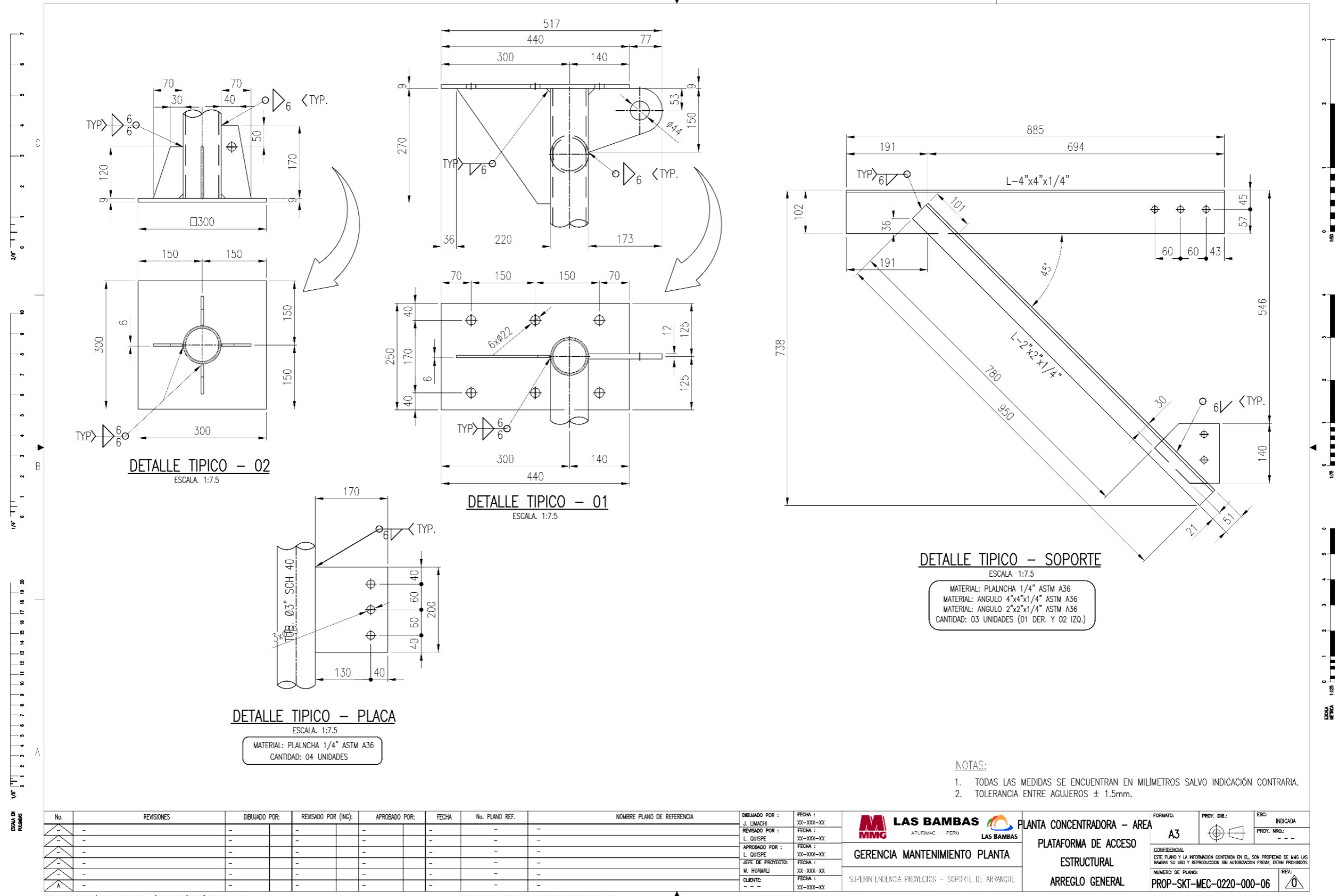


Anexo D1: Planos de corte de placas

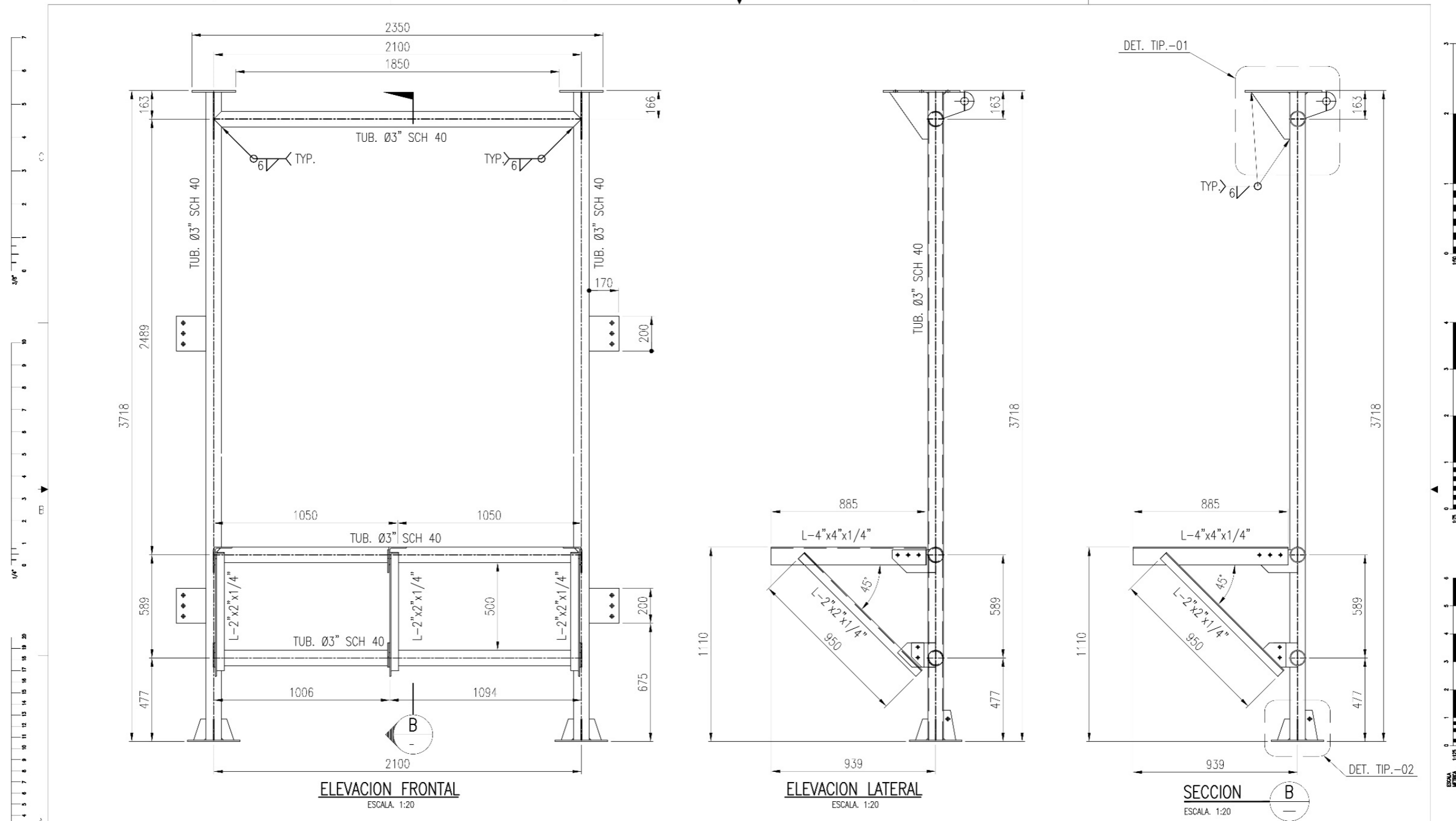


No.	REVISIONES	DEBLADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	ELABORADO POR:	FECHA:	LOGO	PROY. DE:	TIC:	
-	-	-	-	-	-	-	-	P. ROJAS	27-11-17		ARECA - 0220	INDICADA	
-	-	-	-	-	-	-	-	R. TICLLACURI	27-11-17		ESTRUCTRA PARA EMPALME CVB-003	PROY. NIVEL: ---	
-	-	-	-	-	-	-	-	APROBADO POR:	FECHA:	GERENCIA MANTENIMIENTO PLANTA SUPERINTENDENCIA PROYECTOS - SOPORTE DE ARRANQUE	CARTELAS	CONSEJERIA:	
B	EMITIDO PARA APROBACION DEL CLIENTE	P. ROJAS	-	-	-	-	-	Jefe de Proyecto:	FECHA:		M. HUANALI	DETALLE	CONSEJERIA:
A	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	P. ROJAS	-	-	-	-	-	CLIENTE:	FECHA:		-	DETALLE	CONSEJERIA:
											NUMERO DE PLANO:	MMP01-DET-MEC-0220-010	REVISOR:

Anexo D3: Planos de Plataforma de Acero tipo 2



Anexo D4: Planos de Estructura lateral tipo 1



NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILÍMETROS SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
2. TOLERANCIA ENTRE AGUEROS ± 1.5mm.

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	DIBUJADO POR:	FECHA:
-	-	-	-	-	-	-	-	J. LIMACHI	XX-XXX-XX
-	-	-	-	-	-	-	-	L. QUISPE	XX-XXX-XX
-	-	-	-	-	-	-	-	L. QUISPE	XX-XXX-XX
-	-	-	-	-	-	-	-	M. HUAMALI	XX-XXX-XX
-	-	-	-	-	-	-	-	-	XX-XXX-XX

M LAS BAMPAS
APURIMAC PERU
GERENCIA MANTENIMIENTO PLANTA
 SU-PLIN/INDINCA PROYECTOS - SOPORTE DE ARIYANGUE

PLANTA CONCENTRADORA - AREA
 PLATAFORMA DE ACCESO
 ESTRUCTURAL
 ARREGLO GENERAL

FORMATO: **A3**
 PROY. DIB.:
 ESC: INDICADA
 PROY. NRO.: -
 NUMERO DE PLANO: **PROP-SKT-MEC-0220-000-05**
 REV:

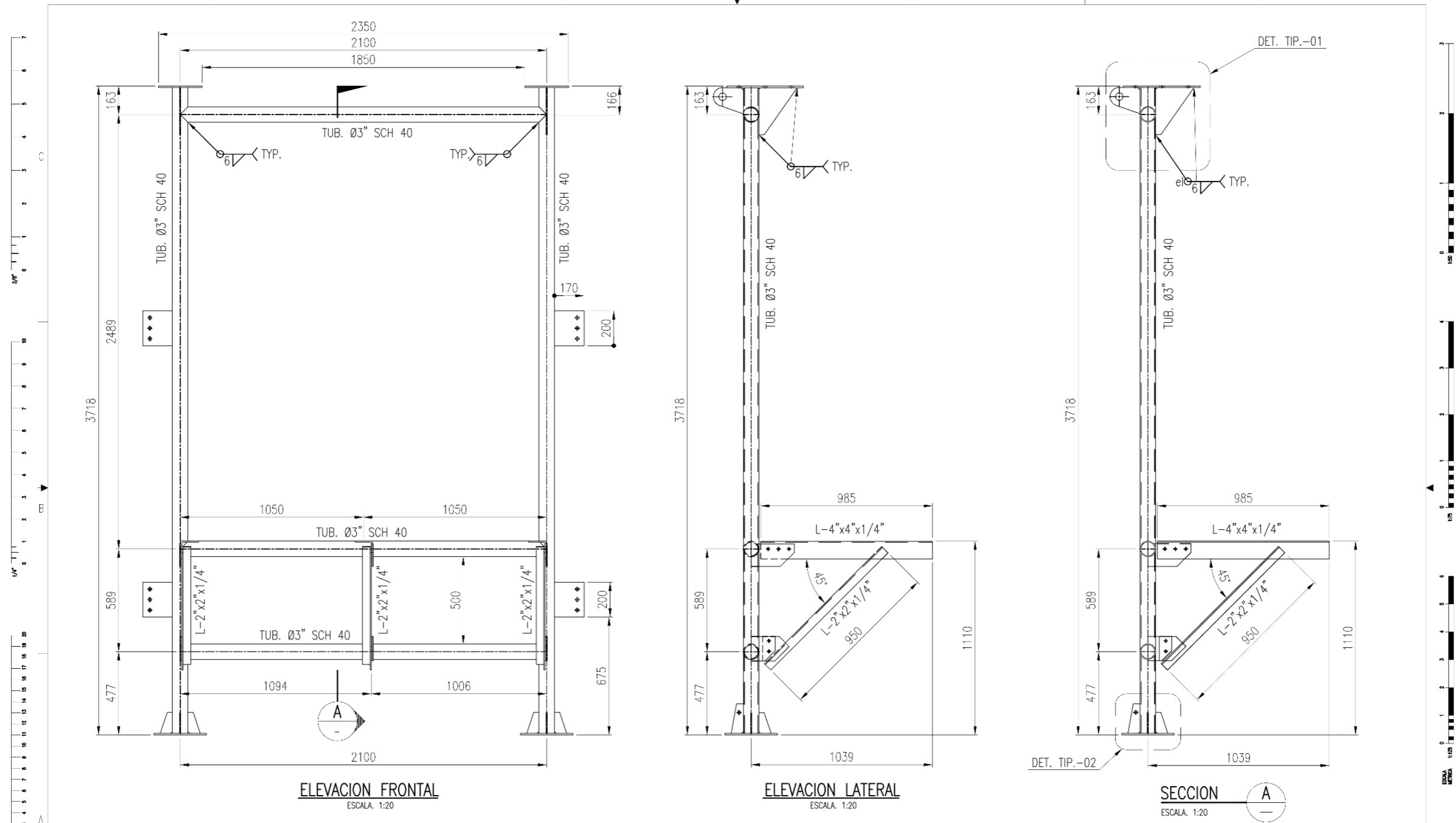
ESTE PLANO NO ES VÁLIDO A MENOS QUE LA ÚLTIMA REVISIÓN ESTÉ FIRMA A MANO

COMPARTAMOS LA SEGURIDAD: LA SEGURIDAD COMIENZA CONMIGO

FILE: MMC-FA3.ctb

d:\01 mimg-r\01 proyectos\01-102017-faraday\planos\prop-skt-mec-0220-000.dwg

Anexo D5: Planos de Estructura lateral tipo 2



- NOTAS:
1. TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILÍMETROS SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
 2. TOLERANCIA ENTRE AGUJEROS ± 1.5mm.

No.	REVISIONES	DEBILADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	DEBILADO POR:	FECHA:	FORMATO:	PROY. DIB.:	ESC. INDICADA
-	-	-	-	-	-	-	-	J. UMACHI	XX-XXX-XX	A3		INDICADA
-	-	-	-	-	-	-	-	L. QUISEP	XX-XXX-XX			PROY. NRO.:
-	-	-	-	-	-	-	-	APROBADO POR:	XX-XXX-XX			
-	-	-	-	-	-	-	-	L. QUISEP	XX-XXX-XX			
-	-	-	-	-	-	-	-	JEFE DE PROYECTO:	XX-XXX-XX			
-	-	-	-	-	-	-	-	M. HUAMALI	XX-XXX-XX			
-	-	-	-	-	-	-	-	CLIENTE:	XX-XXX-XX			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	XX-XXX-XX			

ESTE PLANO NO ES VÁLIDO A MENOS QUE LA ÚLTIMA REVISIÓN ESTÉ FIRMADA A MANO

COMPARTAMOS LA SEGURIDAD: LA SEGURIDAD COMIENZA CONMIGO

FILE : MMG-FA3.ctb

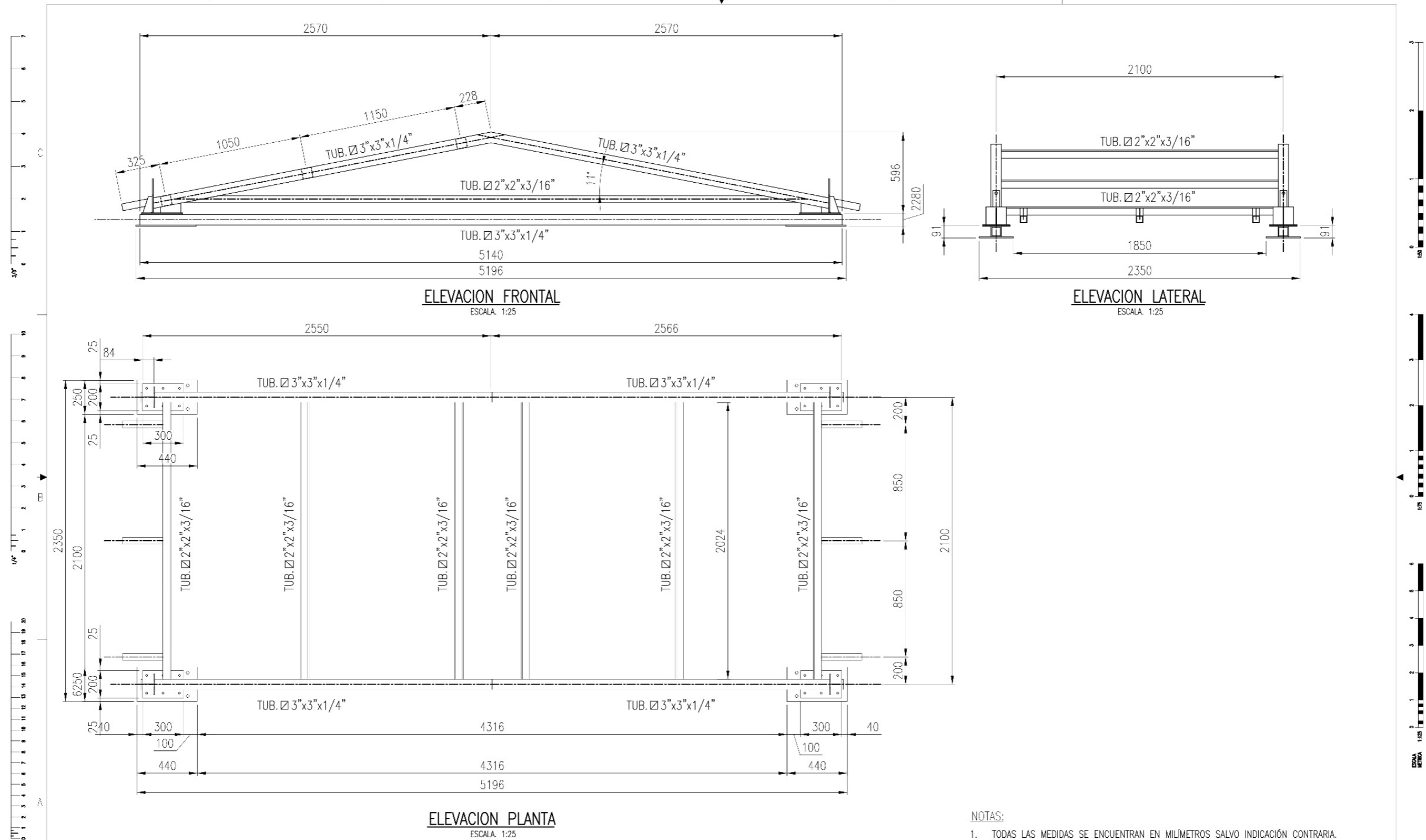
d:\01 mmg-fn\01 proyectos\01-102017-[faraday\planos\prop-skl-mec-0220-000.dwg

MING LAS BAMBAS
 APLICACION PERU LAS BAMBAS
GERENCIA MANTENIMIENTO PLANTA
 SUPERINTENDENCIA PROYECTOS - SOPORTE DE ARRANQUE

PLANTA CONCENTRADORA - AREA
PLATAFORMA DE ACCESO
ESTRUCTURAL
ARREGLO GENERAL

PROY. NRO.:
 REVISIONES:
 PROP-SKT-MEC-0220-000-03

Anexo D6: Planos de estructura de techo



NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILIMETROS SALVO INDICACION CONTRARIA.
2. TOLERANCIA ENTRE AGUJEROS ± 1.5mm.

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-

ESTE PLANO NO ES VÁLIDO A MENOS QUE LA ÚLTIMA REVISIÓN ESTÉ FIRMADA A MANO

COMPARTAMOS LA SEGURIDAD: LA SEGURIDAD COMIENZA CONMIGO

FILE : MMG-FA3.ctb

d:\01 mmg-rh\01 proyectos\01-102017-j\forodaj\planos\prop-skt-mec-0220-000.dwg

LAS BAMBAS
APURIMAC - PERÚ

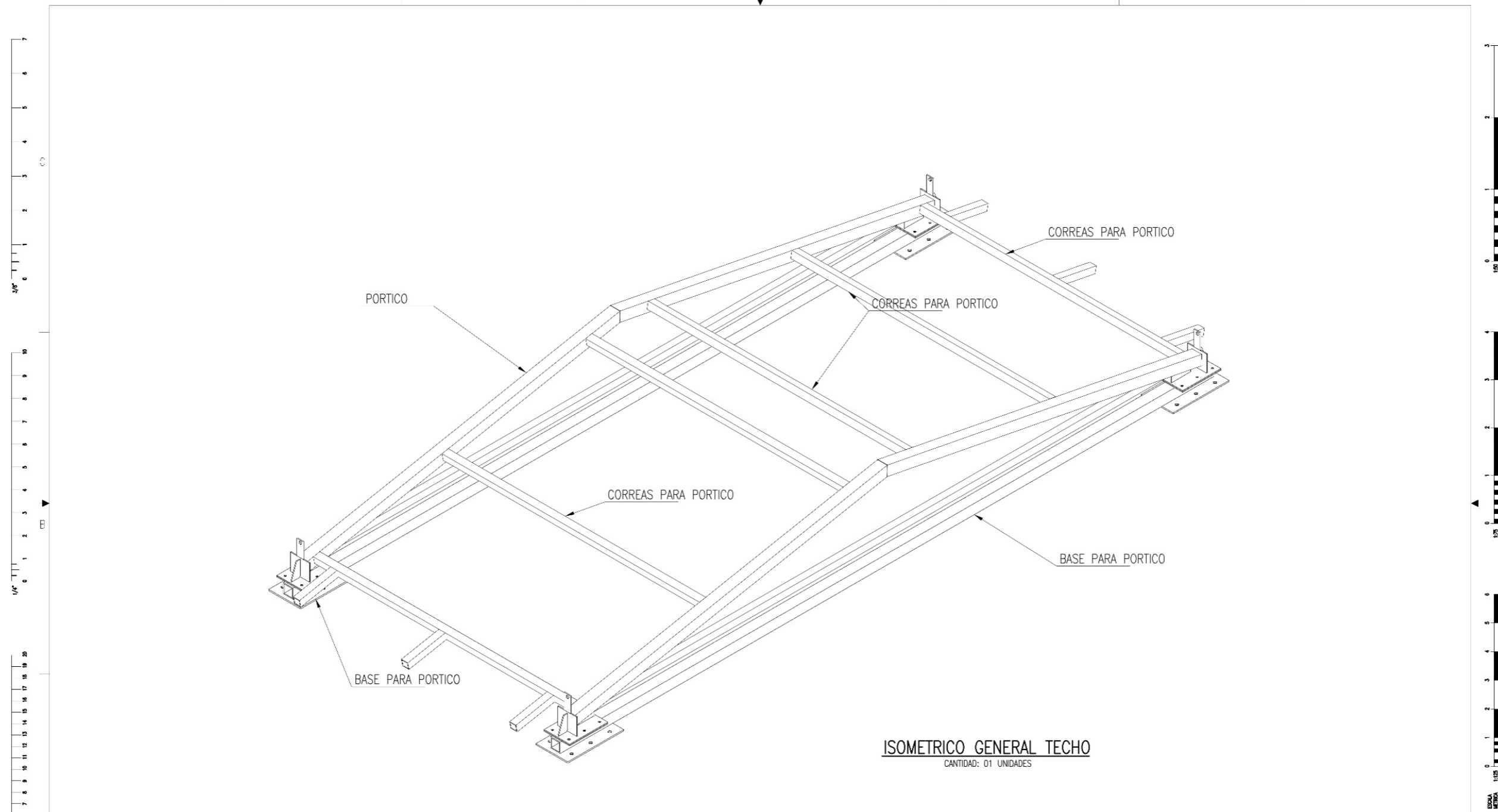
GERENCIA MANTENIMIENTO PLANTA

SUPLENTE INGENIERIA PROYECTOS - SOPORTE D. AR-RANQUEL

PLANTA CONCENTRADORA - AREA
PLATAFORMA DE ACCESO
ESTRUCTURAL
ARREGLO GENERAL

FORMATO: A3
PROY. NRO.:
ESCALA: INDICADA
CONFIDENCIAL
ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL, SON PROPIEDAD DE MMG LAS BAMBAS SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.
NUMERO DE PLANO: PROP-SKT-MEC-0220-000-02
REV.:

Anexo D7: Plano de techo en vista isométrica



ISOMETRICO GENERAL TECHO
CANTIDAD: 01 UNIDADES

NOTAS:

1. TODAS LAS MEDIDAS SE ENCUENTRAN EN MILÍMETROS SALVO INDICACIÓN CONTRARIA.
2. TOLERANCIA ENTRE AGUJEROS $\pm 1.5\text{mm}$.

No.	REVISIONES	DEBILADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	DEBILADO POR :	FECHA :	FORMATO:	PROY. DIB.:	ESC:
-	-	-	-	-	-	-	-	J. LIMACHI	XX-XXX-XX	A3		INDICADA
-	-	-	-	-	-	-	-	L. QUISPE	XX-XXX-XX	PROY. NRO.:	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	L. QUISPE	XX-XXX-XX	CONFIDENCIAL		
-	-	-	-	-	-	-	-	L. QUISPE	XX-XXX-XX	ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL, SON PROPIEDAD DE LAS BOMBAS SAU ISO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVA, ESTAN PROHIBIDOS.		
-	-	-	-	-	-	-	-	M. HUAMALI	XX-XXX-XX	NUMERO DE PLANO:	PROP-SKT-MEC-0220-000-01	REV:
-	-	-	-	-	-	-	-	CLIENTE:	XX-XXX-XX	SUPERINTENDENCIA PROYECTOS - SOPORTE DE ARRANQUE		

ESTE PLANO NO ES VÁLIDO A MENOS QUE LA ÚLTIMA REVISIÓN ESTÉ FIRMADA A MANO

COMPARTAMOS LA SEGURIDAD: LA SEGURIDAD COMIENZA CONMIGO

FILE : MMG-FA3.ctb

d:\01 mmg-rh\01 proyectos\01-102017-jfaraday\plano\prop-skt-mec-0220-000.dwg

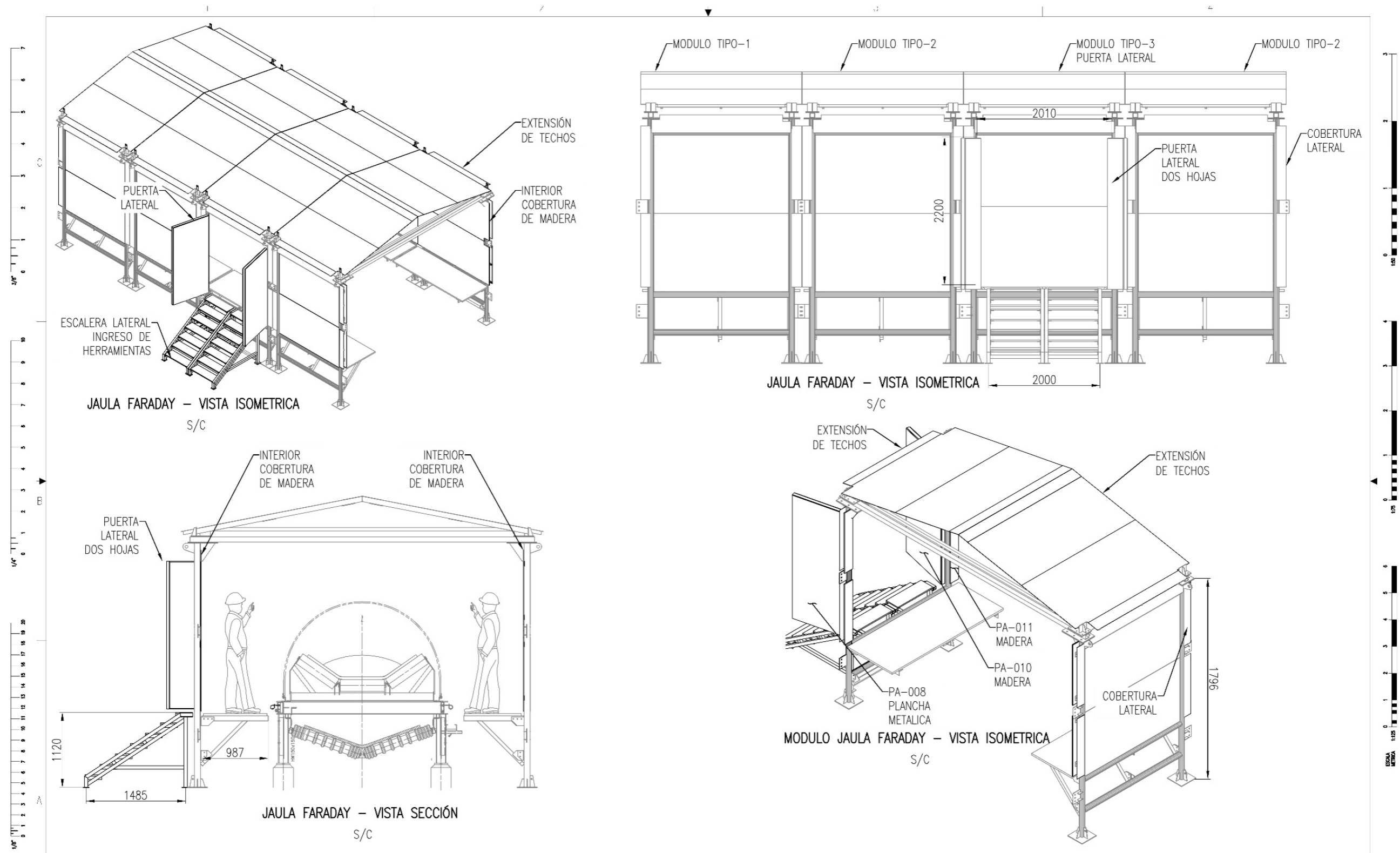


GERENCIA MANTENIMIENTO PLANTA

SUPERINTENDENCIA PROYECTOS - SOPORTE DE ARRANQUE

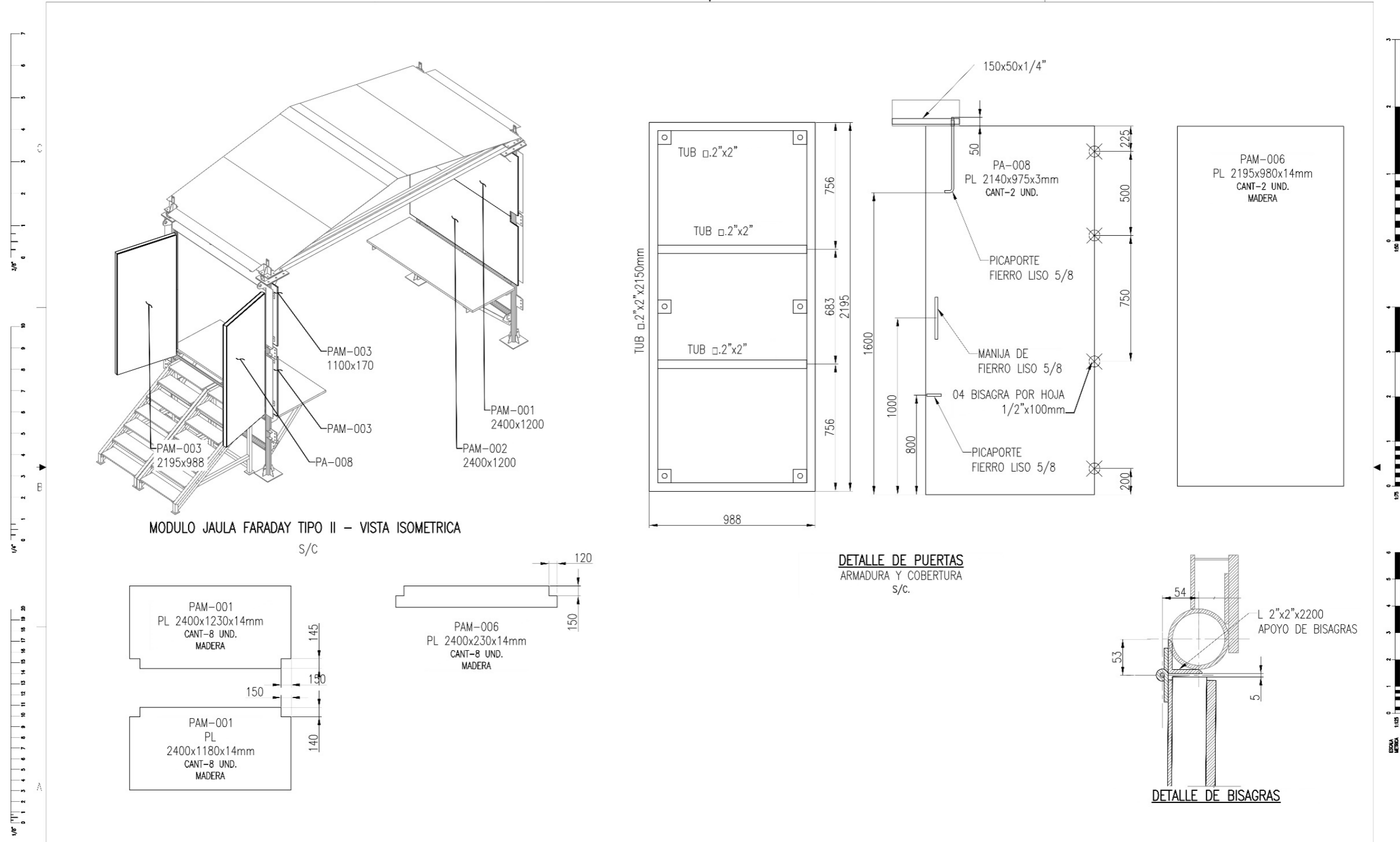
PLANTA CONCENTRADORA - AREA
PLATAFORMA DE ACCESO
ESTRUCTURAL
ARREGLO GENERAL

Anexo D8: Plano de montaje y ensamblaje



No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	DIBUJADO POR:	FECHA:	LOGO	AREA - 0220	FORMATO:	PROY. DIB.:	ESQ. INDICADA			
-	-	P. ROJAS	-	-	-	-	-	P. ROJAS	08-01-18	MMG LAS BAMBAS	JAUHAS DE FARADAY	A3	[Symbol]	INDICADA			
-	-	J. BUSCH	-	-	-	-	-	J. BUSCH	08-01-18	MMG LAS BAMBAS	ADICIONAR PUERTA Y COBERTURA			PROY. NRO.:			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	GERENCIA MANTENIMIENTO PLANTA	INTERIOR DE MADERA			---			
B	EMITIDO PARA APROBACION	P. ROJAS	-	-	-	-	-	M. HUAMALI	-	SUPERINTENDENCIA PROYECTOS - SOPORTE DE ARRANQUE							
A	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	P. ROJAS	-	-	-	-	-	-	-								
ESTE PLANO NO ES VÁLIDO A MENOS QUE LA ÚLTIMA REVISIÓN ESTÉ FIRMADA A MANO												COMPARTAMOS LA SEGURIDAD: LA SEGURIDAD COMIENZA CONMIGO		FILE: MMG-FA3.ctb		d:\01 mmg-r\01 proyectos\01-102017-faraday\planos\prog-skt-mec-0220-016.dwg	

Anexo D9: Plano de revestimiento



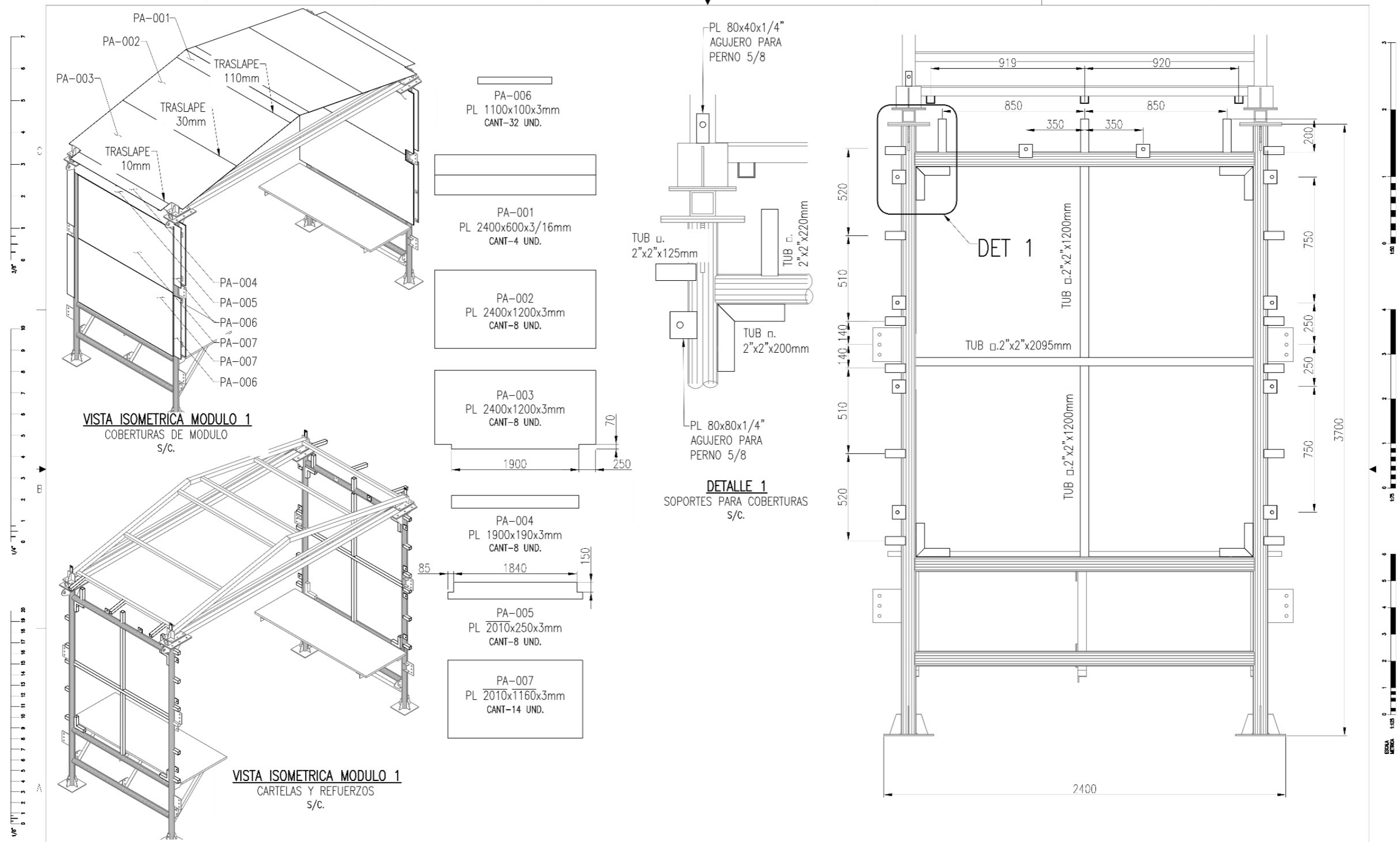
ESCALA DE PLANEOS
 1/4" = 1'-0"
 1/8" = 1'-0"
 1/16" = 1'-0"

ESCALA
 1:100
 1:200
 1:500
 1:1000

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	DIBUJADO POR:	FECHA:		AREA - 0220 JAULAS DE FARADAY ADICIONAR PUERTA Y COBERTURA INTERIOR DE MADERA	FORMATO:	PROY. DIB-1	ESC:	INDICADA
-	-	-	-	-	-	-	-	P. ROJAS	08-01-18			GERENCIA MANTENIMIENTO PLANTA	A3		---
-	-	-	-	-	-	-	-	J. BUSCH	08-01-18	SUPERINTENDENCIA PROYECTOS - SOPORTE DE ARMAZQUE	PROP-SKT-MEC-0220-018	---	---		
-	-	-	-	-	-	-	-	J. BUSCH	---						
B	EMITIDO PARA APROBACION	P. ROJAS	-	-	-	-	-	M. HUMALAJ	---						
A	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	P. ROJAS	-	-	-	-	-	---	---						

ESTE PLANO NO ES VALIDO A MENOS QUE LA ULTIMA REVISION ESTE FIRMADA A MANO
 COMPARTAMOS LA SEGURIDAD: LA SEGURIDAD COMIENZA CONMIGO
 FILE : MWG-FA3.ctb
 d:\01 mmg-fh\01 proyectos\01-102017-faraday\planos\prop-skt-mec-0220-016.dwg

Anexo D10: Plano de bases para revestimiento



No.	REVISIONES	DELLADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	DELLADO POR:	FECHA:
-	-	-	-	-	-	-	-	P. ROJAS	08-01-18
-	-	-	-	-	-	-	-	J. BUSCH	08-01-18
-	-	-	-	-	-	-	-	J. BUSCH	-
B	EMITIDO PARA APROBACION	P. ROJAS	-	-	-	-	-	M. HUAMALI	-
A	EMITIDO PARA COORDINACION INTERNA	P. ROJAS	-	-	-	-	-	-	-

M LAS BAMBAS	AREA - 0220	FORMATO: A3	PROY. DIB.:	ESQ. INDICADA
GERENCIA MANTENIMIENTO PLANTA	JAUHAS DE FARADAY	ESTE PLANO Y LA INFORMACION CONTENIDA EN EL, SON PROPIEDAD DE MMG LAS BAMBAS SU USO Y REPRODUCCION SIN AUTORIZACION PREVIA, ESTAN PROHIBIDOS.		
ADICIONAR PUERTA Y COBERTURA		NUMERO DE PLANO: PROP-SKT-MEC-0220-017	REV:	
INTERIOR DE MADERA				

ESTE PLANO NO ES VALIDO A MENOS QUE LA ULTIMA REVISION ESTE FIRMADA A MANO

COMPARTAMOS LA SEGURIDAD: LA SEGURIDAD COMIENZA CONMIGO

FILE: MMG-FA3.ctb

d:\01 mmg-r\01 proyectos\01-102017-faraday\plano\prop-skt-mec-0220-016.dwg