

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica**



**Propuesta de diseño e implementación de un sistema mecánico para reducir el  
costo de mantenimiento en el cambio de cadenas del apron feeder en una  
planta concentradora de cobre en el sur del Perú**

Tesis presentada por el Bachiller:

**Huanca Choque, Eduardo Rafael**

**ORCID: 0009-0005-7841-7062**

para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico

Asesor (a):

**Dr. Valencia Salas, Mario José**

**ORCID: 0009-0009-3797-0020**

Arequipa - Perú

2024

UCSM-ERP

# UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA MECANICA

TITULACIÓN CON TESIS

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 27 de Mayo del 2024

**Dictamen: 009107-C-EPIMMEM-2024**

Visto el borrador del expediente 009107, presentado por:

**2017244911 - HUANCA CHOQUE EDUARDO RAFAEL**

Titulado:

**PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO PARA REDUCIR EL COSTO DE MANTENIMIENTO EN EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER EN UNA PLANTA CONCENTRADORA DE COBRE EN EL SUR DEL PERÚ**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

**INGENIERO MECANICO**

**29361846 - CHIRE RAMIREZ EMILIO  
DICTAMINADOR**



**29685318 - CASTRO VALDIVIA JORGE LUIS  
DICTAMINADOR**



**46292714 - SILES NATES FERNANDO DAVID  
DICTAMINADOR**



# Propuesta de diseño e implementación de un sistema mecánico para reducir el costo de mantenimiento en el cambio de cadenas del apron feeder en una planta concentradora de cobre en el sur del Perú

## INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

15%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://ria.utn.edu.ar">ria.utn.edu.ar</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="http://docobook.com">docobook.com</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="http://doczz.com.br">doczz.com.br</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://www.minem.gob.pe">www.minem.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://pdfcookie.com">pdfcookie.com</a> Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Unviersidad de Granada Trabajo del estudiante	<1%
7	<a href="http://fdocumentos.com">fdocumentos.com</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%

### *Dedicatoria*

Dedico la presente tesis a mis padres, Roberto y Mónica, quienes me apoyaron incondicionalmente a desarrollarme como profesional y como persona, para poder cumplir mis metas y objetivos además de ser un ejemplo de dedicación, esfuerzo, superación y disciplina.

A mis hermanos, Leonardo, Pamela y Daniela quienes fueron mi motivación para mejorar día a día y esforzarme para cumplir con mis metas.

A mis abuelos Juliana, Prudencio y mi Madrina Teresa Torres quienes me apoyaron en todo momento y me dieron la mayor lección de vida, el valorar el arduo trabajo y disfrutar de los frutos que conllevan.

*Eduardo Rafael Huanca Choque*

### *Agradecimientos*

Mi más sincero agradecimiento a mis docentes del Programa Profesional de Ingeniería Mecánica, quienes me impartieron sus valiosos conocimientos y ser un ejemplo profesional a lo largo de mi formación universitaria, agradecer a los gerentes de las empresas donde he laborado que me impulsaron a superarme día a día y darme la confianza en el camino profesional Y sobre todo agradecer a Dios que me ha dado la vida y el soporte para poder superar las adversidades que se presentaron y ser una guía espiritual para ser mejor hijo, hermano, amigo y persona.

*Eduardo Rafael Huanca Choque*



## Resumen

Actualmente el Perú tiene un crecimiento económico relevante y una de las razones es el crecimiento del sector minero por lo que no solo necesita de profesionales capacitados sino también de la maquinaria disponible; es por ello que una de las etapas para la obtención de materia prima están presente el chancado primario, en esta etapa está el elemento por el cual se hace el trabajo de investigación cuyo meollo se centra en el mantenimiento overhaul que ocurre en un promedio de cada 2 años haciendo énfasis a una de las tareas repetitivas que demandan una cantidad de tiempo considerable (28% del tiempo de mantenimiento) , tarea a realizar cambio es de las cadenas y las 119 bandejas del Apron Feeder; por lo que se hace la propuesta de implementación de un sistema mecánico; diseñado bajo las normativas y estándares ; además de ser fundamentado por los conocimientos teóricos y prácticos ; cuya finalidad es reducir los tiempos de manteniendo por lo menos en un 30%, lo que al final se resumirá en un impacto económico positivo.

El trabajo de investigación se regirá en seis capítulos distribuidos de la siguiente manera: Capítulo I , donde hace mención a los objetivos , justificación , hipótesis , identificación de variables y limitaciones ; Capítulo II, donde se sumerge en toda la data teórica para entender el fundamento de funcionamiento y solucionar las posibles restricciones ; Capítulo III , consta de la identificación de parámetros para la realización del plan de mantenimiento actual ; Capítulo IV , consta de las posibles soluciones en base a la aplicación de la ingeniería ; Capítulo V , se hace mención al análisis económico en función de costo-beneficio con la implementación del sistema.

**Palabras Clave:** Apron Feeder, Sector minero, Mantenimiento Overhaul, Disponibilidad, Mantenibilidad, Diseño, Sistema mecánico.

## Abstract

Currently, Peru has relevant economic growth and one of the reasons is the growth of the mining sector, which not only needs trained professionals but also the available machinery; That is why one of the stages for obtaining raw material is primary crushing, in this stage is the element by which the research work is carried out, the core of which focuses on the overhaul maintenance that occurs on an average of each 2 years emphasizing one of the repetitive tasks that demand a considerable amount of time (28% of maintenance time), the task to be changed is the chains and the 119 trays of the Apron Feeder; Therefore, the proposed implementation of a mechanical system is made; designed under regulations and standards; in addition to being based on theoretical and practical knowledge; whose purpose is to reduce maintenance times by at least 30%, which in the end will be summarized in a positive economic impact.

The research work will be governed by six chapters distributed as follows: Chapter I, which mentions the objectives, justification, hypotheses, identification of variables and limitations; Chapter II, where it is immersed in all the theoretical data to understand the basis of operation and solve possible restrictions; Chapter III, consists of the identification of parameters for carrying out the current maintenance plan; Chapter IV, consists of possible solutions based on the application of engineering; Chapter V, mention is made of the economic analysis based on cost-benefit with the implementation of the system.

**Keywords:** Apron Feeder, Mining Sector, Overhaul Maintenance, Availability, Maintainability, Design, Mechanical System

## Índice General

**Dedicatoria**

**Agradecimiento**

**Resumen**

**Abstract**

<b>Introducción .....</b>	<b>1</b>
<b>1. Capítulo I Planteamiento Teórico de la Investigación .....</b>	<b>2</b>
1.1.Problema de Investigación.....	2
1.1.1.Descripción del problema .....	2
1.1.1.1.Enunciado del problema .....	3
1.1.1.2.Formulación del problema .....	3
1.1.1.2.1.Interrogante General .....	3
1.1.1.2.2.Interrogantes específicas .....	3
1.1.2.Área de Conocimiento .....	4
1.1.3.Tipo de Problema de Investigación.....	4
1.1.3.1.Investigación Descriptiva.....	4
1.1.3.2.Investigación Tecnológica .....	4
1.1.4.Justificación .....	4
1.1.4.1.Justificación Económica .....	4
1.1.4.2.Justificación Académica .....	5
1.1.4.3.Justificación técnica .....	5
1.1.5.Objetivos .....	5
1.1.5.1.Objetivo general.....	5
1.1.5.2.Objetivos específicos .....	5
1.1.6.Hipótesis. ....	6

1.1.7. Variables de la investigación .....	6
1.1.7.1. Variable independiente: .....	6
1.1.7.2. Variable dependiente: .....	7
1.1.7.3. Operacionalización de las variables .....	8
1.1.8. Alcances .....	10
1.1.9. Limitaciones .....	10
<b>2. Capítulo II Marco Teórico .....</b>	<b>11</b>
2.1. Antecedentes de la investigación .....	11
2.2. Planta Concentradora de cobre .....	14
2.2.1. Chancado Primario .....	17
2.2.1.1. Grúa Pedestal .....	20
2.2.1.2. Chancadora Primaria .....	20
2.2.1.3. Alimentador de placas (Apron Feeder) .....	21
2.2.1.4. Faja Transportadora .....	22
2.2.1.5. Electroimán .....	23
2.2.1.6. Control de Polvos y Metales .....	24
2.3. Apron Feeder .....	26
2.3.1. Partes de un Apron Feeder .....	27
2.3.1.1. Cadena del Apron Feeder .....	28
2.3.1.2. Eslabones Maestros .....	29
2.3.1.3. Catarinas Segmentadas .....	30
2.3.1.4. Sistema Tensor .....	31
2.3.1.5. Rieles de Impacto .....	32
2.3.1.6. Placa o Bandeja de Impacto .....	32
2.3.1.7. Rodillos Superiores .....	34

2.3.1.8.Rodillos Inferiores .....	34
2.3.1.9.Sistema de Accionamiento.....	35
2.4.Metodología de la Gestión y Diseño del Proyecto.....	36
2.4.1.Metodología Multicriterio:.....	36
2.4.2.Metodología de diseño:.....	37
2.4.3.Metodología Scrum.....	37
2.4.3.1.Ventajas de Scrum .....	38
2.5.Normativa y estándares.....	39
2.5.1.Diseño .....	39
2.5.1.1.Norma VDI 2221 .....	39
2.5.1.2.Norma E.090.....	40
2.5.1.3.ANSI/AISC360-16.....	40
2.5.2.Montaje .....	44
2.5.2.1.ASME B30.....	44
2.5.3.Calidad.....	46
2.5.3.1.AWS D1.1/D1.1M2015 .....	46
2.5.3.2.ASTM E165 .....	46
2.5.3.3.ASTM A36/A36M .....	46
2.5.3.4.ASTM F3125 .....	48
2.5.3.5.ASTM A29 /AISI 1045.....	49
2.5.3.6.Norma SSPC (Steel Structures Painting Council) .....	49
2.5.3.6.1.Preparacion de superficie.....	49
2.5.3.6.2.Aplicación de recubrimientos standard N°2 .....	50
<b>3.Capítulo III Plan de Mantenimiento Overhaul Actual .....</b>	<b>51</b>
3.1.Descripción del Mantenimiento Actual del Apron Feeder .....	51

3.1.1.Inspección .....	51
3.1.2.Lubricación .....	51
3.1.3.Plan Mantenimiento Preventivo.....	52
3.1.3.1.Mantenimiento Preventivo – Mensual .....	53
3.1.3.2.Mantenimiento Preventivo – Semestral .....	54
3.1.3.3.Mantenimiento Preventivo – Anual .....	55
3.1.4.Mantenimiento Overhaul .....	55
3.1.4.1.Cronograma de actividades.....	55
3.1.4.2.Restricciones en el Tiempo de Mantenimiento.....	57
3.1.5.Descripción del mantenimiento Overhaul en el Apron Feeder.....	58
3.1.5.1.Procedimiento Previo de Seguridad.....	58
3.1.5.1.1.Bloqueo de Equipo.....	58
3.1.5.1.2.Desmontaje de Guardas de seguridad.....	59
3.1.5.1.3.Instalación de Plataforma de Acceso .....	59
3.1.5.2.Cambio de Cadenas y Zapatas .....	61
3.1.5.2.1.Desmontaje del conjunto cadena – bandeja.....	61
3.1.5.2.2.Montaje del conjunto cadena – bandeja.....	64
3.1.5.3.Cambio en otros Componentes del Apron Feeder .....	66
3.1.5.3.1.Cambio de sprockets .....	66
3.1.5.3.2.Cambio de Rodillos de Carga y Descarga .....	67
3.1.5.3.3.Cambio de Tail Wheel (Ruedas guía).....	68
<b>4. Capítulo IV Planteamiento de Soluciones de Ingeniería.....</b>	<b>70</b>
4.1.Metodología Scrum.....	70
4.2.Diseño e Implementación del Sistema Mecánico .....	72
4.2.1.Lista de Exigencias .....	72

4.2.2.Black Box.....	73
4.2.3.Caja Transparente .....	74
4.2.4.Matriz Morfológica .....	75
4.2.4.1.Evaluación de Conceptos de Solución.....	76
4.2.4.2.Propuesta de Solución Seleccionada “S1” .....	76
4.3.Parámetros para el Diseño Estructural .....	77
4.3.1.Elementos Proporcionados por el Cliente.....	78
4.4.Análisis y Calculo Estructural del Sistema Mecánico .....	79
4.4.1.Descripción de la Operación.....	79
4.4.2.Diseño del Soporte Tipo Rodillo .....	80
4.4.2.1.Diseño de Polín.....	81
4.4.2.1.1.Diagrama de Cuerpo Libre del Polín .....	81
4.4.2.1.2.Cálculo de Variables para el Diseño del Polín.....	84
4.4.2.1.3.Cálculo de dimensiones del polín .....	91
4.4.2.1.4.Simulación del Polín .....	93
4.4.2.2.Análisis y Diseño de la Estructura Soporte del Polín .....	97
4.4.2.2.1.Parámetros de Diseño y Fabricación del Soporte de Polín .....	98
4.4.2.2.2.Análisis de Fuerzas Internas del Soporte .....	99
4.4.2.2.3.Análisis de Estructura por Pandeo .....	101
4.4.3.Diseño y Análisis del Sistema Mecánico.....	104
4.4.3.1.Diseño y Análisis del Tambor Motriz.....	105
4.4.3.1.1.Dimensionamiento del Tambor de Arrastre.....	108
4.4.3.1.2.Análisis del sistema mecánico efectuando el arrastre.....	110
4.4.3.2.Diseño y Análisis del eje motriz .....	117
4.4.3.2.1.Cálculo de Fuerza Internas Sobre el Eje Motriz .....	117

4.4.3.2.2. Análisis del Eje Motriz .....	127
4.4.4. Análisis de conexiones del sistema mecánico .....	131
4.4.4.1. Conexiones para la transmisión de potencia .....	131
4.4.4.1.1. Acoples rígidos y flexibles .....	132
4.4.4.1.2. Chumaceras .....	134
4.4.4.2. Conexiones empernadas .....	136
4.4.4.3. Conexiones soldadas .....	140
4.5. Análisis Estructural de la Plataforma Base .....	146
4.5.1. Metrado de cargas .....	146
4.5.1.1. Carga permanente (CM) .....	146
4.5.1.2. Carga viva (CV) .....	146
4.5.1.3. Carga sísmica .....	146
4.5.1.4. Combinaciones .....	146
4.5.2. Conexiones de la plataforma base .....	149
4.5.2.1. Conexiones empernadas en la estructura .....	149
4.5.2.2. Conexiones soldadas en la estructura .....	149
4.6. Análisis de la plataforma soporte de tambor motriz .....	151
4.6.1. Estructura soporte del motorreductor .....	153
4.7. Análisis estructural de base para winche de arrastre .....	155
4.7.1. Parámetros de cálculo .....	156
4.7.2. Simulación de estructura .....	157
4.7.3. Anclajes de la estructura .....	158
4.8. Análisis estructural del yugo de izaje .....	160
4.9. Cálculo de orejas de izaje .....	162
4.10. Análisis del plan de izaje .....	163

4.10.1.Capacidad de carga de grúa .....	163
4.10.2.Cálculo de capacidad de eslingas.....	164
4.10.3.Esquema del plan de izaje indicado .....	165
4.10.4.Lift data sheet.....	166
<b>5. Capítulo V Análisis Económico .....</b>	<b>168</b>
5.1.Evaluación económica .....	168
5.2.Descripción del proceso de fabricación .....	168
5.3.Evaluación de costos de fabricación y montaje .....	169
5.3.1.Metrado estimado de fabricación de las estructuras .....	169
5.3.2.Presupuesto del proyecto de fabricación.....	170
5.3.3.Análisis hora-hombre en fabricación .....	171
5.3.4.Análisis de hora-hombre en montaje .....	172
5.4.Cronograma de fabricación y montaje .....	173
5.5 Evaluación de costo beneficio .....	176
<b>Conclusiones</b>	
<b>Recomendaciones</b>	
<b>Referencias</b>	
<b>Anexos</b>	
<b>Apendice de ecuaciones</b>	
<b>Planos</b>	

## Índice de Tablas

Tabla 1 Matriz Lógica de la investigación.....	7
Tabla 2 Matriz de operacionalización de variable independiente.....	9
Tabla 3 Matriz de operacionalización de variable dependiente.....	9
Tabla 4 Etapas de preparación del mineral.....	16
Tabla 5 Equipos del chancado primario.....	19
Tabla 6 Especificaciones Técnicas de Alimentador de Placas.....	26
Tabla 7 Información técnica de los eslabones.....	28
Tabla 8 Deformación Permisible de Cadena.....	29
Tabla 9 Características Técnicas de Placas del Apron Feeder.....	33
Tabla 10 Características Técnicas de Pernos de Sujeción de Placas.....	33
Tabla 11 Características técnicas de sistema de accionamiento.....	35
Tabla 12 Valores del factor de resistencia y seguridad para miembros de acero.....	42
Tabla 13 Valores del factor de resistencia y coeficiente de seguridad para conexiones.....	43
Tabla 14 Valores del factor de resistencia y coeficiente de seguridad para secciones compuestas.....	44
Tabla 15 Clasificación de grúa según la capacidad máxima de carga.....	45
Tabla 16 Composición química acero ASTM A36.....	47
Tabla 17 Propiedades mecánicas del acero ASTM A36.....	47
Tabla 18 Tipos de pernos según norma ASTM F3125.....	48
Tabla 19 Propiedades mecánicas de los pernos ASTM F3125.....	48
Tabla 20 Propiedades mecánicas de acero ASTM A29 / AISI 1045.....	49
Tabla 21 Consideración de Inspección en los componentes del Apron Feeder.....	51
Tabla 22 Lubricación De Reductores De Engranajes Montados en Eje.....	52
Tabla 23 Aceites Recomendados para la Trasmisión de Cadena de Rodillo.....	52
Tabla 24 Mantenimiento Preventivo Mensual.....	53

Tabla 25	Mantenimiento Preventivo Semestral .....	54
Tabla 26	Mantenimiento Preventivo Anual .....	55
Tabla 27	Detalle de Personal, Horas Hombre y Horas por Turno .....	57
Tabla 28	Componentes para Efectuar Cambio en el Apron Feeder .....	58
Tabla 29	Nivel de Criticidad de Desgaste de los dientes del sprocket.....	67
Tabla 30	Sprint N°1 .....	70
Tabla 31	Sprint N°2 .....	71
Tabla 32	Lista de Exigencias .....	72
Tabla 33	Matriz Morfológica.....	75
Tabla 34	Evaluación de soluciones propuestas.....	76
Tabla 35	Datos Relevantes de la Hoja Técnica del Apron Feeder 84” .....	77
Tabla 36	Elementos Proporcionados por la Empresa Minera .....	78
Tabla 37	Consideraciones de Diseño del Soporte Tipo Rodillo .....	80
Tabla 38	Coeficientes de Rozamiento Según la Superficie de Contacto .....	84
Tabla 39	Variables Existentes Según DCL del polín.....	85
Tabla 40	Resultados obtenidos de las variables calculadas del DCL del polín .....	86
Tabla 41	Ecuaciones de Discontinuidad .....	87
Tabla 42	Medida de Tubería de Acero SCH 40.....	93
Tabla 43	Fuerzas Internas en Estructura Soporte de Polín .....	99
Tabla 44	Resultados Estáticos de la Estructura Soporte del Polín.....	100
Tabla 45	Tabulación de Valores de Tubería Estándar .....	109
Tabla 46	Especificaciones Técnicas del Cable Tensado de Acero para Izaje.....	111
Tabla 47	Especificaciones Técnicas de Cable Tensado .....	112
Tabla 48	Características del Cable de Acero Tensado Elegido .....	113
Tabla 49	Reacciones Sobre el Eje del Tambor Motriz .....	121
Tabla 50	Valores de Fuerza Cortante en el Plano YZ Sobre el Eje Motriz .....	122

Tabla 51 Valores del Momento Flector en el Plano YZ Sobre el Eje Motriz .....	123
Tabla 52 Valores de Fuerza Cortante en el Plano XZ Sobre el Eje Motriz .....	125
Tabla 53 Valores del Momento Flector en el Plano XZ Sobre el Eje Motriz .....	126
Tabla 54 Valores del Factor de Concentración de Esfuerzos .....	127
Tabla 55 Datos del Material para la Fabricación del Eje Motriz .....	128
Tabla 56 Recopilación de Datos en los Puntos Críticos del Eje Motriz .....	128
Tabla 57 Factor de Forma para la Selección del Eje.....	129
Tabla 58 Factor de Confiabilidad para la Selección de Eje .....	130
Tabla 59 Resumen de los Cálculos del Diámetro de Eje .....	131
Tabla 60 Característica del Buje Empleado.....	133
Tabla 61 Datos Preliminares para la Selección de Acoplamiento .....	134
Tabla 62 Cuadro de Fuerzas a la que está Sometido cada Perno .....	139
Tabla 63 Datos preliminares para Determinar el Cordón de Soldadura .....	140
Tabla 64 Resultados de los factores Geométricos.....	143
Tabla 65 Valores de las Fuerzas en el Caso 1 y 2 del Tambor motriz.....	143
Tabla 66 Factores de Seguridad contra la Falla Estática.....	144
Tabla 67 Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete.....	145
Tabla 68 Esfuerzo en los Miembros de la Plataforma Base.....	149
Tabla 69 Fuerzas en los Puntos de Anclaje del Soporte del Winche Eléctrico.....	159
Tabla 70 Resistencia de Diseño del Acero para Varillas Roscadas HAS .....	159
Tabla 71 Cargas de Izaje.....	164
Tabla 72 Metrado de Fabricación del Sistema Mecánico .....	169
Tabla 73 Porcentaje Correspondiente por Tareas para la Fabricación.....	172
Tabla 74 Ratios de fabricaciones .....	175
Tabla 75 Costo de Producción Minera.....	176
Tabla 76 Análisis Costo Beneficio.....	176

## Índice de Figuras

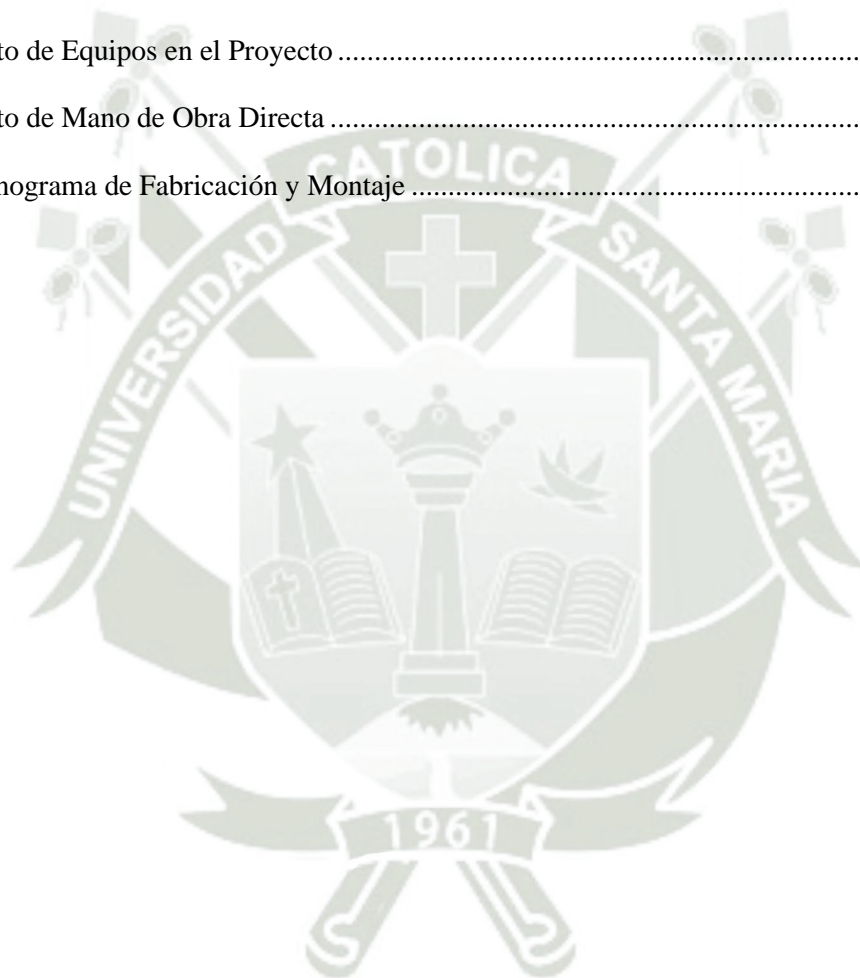
Figura 1 Diagrama de Bloques Funcionales en la Planta Concentrado de Antapaccay.....	15
Figura 2 Mineral de Cobre - Molibdeno .....	17
Figura 3 Proceso de Triturado del Mineral .....	18
Figura 4 Circuito de Chancado Primario y Pila de Acopio de Mineral Grueso.....	18
Figura 5 Disposición de Equipos en la Etapa del Chancado Primario 3D.....	19
Figura 6 Grúa de Pedestal .....	20
Figura 7 Chancadora Giratoria Primaria tipo TAYLOR NT 60”x113.....	21
Figura 8 Apron Feeder 14mx1.6mx3.3m.....	22
Figura 9 Disposición de las Fajas de Trasporte del Chancado Primario.....	23
Figura 10 Electroimán.....	24
Figura 11 Colector de polvo AMERICORP PLUS .....	24
Figura 12 Detector de Metales .....	25
Figura 13 Partes Principales del Apron Feeder.....	27
Figura 14 Cadena del Apron Feeder .....	28
Figura 15 Eslabón Maestro de Cadena de Apron Feeder.....	30
Figura 16 Desgaste de Catarina .....	31
Figura 17 Sprocket Segmentado .....	31
Figura 18 Sistema de Tensión de Cadena de Alimentador de Placas .....	32
Figura 19 Riel de Impacto de Alimentador de Placas.....	32
Figura 20 Placa o Bandeja del Alimentador .....	33
Figura 21 Rodillos superiores de Alimentador de Placas .....	34
Figura 22 Rodillos Inferiores del Alimentador de Placas .....	34
Figura 23 Sistema de Accionamiento del Alimentador de Placas .....	35
Figura 24 Ciclo Scrum.....	37

Figura 25	Proceso estándar de diseño según la norma VDI 2221 .....	40
Figura 26	EDT de actividades en Primavera P6 .....	56
Figura 27	Guardas de Seguridad en AF084 .....	59
Figura 28	Posicionamiento del Electroimán .....	60
Figura 29	Montaje de Plataforma de Acceso .....	60
Figura 30	Retiro de Bandejas de Alimentación del Apron Feeder .....	61
Figura 31	Instalación de Tecles para realizar el giro del sprocket .....	62
Figura 32	Movimiento de cadenas y bandejas hacia el Punto de Acopio .....	63
Figura 33	Traslado de Elementos Cadena / Bandeja .....	63
Figura 34	Medición de Tensado de Cadena.....	64
Figura 35	Montaje de Cadenas en el Apron Feeder.....	65
Figura 36	Montaje de Bandejas del Apron Feeder.....	65
Figura 37	Sprocket Segmentado .....	67
Figura 38	Rodillos de Carga y Descarga .....	68
Figura 39	Cambio del “Tail Wheel” .....	69
Figura 40	Black Box .....	74
Figura 41	Caja Transparente del Diseño.....	74
Figura 42	Diseño Preliminar del Sistema Mecánico.....	76
Figura 43	Distribución de Grupos de Análisis del Sistema Mecánico.....	79
Figura 44	Diagrama de Cuerpo Libre 3D Rodillo en Contacto con Segmento de Faja.....	81
Figura 45	Diagrama de Cuerpo Libre 2D con Respecto al Rodillo .....	82
Figura 46	Diagrama de Cuerpo Libre del polín en 2D Perpendicular Eje Z.....	83
Figura 47	DCL del Polín con respecto a los ejes X y Y .....	85
Figura 48	Diagrama de Momento Total en el Polín.....	90
Figura 49	Distribución de Cargas en 3D Sobre el Polín .....	93
Figura 50	Diagrama de Fuerza Cortante en el Plano YZ en el Polín .....	94

Figura 51 Diagrama del Momento Flector en el Plano YZ en el Polín.....	94
Figura 52 Diagrama de la Fuerza Cortante en el Plano XZ en el Polín .....	95
Figura 53 Diagrama del Momento Flector en el Plano XZ en el Polín.....	95
Figura 54 Simulación con Ambas Cargas Combinadas Sobre el Polín .....	96
Figura 55 Tendencia de la Dirección de Deformación .....	96
Figura 56 Medidas Básicas del Soporte para el Arrastre Faja .....	97
Figura 57 Diagrama de Cuerpo Libre del Soporte de Polín.....	98
Figura 58 Fuerzas Internas de la Estructura Soporte .....	100
Figura 59 Vista de Perfil del Tambor de Arrastre (Referencial).....	104
Figura 60 Polea de Cola HMA.....	104
Figura 61 Diagrama de Cuerpo Libre del Tambor de Arrastre .....	105
Figura 62 Diagrama de Cuerpo Libre del Tambor de Arrastre XY .....	106
Figura 63 Diagrama de Fuerza Cortante del Tambor de Arrastre.....	107
Figura 64 Diagrama del Momento Flector del Tambor Motriz .....	108
Figura 65 Altura de Eslabón de Cadena.....	110
Figura 66 Arrastre de la Faja por Medio del Sistema Mecánico.....	111
Figura 67 Esquema del Prototipo de Diseño del Tambor de Arrastre .....	114
Figura 68 Vista Lateral del Prototipo del Tambor de Arrastre .....	114
Figura 69 Diagrama de Cuerpo Libre en 3D del Tambor Motriz .....	117
Figura 70 Diagrama de Momento Torsional del Tambor Motriz .....	119
Figura 71 Diagrama de Cuerpo de Libre del Eje del Tambor en el Plano Y-Z .....	119
Figura 72 Diagrama de Cuerpo de Libre del Eje del Tambor en el Plano X-Z .....	120
Figura 73 Diagrama Fuerza Cortante en el Plano YZ del Eje Motriz.....	122
Figura 74 Diagrama Momento Flector en el Plano YZ del Eje Motriz.....	124
Figura 75 Diagrama de Fuerza Cortante en el Plano XZ del Eje Motriz .....	125
Figura 76 Diagrama Momento Flector en el Plano XZ del Eje Motriz.....	126

Figura 77 Secciones del Eje Motriz .....	129
Figura 78 Acoplamientos de Transmisión de Potencia.....	132
Figura 79 Ensamble de Eje, Buje y Tambor motriz.....	133
Figura 80 Selección de Rodamiento .....	135
Figura 81 Propiedades del Rodamiento Seleccionado.....	135
Figura 82 Conexión Empernada entre el Buje y el Tambor Motriz.....	136
Figura 83 Diagrama de Fuerzas Presentes en el Buje.....	137
Figura 84 Soldadura entre la masa de soldadura y el tambor motriz.....	142
Figura 85 Factores Geométricos para el Análisis de Soldadura como Línea.....	143
Figura 86 Factor de Demanda sobre la Plataforma Base .....	147
Figura 87 Factor de Demanda Sobre el Elemento Critico de la Estructura .....	148
Figura 88 Representación de la Conexión Soldada.....	150
Figura 89 Secciones de la Soldadura en la Conexión .....	150
Figura 90 Soporte Base del Tambor Motriz.....	151
Figura 91 Fuerzas Presentes en el Soporte Base del Tambor Motriz.....	152
Figura 92 Esfuerzo Von Mises en la Estructura Soporte del Tambor Motriz.....	152
Figura 93 Factor de Seguridad de la Estructura Soporte del Tambor Motriz .....	153
Figura 94 Esfuerzo Von Mises en la Estructura Soporte de Reductor.....	154
Figura 95 Factor de Seguridad en la Estructura Soporte de Reductor .....	154
Figura 96 Desplazamiento en la Estructura Soporte del Reductor.....	155
Figura 97 Configuración de Winche de Arrastre .....	156
Figura 98 Configuración de Estructura Existente .....	156
Figura 99 Soporte de Winche Eléctrico .....	157
Figura 100 Factor de Seguridad de la Estructura Soporte.....	157
Figura 101 Deformaciones en la Estructura.....	158
Figura 102 Diagrama de Fuerzas del Yugo de Izaje.....	160

Figura 103 Esfuerzos Von Mises en el Yugo de Izaje.....	161
Figura 104 Factor de Seguridad al que está Sometido el Yugo de Izaje.....	161
Figura 105 Plan de Izaje .....	165
Figura 106 Hoja de Datos de Carga.....	166
Figura 107 Checklist de Seguridad Pre-Izaje.....	167
Figura 108 Costo del Servicio General del Proyecto de Implementación .....	170
Figura 109 Costo de Equipos en el Proyecto .....	171
Figura 110 Costo de Mano de Obra Directa .....	171
Figura 111 Cronograma de Fabricación y Montaje .....	173



## Índice de Ecuaciones

<b>Ecuación 1</b> Fuerza de Rozamiento.....	83
<b>Ecuación 2</b> Fuerza Cortante .....	87
<b>Ecuación 3</b> Momento Flector.....	88
<b>Ecuación 4</b> Esfuerzo por flexión.....	91
<b>Ecuación 5</b> Factor de seguridad .....	91
<b>Ecuación 6</b> Carga axial critica de pandeo .....	102
<b>Ecuación 7</b> Esfuerzo critico de pandeo.....	102
<b>Ecuación 8</b> Condiciones de estática.....	106
<b>Ecuación 9</b> Perímetro de un circulo .....	115
<b>Ecuación 10</b> Longitud efectiva de un anillo.....	116
<b>Ecuación 11</b> Torque.....	118
<b>Ecuación 12</b> Diseño de ejes .....	127
<b>Ecuación 13</b> Resistencia a la fatiga modificada.....	130
<b>Ecuación 14</b> Fuerza cortante primaria en pernos .....	137
<b>Ecuación 15</b> Fuerza cortante secundaria en pernos .....	138
<b>Ecuación 16</b> Fuerza de tracción primaria en pernos .....	138
<b>Ecuación 17</b> Fuerza de tracción secundaria en pernos.....	138
<b>Ecuación 18</b> Fuerza tensión o compresión directa en soldadura .....	141
<b>Ecuación 19</b> Fuerza cortante directo en soldadura.....	141
<b>Ecuación 20</b> Fuerza por flexión para cordón de soldadura.....	141
<b>Ecuación 21</b> Fuerza de torsión para cordón de soldadura.....	142
<b>Ecuación 22</b> Esfuerzo Cortante.....	144

## Introducción

Actualmente el sector minero en el Perú tiene uno de los papeles protagónicos para el desarrollo y generación de oportunidades de trabajo por lo que se encuentra un proceso de mejora continua ; ya que para poder seguir generando ingresos, demanda tanto de profesionales capacitados como de una alta disponibilidad de equipos mineros, haciendo énfasis al Apron Feeder que participa en el chancado primario de la planta concentradora de cobre en el sur del Perú, por lo que surge la necesidad de buscar mejoras para la mantenibilidad del equipo y evitar los tiempos prolongados de mantenimiento; las tareas desarrolladas en el mantenimiento Overhaul que ocurre cada 2 años son repetitivas , por lo que generan un uso desmesurado de recursos de mantenimiento; por lo que surge la necesidad de diseñar e implementar un sistema mecánico para mejorar la disponibilidad, mantenibilidad y seguridad de la planta , ya que en la investigación de (Guerra-López & Oca-Risco Montes, 2019) tiene como objeto de estudio aumentar la misma evidenciando la causa de los retrocesos; en este diseño se emplean conocimientos científicos con cálculos fundamentados por la mecánica tales como la aplicación elementos finitos y los programas que actual se fundamentan en ello, además de complementarlo con la experiencia laboral, por lo que el estudio se evocara en el diseño del sistema mecánico para su optimización con respecto a tiempo.

Para el desarrollo del trabajo de investigación, además de la recopilación de los datos de investigación previas como de (Gonzales Checa & Portocarrero Castro, 2021) donde denota la necesidad de emplear la ingeniería con el fin de reducir costo mediante la implementación de una estructura y aumentar la productividad de la mina ; se revisó e implemento metodologías para la gestión de proyectos y diseño, con finalidad de que el estudio y diseño sirvan como guía para futuros proyectos.

## Capítulo I

### Planteamiento Teórico de la Investigación

#### 1.1. Problema de Investigación

##### 1.1.1. Descripción del problema

La empresa minera concentradora de cobre en la cual estamos haciendo el estudio actualmente tiene una capacidad de para tratar 70,000 tnpd de mineral de sulfuro primario y producir concentrado de cobre; en el chancado primario encontramos 3 componentes: Chancador primario, Apron Feeder y faja de sacrificio (Antapaccay, 2011), por lo que el tiempo de mantenimiento de cada uno de los componentes puede representar un costo significativo al prolongar o disminuir el tiempo muerto del mismo en el ámbito de producción.

Actualmente, en la empresa minera se realizan los mantenimiento preventivos mensuales semestrales y anuales en el Apron Feeder o alimentador de placas ; dentro de ellos se encuentra el mantenimiento “Overhaul” que se realiza en un promedio de cada 2 años ; en tanto se realiza dicha practica , se determino que una de las tareas con mayor grado de criticidad es el cambio de las cadenas y placas del Apron Feeder , todo ello por el excesivo tiempo que demanda, ya que se requiere retirar cada una de las placas que lo componen (119 placas) , por lo tanto convierte en una tarea repetitiva generando sobre esfuerzo del personal ademas de exponer al personal encargado del mantenimiento del equipo; la parada del equipo actualmente tiene una duracion 110 horas ; el procedimiento para efectuar el cambio de todos los componente se realiza mediante maniobras con winches, tecles y monorriel; siendo más especificos solo la tarea de desmontar y montar el conjunto cadena-placa tiene una duracion de 31.5 horas (Antapaccay, 2011) , por lo tanto al ser una tarea repetitva se ha convertido en el objeto de estudio de esta investigacion para reducir el tiempo de ejecución de dicha tarea empleando la ingeniería.

### **1.1.1.1. Enunciado del problema**

“Propuesta de diseño e implementación de un sistema mecánico para reducir el costo de mantenimiento en el cambio de cadenas del apron feeder en una planta concentradora de cobre en el sur del Perú”

### **1.1.1.2. Formulación del problema**

#### **1.1.1.2.1. Interrogante General**

¿Cuál es la propuesta de diseño e implementación de un sistema mecánico para el cambio de cadenas del Apron Feeder en una planta concentrado de Cobre al sur del Perú para reducir el costo de mantenimiento?

#### **1.1.1.2.2. Interrogantes específicas**

- ¿Cómo se podrá realizar un diagnóstico sobre el plan de mantenimiento actual para el cambio de cadenas del Apron Feeder en una planta concentrado de Cobre al sur del Perú?
- ¿Cómo Diseñar e implementar un sistema mecánico para el cambio de cadenas en el Apron Feeder?
- ¿Cómo validar los resultados obtenidos sobre el cálculo del diseño del sistema mecánico?
- ¿Cómo describir el proceso de fabricación y montaje de las estructuras que componen el sistema mecánico?
- ¿Cómo evaluar el impacto económico que acarrearía esta implementación del sistema mecánico para el cambio rápido de cadenas de Alimentador de Placas?

### 1.1.2. Área de Conocimiento

Tomando como referencia la OCDE (2007), en la presente investigación se categoriza en función de las áreas y subáreas del conocimiento, como se denota a continuación:

- **ÁREA:** Ingeniería y tecnología
- **SUB ÁREA:** Ingeniería Mecánica
- **LÍNEA:** Análisis y diseño mecánico (ADM)

### 1.1.3. Tipo de Problema de Investigación

#### 1.1.3.1. Investigación Descriptiva

La investigación descriptiva muestra, narra, identifican hechos, situaciones, características de un objeto de estudio, pero no se dan razones o explicaciones del porque ocurren estos hechos por lo que se basan en preguntas que formula el investigador mediante entrevistas o revisión documental. (Bernal Torres, 2010)

#### 1.1.3.2. Investigación Tecnológica

En el presente estudio se aplica la investigación tecnológica ya que “tendría como finalidad solucionar problemas o situaciones que el conocimiento científico consolidado como tecnología, por lo tanto, no sería su finalidad descubrir nuevas leyes y casualidades, sino la de reconstruir procesos en función de descubrimientos ya realizados”. (Bello, 2006)

### 1.1.4. Justificación

#### 1.1.4.1. Justificación Económica

El presente estudio de investigación afecta directamente al impacto económico con respecto a la implementación del sistema mecánica, el cual pretende reducir el tiempo de ejecución de los mantenimientos, ya que si son prolongados pueden estar asociados a grandes pérdidas para las empresas de minería, por lo tanto, se requiere de un sistema que permita hacer

más simple, rápido y eficiente el cambio de componentes del Alimentador de Placas para que aumente de la disponibilidad de la planta concentradora y por ende resulte beneficioso y rentable para la misma.

#### **1.1.4.2. Justificación Académica**

Este proyecto de investigación tiene importancia académica ya que busca aplicar conocimientos de ingeniería como: resistencia de materiales, diseño de elementos mecánicos, mantenimiento, conocimiento de softwares usados en el diseño, además de manejo de presupuestos del proyecto y cronogramas de fabricación y montaje.

#### **1.1.4.3. Justificación técnica**

La presente investigación aporta un conocimiento técnico ya que se debe comprender el procedimiento técnico de las tareas ejecutadas en el mantenimiento overhaul del Apron Feeder y plantear una propuesta de mejora en la tarea más crítica mediante la implementación de un sistema mecánico, con el fin de reducir los tiempos muertos.

#### **1.1.5. Objetivos**

##### **1.1.5.1. Objetivo general**

Plantear el diseño e implementación de un sistema mecánico para reducir el costo de mantenimiento para el cambio de cadenas en el Apron Feeder en una planta concentradora de cobre en el sur del Perú.

##### **1.1.5.2. Objetivos específicos**

- Analizar el proceso del cambio de cadenas del Apron Feeder en una planta concentradora de cobre, mediante el método descriptivo y discriminar las tareas críticas.

- Diseñar e implementar un sistema mecánico para el cambio de cadenas en el Apron Feeder en base a las etapas de proceso de diseño según la norma VDI222, la norma E.090 y el estándar internacional norteamericano ANSI/AISC360-16 para la fabricación de estructuras .
- Analizar los resultados obtenidos del cálculo de componentes del sistema mecánico haciendo de uso de software de diseño (Autodesk inventor, ANSYS, SAP2000).
- Analizar mediante el metodo descriptivo el proceso de fabricación y montaje de las estructuras del sistema mecanico empleando estadares de calidad siguiendo los ensayos no destructivos (Liquidos penetrantes según la ASTM E 165-18) y para el montaje las normativa ASME B30.5 y ASME B30.22.
- Verificar mediante el método comparativo la viabilidad de la implementación de sistema mecánico para el cambio de cadenas del apron Feeder mediante el análisis costo beneficio cuando se realiza el cambio de cadenas sin el sistema mecánico.

#### 1.1.6. Hipótesis.

**Dado:** Que cambiar el conjunto cadena/placa del Apron Feeder es la tarea mas critica cuando se realiza el mantenimiento Overhaul del equipo .

**Es Probable:** Que al diseñar e implementar un sistema mecánico se puede reducir el tiempo de duracion de la tarea más critica , cambiar el conjunto cadena/placa del Apron Feeder en el mantenimiento Overhaul y por consiguiente tambien costo de parada del equipo.

#### 1.1.7. Variables de la investigación

##### 1.1.7.1. Variable independiente:

Costo de mantenimiento para el cambio de cadenas del Apron Feeder.

### 1.1.7.2. Variable dependiente:

Diseño y implementación de un sistema mecánico.

Las variables consideradas en la presente investigación se formulan en función de la matriz lógica propuesta, tal como se muestra a continuación:

**Tabla 1**

*Matriz Lógica de la investigación*

Variable	Interrogantes	Objetivos	Hipótesis
GI	¿Cuál es la propuesta de diseño e implementación de un sistema mecánico para el cambio de cadenas del Apron Feeder en una planta concentrado de Cobre al sur del Perú para reducir el costo de mantenimiento?	Plantear el diseño e implementación de un sistema mecánico para reducir el costo de mantenimiento para el cambio de cadenas en el Apron Feeder en una planta concentradora de cobre en el sur del Perú.	Al diseñar e implementar un sistema mecánico se puede reducir el tiempo de la tarea crítica de cambiar el conjunto cadena/placa del Apron Feeder en el mantenimiento Overhaul y por consiguiente también costo de parada del equipo.
E1	¿Cómo se podrá realizar un diagnóstico sobre el plan de mantenimiento actual para el cambio de cadenas del Apron Feeder en una planta concentrado de Cobre al sur del Perú?	Analizar el proceso del cambio de cadenas del Apron Feeder en una planta concentradora de cobre, mediante el método descriptivo y discriminar las tareas críticas.	
E2	¿Cómo Diseñar e implementar un sistema mecánico para el cambio de cadenas en el Apron Feeder?	Diseñar e implementar un sistema mecánico para el cambio de cadenas en el Apron Feeder en base a las etapas de proceso de diseño según la norma VDI222, la norma E.090 y el estándar internacional norteamericano ANSI/AISC360-16 para la fabricación de estructuras.	

E3	¿Cómo validar los resultados obtenidos sobre el cálculo del diseño del sistema mecánico?	Analizar los resultados obtenidos del cálculo de componentes del sistema mecánico haciendo de uso de software de diseño (Autodesk inventor, ANSYS, SAP2000).
E4	¿Cómo describir el proceso de fabricación y montaje de las estructuras que componen el sistema mecánico?	Analizar mediante el método descriptivo el proceso de fabricación y montaje de las estructuras del sistema mecánico empleando estándares de calidad siguiendo los ensayos no destructivos (Líquidos penetrantes según la ASTM E 165-18) y para el montaje la normativa ASME B30.5 y ASME B30.22.
E5	¿Cómo evaluar el impacto económico que acarrearía esta implementación del sistema mecánico para el cambio rápido de cadenas de Alimentador de Placas?	Verificar mediante el método comparativo la viabilidad de la implementación de sistema mecánico para el cambio de cadenas del apron Feeder mediante el análisis costo beneficio cuando se realiza el cambio de cadenas sin el sistema mecánico.

*Nota:* Elaboración propia, en tabla 1 se denota la matriz lógica de la investigación, en donde se muestra los ítems General I (GI) y específicos del 1 al 5 según los objetivos planteados.

### 1.1.7.3. Operacionalización de las variables

La siguiente tabla muestra la operacionalización de las variables aplicada a la presente investigación:

**Tabla 2**

*Matriz de operacionalización de variable independiente*

<b>Tipo de variable</b> <b>Variable</b> <b>independiente</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
Costo de mantenimiento para el cambio de cadenas del Apron Feeder	Costo de parada del Apron Feeder por el mantenimiento Overhaul en el cambio de cadenas	Costo de Tiempo de parada. Mantenimiento Overhaul del Apron Feeder. Cambio de cadenas.	Perdida de producción del mineral de cobre Procedimiento del mantenimiento Overhaul del Apron Feeder Técnica para el cambio de cadenas del Apron Feeder

*Nota:* Elaboración propia, en la tabla 2 se muestran la matriz de consistencia adaptado del análisis del punto 1.1.7; se discriminan la definición, la dimensión y el indicador de la variable independiente.

**Tabla 3**

*Matriz de operacionalización de variable dependiente*

<b>Tipo de variable</b> <b>Variable</b> <b>dependiente</b>	<b>Definición</b>	<b>Dimensión</b>	<b>Indicador</b>
Diseño e implementación de un sistema mecánico	El diseño mecánico se emplea para dimensionar y dar forma a un sistema mecánico antes de ser fabricado, con el fin principal de cumplir requisitos satisfacer las necesidades para las que han sido concebidos en base a normativas y estándares.	Sistema Mecánico Investigación en tecnología de diseño Simulación en software Necesidad Requisitos	Fabricaciones de componentes provisionales (Plataformas y facilidades de traslado). Investigación y desarrollo Deformación y esfuerzos en las estructuras presentes. Parámetros de obra y normativa de diseño y montaje (VDI2221, E.090, ANSI/AISC360-16, ASME B30, ASTM E 165-18).

*Nota:* Elaboración propia, en la tabla 3 se muestra la matriz de consistencia adaptado del análisis del punto 1.1.7; se discriminan la definición, la dimensión y el indicador de la variable dependiente; dentro de la tabla

3 en los requisitos se muestran las normativas y estándares empleados en la investigación y desarrollados en el marco teórico.

### **1.1.8. Alcances**

En la presente investigación se hace mención que predomina el alcance del tipo descriptivo, ya que se destacan las características o rasgos de la situación del objeto de estudio (Salkind, 1998); en nuestro caso el procedimiento del cambio de cadenas del Apron Feeder cuando se efectúa el mantenimiento Overhaul en todo el equipo; con ello se busca identificar las características del procedimiento del cambio de componentes, además de poder discriminar las tareas que más tiempo conllevan, por lo que la vuelven una tarea crítica dentro del procedimiento; la investigación también tiene un alcance del tipo correlacional ya que una vez descrito el procedimiento actual se analiza la tarea crítica y entran los conceptos de ingeniería para evaluar las posibles soluciones y mejorar el procedimiento mediante la implementación de un sistema mecánico; ello con el fin de proponer una mejora con respecto a la reducción del tiempo de parada del equipo y por ende reducir también su costo de mantenimiento.

### **1.1.9. Limitaciones**

El presente estudio está evocado a la propuesta de diseño e implementación de un sistema mecánico para buscar la reducción de costos para el cambio de cadenas del “Apron Feeder” en una empresa con minera concentradora de cobre en comparación de los costos cuando se realiza el cambio de cadenas de la forma tradicional, por lo que la limitación que presenta esta investigación está evocado a un tema de investigación y análisis en un supuesto de la implementación de dicho sistema, ya que tendría que pasar por un proceso de aprobación por parte de la compañía minera, la cual no tiene como objetivo este trabajo de investigación.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

Los antecedentes de la investigación permiten conocer los estudios realizados con anterioridad en materia de la investigación que se propone, así pues, a lo largo de la presente sección se presentan investigaciones que utilizaron procesos o referencias con respecto al mantenimiento, incremento de disponibilidad de la planta concentradora de cobre y disminución de tiempos muertos operativos en la planta.

De esta manera, (Guerra-López & Oca-Risco Montes, 2019) En el artículo de investigación “Relación entre la productividad, el mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero en la gran minería” refiere a la gran relevancia que tiene la minería en el ámbito económico en la mayoría de países; como eje central de investigación está presente el menester de entablar un nexo directo entre productividad , mantenimiento y el reemplazo de equipamiento minero, partiendo de un desempeño de condiciones normales de explotación , ya que con mencionan los autores , “las principales causas que han influido en la reducción del índice de productividad del parque de máquinas esta la disponibilidad técnica, asociado por los contratiempos los planes de mantenimiento”; es por ello que en la presente tesis influye directamente al objetivo de estudio de esta investigación dado que se plantea una propuesta para aumentar la disponibilidad de uno de los equipos críticos en el proceso del chancado primario.

Por otra parte (Gonzales Checa & Portocarrero Castro, 2021) la investigación “Diseño e implementación de mejoras para incremento de capacidad de chancado primario en una planta concentradora de cobre en el sur del Perú” tiene con eje principal el diseño e implementación de mejoras para poder incrementar la capacidad de chancado primario, es por ello que en esta

investigación se toman como valores referenciales como un punto de partida ya que plantea una propuesta para realizar la implementación de componentes con el fin de aumentar la capacidad de chancado mediante el diseño mecánico y por ende una mejora en el ámbito de producción minera; engloba puntos críticos tales como reducir los tiempos de mantenimiento, ya que como consecuencia generara un impacto económico positivo y se toma como valores referenciales de la concentradora de cobre al sur del Perú donde fue efectuada la investigación .

Con referente a la investigación según mencionan los autores “Al realizar comparativo reflejado en costos por producción, donde se vio reflejado claramente el beneficio de dichas estructuras ya que reducían claramente los tiempos de paradas ya manejados con anterioridad. En la “Extensión metálica” se generó un ahorro de mantenimiento reflejado en producción de \$ 14.057.799,93 y en el “Corralito” se generó un ahorro de mantenimiento reflejado en producción de \$ 5.750.269,73”.

Otra investigación nacional, en Lambayeque , es la de (Paredes Cueva, 2018) quien es su tesis “Mejoramiento del Sistema de Accionamiento de Lanzas del Apron Feeder chancado primario – Compañía Minera Antapaccay S.A.” , la investigación presente influye directamente con el objeto de estudio de la investigación en cuestión ya que tiene como uno de sus objetivos la mejora de componentes en el Apron Feeder , lo que lo discrimina como uno de los componentes mas crítico del proceso de producción y de foco de estudio dicho componente; ya que tiene como finalidad analizar alternativas para mejorar el diseño de accionamiento de las lanzas; la alternativa escogida fue analizada de manera más rigurosa para posteriormente realizar pruebas preliminares para el montaje en la zona determinada de trabajo y poder corregir deficiencias o fallos que se puedan presentarse. La investigación se sustenta en base a cálculos de ingeniería para el diseño y montaje de sus componentes , al finalizar se hace el análisis costo - beneficio con la alternativa

que pretende mejorar el accionamiento de las lanzas; la investigación concluye como menciona el autor “El nuevo diseño del sistema de accionamiento de lanzas satisface las necesidades funcionales y de seguridad requeridas por los mecánicos y supervisores además que en el análisis costo - beneficio lo hace un proyecto viable para su fabricación y montaje”.

Otra investigación a nivel internacional, en Colombia, (Molina & Hernandez, 2018) en el artículo “Optimización económica de los camiones asignados en la operación Dragalinas/Apron Feeder en una empresa minera de carbón en el departamento del Cesar” profundiza en los factores que influyen en la producción y destaca la importancia de la disponibilidad de los componentes que incluye en el proceso del chancado primario tales como el Apron feeder, además afirma que existe una relación directa entre la operación que realiza el Apron Feeder y la cantidad de camiones alimentadores de material en bruto por lo que con respecto a la producción significa un gran impacto en costo de la operación ; el artículo busca determinar la cantidad de camiones alimentadores para asemejar una óptima producción por el menor costo ; el artículo concluye según los autores que “la asignación de camiones en la operación de dragalinas/ apron feeder no es la más óptima, mostrando que afecta los costos y producción de esta además logró definir y mostrar el concepto del factor de asignación de camiones, mostrando que el factor ayuda para identificar cual es el número óptimo que debe tener la operación”, en la presente investigación puede solucionar indirectamente uno de los objetivos presenten que tiene la investigación con respecto a la disponibilidad del equipo puede significar una optimización económica para la designaciones de camiones en plena operación.

Finalmente en la tesis de (Alvarado Correa, 2022) la investigación “Diseño de compuerta hidráulica de recepción para retorno de material disgregado a Apron Feeder de chancado primario” se desarrolla en la Minera las bambas en el área de chancado primario donde se ubican los

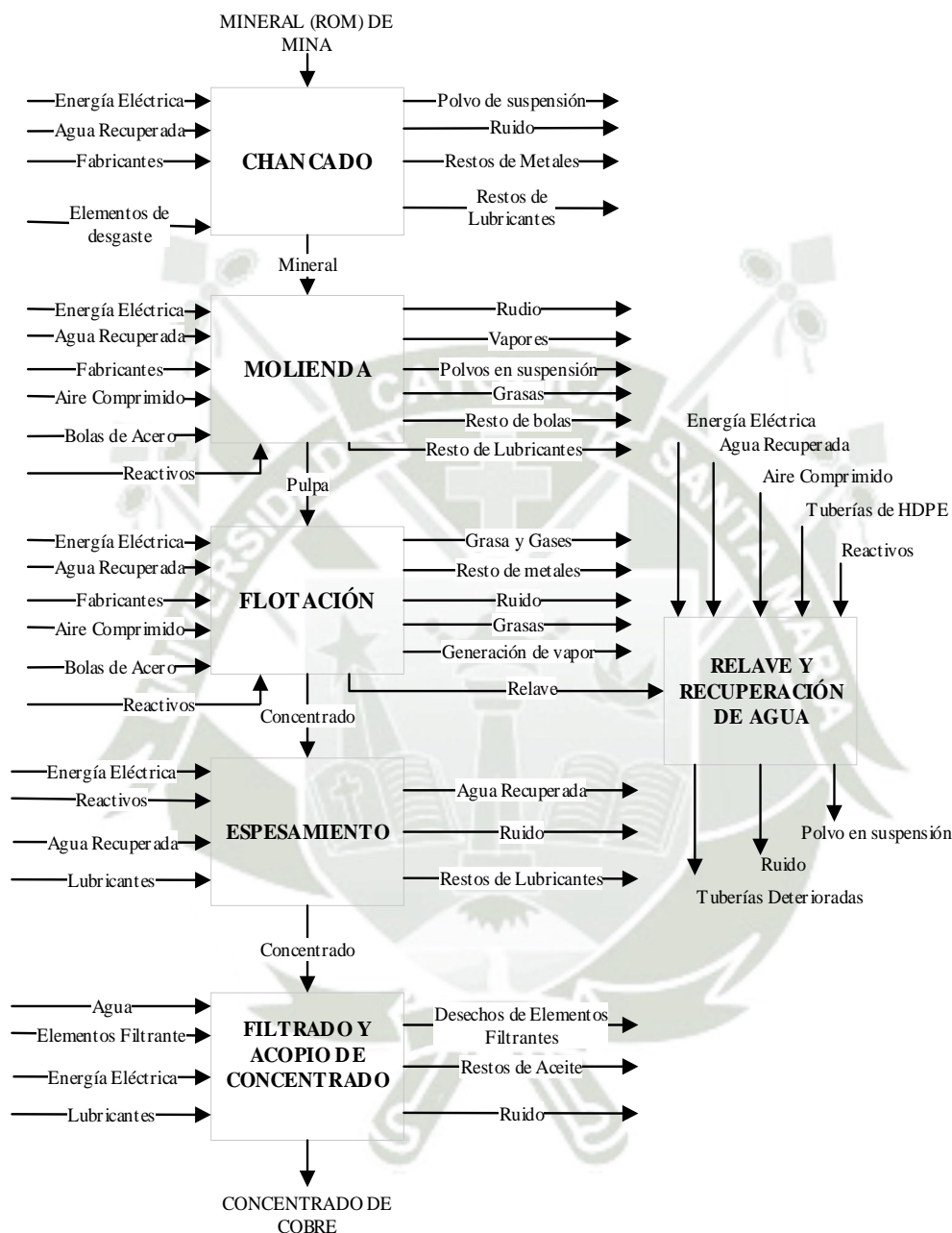
electroimanes cuya función según describe el autor es separar los componentes ferrosos contaminantes ya que pueden causar daños en la faja transportadora por lo que al dañarse significaría una parada de planta que representaría significativas pérdidas ; la investigación plantea en cambiar la estrategia de disgregación del material ferroso para retornarlo a la línea de producción que garantice la optimización de tiempo y reducción de peligro; como refiere el autor “se creó un ambiente seguro para el desempeño de los operarios en las tareas de retiro de elementos ferrosos del proceso. Además, se incrementó la eficiencia de la tarea, ya que se disminuyó considerablemente el tiempo de parada del apron Feeder” en la investigación fomenta la mejora continua con respecto a las estrategias habituales y denota la importancia que tiene el equipo de no estar en óptimas condiciones lo que influye en el objeto de trabajo de la presente tesis ya que el enfoque de la misma es mejorar los procesos habituales con ello la reducción de tiempo y peligro de ejecución.

## **2.2. Planta Concentradora de cobre**

Una planta concentradora se puede precisar como un recinto que emplea procesos de flotación con la finalidad de conseguir una mineralización económica en la compañía minera.

**Figura 1**

*Diagrama de Bloques Funcionales en la Planta Concentrado de Antapaccay*



*Nota:* Extraído y adaptado de (Antapaccay, 2011), en figura 1 se muestra el diagrama de bloques funcional de un concentradora de cobre; en la presente investigación haremos énfasis en el proceso de chancado ya que el equipo en estudio se encuentra en este proceso.

En la planta concentradora de cobre se desarrollan principalmente 3 actividades: El acondicionamiento del material para la concentración, disgregar el mineral de interés con la "ganga" y aprestar los productos del proceso tales como concentrados y relaves (SMCV, 2018).

La finalidad del acondicionamiento o preparación del mineral es reducir de tamaño la materia prima bruta mediante varias etapas para alcanzar la dimensión adecuada; una vez alcanzada la dimensión indicada las partículas del mineral con la "ganga" es posible su separación física a través de la flotación. Las etapas mencionadas de la preparación incluyen.

**Tabla 4**

*Etapas de preparación del mineral*

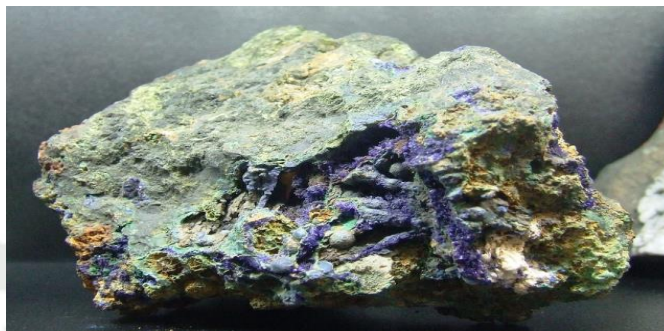
Ítem	Descripción	Valor
Voladura	Tamaño Max.	1.2m
Chancado Primario	Rango P80	100-165 mm
Chancado Secundario	P80	50 mm
Chancado Terciario	Rango P80	12 - 21 mm
Molienda	P80	140 – 150 $\mu$ m

*Nota:* Tomado y adaptado de (SMCV, 2018) ; Se muestra en la Tabla 4 los valores para la preparación del mineral en cada proceso, tomando en consideración en el chancado primario, ya es la etapa donde está el objeto de estudio (Apron Feeder).

La disgregación o separación de mineral consta básicamente de 2 etapas fundamentales.

**En la primera etapa** los minerales de cobre y molibdeno son separados de la "ganga" y la sílice mediante un proceso de separación físico-químico.

**En la segunda etapa** los minerales de cobre y molibdeno son separados mediante la flotación diferencial. (SMCV, 2018)

**Figura 2***Mineral de Cobre - Molibdeno*

Nota: En la figura 2 se muestra el mineral en bruto de cobre – Molibdeno, extraído de (Calcaneo , 2017)

En la prestación de los productos del concentrado una de las actividades principales esta la eliminación del mayor porcentaje de agua y proceder al transporte del producto en seco; el concentrado de cobre de ser "cuajado" y filtrado hasta llegar a una humedad del 9%, posteriormente es preparado para almacenarse (SMCV, 2018).

En el tercer producto hacemos énfasis al relave dado que este contiene una mezcla de "ganga" y agua empleada en el proceso; el agua empleada en el proceso es reciclada y reutilizada en el proceso, por otra parte el relave espesado es direccionado a las canchas de relave mediante tuberías; en la cancha de relave se permite recuperar la mayor de cantidad de agua para reutilizarla en el proceso (SMCV, 2018).

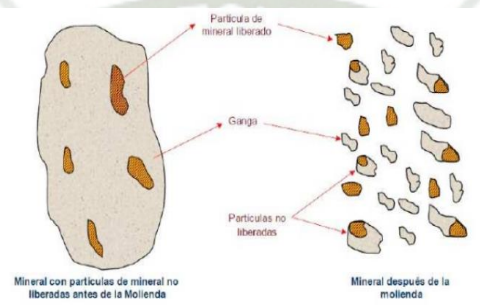
**2.2.1. Chancado Primario**

Con el chancado primario se inicia la primera etapa de operación de la planta concentradora y la segunda etapa con respecto a la reducción de tamaño previamente al minado. La finalidad del chancado primario es reducir el tamaño del mineral no mayor a 7" que posteriormente será derivado a la siguiente etapa de molienda a través de las fajas transportadoras. (Sociedad Minera Cerro Verde, 2018)

El sistema de chancado debe tener una gran capacidad y disponibilidad ya que tiene que mantener el suministro de mineral triturado para proceder con las operaciones posteriores; uno de los parámetros del sistema es la capacidad de diseño promedio que es de 7,200 t/h en un tiempo de 16 horas diarias es decir que tenga un 70% de disponibilidad. (Sociedad Minera Cerro Verde, 2018)

**Figura 3**

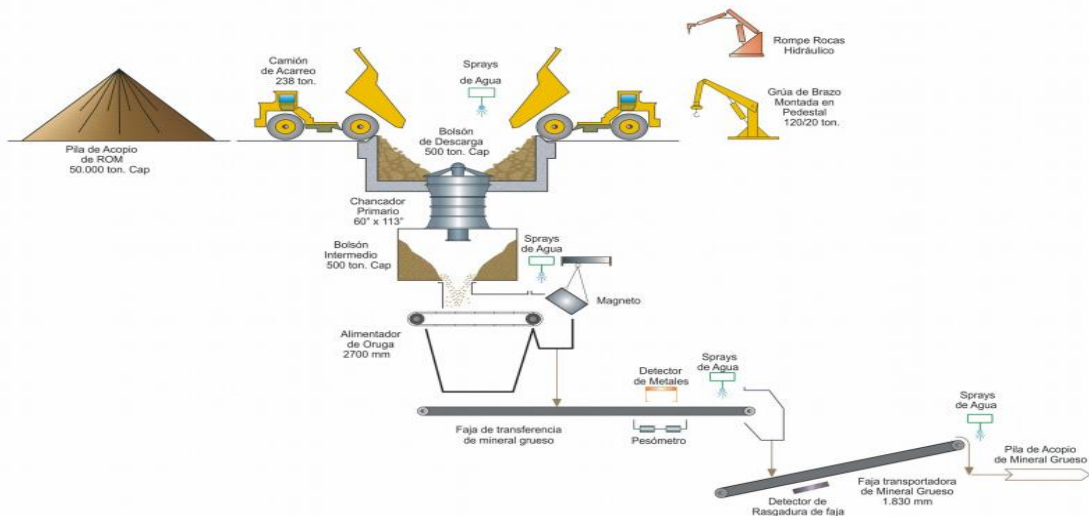
*Proceso de Triturado del Mineral*



Nota: En la figura 3 se muestra el proceso de entrega del mineral a triturarse, extraído de (Geankoplis, 1998).

**Figura 4**

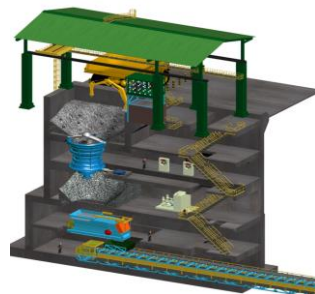
*Circuito de Chancado Primario y Pila de Acopio de Mineral Grueso*



Nota: En la figura 4 se muestra el circuito de chancado primario y destaca a grandes rasgos sus componentes, extraído de (Antapaccay, 2011)

**Figura 5**

*Disposición de Equipos en la Etapa del Chancado Primario 3D*



Nota: En la figura 5 se muestra el circuito de chancado primario y destaca a grandes rasgos sus componentes en 3D, extraído de (Antapaccay, 2011)

Como se muestran en las figuras 4 y 5 los componentes del chancado primario a continuación se muestra las características básicas de los equipos principales como se muestra en la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Equipos del chancado primario*

Descripción	Tag	Fabricante	Dimensiones	Pesos (kg)
Chancadora Primaria	210-CRG-0001	FLSmidth	9.5mx9.5mx6.2	215000
Alimentador de placas	210-FEA-0001	Metso	14mx1.6mx3.3m	52328
Faja Transportadora	210-CVB-0001	Thyssen Krupp	Ancho 72" x Largo 114.8m	44000
Faja Transportadora Overland	220-CVB-0002	Thyssen Krupp	Ancho 54" x Largo 6520m	1195000
Electroimán	210-MAS-0002	ERIEZ	2mx2mx1m	1500
Detector de metales	220-ZMD-0005	ADVANCE	1mx2mx2m	450
Balanza en faja	220-SLW-0001	MERRICK	5mx2mx0.5m	1200

Nota: En la tabla 5 Se muestra las características básicas de los equipos del chancado primario, extraído y adaptado de (Antapaccay, 2011).

### 2.2.1.1. Grúa Pedestal

Las grúas de pedestal son parte de la ejecución del chancado primario ya que su uso interviene en varios aspectos tales como grúas de mantenimiento para diferentes sistemas de minería a cielo abierto específicamente el área de chancado; éstas deben estar acondicionadas para las distintas condiciones climáticas (HMB LINTEC Marine, 2015)

#### Figura 6

*Grúa de Pedestal*



Nota: \*En la figura 6 se muestra la grúa pedestal, Extraído y adaptado de (HMB LINTEC Marine, 2015)

### 2.2.1.2. Chancadora Primaria

La chancadora primaria se encuentra en un circuito abierto, ya que la alimentación pasa solo una sola vez y sigue con la segunda etapa mediante las fajas transportadoras; la capacidad de tratamiento varía reduciendo o aumentando la cantidad de mineral ya triturado; una de las características más relevantes de la chancadora primaria es la capacidad que tiene para decepcionar el mineral sin puente (Sociedad Minera Cerro Verde, 2018).

**Figura 7**

*Chancadora Giratoria Primaria tipo TAYLOR NT 60"x113*



Nota: \*En la figura 7 se muestra la chancadora giratoria Taylor NT 60"x113, Tomado del Manual de operación planta concentradora (SMCV, 2018).

En la chancadora giratoria una de las características más relevantes es que ofrece una gran capacidad por la abertura de descarga circular ya que es suficientemente dimensionada a diferencia de un chancador de mandíbula que proporciona un área más pequeña; también se destaca por su principio de operación continua (Metso Outotec, 2015).

**2.2.1.3. Alimentador de placas (Apron Feeder)**

El alimentador de placas se sitúa por debajo del chancador primario, este presenta una velocidad variable que el mineral procesado (triturado) del bolsón de compensación de la chancadora; la regulación de velocidad del alimentador está ligada proporcionalmente a la razón promedio de material procesado por la chancadora, ya que debe proporcionar un flujo continuo de mineral triturado hacia la faja transportadora.

**Figura 8**

*Apron Feeder 14mx1.6mx3.3m*



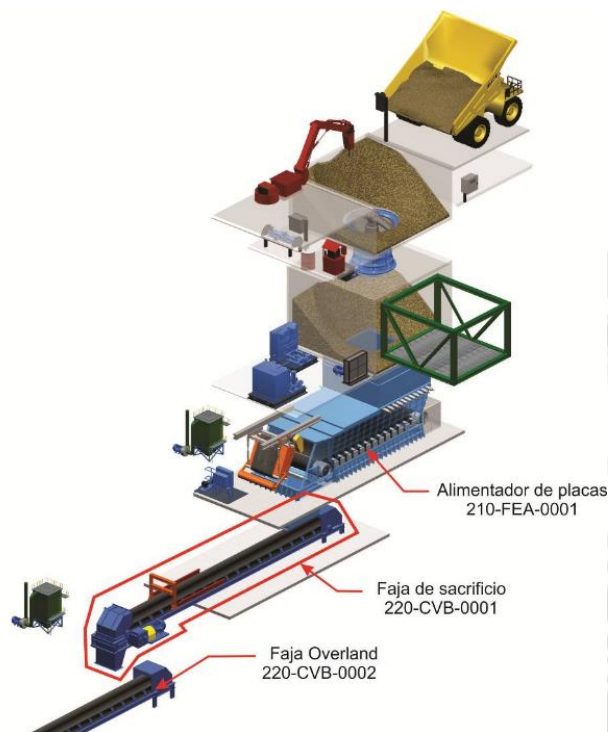
Nota: \*En la figura 8 Se muestra el alimentador de placas 14mx1.6mx3.3m fabricante Metso, extraído de (Metso Outotec, 2015).

**2.2.1.4. Faja Transportadora**

Las fajas transportadoras de mineral son las convencionales es decir un faja cubierta con caucho , con un accionamiento mecánico a través de una polea de cabeza que está unida a un reductor mecánico promedio de un acoplamiento hidráulico; el mineral se trasladó inicialmente desde la salida del alimentador placas , la primera etapa de transporte se lleva a cabo en la "faja de sacrificio" que tiene como finalidad principal amortiguar y/o proteger de los daños que pueden producir el mineral triturado hacia la segunda etapa transporte que se lleva a cabo en la "faja Overland" ; cuya etapa da por finalizado el chancado primario para dar inicio al siguiente proceso de chancado. (Antapaccay, 2011)

**Figura 9**

*Disposición de las Fajas de Transporte del Chancado Primario*



Nota: En la figura 9 se muestra en diagrama 3D la disposición de la faja de transporte de tipo “sacrificio” y “Overland”; extraído de (Antapaccay, 2011).

#### **2.2.1.5. Electroimán**

El elemento que está presente en la descarga del Apron Feeder hace referencia a un imán gigante y de gran capacidad, cuya función principal es recuperar un sector de metales magnéticos que está presente dentro del flujo del mineral; el imán generara un campo magnético en la zona de descarga del apron feeder dado que el metal puede dañar de gravedad las fajas transportadoras y también las chancadoras en las siguientes etapas de procesamiento del mineral. (Sociedad Minera Cerro Verde, 2018)

### **Figura 10**

*Electroimán*



Nota: \*En la figura 10 se muestra el electroimán de la marca “ERIEZ” en la descarga del Apron Feeder, elaboración propia.

#### **2.2.1.6. Control de Polvos y Metales**

En el proceso de traslado del mineral procesado se requiere un sistema de control de polvos precisamente en los puntos de transferencia de mineral, en el chancado primario es recurrente ubicarlo en el bolsón de descarga de chancadora cuando el volquete hace la descarga del mineral en bruto lo que genera polvo al caer, para controlar ello se esparce agua horizontalmente por lo que contiene y restringe. (SMCV, 2018)

### **Figura 11**

*Colector de polvo AMERICORP PLUS*

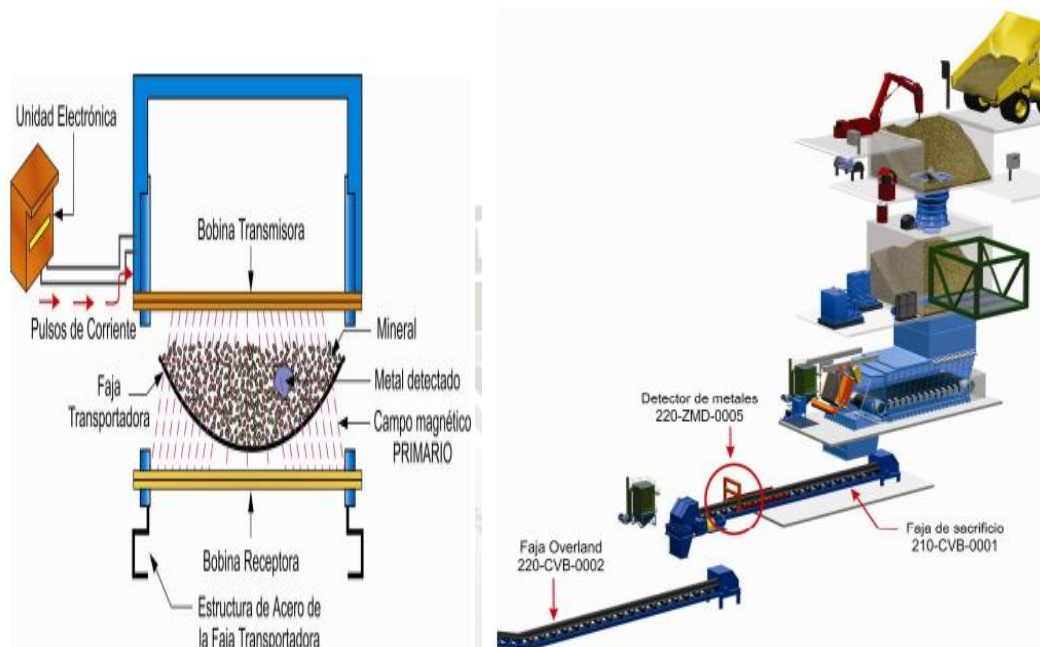


Nota: \*En la figura 11 se muestra el colector de polvo de la marca “AmeriCorp Plus” , extraído de (Americorp Plus, 2023).

El detector de metales identifica los metales propiamente dichos, puede ubicarse en la parte baja, media o alta del mineral a transportar (Antapaccay, 2011).

**Figura 12**

*Detector de Metales*



Nota: \*En la figura 12 se muestra cuando se forma el campo magnético primario en el detector de metales y su ubicación el chancado primario, extraído de (Antapaccay, 2011).

El principio de funcionamiento se basa en la conductividad del material, ya que está conformado por un sistema de bobinas, una bobina transmisora y dos receptoras; el campo magnético principal o pulsante es producido por la bobina transmisora ya que esta recibe pulsos eléctricos de corriente de la unidad electrónica. Cuando pasa el material metálico por este campo magnético pulsante, se carga de corrientes parasitas y da lugar al campo magnético secundario este induce tensión en las bobinas receptoras lo que genera una alerta de la presencia de material metálico y paraliza la operación de las fajas de sacrificio por enclavamiento.

### 2.3. Apron Feeder

En términos simples, un Apron Feeder (también conocido como alimentador de placas) es un tipo de alimentador mecánico que se utiliza en operaciones de manejo de material para transferir (alimentar) material a otro equipo o extraer material (mineral/roca) de pilas de almacenamiento, contenedores o tolvas. a un ritmo controlado de velocidad (Metso Outotec, 2015).

Estos alimentadores se pueden utilizar en una variedad de aplicaciones en operaciones primarias, secundarias y terciarias (recuperación). Tienen la capacidad de absorber el impacto de carga del material directamente en el alimentador como un amortiguador (el impacto que cae sobre el alimentador cuando se descarga el material es grande); Pueden manipular capacidades pequeñas y grandes, de 10 a 6.000 t/h y pueden soportar cargas de impacto extremas. Por último, los alimentadores de placas pueden recuperar una variedad de materiales secos o húmedos de varios tamaños a una velocidad uniforme (McLanahan, 2023).

A continuación, se presentará las características técnicas con las que cuenta el alimentador de placas al cual está destinado este proyecto de investigación.

**Tabla 6**

*Especificaciones Técnicas de Alimentador de Placas*

<b>Datos Generales</b>	
<b>Identificación</b>	210-FEA-0001
<b>Fabricante</b>	Metso
<b>Transportador</b>	<b>De</b> 210-CRG-001 <b>A</b> 210-CVB-0001
<b>Puntos de Carga</b>	1
<b>Longitud Horizontal</b>	10.9 m
<b>Capacidad (Máxima)</b>	5283 t/h
<b>Capacidad (Nominal)</b>	4167 t/h
<b>% de Carga</b>	---
<b>Material transporta</b>	<b>al</b> Mineral de cobre

<b>Granulometría</b>	-178 mm
<b>Velocidad</b>	Variador de velocidad
<b>Placas de Desgaste</b>	
<b>Fabricante</b>	Metso
<b>Material</b>	Acero al Magnesio
<b>Dimensiones</b>	38mm x 2133mm
<b>Cadena</b>	
<b>Fabricante</b>	Metso
<b>Tipo</b>	"S.A.L.T." D6 STEEL ROLLER
<b>Paso</b>	202.8 mm
<b>Cantidad</b>	2x119 Unid.
<b>Tensión de cadena</b>	
<b>Tipo</b>	Tornillo

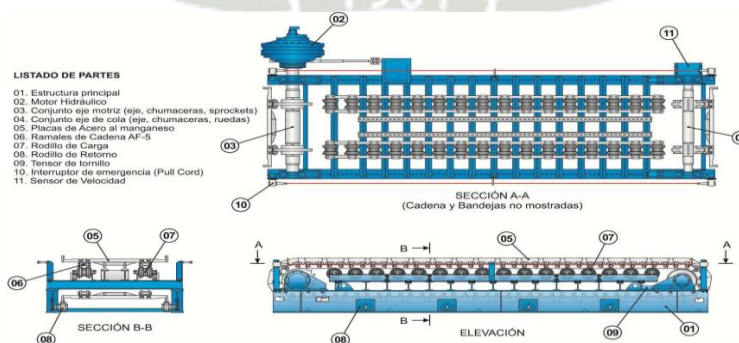
Nota: \*En la tabla 6 se muestra las especificaciones técnicas del Apron Feeder modelo 210-FEA-0001 tomado y adaptado de (Antapaccay, 2011).

### 2.3.1. Partes de un Apron Feeder

El Apron Feeder es un equipo electromecánico que se destaca por la gran capacidad de resistencia por lo que es empleado en tareas donde impliquen una gran abrasión y condiciones complicadas (Antapaccay, 2011) ; este equipo está formado principalmente por:

**Figura 13**

*Partes Principales del Apron Feeder*



Nota: \*Se muestra en la figura 13 el listado básico de partes del alimentador de placas tomado de (Antapaccay, 2011)

### 2.3.1.1. Cadena del Apron Feeder

La cadena del Apron Feeder está compuesto por eslabones, pasadores y bujes; los pasadores actúan como una articulación para unir los eslabones. Estas cadenas están selladas y lubricadas por unos pasadores huecos, a estos eslabones van empernados las bandejas del alimentador, debido al esfuerzo constante al que se ven sometidos estas se fisuran progresivamente por lo que es un indicador determinante para realizar su cambio (Antapaccay, 2011).

**Figura 14**

*Cadena del Apron Feeder*



Nota: \*Se muestra en la figura 14 el conjunto de la cadena del Apron Feeder, elaboración propia.

**Tabla 7**

*Información técnica de los eslabones*

<b>Alimentador</b>	<b>Unidades</b>	<b>AF 4 -1067MN - 7500 - 11KW -H</b>
Estándar	-	FL4
Paso	mm	140
Cantidad	Eslabones	238
Secciones	-	----
Tensión Máxima de trabajo	kN	95.9
Tensión de rotura	kN	402.8

Nota: En la tabla 7 se muestran los datos técnicos de los eslabones del equipo AF4 extraído y adaptado de (Dimisa, 2012).

- **Desgaste de Cadena**

Este desgaste se presenta entre la cadena y los eslabones; el tiempo de vida útil de la cadena está condicionado al desgaste producido en los empalmes de la cadena ; ocurre cuando existe un roce o fricción entre los pernos y el buje lo que provoca una elongación de la cadena, es por ello que se tiene que hacer énfasis para la medición periódica de la longitud de la cadena tomando como referencia como mínimo 10 eslabones para determinar la elongación de la cadena. (Dimisa, 2012)

**Tabla 8**

*Deformación Permisible de Cadena*

<b>Tensión Cadena (lb)</b>	Hasta 4500 lb	Hasta 7500 lb	Hasta 15000 lb	Hasta 45000 lb	Hasta 90000 lb
<b>Tensión permisible %</b>	40.6/P	50.8/P	76.2/P	102/P	127/P

Nota: En la tabla 8 se muestran los rangos de deformación permisible de la cadena desde las 4500 lb hasta 90000 lb, extraído y adaptado de (Dimisa, 2012).

### 2.3.1.2. Eslabones Maestros

Los eslabones maestros son empleados para “empalmar” los tramos de la cadena, está conformado por dos partes que son empleados para unir o desmontar la cadena; algunos eslabones maestros están aserrados diagonalmente y son atornillados mientras que otros tipos de eslabones solo cuentan con tornillos para la sujeción de la cadena (Dimisa, 2012).

**Figura 15***Eslabón Maestro de Cadena de Apron Feeder*

Nota: En la figura 15 se muestran los eslabones maestros de la cadena del Apron Feeder; cabe destacar que el par de eslabones maestro presente en el Apron Feeder son 02 pares, extraído de (Dimisa, 2012).

**2.3.1.3. Catarinas Segmentadas**

La Catarina motriz empleada en el equipo se encuentra segmentada, se encuentra atornillada a las masas fijadas en el eje o fecha motriz mediante chavetas, están fabricadas a un acero al carbono (Dimisa, 2012).

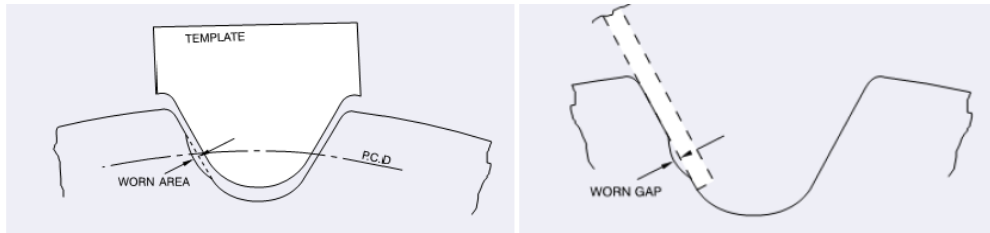
Con respecto a la Catarina se debe hacer la verificación del acople entre la Catarina y la cadena sin que existan "saltos" además de asegurar que no exista vibración cuando esté en funcionamiento.

Se puede producir un desgaste en la cadena si se sobre tensiona la misma; el desgaste en las cadenas se produce comúnmente por el acoplamiento entre el buje y los dientes de la Catarina, es más frecuente este tipo de desgaste en cadenas con bujes en comparación de cadenas con rodillos ya que existe un deslizamiento del buje a diferencia de un contacto como lo es con rodillos. (Dimisa, 2012)

El máximo desgaste permitido en la catarina es de  $1/8''$ , en caso que oscile entre  $1/8''$  a  $3/8''$  se debe programar el cambio de catarinas. (Dimisa, 2012)

**Figura 16**

*Desgaste de Catarina*



Nota: En la figura 16 se muestra el desgaste permitido presente en las catarinas del Apron Feeder, extraído de (Dimisa, 2012)

**Figura 17**

*Sprocket Segmentado*



Nota: \*En la figura 17 se muestra el Sprocket ensamblado y segmentado para poder realizar el cambio correspondiente, elaboración propia.

#### 2.3.1.4. Sistema Tensor

El sistema tensor tiene como función de proporcionar la tensión adecuada a la cadena, ya que esta puede quedar suelta y ocasionar una falla; por ello es que se hace énfasis en el correcto tensionamiento de la cadena. (Metso Outotec, 2015)

## Figura 18

### *Sistema de Tensión de Cadena de Alimentador de Placas*



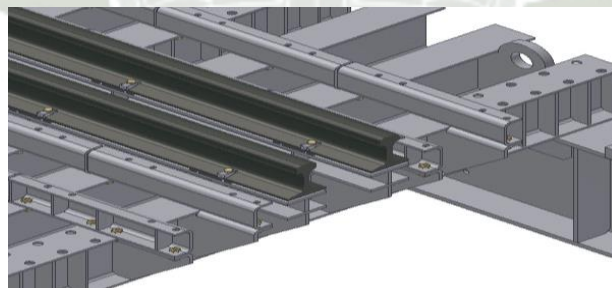
Nota: En la figura 18 se muestran el sistema tensor del Apron Feeder, extraído de (Metso Outotec, 2015)

### 2.3.1.5. Rieles de Impacto

Los rieles de impacto cumplen la función de soportar el impacto producto del paso de flujo de mineral en las placas o bandejas; los rieles y bandejas en parte inferior no debe haber contacto a excepción en los de impacto. (Metso Outotec, 2015)

## Figura 19

### *Riel de Impacto de Alimentador de Placas*



Nota: \*En la figura 19 se muestran los modelados de los rieles de impacto presentes en el Apron Feeder; extraído de (Metso Outotec, 2015), elaboración propia.

### 2.3.1.6. Placa o Bandeja de Impacto

Las placas o bandejas tienen como función principal de recibir el mineral a transportar, por tal razón deben ser un alto grado de resistencia al desgaste por fricción producida por el mineral, están fabricadas con acero al magnesio ASTM A128 Grado (Metso Outotec, 2015).

## Figura 20

### *Placa o Bandeja del Alimentador*



Nota: \*En la figura 20 se muestran las bandejas o zapatas del Apron Feeder para realizar el cambio correspondiente de las mismas; extraído (Metso Outotec, 2015)

## Tabla 9

### *Características Técnicas de Placas del Apron Feeder*

<b>Alimentador</b>	<b>0210 - FEA -0001</b>
<b>Ancho Nominal</b>	2133 mm
<b>Cantidad</b>	119

Nota: \*En la tabla 9 se indican los datos técnicos de las placas o bandejas del Apron Feeder en ellos el ancho de cada una de las placas y la cantidad, extraído y adaptado de (Metso Outotec, 2015).

## Tabla 10

### *Características Técnicas de Pernos de Sujeción de Placas*

<b>Alimentador</b>	<b>0210 - FEA -0001</b>
<b>Tornillo</b>	TORN. HEX. 3/4" UNFx3" - A490
<b>Cantidad</b>	952
<b>Torque</b>	486 N.m

Nota: En la tabla 10 se indican los datos técnicos de los pernos de sujeción de las “bandejas” del Apron Feeder, nótese que se emplean pernos de alta resistencia ASTM A490, extraído y adaptado de (Metso Outotec, 2015).

### 2.3.1.7. Rodillos Superiores

Los rodillos superiores se encuentran ubicados en la parte superior de la estructura principal del Apron Feeder ; estos cumplen la función es soportar y guiar las cadenas durante el transporte de mineral , una de las fallas más comunes de desgastes es ocasionadas por la constante fricción (Metso Outotec, 2015).

#### Figura 21

*Rodillos superiores de Alimentador de Placas*



Nota: En la figura 21 se muestran los rodillos superiores desgastados del Apron Feeder para su posterior cambio, elaboración propia.

### 2.3.1.8. Rodillos Inferiores

Los rodillos inferiores o de retorno se encuentran ubicados sobre la estructura del Apron Feeder, estos soportan las "tablillas" en el retorno, con una adecuada separación con la finalidad de mantener la catenaria en los parámetros adecuados sin sobre tensarla; los rodillos de retorno son entregados pre- lubricados además de sellados de por vida.

#### Figura 22

*Rodillos Inferiores del Alimentador de Placas*



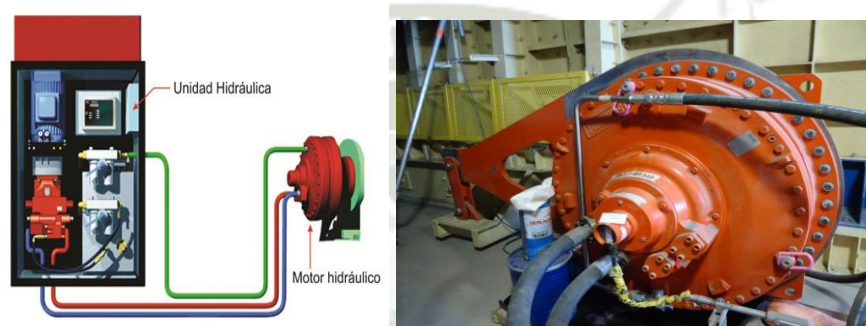
Nota: En la figura 22 se muestran los rodillos inferiores del Apron Feeder una vez extraídos para su posterior cambio, extraído de (Dimisa, 2012).

### 2.3.1.9. Sistema de Accionamiento

El sistema de accionamiento es el encargado de dar movilidad al Apron Feeder, por de un sistema hidráulico (motor y unidad hidráulica).

**Figura 23**

*Sistema de Accionamiento del Alimentador de Placas*



**Nota:** En la figura 23 se muestra el Sistema de accionamiento del alimentador de placas, en la presente investigación no se hará énfasis en el sistema de accionamiento, tomado de (ANTAPACCAY, 2011).

**Tabla 11**

*Características técnicas de sistema de accionamiento*

Datos	Unidades	0210 – FEA -0001	
Fuerza total de tracción en las cadenas	Kg	Operación	22791
		Arranque	36465
Potencia Requerida en el eje	Hp	166	
Torque en el eje de accionamiento	Kgf.m	25082	
Rotación Máxima del eje	RPM	7.19	
Motor Hidráulico	-	Häggglunds MB-1150-975	

Nota: En la tabla 11 se muestra la data técnica del sistema de accionamiento del alimentador de placas, en la presente investigación no se profundizará en dicho sistema, tomado de (Metso Outotec, 2015).

## 2.4. Metodología de la Gestión y Diseño del Proyecto

La definición de método hace referencia al “camino a seguir mediante una serie de operaciones, reglas y procedimientos fijados de antemano de manera voluntaria y reflexiva, para alcanzar un determinado fin que pueda ser material o conceptual” (Ander-Egg, 1995).

Según (Habermas, 1993) “la metodología se ocupa de normas del proceso de investigación, que pretenden una validez lógica en relación con el ámbito sobre el que la ciencia en cuestión versa y simultáneamente una obligatoriedad fáctica para los investigadores”.

En la etapa de diseño está presente la necesidad de la presencia de una secuencia de pasos para la toma de decisiones, tomados algunos con referencia a diseños anteriores y otros nuevos, pero en cualquier situación se inicia con previo de información por definir es decir incompleta, por lo que el proceso de diseño es de carácter heurístico es decir progresivos y sistemáticos (Pérez, 2004).

Para realizar el trabajo de investigación fue necesario estudiar dos tipos de metodología:

### 2.4.1. Metodología Multicriterio:

“La metodología multicriterio es una herramienta que permite de una manera ordena y gráfica, la solución a problemas que tienen o requieren el manejo de diversas variables, para su solución. Además, con la información suministrada se pueda hacer un análisis de la importancia de aspectos relevantes y la interacción entre los mismo, a través de la realización de un modelo jerárquico formado por tres niveles que son, las metas, los criterios y las alternativas” (Ocampo-Murillo & Quintero-Garzón, 2020).

### 2.4.2. Metodología de diseño:

Hace referencia a la metodología basadas en el diseño de soluciones ingenieriles, dado que su finalidad generalmente es diseñar un mecanismo o estructura que permita dar una solución a un problema planteado (Gonzales Checa & Portocarrero Castro, 2021).

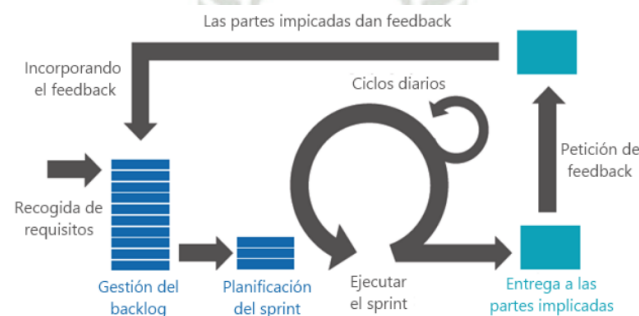
### 2.4.3. Metodología Scrum

La metodología Scrum es una de las más reconocidas a nivel mundial ya que es una de las más destables en el ámbito del desarrollo de un proyecto que tiene como inicio la década de los 80's donde fue tratada y analizada por Ikujiro Nonaka y Hirotaka Takeuchi , como una de las conclusiones que llegaron era hacer énfasis en la autonomía que debía tener el trabajo en equipo para poder desarrollar un producto ( Takeuchi & Nokata , 1986).

Lo que menciona (Langdon, Yousefi, Relton, & Suderman, 2014) La finalidad de metodología Scrum es ofrecer soluciones adecuadas al proyecto , ya que la metodología es sencilla y ágil, por lo que destaca esas cualidades para su aplicación y en su aprendizaje, como resultado de una correcta aplicación nos permite disminuir los costos en la creación de un equipo de desarrolladores, por lo que nos proporciona soluciones eficaces para el desenvolvimiento del proyecto.

**Figura 24**

*Ciclo Scrum*



Nota: En la figura 24 se muestra el ciclo Scrum en el desarrollo de un proyecto; donde se destaca en la retroalimentación diaria como mayor énfasis junto con el cumplimiento de las partes implicadas , extraído de (Equipo IDA Ideas Digitales Aplicadas, 2017) .

#### 2.4.3.1. Ventajas de Scrum

A continuación se enunciarán algunas ventajas del emplear la metodología Scrum en la gestión de proyectos, adaptado de (Guía SBOK, 2017)

- **Adaptabilidad:** Para poder hacer que un proyecto sea susceptible al cambio es decir que se adapte al mismo se debe llevar un control de proceso empírico y con un desarrollo iterativo.
- **Transparencia:** Para poder crear un ambiente de trabajo de abierto debe haber un intercambio fluido de ideas con total transparencia por parte de los radiadores mediante un “scrumboard” y el "sprint Burndown chart".
- **Retroalimentación de forma continua:** Como indica tiene que ser manera continua por medio varios procesos como la realización de "Daily Standup", demostración y validación del "sprint".
- **Continuous improvement:** El proceso involucrado para la mejora continua es de "Refinar el backlog priorizado del producto" ya que lo que se debe optimizar sprint por sprint son los entregables.
- **Entrega continua de valor:** El proceso involucrado para la entrega continua según el cliente lo requiera es de "Envío de entregables" ya que los procesos que son de carácter iterativo posibilitan la entrega de valor continuo de manera frecuente.
- **Sustainable Pace:** Los procesos de la metodología Scrum fueron diseñados para que la parte involucrada trabajen un ritmo de manera sostenible es decir que idealmente se puede prolongar indefinidamente.

- **Entrega anticipada de alto valor:** La priorización del cumplimiento de requisitos enunciados por el cliente esta asegura mediante el proceso de "Crear el Backlong priorizado del producto".

## 2.5. Normativa y estándares

### 2.5.1. Diseño

#### 2.5.1.1. Norma VDI 2221

La norma trata los principios básicos del diseño metódico de todo tipo de productos y sistemas técnicos y define los objetivos, actividades y resultados centrales del trabajo en un "modelo de diseño de productos" que proporciona pautas centrales para la aplicación interdisciplinaria en la práctica industrial. Este estándar se puede aplicar a todo tipo de productos y sistemas técnicos, así como a los correspondientes procesos de diseño y desarrollo interdisciplinarios. El estudio de la metodología es aclarado a continuación:

- Definición de la situación problemática, alberga la descripción del problema, sus causas y repercusiones.
- Determinar el alcance y el correcto planteamiento del objetivo general y específicos.
- Búsqueda de modelos de solución previos mediante el estado del arte vinculado al desarrollo del sistema.
- Definir los requerimientos para así poder establecer la función principal y subdividir el sistema en módulos más simples y realizables.
- Establecer la estructura de funciones.
- Emplear una matriz morfológica para el diseño del sistema mediante módulos.
- Plantear posibles soluciones en base a los criterios económicos y técnicos
- Realizar el informe final.

**Figura 25**

*Proceso estándar de diseño según la norma VDI 2221*



Nota: En la figura 25 se muestra el proceso estándar de diseño según la norma VDI2221 ; cabe destacar como una de las premisas la identificación de las necesidades presentes hasta el punto de producción ;extraído y adaptado de (Pahl, Beitz, Feldhusen, & Grote, 2007).

### 2.5.1.2. Norma E.090

La presente norma es referente a las estructuras metálicas de acero en los ámbitos diseño , fabricación y montaje de edificaciones.

La norma G0.10 donde se denota en las consideraciones básicas del reglamento nacional de edificaciones , hace mención a su obligatoriedad dado que se consideran como mínimas e indispensables en su ámbito; los criterios que abordan esta norma , son referentes al método de factores de carga y resistencia (LRFD) y el diseño por tensiones admisibles (ASD).

### 2.5.1.3. ANSI/AISC360-16

La finalidad de la norma AISC360 se basa en suministrar fundamentos prácticos y teóricos con referente al diseño sísmorresistente de edificaciones de estructuras metálicas. (Especificación del AISC, 2010)

Dentro de los requisitos de la norma se mencionan la base del diseño con respecto a:

- Diseño por resistencia usando diseño en base de factores de carga y resistencia (LRFD)
- Diseño por resistencia usando diseño en base a resistencias admisibles (ASD)
- Resistencia requerida
- Diseño de conexiones y apoyos (conexiones simples / con momento)
- Diseño de diafragma y colesctores
- Anclaje al hormigon
- Diseño por estabilidad
- Diseño para condiciones de servicio
- Diseño para la integridad estructural
- Diseño por acumulacion de agua
- Diseño a fatiga
- Diseño para condiciones de incendio
- Diseño para efectos de corrosion

Dentro de la norma hace mención al termino del coeficiente de seguridad que hace énfasis a un único valor, con respecto a las distintas incertidumbres vinculadas a las acciones y a la resistencia de la estructura.

**Tabla 12**

*Valores del factor de resistencia y seguridad para miembros de acero*

<b>Caso</b>	<b>Estado límite de resistencia</b>	<b>Factor de resistencia</b>	<b>Coef. De seguridad</b>
Miembros traccionados	Fluencia en área bruta	0.90	1.67
	Rotura en el área neta	0.75	2.00
Miembros comprimidos	Pandeo flexional	0.90	1.67
	Pandeo torsional o flexo-torsional		
	Pandeo local		
Miembros flexionados	Fluencia	0.90	1.67
	Pandeo lateral-torsional		
	Pandeo local de ala		
	Pandeo local de alma		
Miembros sometidos a corte	Fluencia por compresión o tracción del ala	0.90	1.67
	Fluencia por corte		
	Pandeo de alma		

Nota: En la tabla 12 se muestran los valores de los factores de resistencia y seguridad según el criterio de la norma y según el caso al que estará sometido cada miembro y teniendo en cuenta que en el ítem de coeficiente de seguridad no percibe menor a 1.5; extraído y adaptado de (Especificación del AISC, 2010) .

**Tabla 13**

*Valores del factor de resistencia y coeficiente de seguridad para conexiones*

<b>Caso</b>	<b>Factor de resistencia</b>	<b>Coef. De seguridad</b>
Juntas soldadas, con soldadura de filete sometida a corte	0.75	2
Juntas soldadas, con soldadura de tapón o muesca	0.75	2
Juntas soldadas, con soldadura de penetración sometida a tracción normal al eje de la soldadura:		
- Metal base	0.75	2
- Soldadura	0.8	1.88
Juntas soldadas con soldadura de penetración parcial sometidas a corte	0.75	2
Conexiones apernadas: pernos sometidos a corte y/o tracción	0.75	2
Conexión a deslizamiento crítico: pernos de alta resistencia	1.00, 0.85 o 0.70 (según agujero)	1.50, 1.76 o 2.14 (Según tipo de agujero)
Conexiones apernadas: aplastamiento o desgarramientos	0.75	2

Nota: En la tabla 13 se muestran los valores de los factores de resistencia y seguridad según el criterio de la norma y según el caso al que estará sometido cada junta ya sea soldada o apernada; teniendo en cuenta que en el ítem de coeficiente de seguridad no percibe menor a 1.5; extraído y adaptado de (Especificación del AISC, 2010) .

**Tabla 14**

*Valores del factor de resistencia y coeficiente de seguridad para secciones compuestas*

<b>Caso</b>	<b>Factor de resistencia</b>	<b>Coef. De seguridad</b>
Compresión	0.75	2.00
Tracción	0.90	1.67
Flexión	0.90	1.67
Corte	0.75	2.00
Conectores tipo perno sometidos:		
-Corte	0.65	2.31
-Tracción	0.75	2.00
Conectores con perfiles U sometidos a corte	0.75	2.00

Nota: En la tabla 14 se muestran los valores de los factores de resistencia y seguridad según el criterio de la norma y según el caso al que estará sometido cada miembro compuesto; teniendo en cuenta que en el Ítems de coeficiente de seguridad no percibe menor a 1.5; extraído y adaptado de (Especificación del AISC, 2010).

## 2.5.2. Montaje

### 2.5.2.1. ASME B30

La norma ASME B30 hace mención a los lineamientos que se ponen en práctica con respecto a la construcción, instalación, inspección, prueba, mantenimiento, operación de grúas o diferentes equipos de zaje involucrados en los movimientos de objetos.

Dentro de los volúmenes existentes está presente las secciones:

**B30.5** Grúas móviles y locomotoras

**B30.9** Eslingas

**B30.22** Grúas con brazo articulado

**Tabla 15**

*Clasificación de grúa según la capacidad máxima de carga*

<b>Tipo de montaje de grúa</b>	<b>Cap. Máxima de carga %</b>
Plumas de 60ft (18m) o menos	85
Plumas de más de 60 ft (18m)	85
Locomotora, utilizando estabilizadores full extendidos y colocados.	80
Oruga, sin soportes estabilizadores.	75
Oruga, usando estabilizadores full extendidos y colocados.	85
Montado sobre ruedas, sin soporte de estabilizadores.	75
Sobre rueda, usando estabilizadores full extendidos y colocados, con los neumáticos fuera de la superficie de apoyo.	85
Sobre rueda, usando vigas estabilizadoras parcialmente extendidas y colocadas, con los neumáticos fuera de la superficie de apoyo.	85
Montado en camión comercial con estabilizadores extendidos y colocados.	85
Sobre camión comercial, usando estabilizadores parcialmente extendidos y colocados.	85

Nota: En la tabla 15 se muestran los valores de la capacidad máxima de izaje que puede tener según sea el tipo de grúa puesta en servicio; cabe destacar que a partir de un porcentaje mayor a 65% de la capacidad máxima de carga se considera un izaje crítico por lo que presenta un alto riesgo y denota ser un trabajo de maniobras complejas; extraído y adaptado de (ASME B30, 2016)

### 2.5.3. Calidad

#### 2.5.3.1. AWS D1.1/D1.1M2015

El conjunto de normas propuestas por la Sociedad Americana de soldadura (AWS) , son un consenso voluntario en base al reglamento del Instituto Nacional Estadounidense de Normalización (ANSI).

Dentro de las secciones de la norma esta presente la los criterios de Inspección visual (6.9) donde menciona “todas las soldaduras deben ser inspeccionadas visualmente y serán aceptadas si cumplen con los criterios”. (AWS D1.1/D1.1M, 2015)

La tabla de los criterios mencionados se encuentra en el **Anexo D**.

#### 2.5.3.2. ASTM E165

Los métodos de prueba de liquido penetrantes determinan la presencia, ubicación y, hasta cierto punto, la naturaleza y magnitud de las discontinuidades detectadas. Cada uno de los diferentes métodos de penetración fue desarrollado para propósitos específicos, como objetos de servicio críticos, volumen de piezas, portabilidad o áreas de investigación localizadas. La elección del método dependerá en consecuencia de los requisitos de diseño y mantenimiento de las piezas o materiales que se prueban.

#### 2.5.3.3. ASTM A36/A36M

Según norma es un acero al carbono de tipo estructural laminado en caliente, también conocido como “hierro negro”; usualmente se emplea para edificaciones soldadas, atornilladas y remachas; teniendo en cuenta que es uno de los aceros mas comerciales en la región. (Aceros Arequipa, 2020).

**Tabla 16**

*Composición química acero ASTM A36*

Norma	Grado	%C max	%Mn max	%Si max	%P max	%S max	%Nb		%V	
							Tipo 1	Tipo 2	Tipo 1	Tipo 2
ASTM A36/36M	50	0.23	1.35	0.4	0.04	0.05	0.005-	0.01-	0.01-	0.15
ASTM A572 /572M							0.050			

Nota: En la tabla 16 se muestran los valores de la composición química del acero ASTM A36 / ASTM 572 con un grado 50 donde se muestra los porcentajes que lo componen; cabe destacar que este acero es uno de los más comerciales de la región para este tipo de trabajos de fabricación de estructuras; extraído y adaptado de (Aceros Arequipa, 2020).

**Tabla 17**

*Propiedades mecánicas del acero ASTM A36*

Propiedad	Descripción
Límite de fluencia	345 Mpa mínimo
Resistencia a la tracción	450-550 Mpa
Alargamiento en 200mm:	
3/32", 1/8" y 3/16"	15.0% mínimo
1/4"	17.5% mínimo
5/16", 3/8" y 1/2"	20.0% mínimo
Soldabilidad	Buena

Nota: En la tabla 17 se muestran las propiedades mecánicas acero ASTM A36 / ASTM 572 , se hace énfasis a ciertas propiedades como son : el imite de fluencia y la resistencia a la tracción, ya que proporciona información para el cálculo estructural y selección de miembros , además de la buena soldabilidad de este acero ; extraído y adaptado de (Aceros Arequipa, 2020).

### 2.5.3.4. ASTM F3125

En el año 2016 las normas independientes ASTM A325 y ASTM A490 para pernos estructurales fueron desplazados por la norma ASTM F3125 que cumple con los requisitos físicos, químicos y mecánicos para pernos estructurales. (ASTM INTERNATIONAL, 2016)

La principal diferencia que existen con su predecesor (A325) es que en los pernos de 1-1/8” a 1-1/2” cumplen con los mismos requisitos mecánicos de que los de 1”.

**Tabla 18**

*Tipos de pernos según norma ASTM F3125*

<b>Grado</b>	<b>Resistencia a la tracción, min</b>	<b>Tipo</b>	<b>Estilo</b>
A325	120 ksi min	1 o 3	Cabeza Hex pesada
A325M	830 Mpa min	1 o 3	Cabeza Hex pesada
F1852	120 ksi min	1 o 3	Twist- off/TC
A490	150-173 ksi	1 o 3	Cabeza Hex pesada
A490M	1040 Mpa	1 o 3	Cabeza Hex pesada
F2280	150 ksi	1 o 3	Twist- off/TC

Nota: En la tabla 18 se muestran Los tipos de pernos que engloba dicha norma como son el ASTM A325/490 dentro de la tabla se muestran dos tipos el 1 y 3; Tipo 1 -120 ksi/150ksi (Carbono, carbono boro, aleación o aleación al boro), Tipo 3 (Acero resistente al intemperie) , extraído de (ASTM INTERNATIONAL, 2016).

**Tabla 19**

*Propiedades mecánicas de los pernos ASTM F3125*

<b>Grado</b>	<b>Resistencia a la tracción ksi</b>	<b>Límite elástico, ksi min</b>	<b>Elongación, %min</b>	<b>RA, %min</b>
120 ksi (A325/F1852)	120 min	92	14	35
150 ksi (A490/F2280)	150-173	130	14	40

Nota: En la tabla 19 se muestran las propiedades mecánicas según el tipo de perno mencionado previamente, extraído de (ASTM INTERNATIONAL, 2016).

### 2.5.3.5. ASTM A29 / AISI 1045

Según la norma ASTM A 29 o sus equivalentes como la AISI 1045 / DIN CK45; es un acero fino de alta calidad al carbono; cuya aplicación esta ligada a soportar esfuerzos normales y está presente en partes de maquinaria o repuestos.

Con respecto a la soldadura se debe emplear una especial de alta resistencia, dependiendo la complejidad de la tarea solicitada, se recomienda un precalentamiento entre los parámetros de 200 a 300°C y algunos electrodos que cumplen con dicha característica de trabajo son: Böhler UTP 76/ UTP6020. (Böhler, 2024)

**Tabla 20**

*Propiedades mecánicas de acero ASTM A29 / AISI 1045*

Estado	Dímetros	Limite a la fluencia N/mm <sup>2</sup>	Resistencia a la tracción N/mm <sup>2</sup>	Alargamiento (L0=5d) min. %	Contracción min. %
Natural	-	370	650	15	35
Recocido	16-100	340	650-750	17	35
	100-250	330	580-700	18	-

Nota: En la tabla 20 se muestran las propiedades mecánicas acero ASTM A29 / AISI 1045 , se hace énfasis a ciertas propiedades como son : el límite de fluencia y la resistencia a la tracción, ya que proporciona información para el cálculo y selección de miembros; extraído y adaptado de (Böhler, 2024).

### 2.5.3.6. Norma SSPC (Steel Structures Painting Council)

#### 2.5.3.6.1. Preparación de superficie

Dentro de la norma hace gran énfasis en la preparación de superficie antes de la aplicación de cualquier recubrimiento, ya que el rendimiento del recubrimiento esta ligado directamente por la su capacidad de adherirse a la superficie de contacto, dicha tarea de la preparación de superficie esta normalizada por distintas asociaciones siendo la mas comercial la SSPC (Steel Structures

Painting Council) (SSPC, 2015). La norma se desglosa por categorías de preparación de puerficie como se muestra a en el anexo O.

#### **2.5.3.6.2. Aplicación de recubrimientos standard N°2**

La norma según el estándar de recubrimiento N°2 hace mención al procedimiento de conformidad de espesor en película seca especificada (EPS), empleando equipos no destructivos para medir el EPS, estos se describen con mayor amplitud en la norma ASTM D7091. (SSPC, 2015); para mayor énfasis en el spot de medición revisar el Anexo O.



## Capítulo III

### Plan de Mantenimiento Overhaul Actual

#### 3.1. Descripción del Mantenimiento Actual del Apron Feeder

##### 3.1.1. Inspección

Como recomendación en la tabla 21 se mencionan los ítems para que sean inspeccionados en un paro programado o idealmente semanal.

**Tabla 21**

*Consideración de Inspección en los componentes del Apron Feeder*

Ítem	Descripción
Estructura	Daños y fisuras
Cadena	Fisuras, daños y desgaste
Catenaria	Tensión 2% normal
Rodillos y ruedas tracción	Desgaste, daño y fugas de aceite
Catarina	Pernos flojos, desgaste y daños
Ejes	Desalineamiento / daño
Equipo	Contaminación por acumulación de polvo

Nota: En la tabla 21 se muestran las distintas inspecciones que se realizan a los componentes del Apron Feeder; extraído y adaptado de (Dimisa, 2012).

##### 3.1.2. Lubricación

Al iniciar la operación, se debe considerar la preparación de la carta de lubricación que proporcione información acerca de la cantidad y el tipo de lubricante.

- Chumaceras para poleas.
- Reductores

**Tabla 22**

*Lubricación De Reductores De Engranajes Montados en Eje*

<b>Lubricante Recomendado o Equivalente</b>	
Compañía	Lubricante
Texaco	Meropa 680; ep8
Chevron	Chevron nl Gear Compound 680;ep 8
Móvil	Mobilgear; ep8

Nota: En la tabla 22 se muestran los proveedores de los lubricantes recomendados para los componentes de los reductores montados en el eje motriz, extraído y adaptado de (Metso Outotec, 2015).

- Actuadores
- Sea el caso para reparación o cambio de rodillos, descanso ruedas guías

**Tabla 23**

*Aceites Recomendados para la Trasmisión de Cadena de Rodillo*

<b>Temperatura</b>		<b>Lubricante recomendado</b>
°F	°C	
20 - 40	-7 - 4	SAE 20
40 -100	4 -38	SAE 30
100 - 120	38 -50	SAE 40
120 - 140	50 - 60	SAE 50

Nota: \*En la tabla 23 se muestran los aceites recomendados para la transmisión de cadena rodillo y el rango de temperatura de trabajo, extraído y adaptado de (Metso Outotec, 2015).

### 3.1.3. Plan Mantenimiento Preventivo

Un programa de mantenimiento preventivo es empleado para minimizar el mantenimiento correctivo por que aumentara la producción.

El Apron Feeder es uno de los equipos de más fácil operación y mantenimiento; Una revisión periódica de ciertos componentes que están presentes en el alimentador de placas

incrementará el tiempo de vida del mismo y reducirá considerablemente los costos de reparación y/o operación; como adicional están presentes las recomendaciones por los fabricantes de motores, reductores, rodamientos, etc. (Dimisa, 2012) .

También se tiene que tomar en cuenta ciertas recomendaciones:

- Centrado de la carga.
- Alineación de la cadena con los sprockets y ruedas guía.
- Uniones atornilladas en correcto estado.
- Libertad de giro en los rodillos y ruedas guía.
- Lubricación los componentes móviles tales como ruedas, chumaceras, etc.

### 3.1.3.1. Mantenimiento Preventivo – Mensual

Con respecto al mantenimiento preventivo mensual de las actividades a realizar esta presente la revisión de la catenaria de la cadena y ajustes además de los golpeteos y vibraciones (Dimisa, 2012).

**Tabla 24**

*Mantenimiento Preventivo Mensual*

<b>Componentes</b>	<b>Mantenimiento</b>
<b>Chumaceras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación de reparaciones y perdida de grasa (Cambio de sellos).</li> <li>• Verificación de niveles de intensidad de ruido (máximo nivel admitido 85dB) pueden ser ocasionados por desgaste en las pistas de las chumaceras.</li> <li>• Verificación de niveles de aceite.</li> </ul>
<b>Reductor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificaciones de niveles de intensidad de ruido.</li> <li>• Verificación de temperatura de operación (<math>T_{amb} + 50^{\circ}C</math>).</li> <li>• Verificación de pérdidas de aceite.</li> </ul>
<b>Motor Eléctrico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación de difusores de calor (Aletas).</li> <li>• Verificación de ruido en las chumaceras.</li> <li>• Verificación de apriete en los pernos de sujeción a la base.</li> </ul>
<b>Esfera de Zapatas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación de holgura entre las bandejas y las guías soporte.</li> <li>• Verificación de alineación.</li> </ul>

- 
- Verificación de ajuste de los pernos en las bandejas.
  - Verificación del torque apropiado.
- 

*Nota:* \*En la tabla 24 se muestran los componentes sometidos al mantenimiento preventivo mensual del Apron Feeder (Chumaceras, reductor, Motor eléctrico. esfera de zapatas), extraído y adaptado de (Metso Outotec, 2015).

### 3.1.3.2. Mantenimiento Preventivo – Semestral

**Tabla 25**

*Mantenimiento Preventivo Semestral*

<b>Componentes</b>	<b>Mantenimiento</b>
<b>Chumaceras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación de golpeteo, vibración y sonidos anormales.</li> <li>• Verificación de limpieza con respecto a la suciedad y contaminantes.</li> <li>• Revisión de los retenes.</li> </ul>
<b>Catarinas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificaciones del desgaste de los flancos de los dientes.</li> </ul>
<b>Pernos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación del apriete de los pernos de sujeción.</li> <li>• Verificación del apriete de los pernos de las bandejas, etc.</li> </ul>
<b>S. Lubricación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación de correcto estado de todos los componentes.</li> </ul>

Nota: En la tabla 25 se muestran las verificaciones de los componentes sometidos al mantenimiento preventivo semestral (chumaceras, catarinas, pernos, sistema de lubricación); extraído y adaptado de (Metso Outotec, 2015).

### 3.1.3.3. Mantenimiento Preventivo – Anual

**Tabla 26**

*Mantenimiento Preventivo Anual*

<b>Componentes</b>	<b>Mantenimiento</b>
Esfera de Zapatas	Verificaciones del eje (Flecha) entre los rodillos, debe estar oscilando entre 50 a 100 mm.
Rodillos de retorno	Verificaciones del desgaste producido.
Chumaceras	Realizar un plan de inspección de grasa y posteriormente su cambio.

Nota: En la tabla 26 se muestran los componentes sometidos al mantenimiento preventivo anual (esfera de zapatas, rodillos de retorno y chumaceras); extraído y adaptado de (Metso Outotec, 2015).

### 3.1.4. Mantenimiento Overhaul

El mantenimiento Overhaul en el apron Feeder de la planta de concentrado de cobre en la cual se está haciendo el estudio se efectúa en un periodo de cada 2 años (Antapaccay, 2011) , este mantenimiento es considerado preventivo ya que este se efectúa antes de ocurra la falla; también llamado "cero horas" ya que tiene como objetivo revisar a profundidad la maquina y en caso de encontrar una falla procede con la reparación a tal punto de idealmente regresarla a sus condiciones iniciales de fábrica.

#### 3.1.4.1. Cronograma de actividades

En esta sección de mostrara superficialmente el cronograma de actividades realizadas en el mantenimiento Overhaul ; se empleo el programa Primavera P6.

Figura 26

EDT de actividades en Primavera P6

ID de actividad	Nombre de actividad	Calendario	Duración original	Duración restante	Porcentaje finalizado de	Inicio	Finalización
<b>Cronograma de Mantto del Apron Feeder</b>							
<b>Tareas Previas</b>							
A1000	Reconocimiento de Areas de trabajo	PARADA	1h	1h	0%	27-Dic-20	27-Dic-20
A1010	Check lista de herramientas	PARADA	2h	2h	0%	27-Dic-20	27-Dic-20
A1020	Verificación de repuestos	PARADA	2h	2h	0%	27-Dic-20	27-Dic-20
A1030	Traslado de equipos y herramientas	PARADA	6h	6h	0%	27-Dic-20	27-Dic-20
A1040	Instalación de cables, polpastros y sifons	PARADA	2h	2h	0%	27-Dic-20	27-Dic-20
<b>Inicio de servicio</b>							
A1050	INICIO DE ACTIVIDADES	PARADA	0h	0h	0%	27-Dic-20	27-Dic-20
<b>Actividades previas de seguridad</b>							
A1060	Retiro de guardas de seguridad	PARADA	0h 30m	0h 30m	0%	27-Dic-20	27-Dic-20
A1070	Retiro de Electroman	PARADA	3h	3h	0%	27-Dic-20	27-Dic-20
A1080	Montaje de plataforma de acceso	PARADA	1h 30m	1h 30m	0%	27-Dic-20	28-Dic-20
<b>Desmontaje del conjunto cadena-bandeja</b>							
A1090	Retiro 04 bandejas (Descarga)	PARADA	0h 30m	0h 30m	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
<b>Retiro de segmento cadena-Bandeja 1 al 30</b>							
A1100	Corte segmento cadena - bandeja (1 al 10)	PARADA	1h	1h	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
A1110	Corte segmento cadena - bandeja (11 al 20)	PARADA	1h	1h	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
A1120	Corte segmento cadena - bandeja (21 al 30)	PARADA	1h	1h	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
<b>Primer giro del Apron Feeder</b>							
A1130	Primer giro del Apron Feeder	PARADA	0h 20m	0h 20m	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
<b>Retiro de segmento cadena-Bandeja 31 al 60</b>							
A1140	Corte segmento cadena - bandeja (31 al 40)	PARADA	1h	1h	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
A1150	Corte segmento cadena - bandeja (41 al 50)	PARADA	1h	1h	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
A1160	Corte segmento cadena - bandeja (51 al 60)	PARADA	1h	1h	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
<b>Segundo giro del Apron Feeder</b>							
A1170	Segundo giro del Apron Feeder	PARADA	0h 20m	0h 20m	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
<b>Retiro de segmento cadena-Bandeja 61 al 90</b>							
A1180	Corte segmento cadena - bandeja 61 al 70	PARADA	1h	1h	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
A1190	Corte segmento cadena - bandeja (71 al 80)	PARADA	1h	1h	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
A1200	Corte segmento cadena - bandeja (81 al 90)	PARADA	1h	1h	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
<b>Tercer Giro del Apron Feeder</b>							
A1210	Tercer giro del Apron Feeder	PARADA	0h 20m	0h 20m	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
<b>Retiro de segmento cadena-Bandeja 91 al 119</b>							
A1220	Corte segmento cadena - bandeja (91 al 100)	PARADA	1h	1h	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
A1230	Corte segmento cadena - bandeja (101 al 110)	PARADA	1h	1h	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
A1240	Corte segmento cadena - bandeja (111 al 115)	PARADA	0h 30m	0h 30m	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
<b>Retiro del conjunto al punto de acopio</b>							
A1250	Retiro de cadenas y bandejas	PARADA	0h 30m	0h 30m	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
A1260	Orden y limpieza	PARADA	0h 30m	0h 30m	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
<b>Desmontaje de rodillos de carga y descarga</b>							
A1270	Desmontaje de rodillos de carga y descarga	PARADA	6h	6h	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
A1280	Limpieza requerida en la zona	PARADA	1h	1h	0%	28-Dic-20	28-Dic-20
<b>Montaje de rodillos de carga y descarga</b>							
A1290	Instalación de rodillos de carga y descarga	PARADA	18h	18h	0%	28-Dic-20	29-Dic-20
<b>Inspección</b>							
A1300	Nivelación de rodillos de carga y descarga	PARADA	12h	12h	0%	29-Dic-20	29-Dic-20
A1310	Alineación de rodillos de carga y descarga	PARADA	12h	12h	0%	29-Dic-20	29-Dic-20
<b>Cambio de pernos de viga C</b>							
A1320	Cambio de pernos de viga C	PARADA	12h	12h	0%	29-Dic-20	30-Dic-20
<b>Cambio de Sprockets</b>							
A1330	Cambio de Sprockets	PARADA	4h	4h	0%	30-Dic-20	30-Dic-20
<b>Cambio de Tail Wheel</b>							
A1340	Cambio de Tail Wheel	PARADA	4h	4h	0%	30-Dic-20	30-Dic-20
<b>Montaje de cadena Nueva</b>							
A1350	Instalación de 2 pares de cadena	PARADA	5h	5h	0%	30-Dic-20	30-Dic-20
<b>Montaje de bandejas nuevas</b>							
<b>Montaje Bandeja 1 al 30</b>							
A1360	Montaje de bandeja (1 al 10)	PARADA	3h	3h	0%	30-Dic-20	30-Dic-20
A1370	Montaje de bandeja (11 al 20)	PARADA	1h	1h	0%	30-Dic-20	30-Dic-20
A1380	Montaje de bandeja (21 al 30)	PARADA	1h	1h	0%	30-Dic-20	30-Dic-20
<b>Primer giro del Apron Feeder</b>							
A1390	Primer giro del Apron Feeder	PARADA	0h 20m	0h 20m	0%	30-Dic-20	30-Dic-20
<b>Montaje de bandeja 31 al 60</b>							
A1400	Montaje de bandeja (31 al 40)	PARADA	0h 20m	0h 20m	0%	30-Dic-20	30-Dic-20
A1410	Montaje de bandeja (41 al 50)	PARADA	3h	3h	0%	30-Dic-20	30-Dic-20
A1420	Montaje de bandeja (51 al 60)	PARADA	1h	1h	0%	30-Dic-20	30-Dic-20
<b>Segundo giro del Apron Feeder</b>							
A1430	Segundo giro del Apron Feeder	PARADA	0h 20m	0h 20m	0%	30-Dic-20	30-Dic-20
<b>Montaje de bandeja 61 al 90</b>							
A1440	Montaje de bandeja (61 al 70)	PARADA	3h	3h	0%	30-Dic-20	31-Dic-20
A1450	Montaje de bandeja (71 al 80)	PARADA	1h	1h	0%	30-Dic-20	30-Dic-20
A1460	Montaje de bandeja (81 al 90)	PARADA	1h	1h	0%	30-Dic-20	31-Dic-20
<b>Tercer Giro del Apron Feeder</b>							
A1470	Tercer Giro del Apron Feeder	PARADA	0h 20m	0h 20m	0%	31-Dic-20	31-Dic-20
<b>Montaje de bandeja 91 al 119</b>							
A1480	Montaje de bandeja (91 al 100)	PARADA	0h 20m	0h 20m	0%	31-Dic-20	31-Dic-20
A1490	Montaje de bandeja (101 al 110)	PARADA	1h	1h	0%	31-Dic-20	31-Dic-20
A1500	Montaje de bandeja (111 al 115)	PARADA	2h 30m	2h 30m	0%	31-Dic-20	31-Dic-20
<b>Inspección de la cadena</b>							
A1510	Tensado de cadena	PARADA	6h	6h	0%	31-Dic-20	31-Dic-20
A1520	Alineamiento de cadena	PARADA	1h	1h	0%	31-Dic-20	31-Dic-20
A1530	Torqueo de la cadena con Bandejas	PARADA	2h	2h	0%	31-Dic-20	31-Dic-20
A1540	Orden y limpieza	PARADA	2h	2h	0%	31-Dic-20	31-Dic-20
<b>Fin de Parada</b>							
A1550	Torqueo de pernos a las 100 horas	PARADA	1h	1h	0%	31-Dic-20	31-Dic-20
A1560	Retiro de plataforma de acceso	PARADA	5h	5h	0%	31-Dic-20	31-Dic-20
A1570	Montaje de electroiman	PARADA	2h	2h	0%	31-Dic-20	31-Dic-20
A1580	Montaje de guardas de seguridad	PARADA	3h	3h	0%	31-Dic-20	31-Dic-20
<b>Fin de servicio</b>							
A1590	FIN	PARADA	0h 30m	10h 30m	0%	31-Dic-20	31-Dic-20

Nota: En la figura 26 se muestran los datos tomados de la Minera concentradora de Cobre según el procedimiento establecido para el cambio de cadenas del Apron Feeder sin el sistema mecánico ; el cronograma completo en el **Anexo G**.

Como se muestra en la figura 26 el cronograma de actividades tiene una duración total de 110 horas equivalente a 4.58 días que engloba a la ejecución del mantenimiento y tareas previas a realizar; a continuación, se muestra la relación del personal y sus horas de trabajo por turno.

**Tabla 27**

*Detalle de Personal, Horas Hombre y Horas por Turno*

<b>Cargo</b>	<b>Cantidad / Turno</b>	<b>HH total</b>	<b>Horas / turno</b>
Mecánico	6	576	12
Soldador	3	288	12
Supervisor de Campo	1	96	12
Supervisor de seguridad	1	96	12
Total	11	1056	-

Nota: \*En la tabla 27 se muestran los detalles del personal involucrado con respecto a las horas hombre por turno, datos tomados y adaptados de la Minera concentradora de Cobre.

### **3.1.4.2. Restricciones en el Tiempo de Mantenimiento**

La primera restricción se da causa en la actividad del montaje y desmontaje del conjunto Cadena-Bandeja ya que la cantidad de horas (31.5 horas) que demanda para realizar esa actividad restringe directamente con la producción ya que prolonga el tiempo de mantenimiento Overhaul en el alimentador de placas del chancado primario, este demanda alrededor de 110 horas para completar todas las actividad , como resultado implica que haya un parada de planta; debido a su índole de funcionamiento y de no poder realizar operaciones de mantenimiento en caliente.

La segunda restricción operativa es de índole de seguridad ya que para poder realizar el mantenimiento se tiene que hacer un pare general de equipos (Chancadora Primaria , faja de sacrificio , etc.) , por ende, se sigue generando una parada de producción; las restricciones

mencionadas tienen un grado de relevancia alto ya que demandan del cumplimiento de tareas previas y también que dichas actividades tienen una cantidad para nada despreciable de horas de mantenimiento y llegan al mismo resultado es decir con la parada de producción lo que es consecuente con una significativa pérdida económico por parte de la empresa minera.

### 3.1.5. Descripción del mantenimiento Overhaul en el Apron Feeder

Una vez ubicado en el segundo nivel del chancado primario podemos ubicar al alimentador de placas tipo 0210-FEA-0001 para proceder con el mantenimiento Overhaul; en la tabla 19 se muestran los componentes que serán cambiados en el sistema mecánico.

**Tabla 28**

*Componentes para Efectuar Cambio en el Apron Feeder*

Componente	Cantidad
Rodillos (Carga)	58 unidades
Catarinas	10 segmentos
Rodillos (retorno)	18 unidades
Ruedas guía "Tail Wheel)	02 unidades
Bandejas o zapatas	119 unidades
Cadenas	02 unidades

Nota: En la tabla 28 se muestran los componentes para el efectuar el mantenimiento overhaul (Rodillos carga-retorno, catarinas, ruedas guía, bandejas o zapatas y cadenas) Extraído y adaptado de (Metso Outotec, 2015).

#### 3.1.5.1. Procedimiento Previo de Seguridad

##### 3.1.5.1.1. Bloqueo de Equipo

Para poder dar inicio a las actividades programadas se tiene que bloquear el equipo en su totalidad; componentes a bloquear:

- Unidad Hidráulica del Apron Feeder (Motor de bomba).
- Motor de la chancadora primaria.

- Sistema de lanzas del apron Feeder.
- Electroimán.
- Motor de la faja de sacrificio.

### 3.1.5.1.2. Desmontaje de Guardas de seguridad

Una vez parado el equipo se procede con el desmontaje de las guardas de seguridad que son las laterales que son desmontadas sin mucho esfuerzo, la guarda de la cola tiene que ser izada adicionando una oreja de izaje con una soldadura E7018 y con un grillete de 3/4" para poder removida.

**Figura 27**

*Guardas de Seguridad en AF084*



Nota: En la figura 27 se muestran las guardas alrededor del Apron Feeder, siguiendo el procedimiento habitual se tiene que retirar las guardas con el fin de dar libre acceso al personal encargado para realizar el mantenimiento, elaboración propia.

### 3.1.5.1.3. Instalación de Plataforma de Acceso

Previamente se tiene que retirar el electroimán entre el personal de la minera con apoyo del personal de mantenimiento, como se muestra en la figura 29.

## Figura 28

### *Posicionamiento del Electroimán*



Nota: \*En la figura 28 se muestra el electroimán del chancado primario el cual tendrá que ser removido como se muestra para dar libre acceso al personal encargado del mantenimiento mediante tecles; elaboración propia.

Para realizar la actividad se requiere el personal mecánico para la instalación de la plataforma acceso ubicada en la descarga del Apron Feeder, una vez instalada la plataforma el personal mecánico colocara plataformas de andamios por debajo de las ruedas guías para así evitar que caigan objetos hacia la faja de sacrificio.

## Figura 29

### *Montaje de Plataforma de Acceso*



Nota: En la figura 29 se muestra una zona para libre acceso del personal encargado ; como se ve se colocan paneles en suelo para evitar caída de objetos o del personal encargado con el fin de comenzar a retirar las placas y cadenas del Apron Feeder, elaboración propia.

### 3.1.5.2. Cambio de Cadenas y Zapatas

#### 3.1.5.2.1. Desmontaje del conjunto cadena – bandeja

- El personal mecánico da inicio con el desajustado del esparrago en ambos lados de la cadena con ayuda de la gata hidráulica con la finalidad de conseguir el destemplado de la misma y sirva como una facilidad para el desmontaje de las cadenas y las placas (bandejas).
- Como segunda instancia el personal de soldadura procede con el retiro de los pernos de sujeción, se retirarán 04 bandejas; el retiro de las bandejas será paulatino y por unidad (190 kg. Por cada bandeja), se emplearán mordazas de izaje, polipasto de 5 tn y grilletes de 5/8".

#### Figura 30

*Retiro de Bandejas de Alimentación del Apron Feeder*

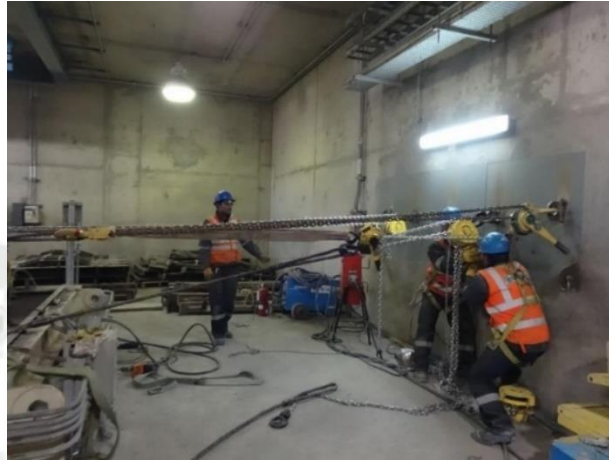


Nota: \*En la figura 30 se muestra cuando se realiza el desmontaje de cada de una de las bandejas de impacto del Apron Feeder, elaboración propia.

- Finalizado el retiro de las 04 bandejas, el personal mecánico procede a instalar 04 tecles anclados a las orejas que están ubicados en la pared posterior y está al mismo nivel del alimentador de placas, con la finalidad de asegurar el conjunto por la ambos flancos superior e inferior y evitar la caída aparatosa.

### Figura 31

#### *Instalación de Tecles para realizar el giro del sprocket*

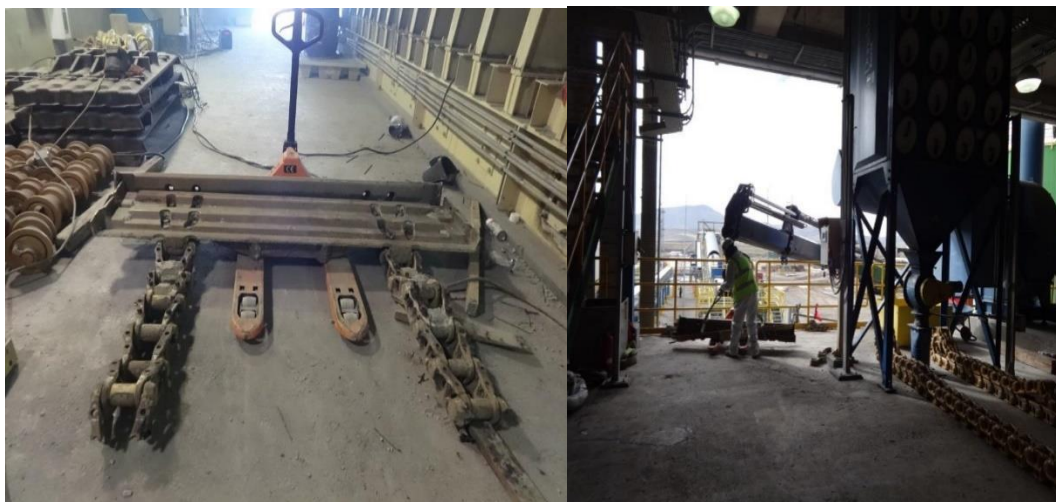


Nota: En la figura 31 se muestra la instalación de los tecles para realizar el giro del sprocket y poder retirar las bandejas de impacto, elaboración propia.

- Culminada la acción de seguridad la personal soldadura procede con el corte con oxicorte, la actividad se realiza por la parte de las ruedas guía.
- Seguido el personal mecánico procede a instalar un estorbo de 1/2"x5m y un grillete e 1", seccionando por tramos de 10 placas continuas cortando los eslabones con un peso aproximado de 1.5 Tn por medio de un polipasto de 3.2 tn.
- Desmontado el conjunto se procede a la movilización hacia el punto de acopio separando el conjunto por tramo.
- El proceso se repite hasta culminar en su totalidad el desmontaje y su traslado al punto de acopio.

### Figura 32

*Movimiento de cadenas y bandejas hacia el Punto de Acopio*



Nota: En la figura 33 se muestra cómo se traslada los elementos retirados (bandejas/segmentos de cadena) mediante estocas hacia el punto de acopio para que posteriormente sean removidas por el camión grúa; elaboración propia.

### Figura 33

*Traslado de Elementos Cadena / Bandeja*



Nota: En la figura 33 Se muestra la remoción de segmentos del conjunto bandeja/ cadena mediante un camión grúa desde el punto de acopio, elaboración propia.

Ajuste del tensor de cadena se realiza la medición del lado de la cola, se toma la medición entre la máxima flecha y el primer rodillo de retorno; lo recomendado por el fabricante oscila entre los valores 40-70 mm.

### Figura 34

#### *Medición de Tensado de Cadena*



Nota: En la figura 34 se muestran las mediciones de tensado de la cadena para proceder con la instalación de la bandejas, elaboración propia.

#### **3.1.5.2.2. Montaje del conjunto cadena – bandeja**

- El personal mecánico procede con la regulación de la posición, ubicado por el lado de las ruedas guía sobre los rodillos de carga para su montaje.
- Seguidamente se asegurarán los extremos de la cadena con ganchos de los tirfors hasta que empalme cada extremo de la cadena mediante la herramienta para la instalación de pines de Metso por el lado de la descarga.

**Figura 35**

*Montaje de Cadenas en el Apron Feeder*



Nota: \*En la figura 35 se muestra el proceso para instalar las nuevas cadenas, teniendo en cuenta la unión de las mismas mediante los eslabones maestros, elaboración propia.

- Finalizada la actividad se procede con el montaje de las 119 bandejas, empleando el polipasto vertical de 3.2 tn; en esta actividad se aseguran las placas con los pernos y las tuercas correspondientes, el ajuste es por medio de las pistolas neumáticas y con un torquímetro calibrado que asegura un torque recomendado por Metso de 422 Nm en promedio.

**Figura 36**

*Montaje de Bandejas del Apron Feeder*



Nota: En la figura 36 se muestra el montaje de las nuevas bandejas de impacto sobre las cadenas previamente tensadas, donde se denota la tarea para realizar el montaje de las 119 bandejas de impacto, elaboración propia

- Con la finalización del montaje el conjunto de culmina el servicio y se procede con el montaje de guardas y la instalación de los sensores que lo componen (velocidad).

### **3.1.5.3. Cambio en otros Componentes del Apron Feeder**

#### **3.1.5.3.1. Cambio de sprockets**

- El final de la actividad de remoción del conjunto cadena-placas da inicio al retiro de los segmentos de sprocket.
- El personal mecánico procede con la remoción de los segmentos de sprocket (10 segmentos) de forma manual, para hacer la limpieza correspondiente.
- Una vez realizada la limpieza se procede a montar los segmentos de sprocket según las indicaciones del fabricante, para posteriormente instalarlos con pernos de sujeción.
- Es común encontrar desgaste en las caras laterales y entre los dientes debido a la alta carga que soporta este componente; la medida nominal normal de profundidad es 41.51mm.
- Una vez instalado se procede con las verificaciones de alineamiento.
- Para finalizar se ajustaron los 40 pernos con un torque e 260 N-m según torquímetro lo recomendado por el fabricante.

**Figura 37**

*Sprocket Segmentado*



Nota: En la figura 37 se muestra el sprocket segmentado luego de retirarlo de la rueda, para posteriormente realizar el cambio por un sprocket nuevo, elaboración propia.

**Tabla 29**

*Nivel de Criticidad de Desgaste de los dientes del sprocket*

<b>CRITICIDAD</b>	<b>DESGASTE</b>
Normal	> 25%
Tolerable	>50 %
Precaución	>75 %
Critico	100%

Nota: En la tabla 29 se muestran los niveles de criticidad para los dientes del sprocket, Extraído y adaptado de (Antapaccay, 2011)

### 3.1.5.3.2. Cambio de Rodillos de Carga y Descarga

- El personal mecánico procede con el retiro de los rodillos de carga removiendo los pernos de sujeción.

- Una vez removido los rodillos de carga se procede con la instalación de nuevos rodillos (58 unidades) previamente haciendo limpieza en donde serán situado; se procede las verificaciones de alineación y nivelación.
- A la par se realiza el cambio de rodillos de retorno se verifica los que se encuentran desgastados para hacer el cambio respectivo; para hacer el desmontaje de los rodillos de carga se tiene que retirar con todo el soporte para que una vez montaje se coloquen los pernos de sujeción con torque recomendado por el fabricante, en esta situación se emplea una llave calibrada 600 lbf/pie.

**Figura 38**

*Rodillos de Carga y Descarga*



Nota: En la figura 38 se muestran los rodillos de carga y descargar desmontados para efectuar su cambio, elaboración propia.

### **3.1.5.3.3. Cambio de Tail Wheel (Ruedas guía)**

- El personal mecánico procede con el cambio de las ruedas guía del lado de la cola por medio de uso del polipasto de 3.2 Tn, previamente se tienen que verificar las

dimensiones de las nuevas ruedas (diámetro de 570mm c/u) y con un peso aproximado de 100 cada unidad.

- Verificación de alineación y nivelación.

### Figura 39

*Cambio del “Tail Wheel”*



Nota: En la figura 39 se muestra el proceso de cambio de las ruedas o Tail Wheel mediante eslingas, elaboración propia

## Capítulo IV

### Planteamiento de Soluciones de Ingeniería

#### 4.1. Metodología Scrum

En el presente proyecto se dividirá en dos corridas (Sprint Backlog) como se muestran en las tablas:

**Tabla 30**

*Sprint N°1*

SPRINT [1] BACKLOG																
ID	User Story	Tasks	Owner	Story points	Status	Estimated effort	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7	Day 8	Day 9	Day 10
A001	Recopilación de datos previos	Conversación previa con el Cliente y sobre la problemática	E Huanca	10	Completo	5	5	0.5	0	0	0	0	0	0	0	0
		Recopilación de datos operaciones	E Huanca	8	Completo	15	1	5	5	4	0	0	0	0	0	0
		Recopilación de información del plan de mantenimiento	E Huanca	8	Completo	15	1	5	3	5	1	0	0	0	0	0
A002	Elaboración del diseño del sistema mecánico	Elaboración de lista de deseos y exigencias	E Huanca	2	Completo	5	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0
		Elaboración de matriz morfológica	E Huanca	4	Completo	10	0	0	0	0	0	4	4	2	0	0
		Estudio teórico de componentes	E Huanca	5	Completo	8	0	0	0	4	4	2	0	0	0	0
A003	Presentación de posibles soluciones a la problemática del cliente	Análisis de propuestas	E Huanca	5	Completo	10	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0
		Elección de la solución	E Huanca	1	Completo	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>						69.5	7	11	8	13	5	8	7	6	1	1

Nota: En la tabla 30 se muestran el Sprint #1 donde muestran los entregables por cada ítem y su impacto con respecto al desarrollo del proyecto, empleando la metodología Scrum, elaboración propia

**Tabla 31**

*Sprint N°2*

SPRINT [2] BACKLOG																		
ID	User Story	Tasks	Story points	Status	Estimated effort	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7	Day 8	Day 9	Day 10	Day 11	Day 12	
A001	Cálculos de sistema Mecánico	Calculo e estructura de soporte de desplazamiento (facilidad).	10	Completed	5	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Cálculo de la estructura de arrastre y transporte	8	Completed	6	0	3	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Selección de componentes de poder y movilidad.	6	Completed	6	0	0	0	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0
		Cálculo de plataforma y selección de componentes	8	Completed	6	0	0	0	0	1	2	5	0	0	0	0	0	0
		Elaboración de plan de izaje.	4	Completed	4	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0
A002	Entrega de información relevante	Filtro de datos operacionales	9	Completed	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	
		Evaluación económica	10	Completed	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	
		Cronograma de fabricación y montaje	7	Completed	4	0	0	0	0	0	2	2		0	0	0	0	
		Elaboración de planos	7	Completed	18	0	0	0	2	2	4	3	2	1	0	0	0	
		Elaboración de procedimientos complementarios	7	Completed	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
A003	Cierre	Recopilación de datos teóricos y anexos	6	Completed	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	
		Conclusiones y recomendaciones	10	Completed	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	
<b>TOTAL</b>					62	4	4	3	8	5	9	12	6	7	2	3	1	

Nota: En la tabla 31 se muestran el Sprint #2 donde muestran los entregables por cada ítem y su impacto con respecto al desarrollo del proyecto, empleando la metodología Scrum, elaboración propia.

## 4.2. Diseño e Implementación del Sistema Mecánico

Con respecto a la gestión de proyecto se empleará la metodología Scrum mientras que para dar solución a la problemática de reducir los tiempos y por consecuente los costos de mantenimiento del Apron Feeder, optaremos por emplear la norma alemana VDI2221.

### 4.2.1. Lista de Exigencias

Dentro de la norma VDI2221 se evoca en la búsqueda de soluciones, para el desarrollo eficaz de un diseño que satisfaga las necesidades por lo que fue solicitado; es por ello que se enumera los parámetros o exigencias que debe de cumplir el diseño de manera conceptual y sistemática.

**Tabla 32**

*Lista de Exigencias*

LISTA DE EXIGENCIAS		
<b>Cliente:</b>	<b>COMPañÍA MINERA ANTAPACCAy S.A.</b>	<b>Fecha:</b> 09/04/2023
<b>Proyecto:</b>	<b>“PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO PARA REDUCIR EL COSTO DE MANTENIMIENTO EN EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER EN UNA PLANTA CONCENTRADORA DE COBRE EN EL SUR DEL PERÚ”</b>	<b>Autor:</b> Eduardo Rafael Huanca Choque
<b>Deseo / Exigencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
E	<b>Función:</b> Retirar las cadenas y bandejas del Apron Feeder mediante un sistema mecánico.	E.R.H.CH.
E	<b>Geometría:</b> los componentes del sistema mecánico (Estructuras, elementos de poder, etc.) deberán ser los más compactos.	E.R.H.CH.
E	<b>Cinemática:</b> El sistema mecánico contara con elementos e poder desplazar las cadenas y bandejas hacia el exterior.	E.R.H.CH.
E	<b>Fuerzas:</b> El sistema mecánico para el arrastre y el izaje se tendrá que considerar un peso del conjunto cadena / bandeja tiene un peso aproximado de 22 TN.	E.R.H.CH.
D	<b>Energía:</b> Se empleará energía eléctrica para dar movimiento en los motorreductores para el traslado.	E.R.H.CH.
D	Se empleará línea trifásica en caso se empleen motores tipo jaula de ardilla y unidades hidráulicas según el caso.	E.R.H.CH.
E	Elemento de trabajo: El conjunto cadena / bandeja en su totalidad sin realizar más de 2 cortes de cadena.	E.R.H.CH.

E	Señales: Se contará con la señalización que indicará el funcionamiento del sistema y todas las medidas de seguridad.	E.R.H.CH.
---	--	-----------

#### LISTA DE EXIGENCIAS

<b>Cliente:</b>	<b>Compañía Minera Antapaccay S.A.</b>	<b>Fecha:</b> 09/04/2023
<b>Proyecto:</b>	<b>“PROPUESTA DE DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA MECÁNICO PARA REDUCIR EL COSTO DE MANTENIMIENTO EN EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER EN UNA PLANTA CONCENTRADORA DE COBRE EN EL SUR DEL PERÚ”</b>	<b>Autor:</b> Eduardo Rafael Huanca Choque
<b>Deseo / Exigencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Responsable</b>
E	Ergonomía: La estructura contara con la iluminación y el recinto adecuado para que los operarios puedan realizar las operaciones sin restricciones.	E.R.H.CH.
D	Fabricación: Los materiales, equipos, accesorios y técnicas deberán ser fáciles de encontrar en el mercado.	E.R.H.CH.
D	Montaje: Las estructuras y equipos que se instalarán deberán ser de fácil montaje.	E.R.H.CH.
E	Anclaje: tanto la plataforma como los elementos de traslado deberán ser desmontados cuando acabe la operación son índole tipo "facilidad" de poco uso.	E.R.H.CH.
E	Uso: El sistema mecánico será empleado solamente cuando se proceda con el Mantenimiento Overhaul cada 2 años aproximadamente como una facilidad.	E.R.H.CH.
E	Costo: Se tendrá que hacer el análisis costo beneficio en función del tiempo de parada de planta sin el sistema mecánico y cuando sea existente que a su vez engloba la inversión del mismo.	E.R.H.CH.
E	Plazo: Se tiene como fecha de culminación antes del próximo mantenimiento Overhaul.	E.R.H.CH.

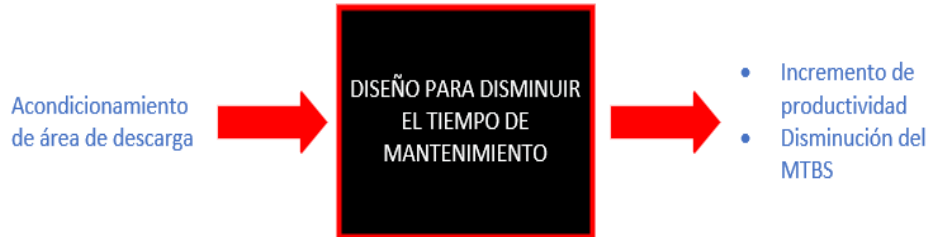
Nota: En la tabla 32 se muestran la lista de deseos y exigencias para el diseño del sistema mecánico; haciendo énfasis a la necesidad del cliente y la función principal del diseño mecánico para el cambio de cadenas del Apron Feeder con el fin de disminuir el tiempo de parada del equipo, elaboración propia.

#### 4.2.2. Black Box

En este Ítem se procede con abstracción del Black-Box, el cual hace referencia a las entradas desde un estado inicial hacia un estado final esperado como salida, sin tomar en consideración el proceso o funcionamiento de por medio para obtener dicho resultado.

**Figura 40**

*Black Box*



Nota: En la figura 40 se muestran la caja negra del proceso de diseño, donde se menciona el “acondicionamiento de área de descarga” es decir las facilidades de traslado del conjunto, elaboración propia.

### 4.2.3. Caja Transparente

**Figura 41**

*Caja Transparente del Diseño*



Nota: En la figura 41 se muestra la caja transparente del proceso de diseño donde menciona el montaje y desmontaje del conjunto cadena/ bandeja mediante un sistema mecánico que a su vez tiene que cumplir con requisitos de seguridad maniobrabilidad y resistencia, elaboración propia.

De la figura 42 denota los criterios a tomar en consideración, para la creación de la matriz morfológica.

- Seguridad
- Calidad de fabricación
- Maniobrabilidad
- Mantenibilidad
- Tiempo de mantenimiento

#### 4.2.4. Matriz Morfológica

A continuación, se muestra la matriz morfológica que muestran una alternativa para satisfacer una solución a la problemática.

**Tabla 33**

*Matriz Morfológica*

Funciones	ALTERNATIVAS		
	1	2	3
Cabrestante		Manipulador de carga	
Principio de funcionamiento			
Fuente de energía	Hidráulica Neumático	Eléctrica Hidráulica	Mecánico Eléctrica
Actuador			
Cambio de faja nueva /usada	Manual	Conjunto	Segmentada
Transporte de faja nueva/usada	Faja transportadora	Estoca	soporte con rodillos
Sistema de control	Inteligencia artificial	Operador	Servo Sistemas

Nota: \*En la tabla 33 Se muestra la matriz morfológica para el diseño mecánico donde se puede apreciar las posibles soluciones para el diseño, elaboración propia.

#### 4.2.4.1. Evaluación de Conceptos de Solución

**Tabla 34**

*Evaluación de soluciones propuestas*

Characteristic	Importancia	Alternativas		
		S1	S2	S3
<b>Función</b>	15%	3	2	3
<b>Complejidad</b>	15%	3	2	3
<b>Lista de exigencias</b>	15%	3	3	2
<b>Consumo de energía</b>	5%	2	1	1
<b>Robustez</b>	2%	2	1	1
<b>Cinemática</b>	5%	2	1	1
<b>Fabricación</b>	2%	2	2	2
<b>Montaje</b>	10%	2	1	2
<b>Seguridad</b>	15%	3	1	1
<b>Confiabilidad</b>	5%	3	1	3
<b>Tiempo de operación</b>	11%	3	2	2
<b>Total</b>	100%	2.8	1.7	2.1

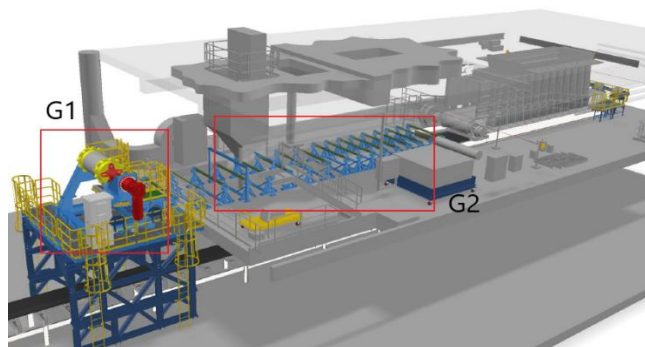
Leyenda: No satisface =0, Aceptable=1, Suficiente=2, Bien=3

Nota: En la tabla 34 se denota la evaluación de solución propuestas teniendo como la más viable por el grado de satisfacción a la necesidad del cliente, elaboración propia.

#### 4.2.4.2. Propuesta de Solución Seleccionada “S1”

**Figura 42**

*Diseño Preliminar del Sistema Mecánico*



Nota: En la figura 42 se muestra la propuesta de diseño seleccionada se muestran 2 secciones de estudio G1 y G2, elaboración propia.

En la figura 43 se muestra el diseño preliminar del diseño del sistema mecánico para el cambio de cadenas del apron Feeder; además que en todos los casos o alternativas de solución se tiene que hacer la fabricación de una plataforma base en donde se encuentra el primer grupo de componentes (G1) y los componentes que sirven como facilidad de desplazamiento sin requerir demasiada precisión en la operación como se muestra en el grupo dos (G2).

#### 4.3. Parámetros para el Diseño Estructural

A continuación, se mostrados datos relevantes de los componentes implicados según la hoja de datos técnicos del fabricante, para realizar el cálculo estructural del mismo.

**Tabla 35**

*Datos Relevantes de la Hoja Técnica del Apron Feeder 84”*

Item	Descripción
Modelo	Apron Feeder 02010-FEA-0001
Dimensiones Generales	13960x33300x1450 mm
Peso de eslabón de la cadena	15 kg
Peso de Bandeja	173 kg
Ancho de Bandeja	2134 mm (84")
Cantidad de Eslabones y bandejas	119 Und.
Longitud de Cadena	22m
Diámetro TAIL WHEEL	610 mm
Paso Diametral SPROCKET	815.4 mm

Nota: En la tabla 35 se muestras datos dimensionales del equipos (Apron Feeder 02010-FEA-0001), cuyos datos se emplearan con fines de cálculo posteriormente; Extraído y adaptado de la hoja técnica del Apron Feeder de la marca “Metso” Anexo A.

### 4.3.1. Elementos Proporcionados por el Cliente

**Tabla 36**

*Elementos Proporcionados por la Empresa Minera*

<b>Elementos Motrices y Complementos</b>		
Motorreductor	Velocidad de salida	20 RPM
	Voltaje	460 V
	Torque Nominal	200kN.m
Acoplamiento falk steelflex 1210 t10	Torque Nominal	249 kN.m
	Velocidad permitida	730 RPM
	Diámetro mínimo	178 mm
	Diámetro máximo	390 mm
Chumacera completa de eje	Rodamiento SKF	23148 CCK/W33
	Manguito de fijación	210mm
	Soporte de Pie Partido de 04 agujeros	SD3148+TSB-SR-TS-210
Winche eléctrico	Velocidad de arrastre	13 - 19 m/min
	Voltaje	380 V
	Motor	Weg
	Capacidad de carga	20000 lbf

Nota: En la tabla 36 se muestra las características de los equipos proporcionados por el cliente como facilidad, elaboración propia

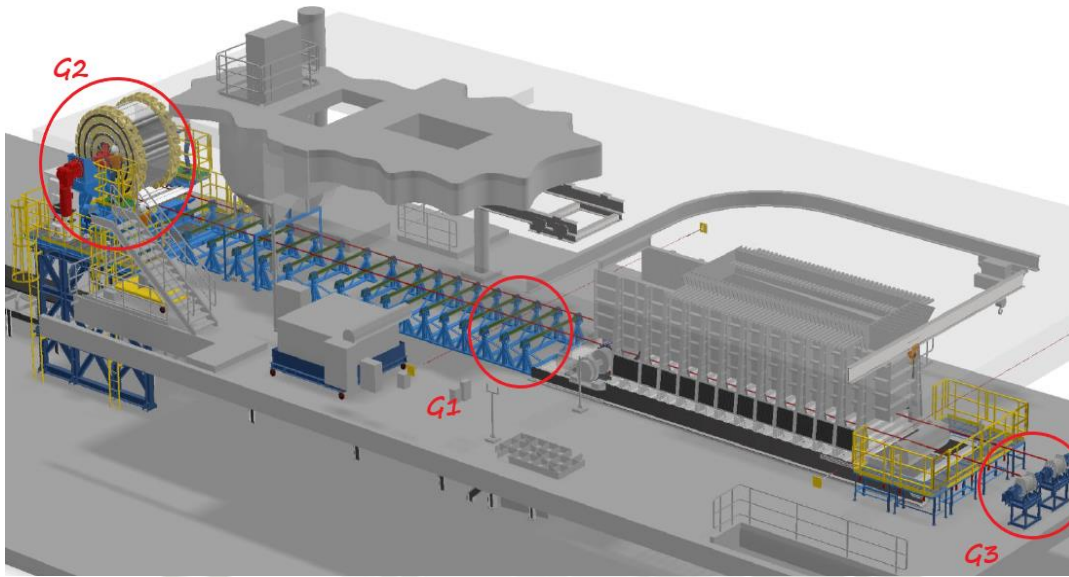
En la tabla 36 denota el listado de elementos que se emplearan para realizar el cambio de cadenas del Apron Feeder ya que al ser de un uso específico y de poca frecuencia, no requieren que los elementos sean nuevos.

#### 4.4. Análisis y Calculo Estructural del Sistema Mecánico

##### 4.4.1. Descripción de la Operación

###### Figura 43

*Distribución de Grupos de Análisis del Sistema Mecánico*



Nota: En la figura 43 se muestra la distribución de grupos para analizarlos por secciones (G1,G2,G3), elaboración propia

A continuación se muestra en la figura 43 la distribución de grupos para ser analizados; el grupo 1 (G1) están presente los soportes de rodillo que servirán para facilitar el desplazamiento del conjunto cadena / bandeja bien sea nuevo o los usados a su vez servirá como intermediario para los grupos 2 y 3, por otra parte se tiene el grupo 2 (G2) que es el encargado de realizar el arrastre del conjunto usado para ser cambiado este es accionado por un motorreductor a una determinada velocidad para efectuar el arrastre tiene como principio de funcionamiento de un winche ya que la operación se hará con torno cilíndrico que gira alrededor de un eje y este arrastra al conjunto mediante 2 cables tensados que a su vez emplean el G1 como facilidad de traslado y soporte; finalmente está el G3 que son 2 winches en la parte posterior en el área de carga que es el encargado de la instalación del nuevo conjunto a instalar por medio del G1 como facilidad de

traslado y soporte hasta determinado punto donde dejara de actuar G3 y nuevamente actuara G2 hasta culminar la operación de empalme.

#### 4.4.2. Diseño del Soporte Tipo Rodillo

En esta sección se hará énfasis al grupo 1 que comprende al soporte tipo rodillo, a continuación, se muestran los parámetros de diseño de la tabla 27:

- Peso de faja: 24157 kg
- Longitud de la faja: 22 m
- Peso de faja por metro: 1.098 Tn/m o 10.77 kN/m
- Distancia desde la cola del apron Feeder hacia el punto de acopio: 15.92m

Consideración de diseño del soporte tipo rodillo:

**Tabla 37**

*Consideraciones de Diseño del Soporte Tipo Rodillo*

Ítem	Descripción
Material	ASTM A36
Tipo	Facilidad
Precisión	Ninguna
Largo	2.5 m
Long. De Faja P/rodillo	800 mm

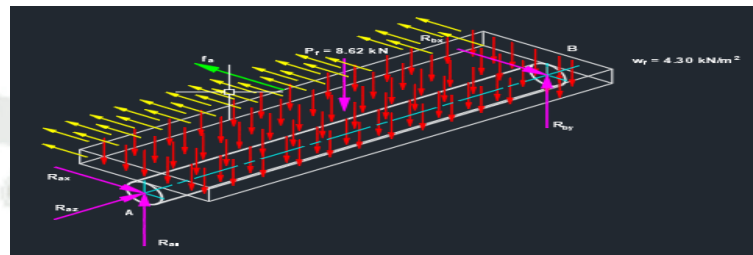
Nota: En la tabla 37 se muestran las consideraciones de diseño para las facilidades de traslado (soporte tipo rodillo) , elaboración propia

#### 4.4.2.1. Diseño de Polín

##### 4.4.2.1.1. Diagrama de Cuerpo Libre del Polín

**Figura 44**

*Diagrama de Cuerpo Libre 3D Rodillo en Contacto con Segmento de Faja*



Nota: \*Se muestra el diagrama de cuerpo libre del segmento de baja y el polín, elaboración propia.

En la figura 44 se muestra el diagrama de cuerpo libre donde se muestran las cargas existentes para el cálculo respectivo de las reacciones y el diseño del rodillo; existe una separación de polín a polín de 800 mm , además que también están presente la fuerza de arrastre de la faja cuyo coeficiente de arrastre que emplearemos es el estático ya que lo condiciona al límite de mover un objeto en reposo ( $\mu_s=0.7$ ) ; para poder saber la carga distribuida ( $w_f$ ) basta con saber el peso en 800 mm de la faja ya que será igual al volumen ocupado por la carga distribuida como a continuación se muestra:

$$P_f = w_f * 2.5 m * 0.8m \quad (4.1)$$

$P_f$ : Peso de la faja (N)

$w_f$ : Carga distribuida (kN/m<sup>2</sup>)

Reemplazamos valores en la ec.4.1 y obtenemos lo siguiente:

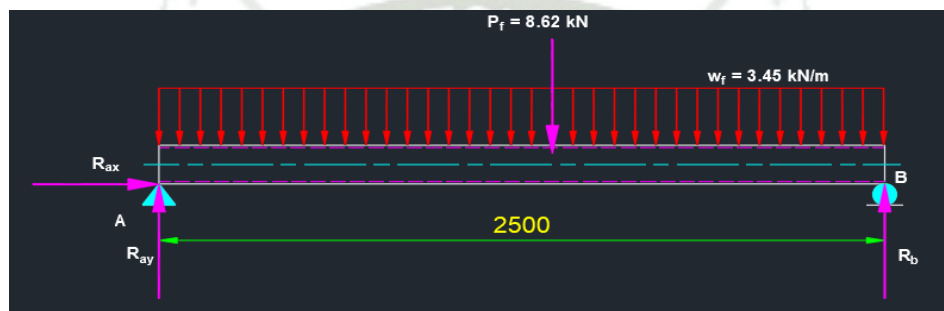
$$w_f = \frac{8.62 kN}{2.5m * 0.8m}$$

$$w_f = 4.31 \frac{kN}{m^2}$$

Ahora con respecto al rodillo existe una línea de contacto entre la faja y el rodillo que tendrá que contrarrestar la carga ejercida por el peso de la misma y también la fuerza de arrastre que a su vez está sometido; con respecto a la fuerza ejercida por el peso del segmento de la faja lo manejaremos en función de la resultante que se ubica en el centroide de la carga distribuida que coincide con el centroide del polín de tal manera que se puede inferir lo siguiente:

**Figura 45**

*Diagrama de Cuerpo Libre 2D con Respecto al Rodillo*



Nota: En la figura 45 se muestra el DCL con respecto al rodillo del polín, es decir las reacciones presentes en los puntos de apoyo y la carga distribuida generada por el peso de la bandeja que se posiciona por encima del rodillo en un momento dado en el plano X-Y, elaboración propia

En la figura 46 se muestra el diagrama de cuerpo libre en 2D de la carga que esta distribuida en un momento dado cuando la faja entra en contacto con el polín; de tal manera que tenga el mismo valor que el de carga distribuida descrita anteriormente por el peso de la faja; se puede obtener lo siguiente:

$$P_f = w_f' * 2.5 \text{ m} \quad (4.2)$$

$P_f$ : Peso de la faja (N)

$w_f'$ : Carga distribuida en el polín (kN/m)

Reemplazamos valores en la ec.4.1 y obtenemos lo siguiente:

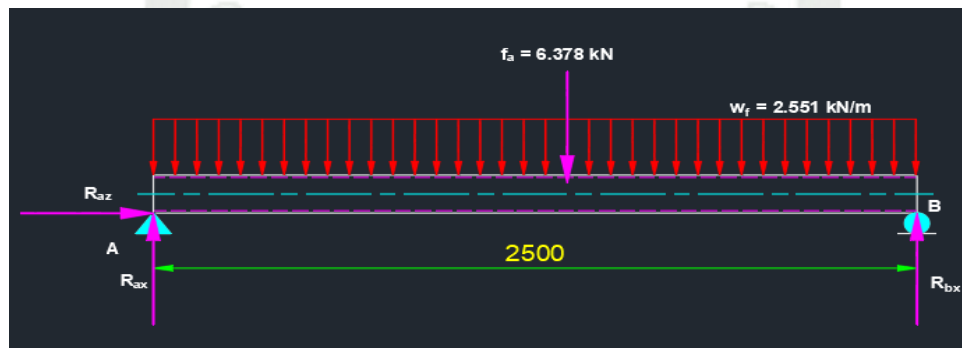
$$w_f' = \frac{8.62 \text{ kN}}{2.5 \text{ m}}$$

$$w_f' = 3.45 \frac{kN}{m}$$

Con respecto a las fuerzas que están presentes en el eje X esta la fuerza ejercida por el arrastre de la faja como se muestra en su diagrama de cuerpo libre en la figura 47.

**Figura 46**

*Diagrama de Cuerpo Libre del polín en 2D Perpendicular Eje Z*



Nota: En la figura 46 se muestra el DCL con respecto al rodillo del polín, es decir las reacciones presentes en los puntos de apoyo y la carga distribuida generada por la fuerza de arrastre generada por el movimiento y el peso de la faja que se posiciona por encima del rodillo en un momento dado en el plano X-Z elaboración propia

En la figura 47 se denota la fuerza arrastre de la faja que cuyo valor se calcula de la siguiente ecuación:

**Ecuación 1**

*Fuerza de Rozamiento*

$$f_a = \mu * N$$

Donde  $\mu$  es el coeficiente de fricción que pueden ser 2 valores dado el caso; es decir estático y cinético; para este caso el valor de  $\mu$  se denota en la siguiente tabla:

**Tabla 38**

*Coefficientes de Rozamiento Según la Superficie de Contacto*

<b>Coefficientes de Rozamiento</b>		
<b>Superficies en contacto</b>	<b><math>\mu_s</math></b>	<b><math>\mu_k</math></b>
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Caucho sobre cemento (concreto)	1	0.8
Madera sobre madera	0.25 - 0.5	0.2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0.14	0.1
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Articulaciones sinoviales en el cuerpo humano.	0.01	0

Nota: En la tabla 38 se muestran los coeficientes de rozamiento según el material, en nuestro caso nos ubicamos en la superficie de acero con acero, extraído y adaptado de (Serway & Jewett, 2009)

Por lo que el valor de la fuerza de arrastre la obtenemos reemplazando valores en la ecuación 1 ; se emplea el coeficiente estático ya que este tiene mayor valor dado que es límite de un objeto de apunto de moverse en su estado de reposo (Serway & Jewett, 2009), cuyo valor lo obtenemos de la tabla 38.

$$f_a = \mu * N \rightarrow f_a = 0.74 * 8.62 \text{ kN}$$

$$f_a = 6.378 \text{ kN}$$

#### 4.4.2.1.2. Cálculo de Variables para el Diseño del Polín

En esta sección se calcularán las siguientes variables:

**Tabla 39**

*Variables Existentes Según DCL del polín*

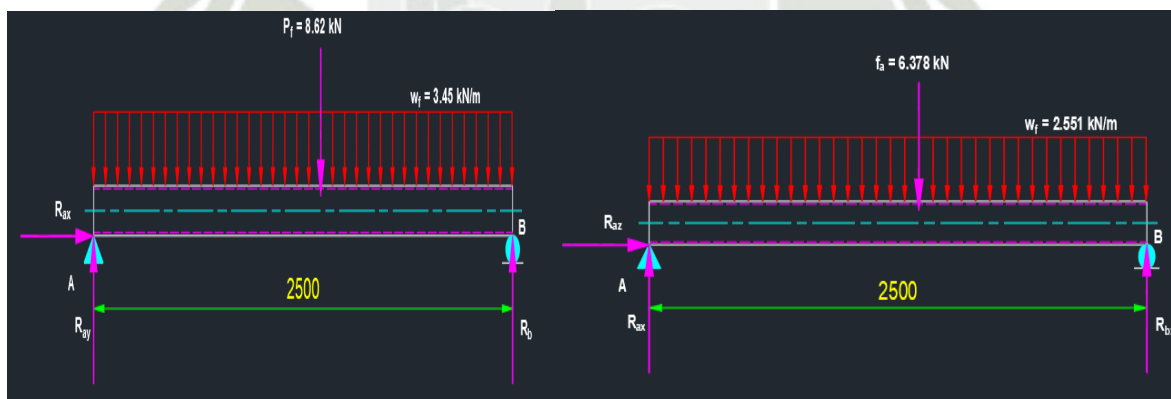
VARIABLES	
ITEM	DESCRIPCIÓN
$R_{ay}$	Reacción A eje Y
$R_{ax}$	Reacción A eje X
$R_{az}$	Reacción A eje Z
$R_{by}$	Reacción B eje Y
$R_{bx}$	Reacción B eje X
$V$	Fuerza Cortante
$M$	Momento Flector

Nota: En la tabla 39 se muestran las variables existentes para el cálculo según los ejes mostrados , elaboración propia.

Como se muestra en la figura 48 el DCL con respecto a los X y Y.

**Figura 47**

*DCL del Polín con respecto a los ejes X y Y*



Nota: En la figura 47 se muestra el DCL del polín con respecto a los ejes X y Y , Elaboración propia.

Con fines de cálculo nos regimos a las condiciones de equilibrio, es decir:

$$\sum F = 0 \text{ y } \sum M_o = 0$$

Con respecto al eje X obtenemos las siguientes ecuaciones:

$$\sum F_o = 0 \quad \uparrow (+) \downarrow (-) \rightarrow (+) \leftarrow (-)$$

$$R_{ay} + R_{by} - P_f = 0 \dots (4.3)$$

$$R_{az} = 0 \dots (4.4)$$

$$\sum M_A = 0 \quad A(+)\overline{H}(-)$$

$$R_{by} * 2.5m - P_f * 1.25m = 0 \dots (4.5)$$

Con respecto al eje Z obtenemos las siguientes ecuaciones:

$$\sum F_0 = 0 \quad \uparrow (+) \downarrow (-) \rightarrow (+) \leftarrow (-)$$

$$R_{ax} + R_{bx} - f_a = 0 \dots (4.6)$$

$$\sum M_A = 0 \quad A(+)\overline{H}(-)$$

$$R_{bx} * 2.5m - f_a * 1.25m = 0 \dots (4.7)$$

Reemplazamos valores conocidos y resolvemos el sistema de ecuaciones (4.3 a 4.7)

obtenemos lo siguientes valores:

**Tabla 40**

*Resultados obtenidos de las variables calculadas del DCL del polín*

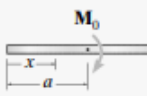
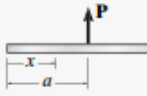
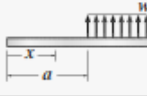
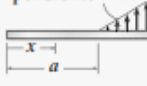
VARIABLES		
ITEM	DESCRIPCIÓN	Valor (kN)
$R_{ay}$	Reacción A eje Y	4.31
$R_{ax}$	Reacción A eje X	3.189
$R_{az}$	Reacción A eje Z	0
$R_{by}$	Reacción B eje Y	4.31
$R_{bx}$	Reacción B eje X	3.189

Nota: En la tabla 40 se muestran los resultados obtenidos de las variables calculadas mediante las condiciones de equilibrio en un momento dado, elaboración propia.

Para el cálculo de la fuerza cortante y el momento flector con respecto a cada eje emplearemos las ecuaciones de discontinuidad enunciadas en (Hibbeler, 2017) ; ya que se muestra una carga distribuida rectangular con respecto al eje X y al eje Y.

**Tabla 41**

**Ecuaciones de Discontinuidad**

Carga	Función de carga $w = w(x)$	Cortante $V = \int w(x)dx$	Momento $M = \int V dx$
	$w = M_0(x-a)^{-2}$	$V = M_0(x-a)^{-1}$	$M = M_0(x-a)^0$
	$w = P(x-a)^{-1}$	$V = P(x-a)^0$	$M = P(x-a)^1$
	$w = w_0(x-a)^0$	$V = w_0(x-a)^1$	$M = \frac{w_0}{2}(x-a)^2$
	$w = m(x-a)^1$	$V = \frac{m}{2}(x-a)^2$	$M = \frac{m}{6}(x-a)^3$

Nota: En la tabla 41 se muestran las ecuaciones e discontinuidad según sea el caso; en nuestro caso se presente cargas distribuidas ,extraído y adaptado de (Hibbeler, 2017).

- **PLANO YZ**

En plano YZ perpendicular al eje X según la figura 46; armamos la ecuación de discontinuidad según el 2do y 3er caso; se tienen que hacer referencia según los sentidos de la tabla 32.

- **Fuerza Cortante**

**Ecuación 2**

*Fuerza Cortante*

$$v_o = \int w(x)dx$$

$$v_1 = R_{ay} * \langle x - a \rangle^0, a = 0 \quad (4.8)$$

$$v_2 = -w_f' * \langle x - a \rangle^1, a = 0 \quad (4.9)$$

$$v = R_{ay} - w_f' * x \quad (4.10)$$

Reemplazamos los valores en x y obtenemos los valores de fuerza cortante

$$v_{x=0}^{x=2.5} = R_{ay} - w_f' * x \quad (4.11)$$

$$v_{x=0} = 4.31 \text{ kN} - 3.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 0 \rightarrow v_{x=0} = 4.31 \text{ kN}$$

$$v_{x=2.5} = 4.31 \text{ kN} - 3.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 2.5 \rightarrow v_{x=2.5} = -4.31 \text{ kN}$$

Para hallar la ubicación del momento máximo se tiene que ubicar el punto donde  $v=0$  entonces de la ecuación 4.11 obtenemos lo siguiente:

Cuando  $v = 0$

$$0 = 4.31 \text{ kN} - 3.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * x \rightarrow x = 1.25 \text{ m}$$

- **Momento Flector**

De la ecuación 4.11 integramos en función de x para obtener la función del momento flector.

### Ecuación 3

*Momento Flector*

$$M_o = \int v dx$$

$$M_o = \int v dx = \int (R_{ay} - w_f' * x) dx \quad (4.12)$$

$$M_o = R_{ay} * x - w'_f * \frac{x^2}{2} \dots (10), \quad c = 0$$

Reemplazamos los valores en x y obtenemos los valores de fuerza cortante

$$M_{x=0} = 4.31 \text{ kN} * 0 - 3.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 0 \rightarrow M_{x=0} = 0$$

$$M_{x=2.5} = 4.31 \text{ kN} * 2.5 - 3.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * \frac{2.5^2}{2} \rightarrow M_{x=2.5} = 0$$

Cuando  $x=1.25$  donde  $v=0$  el momento flector será el máximo; reemplazamos en la ecuación 4.12

$$M_{x=1.25} = 4.31 \text{ kN} * 1.25 - 3.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * \frac{1.25^2}{2} \rightarrow M_{x=1.25} = 2.69 \text{ kN} * \text{m}$$

#### - PLANO XZ

Como se muestra en la figura 47 en el plano XZ perpendicular al eje Y dado que el caso es similar al del plano YZ obtenemos las siguientes ecuaciones

$$v = R_{ax} - f_a * x \tag{4.13}$$

$$M_o = R_{ax} * x - f_a * \frac{x^2}{2} \tag{4.14}$$

#### • Fuerza Cortante

$$v_{x=2.5}^x = R_{ax} - f_a * x$$

$$v_{x=0} = 3.189 \text{ kN} - 2.551 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 0 \rightarrow v_{x=0} = 3.189 \text{ kN}$$

$$v_{x=2.5} = 3.189 \text{ kN} - 2.551 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 2.5 \rightarrow v_{x=2.5} = -4.31 \text{ kN}$$

Para hallar la ubicación del momento máximo se tiene que ubicar el punto donde  $v=0$  entonces de la ecuación 4.11 obtenemos lo siguiente:

$$v = R_{ax} - f_a * x$$

Cuando  $v = 0$

$$0 = 3.189 \text{ kN} - 2.551 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * x \rightarrow x = 1.25 \text{ m}$$

- **Momento Flector**

$$M_o = R_{ax} * x - f_a * \frac{x^2}{2}$$

$$M_{x=0} = 3.189 \text{ kN} * 0 - 2.551 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * 0 \rightarrow M_{x=0} = 0$$

$$M_{x=2.5} = 3.189 \text{ kN} * 2.5 - 2.551 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * \frac{2.5^2}{2} \rightarrow M_{x=2.5} = 0$$

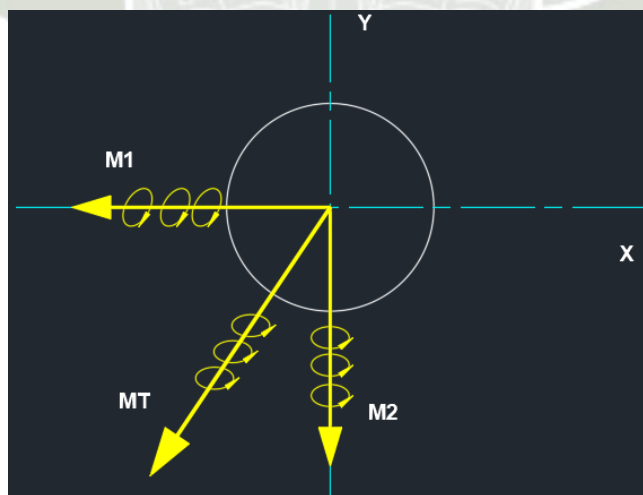
Cuando  $x=1.25$  donde  $v=0$  el momento flector será el máximo; reemplazamos en la ecuación 4.12.

$$M_{x=1.25} = 3.189 \text{ kN} * 1.25 - 2.551 \frac{\text{kN}}{\text{m}} * \frac{1.25^2}{2} \rightarrow M_{x=1.25} = 1.993 \text{ kN} * \text{m}$$

- **Momento Flector total**

**Figura 48**

*Diagrama de Momento Total en el Polín*



Nota: En la figura 48 se muestran el diagrama de los momentos en ambos planos y por lo tanto para saber cuál será el momento crítico se halla la resultante de ambos momentos, elaboración propia.

Para calcular el momento total buscamos el módulo de la resultante de  $M_1$  y  $M_2$

$$M_T^2 = M_1^2 + M_2^2 \quad (4.15)$$

$$M_T = \sqrt{(2.69)^2 + (1.993)^2}$$

$$|M_T| = 3.34 \text{ kN} * m$$

$$\phi_{m\acute{a}x} = \tan^{-1}\left(\frac{1.993}{2.69}\right)$$

$$\phi_{m\acute{a}x} = 36.53^\circ$$

$$\therefore \vec{M}_t = 3.34 \langle 36.53^\circ \rangle$$

#### 4.4.2.1.3. Cálculo de dimensiones del polín

Para el diseño de los polines tomamos como referencia el esfuerzo máximo por flexión es por ello que se empleara el módulo del momento máximo con la siguiente ecuación:

##### **Ecuación 4**

*Esfuerzo por flexión*

$$\sigma = \frac{MC}{I}$$

Además, considerar un factor de seguridad de 2 obtenemos el esfuerzo con él se hará el calculo como se muestra en la siguiente ecuación:

##### **Ecuación 5**

*Factor de seguridad*

$$F_s = \frac{\sigma_{falla}}{\sigma_{adm}}$$

Como el material que se empleara es un Acero ASTM A36 cuyo esfuerzo de fluencia es de 250MPa; reemplazamos en la ecuacion 5 y obtenemos el esfuerzo admisible de trabajo para el diseño.

$$F_s = \frac{\sigma_{falla}}{\sigma_{adm}} \rightarrow \sigma_{adm} = \frac{250 \text{ MPa}}{2}$$

$$\sigma_{adm} = 125 \text{ MPa}$$

Ampliamos la ecuación 4.16 teniendo en cuenta la geometría del polín y obtenemos lo siguiente:

$$\sigma = \frac{MC}{I} \rightarrow \sigma = \frac{M * \frac{D_1}{2}}{\frac{\pi}{64} * (D_1^4 - D_2^4)}$$

$$\sigma_{adm} = \frac{M * D_1 * 32}{\pi * (D_1^4 - D_2^4)} = \frac{3.34 \text{ kN} * \text{m} * 32 * D_1}{\pi * (D_1^4 - D_2^4)}$$

$$36.53 * \frac{D_1}{(D_1^4 - D_2^4)} \leq 125 \text{ MPa}$$

$$\frac{D_1}{(D_1^4 - D_2^4)} \leq \frac{125 * 10^6 \text{ N/m}^2}{36.53 * 10^3 \text{ N} * \text{m}}$$

Tabulamos el diámetro exterior por un diámetro comercial en este caso de 4.5" para poder determinar el espesor mínimo y seleccionar una tubería comercial como polín.

Cuando  $D_1 = 4.5'' = 114.3 \text{ mm}$

$$\frac{D_1}{(D_1^4 - D_2^4)} \leq 3421.84 \frac{1}{\text{m}^3}$$

$$D_2 \geq \sqrt[4]{D_1^4 - \frac{D_1}{3421.84}}$$

$$D_2 \geq 0.1082 \text{ m}$$

$$\therefore e \geq D_1 - D_2 \rightarrow e \geq 0.006056 \text{ m}$$

$$e \geq 0.1538''$$

Según la tabla de tubería comercial, obtenemos lo siguiente:

**Tabla 42**

*Medida de Tubería de Acero SCH 40*

Diámetro Nominal	Dimen. Exterior	STD		SCH-40		XS		SCH-80		SCH-160	
		Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso	Espesor Nominal	Peso
Pulgadas	mm	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m	mm	kg/m
1/4	13.7	2.24	0.63	2.24	0.63	3.02	0.80	3.02	0.80	-	-
3/8	17.1	2.31	0.84	2.31	0.84	3.20	1.10	3.20	1.10	-	-
1/2	21.3	2.77	1.27	2.77	1.27	3.73	1.62	3.73	1.62	4.78	1.95
3/4	26.7	2.87	1.69	2.87	1.69	3.91	2.20	3.91	2.20	5.56	2.90
1	33.4	3.38	2.50	3.38	2.50	4.55	3.24	4.55	3.24	6.35	4.24
1 1/4	42.2	3.56	3.39	3.56	3.39	4.85	4.47	4.85	4.47	6.35	5.61
1 1/2	48.3	3.68	4.05	3.68	4.05	5.08	5.41	5.08	5.41	7.14	7.25
2	60.3	3.91	5.44	3.91	5.44	5.54	7.48	5.54	7.48	8.74	11.11
2 1/2	73.0	5.16	8.63	5.16	8.63	7.01	11.41	7.01	11.41	9.53	14.92
3	88.9	5.49	11.29	5.49	11.29	7.62	15.27	7.62	15.27	11.13	21.35
4	114.3	6.02	16.07	6.02	16.07	8.56	22.32	8.56	22.32	13.49	33.54
5	141.3	6.55	21.77	6.55	21.77	9.53	30.97	9.53	30.97	15.88	49.12
6	168.3	7.11	28.26	7.11	28.26	10.97	42.56	10.97	42.56	18.26	67.57
8	219.1	8.18	42.55	8.18	42.55	12.70	64.64	12.70	64.64	23.01	111.27
10	273.0	9.27	60.29	9.27	60.29	12.70	81.55	15.09	95.98	28.58	172.27
12	323.8	9.53	73.88	10.31	79.71	12.70	97.46	17.48	132.05	33.32	238.69
14	355.6	9.53	81.33	11.13	94.55	12.70	107.39	19.05	158.11	35.71	281.72
16	406.4	9.53	93.27	12.70	123.31	12.70	123.30	21.44	203.54	40.49	365.38
18	457	9.53	105.16	14.27	155.81	12.70	139.15	23.83	254.57	45.24	459.39
20	508	9.53	117.15	15.09	183.43	12.70	155.12	26.19	311.19	50.01	564.85
22	559	9.53	129.13	-	-	12.70	171.09	28.58	373.85	53.98	672.30
24	610	9.53	141.12	17.48	255.43	12.70	187.06	30.96	442.11	59.54	808.27

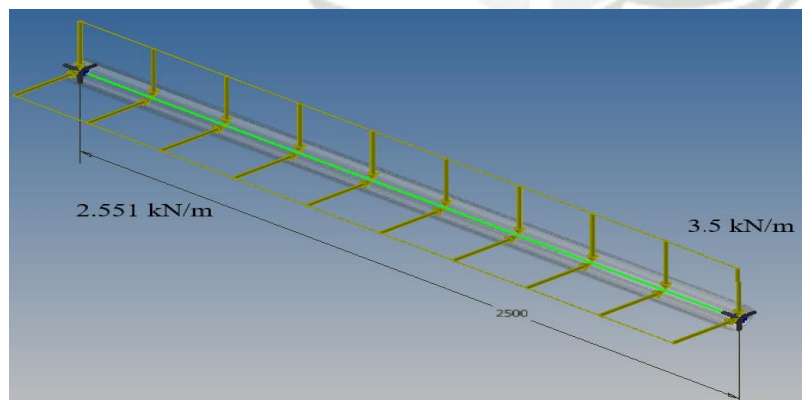
Nota: En la tabla 42 se muestran las características de las tuberías comerciales , debido a que será una facilidad no se requiere que sean nuevas , Extraído de FR tubos A53 acero comercial.

Se escoge una tubería de 4” SCH-40 como ya que este hará el rol de Polín.

#### 4.4.2.1.4. Simulación del Polín

**Figura 49**

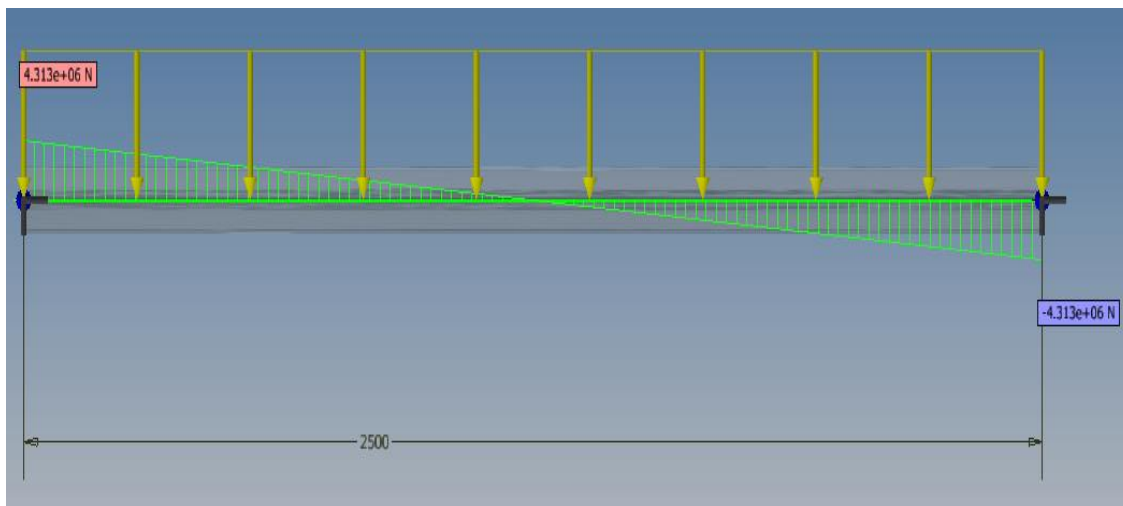
*Distribución de Cargas en 3D Sobre el Polín*



Nota: Elaboración propia en el software Autodesk Inventor; en la figura 49 se muestra las cargas presentes son con referente a la fuerza de fricción y el peso distribuido de la faja en los ejes Y - X .

**Figura 50**

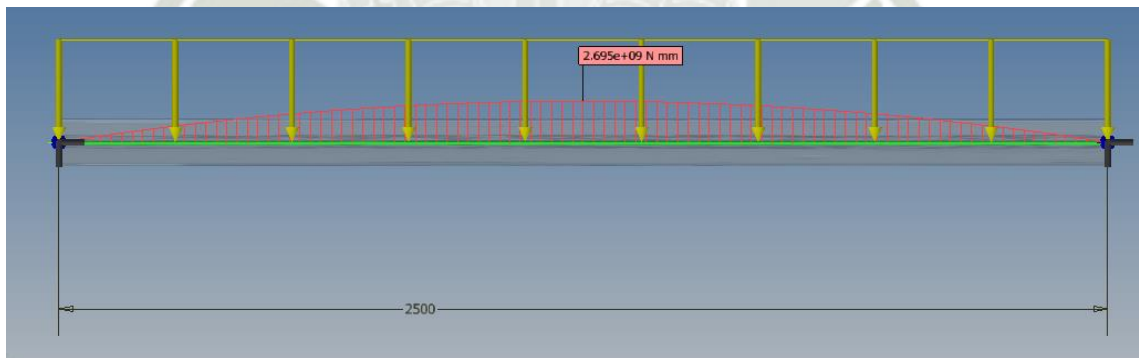
*Diagrama de Fuerza Cortante en el Plano YZ en el Polín*



Nota: Elaboración propia en el software Autodesk Inventor; en la figura 50 se muestran las fuerzas cortantes según el programa para posteriormente validar con el cálculo teórico.

**Figura 51**

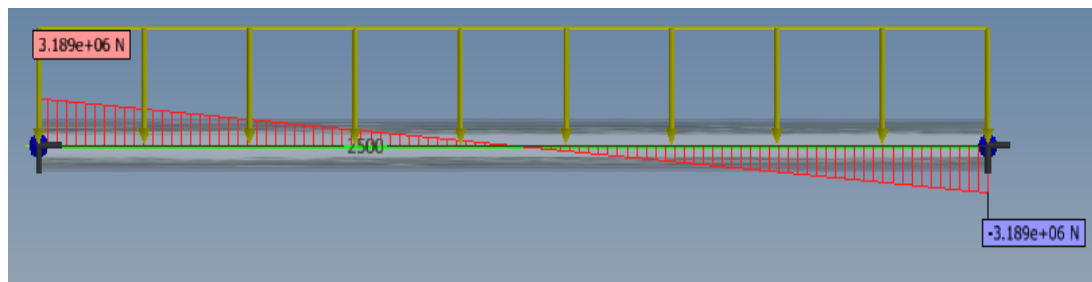
*Diagrama del Momento Flector en el Plano YZ en el Polín*



Nota: Elaboración propia en el software Autodesk Inventor; en la figura 51 se muestra el momento flector YZ según el programa para posteriormente validar con el cálculo teórico.

**Figura 52**

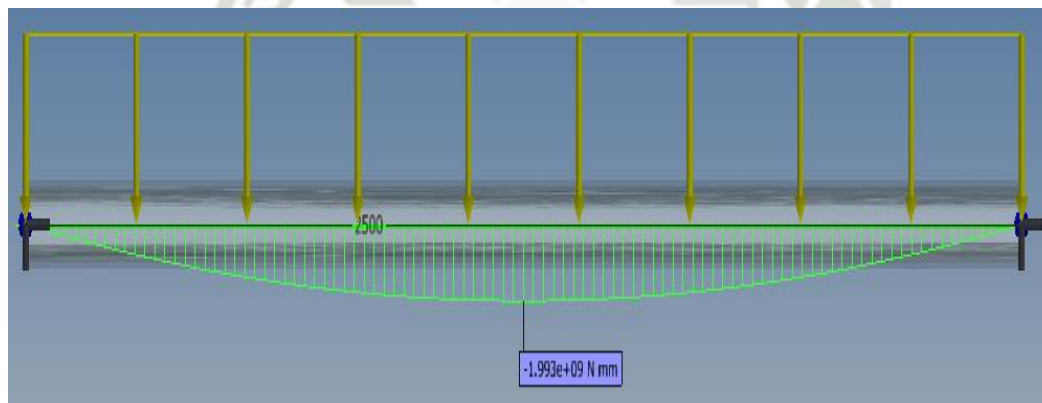
*Diagrama de la Fuerza Cortante en el Plano XZ en el Polín*



Nota: Elaboración propia en el software Autodesk Inventor; en la figura 52 según el programa se muestran las fuerzas cortantes en el plano XZ para posteriormente validar con el cálculo teórico.

**Figura 53**

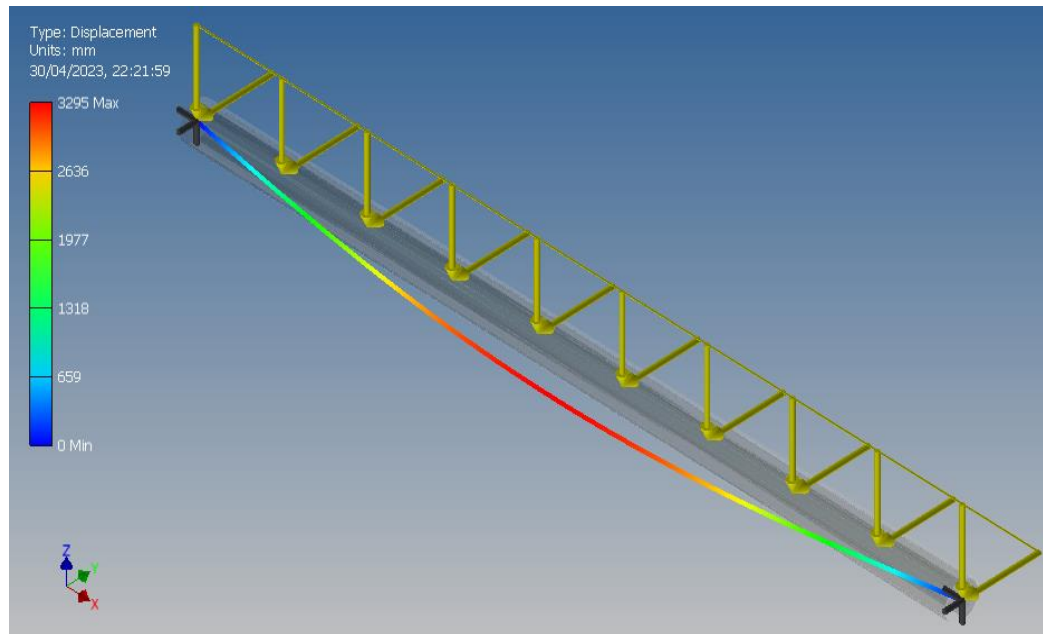
*Diagrama del Momento Flector en el Plano XZ en el Polín*



Nota: Elaboración propia en el software Autodesk Inventor; en la figura 53 según el programa se muestra el momento flector XZ para posteriormente validar con el cálculo teórico.

**Figura 54**

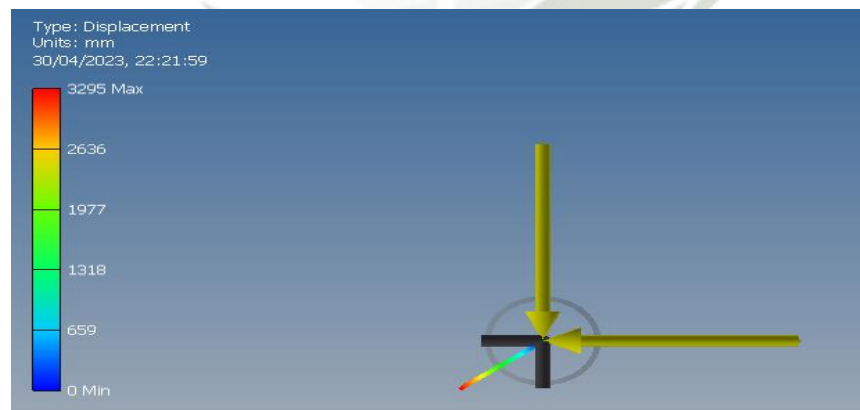
*Simulación con Ambas Cargas Combinadas Sobre el Polín*



Nota: Elaboración propia en el software Autodesk Inventor; en la figura 54 se muestran las deformaciones del polín cuando es sometido a las cargas combinadas, posteriormente se hará a la comparación el cálculo teórico y el factor de seguridad.

**Figura 55**

*Tendencia de la Dirección de Deformación*



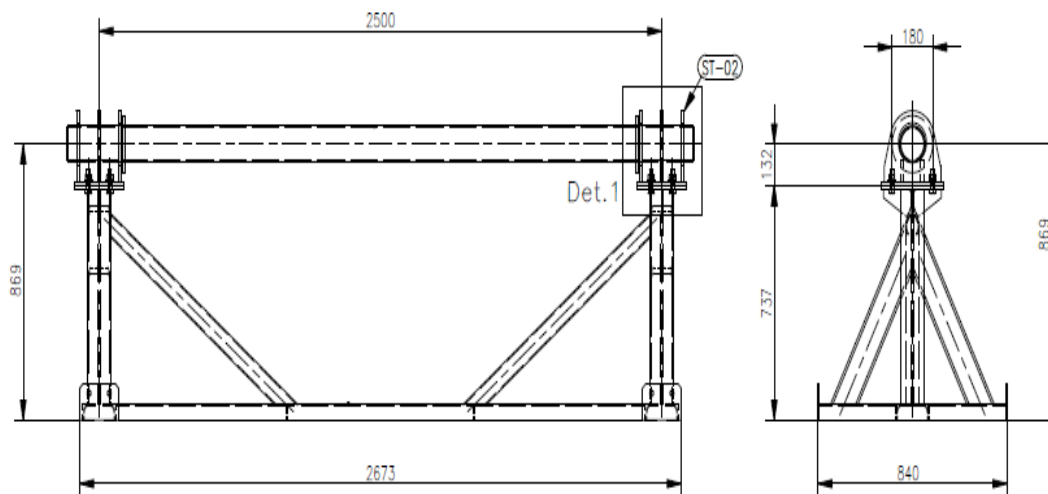
Nota: En la figura 55 muestra la tendencia de la dirección de deformación, elaboración propia.

#### 4.4.2.2. Análisis y Diseño de la Estructura Soporte del Polín

Para el diseño previo se toman las medidas en obra para poder tener como referencia dichas medidas a considerar como se muestra en la siguiente figura:

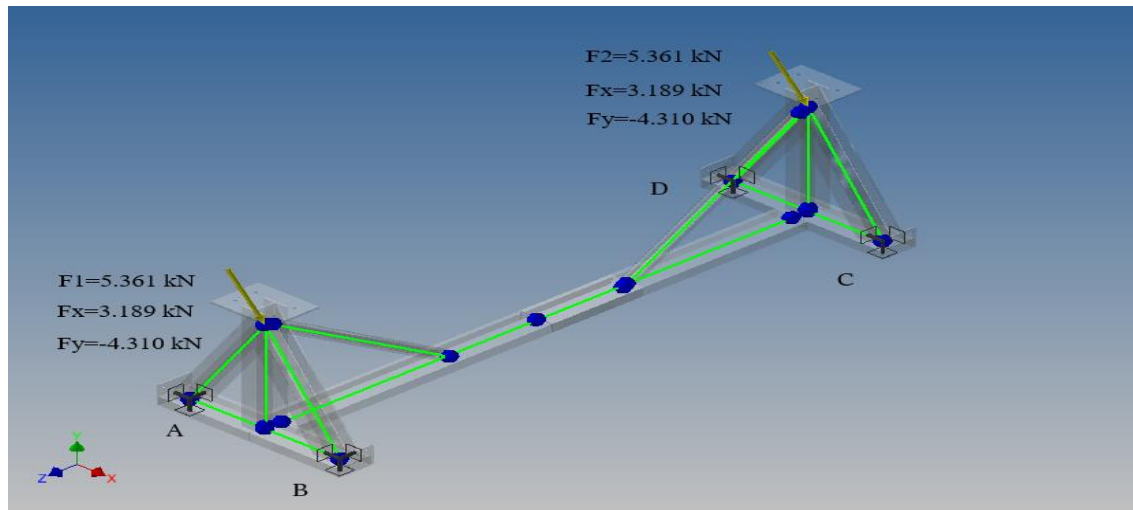
**Figura 56**

*Medidas Básicas del Soporte para el Arrastre Faja*



Nota: En la figura 56 se muestran las medidas básicas del soporte polín dado que es una facilidad de traslado no requiere de bastante precisión más si de confiabilidad, Elaboración propia.

Como se muestra en la tabla 40 donde se recopila las reacciones en ambos puntos de apoyo del polín que soportar el peso de la faja; así mismo emplearemos el software Autodesk Inventor para obtener los siguientes datos: Reacciones, deformaciones y desplazamientos.

**Figura 57***Diagrama de Cuerpo Libre del Soporte de Polín*

Nota: En la figura 57 se muestra el DCL de la estructura soporte del polín donde se muestran las fuerzas presentes en los 3 ejes, Elaboración propia.

#### 4.4.2.2.1. Parámetros de Diseño y Fabricación del Soporte de Polín

Según la tabla 40 denota las reacciones en los apoyos cuya resultante obtenemos F1 y F2 cuyas componentes son las reacciones ya calculadas; con respecto a la estructura se muestran 4 puntos (A, B, C y D) donde los primeros son fijos en los 3 ejes y en los dos siguientes (C y D) tienen un grado de libertad en eje Z.

Para el cálculo de las reacciones, fuerzas internadas, desplazamientos y deformaciones se emplearán las condiciones de equilibrio; para simplificar los cálculos emplearemos el software Autodesk inventor y obtenemos lo siguiente:

**Tabla 43**

*Fuerzas Internas en Estructura Soporte de Polín*

<b>FUERZA DE REACCIÓN Y MOMENTO EN RESTRICCIONES</b>					
<b>Constraint Name</b>	<b>Reaction Force</b>		<b>Reaction Moment</b>		
	<b>Magnitude</b>	<b>Components (Fx,Fy,Fz)</b>	<b>Magnitude</b>	<b>Components (Mx,My,Mz)</b>	
Custom Constraint: A	708.956 N	-417.775 N	31869.625 N mm	148.143 mm	N
		-572.785 N		5.113 N mm	
		0.028 N		31869.281 mm	N
Custom Constraint: B	5614.390 N	-2771.226 N	8439.476 N mm	-158.808 mm	N
		4882.794 N		-10.085 N mm	
		-0.028 N		-8437.976 mm	N
Custom Constraint: C	5614.378 N	-2771.219 N	8439.621 N mm	169.800 mm	N
		4882.785 N		4.337 N mm	
		0.000 N		-8437.911 mm	N
Custom Constraint:D	708.966 N	-417.780 N	31869.492 N mm	-134.402 mm	N
		-572.794 N		-16.261 N mm	
		0.000 N		31869.205 mm	N

Nota: Elaboración propia; adaptado del reporte generado por Autodesk inventor; en la tabla 43 se muestran las fuerzas presentes en cada uno de los puntos de estudio (A, B, C,D).

#### 4.4.2.2.2. Análisis de Fuerzas Internas del Soporte

En la siguiente tabla se muestra los resultados obtenidos de las fuerzas internas de cada segmento que compone la estructura del soporte; tomando en cuenta que cada segmento asume un sistema de coordenadas.

**Tabla 44**

*Resultados Estáticos de la Estructura Soporte del Polín*

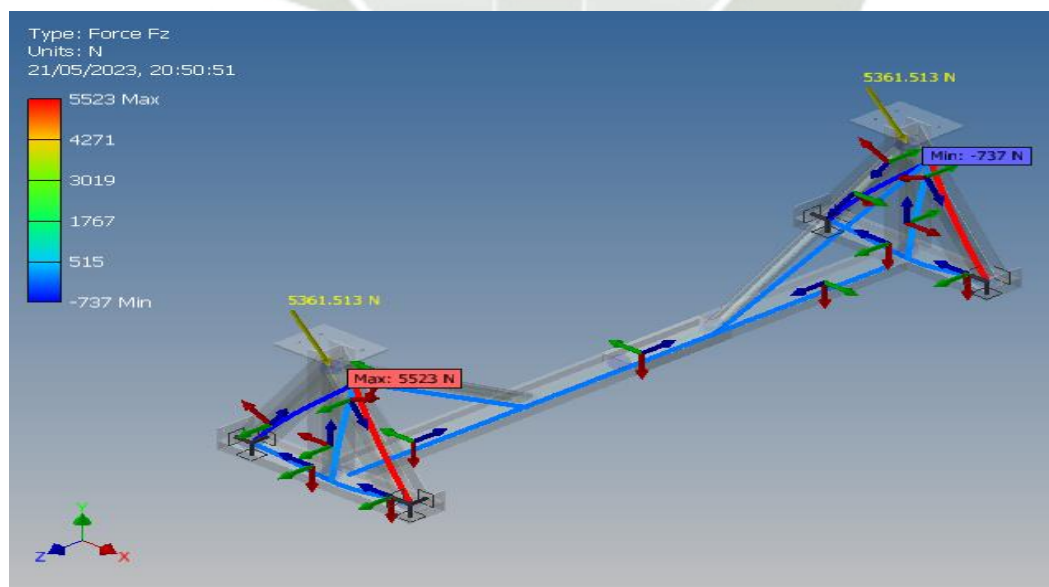
RESULTADOS ESTÁTICOS		
Name		
Displacement		0.000 mm
Forces	Fx	-98.785 N
	Fy	-0.781 N
	Fz	-737.291 N
Moments	Mx	-543.997 N mm
	My	-15471.726 N mm
	Mz	-189.552 N mm

Nota: Elaboración propia; en la tabla 44 se muestran las fuerzas y momentos críticos en el soporte polín.

En la tabla 44 en segmento de “forces” se muestran los valores máximos y mínimos según el sistema coordenadas particular de cada elemento como se muestra a continuación:

**Figura 58**

*Fuerzas Internas de la Estructura Soporte*



Nota: Elaboración propia, en la figura 60 se muestran las fuerzas internas presentes en la estructura.

En la figura 60 se muestra el elemento que encuentra a mayor condición de falla ya que es el que se encuentra a mayor compresión; nótese que el eje particular del elemento donde el eje paralelo al elemento es eje Z particular.

#### 4.4.2.2.3. Análisis de Estructura por Pandeo

Dado que es una facilidad los perfiles para ser evaluados son los que se encuentran en stock de la empresa; para la base emplearemos perfiles tipo C y W por lo que se muestra los siguientes valores según el tipo en almacén.

Para la base emplearemos el perfil C6x8.2, a continuación, se muestran las propiedades geométricas del perfil estructural:

- Área:  $12.2 \text{ cm}^2$
- $I_{x-x}$ :  $545 \text{ cm}^4$
- $I_{y-y}$ :  $29 \text{ cm}^4$

Para los soportes emplearemos el perfil W4x13 a continuación, se muestran las propiedades geométricas del perfil estructural:

- Área:  $24.71 \text{ cm}^2$
- $I_{x-x}$ :  $470 \text{ cm}^4$
- $I_{y-y}$ :  $161 \text{ cm}^4$

A continuación, se hará análisis por pandeo tomando como referencia las siguientes ecuaciones descritas en (Hibbeler, 2017).

**Ecuación 6**

*Carga axial critica de pandeo*

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$$

Donde:

$P_{cr}$ : Carga Axial critica(N)

$E$ : Modulo de elasticidad del material (GPa)

$I$ : Momento de inercia(m<sup>4</sup>)

$K$ : Factor de longitud efectiva; para nuestro caso  $K = 1$  extremos articulados

$L$ : Longitud (m)

**Ecuación 7**

*Esfuerzo critico de pandeo*

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2}$$

Donde:

$\sigma_{cr}$ : Esfuerzo critico(Pa)

$E$ : Modulo de elasticidad del material (GPa)

$r$ : Radio de giro ;  $r = \sqrt{I/A}$

$K$ : Factor de longitud efectiva; para nuestro caso  $K = 2$  extremos articulados

$L$ : Longitud (m)

Reemplazamos valores en la ecuación 6 para determinar la carga axial critica; escogemos el momento de inercia menor para obtener la fuerza critica menor como tolerancia.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2} = \frac{\pi^2 200 * 10^9 \frac{N}{m} * 161 * 10^{-8} m^4}{(1 * 730 * 10^{-3} m)^2}$$

$$P_{cr} = 5.96 MN$$

Al hacer la comparación de la fuerza máxima axial obtenida notamos una gran diferencia por debajo de la fuerza crítica necesaria para que pandee de igual manera traducimos los resultados obtenidos con respecto a un factor de seguridad:

$$Fs = \frac{P_{cr}}{P_{Adm}} = \frac{5.96 MN}{5523 N}$$

$$Fs = 1079$$

Reemplazamos valores en la ecuación 2 para determinar el esfuerzo crítico; escogemos el momento de inercia menor para obtener el esfuerzo crítico menor como tolerancia.

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} = \frac{P_{cr}}{A} = \frac{5.96 * 10^6 N}{24.71 * 10^{-4} m^2}$$

$$\sigma_{cr} = 2413.44 MPa > 250 MPa$$

Como el esfuerzo es mayor que el de cedencia significa que se presentara pandeo después de que el material ceda.

Para la base procedemos al análisis por esfuerzos axiales en la base empleando los perfiles tipo C consideramos los valores obtenidos en la tabla 34 donde denota la fuerza máxima en la base.

$$F = 98.785 N$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{98.785 N}{12.2 * 10^{-4} m^2}$$

$$\sigma = 0.0809 MPa$$

$$Fs = \frac{\sigma_{Adm}}{\sigma} = \frac{250 MPa}{0.0809 MPa}$$

$$Fs = 3087.51$$

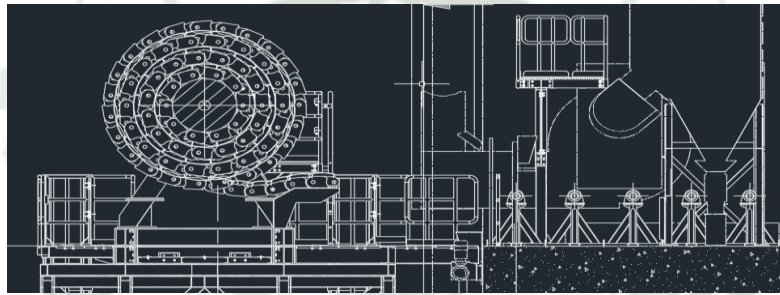
Como podemos observar en ambos análisis en la estructura no presenta falla con respecto a pandeo y sobreesfuerzos; por lo que la opción de escoger dichos perfiles es segura e idónea.

#### 4.4.3. Diseño y Análisis del Sistema Mecánico

Para el diseño del tambor de arrastre tenemos que recalcar los datos básicos tales como el peso de la faja, fuerza de arrastre y dimensiones básicas como se muestran en la tabla 27.

##### Figura 59

*Vista de Perfil del Tambor de Arrastre (Referencial)*



Nota: En la figura 59 se muestra el diseño preliminar del sistema mecánico para realizar el cambio del conjunto cadenas / placas del Apron Feeder, elaboración propia.

Para el diseño del tambor de arrastre tomamos como referencia el modelo mostrado en la siguiente figura; cabe destacar que se harán modificaciones para acoplarlo al sistema.

##### Figura 60

*Polea de Cola HMA*



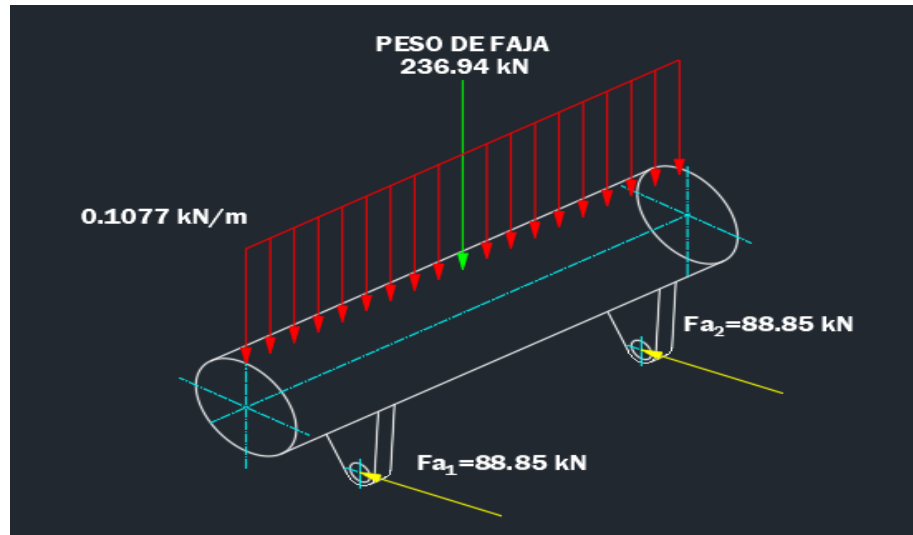
Nota: En la figura 60 se muestra de forma referencial el tambor a diseñar, Extraído de (HMA Group, 2023)

#### 4.4.3.1. Diseño y Análisis del Tambor Motriz

A continuación, se muestra en la siguiente imagen donde se destaca el diagrama de cuerpo libre del tambor de arrastre donde se denotan las fuerzas presentes en los 3 planos existentes.

**Figura 61**

*Diagrama de Cuerpo Libre del Tambor de Arrastre*

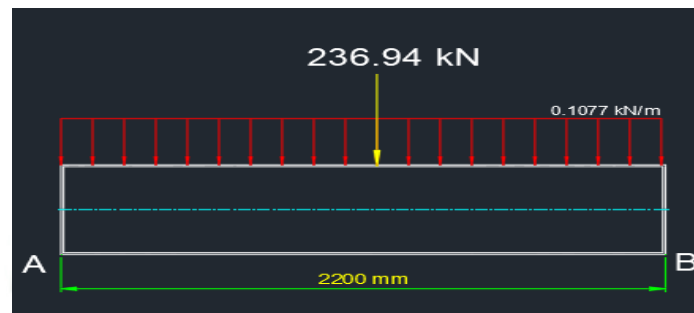


Nota: En la figura 61 se muestra el DCL del tambor motriz, estando presente la carga distribuida generada por el peso de faja en un momento dado y las fuerzas de arrastre cuando se esté realizando la operación, Elaboración propia.

Cabe destacar que existe dos instantes críticos; el primero cuando está en pleno funcionamiento el sistema, actúan las fuerzas de arrastre del tambor, pero la fuerza ejercida por el peso de la faja no alcanza el máximo a diferencia del segundo instante donde se culmina con el arrastre, la fuerza ejercida por el peso de faja enrollada es el máximo por el contrario las fuerzas de arrastre son nulas.

**Figura 62**

*Diagrama de Cuerpo Libre del Tambor de Arrastre XY*



Nota: En la figura 62 se muestra el DCL del tambor de arrastre según el plano XY, elaboración propia.

Procedemos con el cálculo de las reacciones en los puntos A y B a partir de las ecuaciones bajo condiciones de equilibrio.

**Ecuación 8**

*Condiciones de estática*

$$\sum F = 0, \sum F_y = 0, \sum M = 0, \sum M_a = 0$$

$$Ra_y + Rb_y = 236.94 \text{ kN} \quad (4.16)$$

$$Rb_y * 2.2m = 236.94 \text{ kN} * 1.1 \quad (4.17)$$

Reemplazamos la ecuación 4.16 en la ecuación 4.17 y obtenemos los siguientes resultados:

$$Ra_y = 118.47 \text{ kN}$$

$$Rb_y = 118.47 \text{ kN}$$

Procedemos a enunciar las distintas ecuaciones de la fuerza cortante y el momento flector empleando la tabla 41.

- Ecuación de discontinuidad de la fuerza cortante

$$v = Fa * \langle x - a1 \rangle^0 - w * \langle x - a2 \rangle^1 \quad (4.18)$$

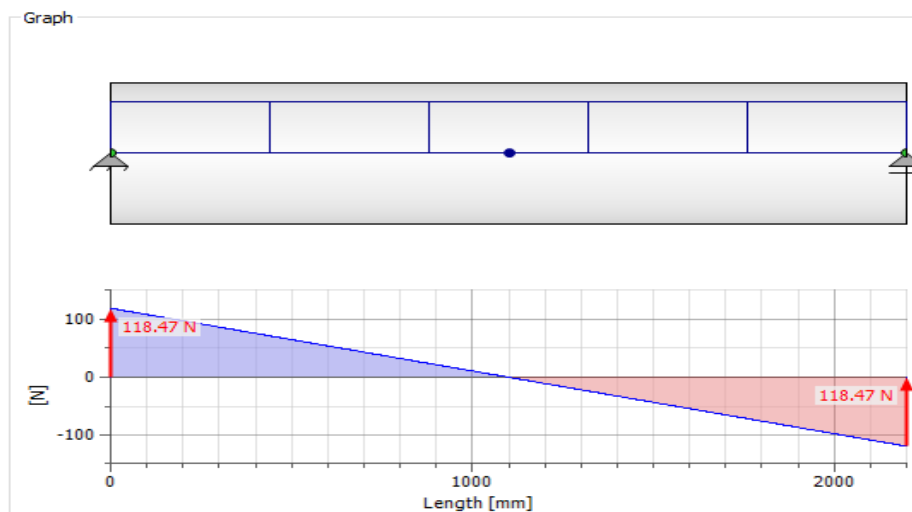
$$v_{x=0} = Fa \quad (4.19)$$

$$v_{x=2.2m} = -Fa$$

$$v_{max} = 0 \rightarrow 0 = Fa - w * x \therefore x = 1.1m$$

**Figura 63**

*Diagrama de Fuerza Cortante del Tambor de Arrastre*



Nota: En la figura 63 se muestran los diagramas de fuerzas cortante en el eje motriz, Elaboración propia en el programa Autodesk Inventor.

- Ecuación de discontinuidad del momento flector

$$M = Fa * \langle x - a1 \rangle^1 - \frac{w}{2} * \langle x - a2 \rangle^2 \quad (4.20)$$

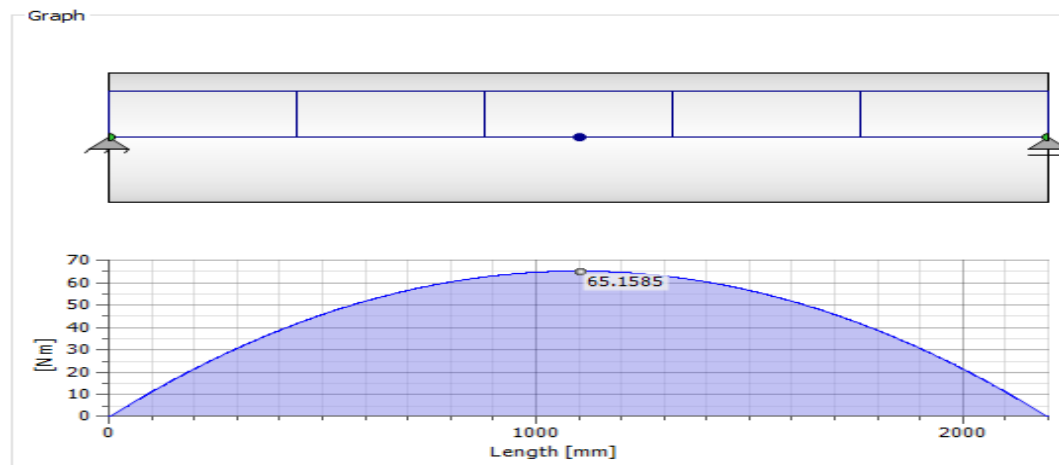
$$M_{x=0} = 0$$

$$M_{x=2.2m} = 0$$

$$M_{x=1.1m} = 65.15 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

**Figura 64**

*Diagrama del Momento Flector del Tambor Motriz*



Nota: En la figura 64 se muestran los diagramas del momento flector en el tambor motriz, Elaboración propia en el programa Autodesk Inventor.

#### 4.4.3.1.1. Dimensionamiento del Tambor de Arrastre

Una vez encontrado el momento flector máximo procedemos a dimensionar el tambor en función a las exigencias básicas de la operación según la ecuación 4.

Tomando como referencia que el tambor es de una forma cilíndrica deja a escoger si será una plancha rolada y posteriormente soldada o una tubería normada según sea la disponibilidad en stock; teniendo en cuenta ese dato procedemos a reemplazar valores de forma algebraica según la forma y además consideremos un factor de seguridad de 2.5; obtenemos lo siguiente:

$$\sigma = \frac{MC}{I} = \frac{M \cdot R}{\frac{\pi}{4} \cdot (R^4 - r^4)} \quad (4.21)$$

Además, que según la ecuación 15 donde denota la relación del factor de seguridad en función del esfuerzo admisible y al que se está sometiendo.

$$F_s = \frac{\sigma}{\sigma_{adm}} \rightarrow F_s = \frac{\sigma}{\frac{M \cdot R}{\frac{\pi}{4} \cdot (R^4 - r^4)}} \quad (4.22)$$

En la expresión 4.22 procedemos a reacomodarla en función a los radios tentativos del tambor de arrastre, obtenemos lo siguiente:

$$F_s = \frac{\sigma}{\frac{\pi}{4}(R^4-r^4)} \rightarrow \frac{R}{(R^4-r^4)} = \frac{\pi}{4} * \frac{\sigma}{F_s * M} \quad (4.23)$$

En la expresión 4.23 denota dos variables independientes “R” (Radio mayor) y “r” (radio menor) por lo que tenemos que tabular los valores tomando como referencia un espesor de plancha 5mm (e=R-r=5mm); obtenemos la siguiente tabla en función a lo enunciado:

$$\sigma = 250 \text{ Mpa}$$

$$M = 65.15 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

**Tabla 45**

*Tabulación de Valores de Tubería Estándar*

TABULACIÓN DE VALORES ESTANDAR						
Item	D <sub>nominal</sub> (pulg.)	R(m)	Espesor (m)	r(m)	R (R <sup>4</sup> - r <sup>4</sup> )	F <sub>s</sub>
1	6	0.08415	0.00711	0.07704	5641.000	0.53
2	8	0.10955	0.00818	0.10137	2850.251	1.06
3	10	0.1365	0.00927	0.12723	1603.497	1.88
4	12	0.1619	0.00953	0.15237	1093.644	2.76
5	14	0.1778	0.00953	0.16827	899.597	3.35
6	16	0.2032	0.00953	0.19367	681.814	4.42
7	18	0.2285	0.00953	0.21897	534.976	5.63
8	20	0.254	0.00953	0.24447	430.224	7.01

Nota: En la tabla 45 se muestra la tabulación de valores de tubería estándar que cumpla con los valores requeridos según la medida nominal , elaboración propia.

Como se muestra en la tabla 42 en función a los valores de dimensiones estándar que se encuentran en stock de almacén; por lo que procedemos a elegir la opción del ítem 4 que se adecua al factor de seguridad esperado.

Por lo tanto, con respecto a dimensiones del tambor se escogerá una tubería STD de 18” cuyas características son mencionadas en la tabla 42; y con este ítem seleccionado se procede con el diseño del medio de arrastre.

#### 4.4.3.1.2. Análisis del sistema mecánico efectuando el arrastre

En el segundo momento de funcionamiento, es decir cuando la fuerza de arrastre es máxima, la fuerza ejercida por el peso de la faja en el tambor es el mínimo; nótese que en este instante aparecen los momentos torsionales ejercidos por la fuerza de arrastre sobre el tambor como se muestra en la figura 67.

#### Figura 65

*Altura de Eslabón de Cadena*



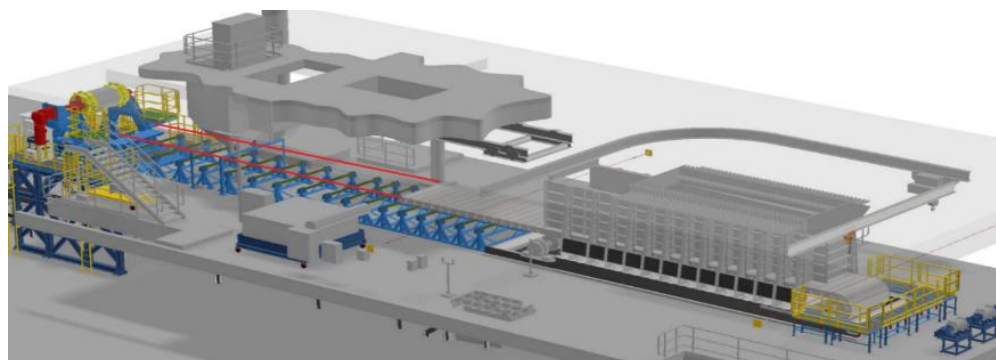
Nota: En la figura 65 se muestra la medición de la altura del eslabón de la cadenas del Apron Feeder, Elaboración propia.

Como se muestra en la figura 67 según la medición promedio de la altura de cada eslabón de la cadena del Apron Feeder es de 128 mm y un ancho de 120mm por lo que nos da las dimensiones básicas para modificar el tambor.

Previamente se hace selección del cable tensado para el arrastre de la faja como se muestra en la figura 68.

**Figura 66**

*Arrastre de la Faja por Medio del Sistema Mecánico*



Nota: En la figura 66 se muestra la operación de retiro del conjunto cadena/bandeja como se denota en las líneas rojas que representan los cables tensados encargados del arrastre de la “faja”, elaboración propia.

Como se muestra en la figura 66 donde se muestra el arrastre por medio de cable tensado de acero según la capacidad de carga como se muestra en la tabla de proveedor nacional:

**Tabla 46**

*Especificaciones Técnicas del Cable Tensado de Acero para Izaje*

ESPECIFICACIONES TECNICAS							
CONST./SERIE :		6*19		6*36		19*7/35W*7	
TIPO :		TIPO BOA		TIPO CASCABEL		NO ROTATORIO O ELEFANTE	
ALMA :		ACERO		ACERO		ACERO	
ACERO :		ARADO MEJORADO		ARADO MEJORADO		ARADO MEJORADO	
ACABADO :		NEGRO/GALV.		NEGRO/GALV.		NEGRO	
DIAMETRO	PESO	CARGA DE RUPTURA	PESO	CARGA DE RUPTURA	PESO	CARGA DE RUPTURA	
mm.	Nom.	Kg/m	Ton	Kg/m	Ton	Kg/m	Ton
3.16	1/8"	0.04	0.69				
4.76	3/16"	0.10	1.43				
6.35	1/4"	0.17	2.67	0.17	2.67		
7.94	5/16"	0.27	4.16	0.27	4.16	0.28	3.53
9.53	3/8"	0.39	5.95	0.39	5.95	0.36	5.07
11.11	7/16"	0.52	8.07	0.52	8.07	0.49	6.88
12.7	1/2"	0.68	10.40	0.68	10.40	0.54	8.94
14.30	9/16"	0.88	13.20	0.88	13.20	0.82	11.20
15.9	5/8"	1.07	16.20	1.07	16.20	1.01	13.90
19.05	3/4"	1.55	23.20	1.55	23.20	1.44	19.80
22.23	7/8"	2.11	31.40	2.11	31.40	1.96	26.80
25.40	1"	2.75	40.70	2.75	40.70	2.57	34.70
28.60	1 1/8"	3.48	51.30	3.48	51.30	3.26	43.70
31.75	1 1/4"	4.30	63.01	4.30	63.00	4.02	53.70

Nota: En la tabla 46 se muestra las especificaciones técnicas del cable tensado según sea el tipo a emplear,

Extraído de (CADENAS E IZAJES PERÚ SAC, 2023)

Como se muestra en la tabla 46 con respecto a la capacidad de ruptura; en nuestro caso la fuerza de arrastre se compara con la carga de ruptura del cable de acero tensado como se muestra en siguiente tabla adaptada de la tabla 46 para poder escoger el cable idóneo.

**Tabla 47**

*Especificaciones Técnicas de Cable Tensado*

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				
Diámetro		Peso	Carga de Ruptura	
mm	Nom.	kg/m	Ton	kN
3.16	1/8"	0.04	0.69	6.769
4.76	3/16"	0.1	1.43	14.028
6.35	1/4"	0.17	2.67	26.193
7.94	5/16"	0.27	4.16	40.810
9.53	3/8"	0.39	5.95	58.370
11.11	7/16"	0.52	8.07	79.167
12.7	1/2"	0.68	10.4	102.024
14.3	9/16"	0.88	13.2	129.492
15.9	5/8"	1.07	16.2	158.922
19.05	3/4"	1.55	23.2	227.592
22.23	7/8"	2.11	31.4	308.034
25.4	1"	2.75	40.7	399.267
28.6	1 1/8"	3.48	51.3	503.253
31.75	1 1/4"	4.3	63.01	618.128

Nota: En la tabla 47 se muestra las especificaciones técnicas del cable tensado según sea el tipo a emplear, Extraído de (CADENAS E IZAJES PERÚ SAC, 2023)

Como ya se obtuvo el valor de la fuerza de arrastre de secciones anteriores hacemos la comparación con la fuerza permisible del cable de acero tensado.

$$F_{\text{arrastre}} = 165.85 \text{ kN}$$

Como se muestra en la figura 63 la fuerza de arrastre se divide en dos puntos; cada cable estará sometido a una fracción de la fuerza total, por lo tanto, podemos afirmar la siguiente expresión:

$$F_{arrastrer1} = 82.929 \text{ kN}$$

$$F_{arrastrer2} = 82.929 \text{ kN}$$

Hacemos la comparación con tabla 36 sobre la fuerza crítica con la fuerza de arrastre en función de un factor de seguridad de 2.5 y obtenemos lo siguiente:

$$F'_a = 82.925 \text{ kN} * 2.5 \rightarrow F'_a = 207.32 \text{ kN}$$

Haciendo la comparación con la tabla 36 y obtenemos la medida del cable de acero tensado y obtenemos lo siguiente:

**Tabla 48**

*Características del Cable de Acero Tensado Elegido*

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				
Diámetro		Peso	Carga de Ruptura	
mm	Nom.	kg/m	Ton	kN
25.4	1"	2.75	40.7	399.267

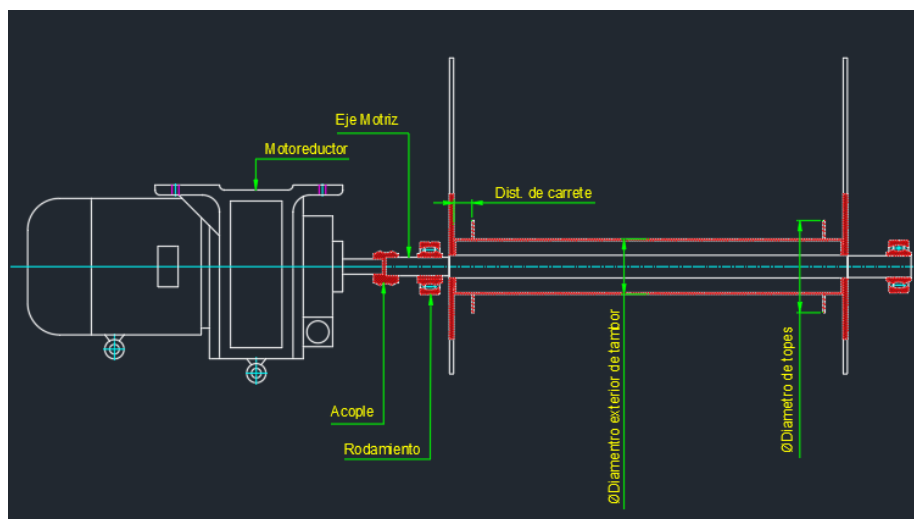
Nota: En la tabla 48 se muestra las especificaciones técnicas del cable tensado que cumple con las condiciones de trabajo, elaboración propia.

Según la tabla 47 determinamos el peso total por cable de acero.

$$Peso = 2.75 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 22\text{m} = 60.5\text{kg}$$

**Figura 67**

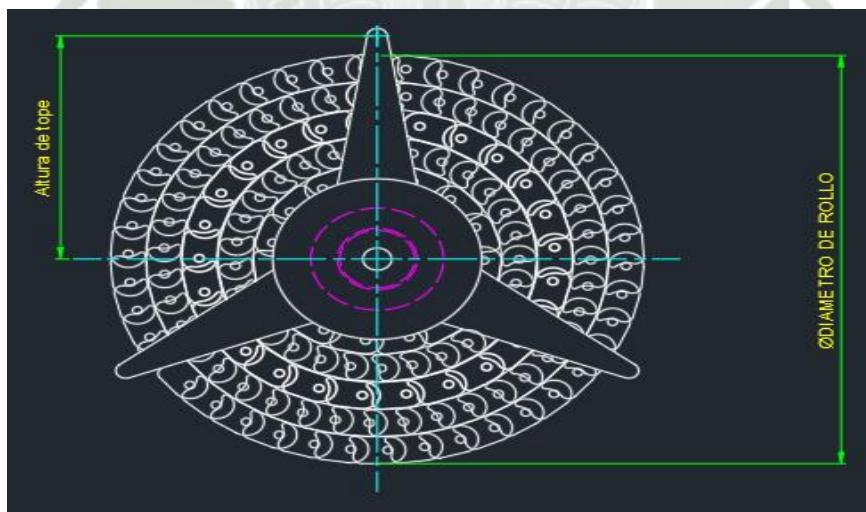
*Esquema del Prototipo de Diseño del Tambor de Arrastre*



Nota: En la figura 67 se muestra el esquema referencial del diseño del tambor junto con el elemento motriz en este caso un motorreductor encargado del movimiento del tambor, elaboración propia.

**Figura 68**

*Vista Lateral del Prototipo del Tambor de Arrastre*



Nota: En la figura 68 se muestra la vista lateral del esquema referencial del diseño del tambor motriz, donde se destaca las medidas del diámetro de rollo que nos servirán como un parámetro de diseño con respecto a la dimensión de la plataforma que lo sostenga, elaboración propia.

- **Distancia de carrete y diámetro de topes**

Con referencia al diámetro de topes hace alusión al límite de libertad que tendrá el cable de acero tensado para ser enrollado es por ello que se calculara el volumen que ocupara en el proceso de arrastre, ya que este tendrá que enrollar alrededor de 15 m de cable hasta poder enrollar la faja como se muestra en la figura 69 y posteriormente retirarla.

Para determinar la longitud de cable que abarcara por cada vuelta se tiene que determinar el perímetro con respecto al diámetro exterior del tambor que tiene un valor de 12” y obtenemos lo siguiente:

**Ecuación 9**

*Perímetro de un círculo*

$$P_{\text{circulo}} = 2 * \pi * r$$

$$P_{\text{circulo}} = 1.436 \text{ m}$$

Con el perímetro obtenemos la longitud efectiva que abarca por cada vuelta; la longitud efectiva para ser enrollada es de 15m entonces suponemos lo siguiente:

$$1\text{vuelta} \rightarrow 1.436 \text{ m}$$

$$x\text{vuelta} \rightarrow 15\text{m}$$

$$x \approx 11 \text{ vueltas}$$

Con ese dato procedemos a dimensionar la distancia de carrete y el diámetro de topes en función de diámetro nominal del cable de acero tensado de una 1”; dado que en una secuencia base de 4x3 satisface en cumplir el arrastre de cable y se proceda con el enrollado de la faja; y se infiere lo siguiente:

$$Dist_{\text{carrete}} = 4 * D_{\text{cable de acero}} \quad (4.24)$$

$$Dist_{\text{carrete}} = 1" * 4 \text{ vueltas} = 4" \approx 0.1016\text{m}$$

Con respecto al diámetro de tope hace referencia a la altura ocupada por los 4 niveles del recorrido del cable; obtenemos lo siguiente:

$$\text{Diametro de tope} = D_{\text{tambor}_{ext}} + 4 * D_{\text{cable de acero}} \quad (4.25)$$

$$\text{Diametro de tope} = 18\text{pulg} * 0.0254 \frac{m}{\text{pulg}} + 3 * 1\text{pulg} * 0.0254 \frac{m}{\text{pulg}}$$

$$\text{Diametro de tope} = 0.53 \text{ m} \approx 0.55\text{m}$$

- **Diámetro de rollo y altura de topes laterales**

Para determinar un diámetro aproximado que tendrá el enrollado del conjunto cadena-bandeja nos basamos en el procedimiento anterior para determinar el diámetro de carrete entonces se plantea lo siguiente:

**Ecuación 10**

*Longitud efectiva de un anillo*

$$L_e = \frac{\pi}{4 * e} (d_{ext}^2 + d_{int}^2)$$

$L_e$ : Longitud efectiva (m)

$e$ : Espesor (m)

$d_{ext}$ : diametro exterior rollo(m)

$d_{int}$ : diametro interior rollo(m)

Los valores conocidos en este caso:

$$L_e = 22 \text{ m}$$

$$e = 0.158 \text{ m}$$

$$d_{int} = 0.55 \text{ m}$$

Reemplazando valores en la ecuación 3 obtenemos que:

$$L_e = \frac{\pi}{4 * e} (d_{ext}^2 + d_{int}^2) \rightarrow 22\text{m} = \frac{\pi}{4 * 0.158\text{m}} * (d_{ext}^2 - (0.55\text{m})^2)$$

$$d_{ext} = 2.17 \text{ m}$$

Con los valores obtenidos procedemos a dar valores a las variables planteadas en la figura 70 (altura de tope y diámetro de rollo).

$$D_{rollo} = d_{ext} = 2.17 \text{ m}$$

$$A_{tope} \geq 0.5D_{rollo}$$

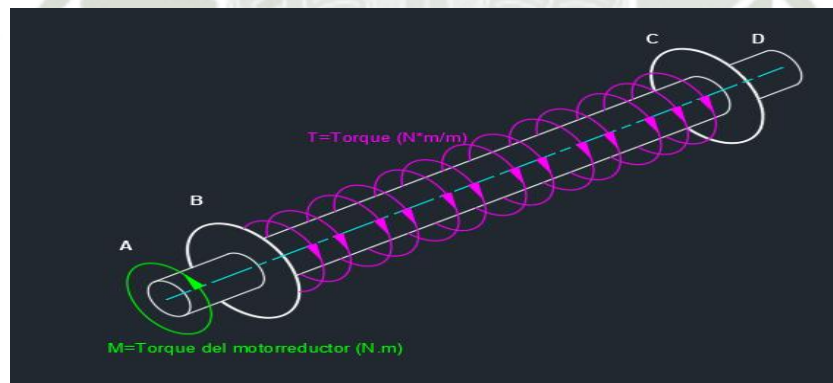
#### 4.4.3.2. Diseño y Análisis del eje motriz

##### 4.4.3.2.1. Cálculo de Fuerzas Internas Sobre el Eje Motriz

Con respecto al diseño del eje motriz en esta empleara los criterios de fatiga y flexión al que se encuentra sometido dicho elemento; además que se diseñara el elemento bajo el criterio de norma “ANSI-ASME-B106-1-1985” y se tomara como bibliografía del libro (Mott, 2006) , a continuación, se muestra el diagrama de cuerpo libre:

#### Figura 69

*Diagrama de Cuerpo Libre en 3D del Tambor Motriz*



Nota: En la figura 69 se denotan los 4 puntos (A, B, C y D) donde se realizan el estudio de fuerzas, reacciones; elaboración propia.

Como se muestra en la figura 69 se hará el análisis por torsión en el tambor de arrastre, en función de la siguiente premisa: La distancia de estudio con respecto al brazo de palanca será la

más lejana; por lo tanto, según lo indicado será cuando esté a punto de terminar de enrollar la faja donde el diámetro de la faja enrollada sea máximo, es decir:

$$D_{rollo} = d_{ext} = 2.17 \text{ m} \therefore R = 1.085 \text{ m}$$

$$f_{Arraste} = 165.858 \text{ kN}$$

• **Diagrama de momento Torsor:**

Procedemos al cálculo el Torque necesario para arrastrar en su totalidad el conjunto cadena/bandeja.

**Ecuación 11**

*Torque*

$$T = Fxd$$

*T: Torque (N \* m)*

*F: Fuerza de arrastre (N)*

*d: Brazo (m)*

Reemplazando valores en la ecuación 11 obtenemos lo siguiente:

$$T = Fxd \rightarrow T = 165.85 \text{ kN} * 1.085 \text{ m}$$

$$T = 179.95 \text{ kN} * \text{m} \approx 89.97 \text{ kN} * \frac{\text{m}}{\text{m}} \text{ (horario)}$$

Bajo las condiciones de equilibrio obtenemos torque mínimo efectuado por el motorreductor para poder enrollar todo el conjunto.

$$\sum M = 0 \quad A(+)\quad H(-)$$

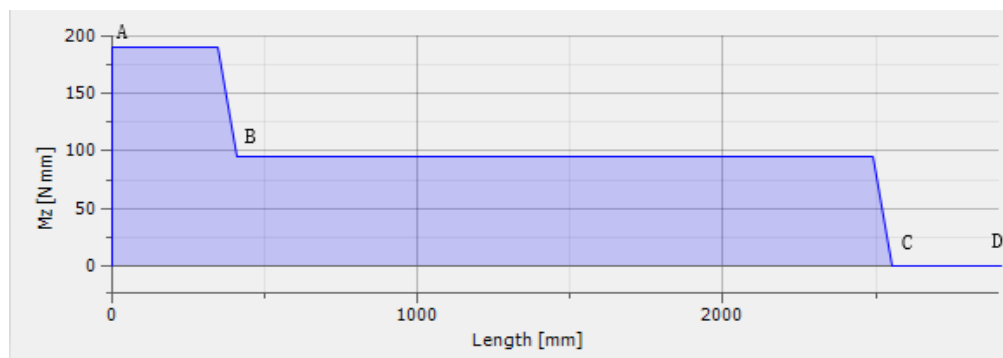
$$T_{motor} - T_{arrastre} = 0 \rightarrow T_{motor} = T_{arrastre}$$

$$\therefore T_{motor} = 192.80 \text{ kN} * \text{m} \text{ (Antihorario)}$$

Una vez conocido el valor obtenemos el siguiente diagrama:

**Figura 70**

*Diagrama de Momento Torsional del Tambor Motriz*

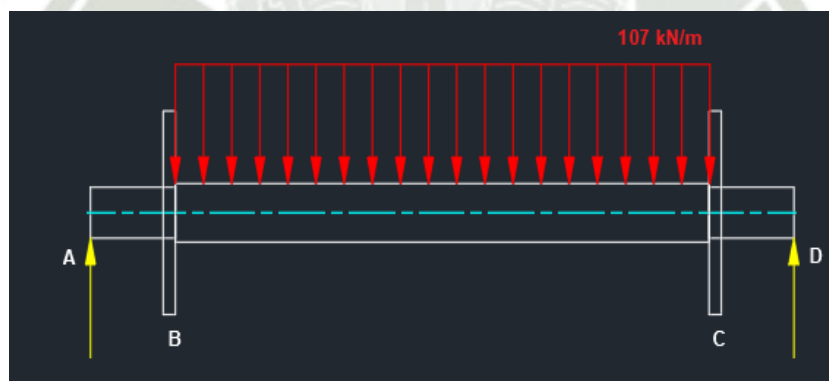


Nota: Elaboración propia, en la figura 70 nótese que el torque suministrado por el motor es equivalente para contrarrestar al torque ejercido por la fuerza de arrastre.

Con respecto a los planos Y-Z y X-Z se contempla los siguientes diagramas de cuerpo libre con finalidad de calcular las reacciones, diagrama de fuerza cortante y momento flector.

**Figura 71**

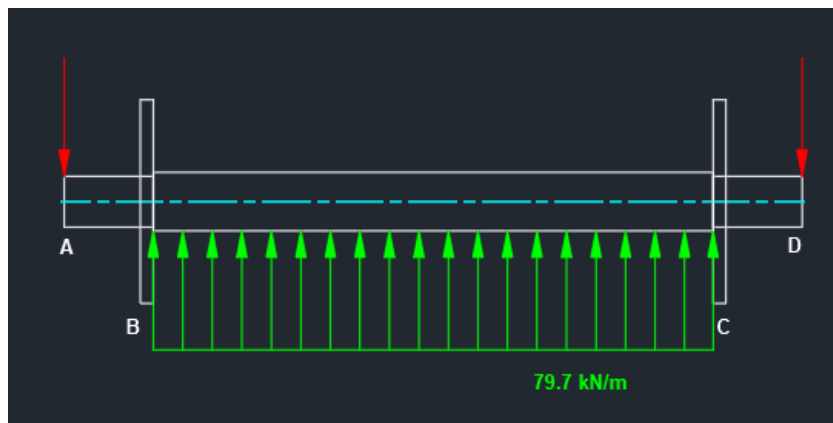
*Diagrama de Cuerpo de Libre del Eje del Tambor en el Plano Y-Z*



Nota: En la figura 71 se muestra el diagrama de cuerpo libre del eje del tambor motriz cuando todo el peso de la faja este sobre el tambor en un momento dado, Elaboración propia.

**Figura 72**

*Diagrama de Cuerpo de Libre del Eje del Tambor en el Plano X-Z*



Nota: En la figura 72 se muestra el diagrama de cuerpo libre del eje del tambor motriz cuando esta se encuentra en plena operación, elaboración propia.

El cálculo inicial será evocado en las reacciones en los puntos A y D donde con fines de cálculo nos regimos a las condiciones de equilibrio, es decir:

$$\sum F = 0 \text{ y } \sum M_o = 0$$

Con respecto al eje Y obtenemos las siguientes ecuaciones:

$$\sum F_o = 0 \quad \uparrow (+) \downarrow (-) \rightarrow (+) \leftarrow (-)$$

$$R_{ay} + R_{dy} - P_f = 0 \tag{4.26}$$

$$\sum M_A = 0 \quad A(+)\ H(-)$$

$$R_{dy} * 2.9m - P_f * 1.45m = 0 \tag{4.27}$$

Con respecto al eje X obtenemos las siguientes ecuaciones:

$$\sum F_o = 0 \quad \uparrow (+) \downarrow (-) \rightarrow (+) \leftarrow (-)$$

$$R_{ax} + R_{dx} - f_a = 0 \tag{4.28}$$

$$\sum M_A = 0 \quad A(+)\ H(-)$$

$$R_{dx} * 2.9m - f_a * 1.45m = 0 \quad (4.29)$$

Reemplazamos valores conocidos y resolvemos el sistema de ecuaciones (4.26), (4.27), (4.28) y (4.29) ; obtenemos los siguientes valores:

**Tabla 49**

*Reacciones Sobre el Eje del Tambor Motriz*

Variables		
Item	Descripción	Valor (kN)
$R_{ay}$	Reacción A eje Y	235.4
$R_{ax}$	Reacción A eje X	235.4
$R_{dy}$	Reacción D eje Y	87.67
$R_{dx}$	Reacción D eje X	87.67

Nota: En la tabla 49 se muestran las reacciones calculadas por el sistema de ecuaciones para ambos ejes X y Y, elaboración propia.

Para el cálculo de la fuerza cortante y el momento flector con respecto a cada eje emplearemos las ecuaciones de discontinuidad enunciadas en (Hibbeler, 2017) ; ya que se muestra una carga distribuida rectangular con respecto al eje X y al eje Y.

- PLANO YZ

En plano YZ perpendicular al eje X, armamos la ecuación de discontinuidad según el 2do y 3er caso; se tienen que hacer referencia según los sentidos de la tabla 31 además de adaptarla según las condiciones de las ecuaciones de continuidad.

• **Fuerza Cortante**

$$v = R_{ay} * \langle x - a \rangle^0 - w_f * \langle x - a_1 \rangle^1 + w_f * \langle x - a_2 \rangle^1 \dots (4.30)$$

$$v_{x=0} = R_{ay} \dots (4.31)$$

$$v_{x=0.35} = R_{ay} \dots (4.32)$$

$$v_{x=2.55} = R_{ay} - w_f * (x - a_1) \dots (4.33)$$

$$v_{x=2.9} = R_{ay} - w_f * (x - a_1) + w_f * (x - a_2) \dots (4.34)$$

Nótese que en la ecuación 4.30 es la ecuación de continuidad general en función de ella y según las condiciones para emplear estas ecuaciones se desarrollan las siguientes ecuaciones.

Reemplazamos valores en las ecuaciones 4.31,4.32,4.33 y 4.34 empleando los valores obtenidos en la tabla 38, considerar lo siguiente:

$$a_1 = 0.35m \text{ y } a_2 = 2.55m$$

**Tabla 50**

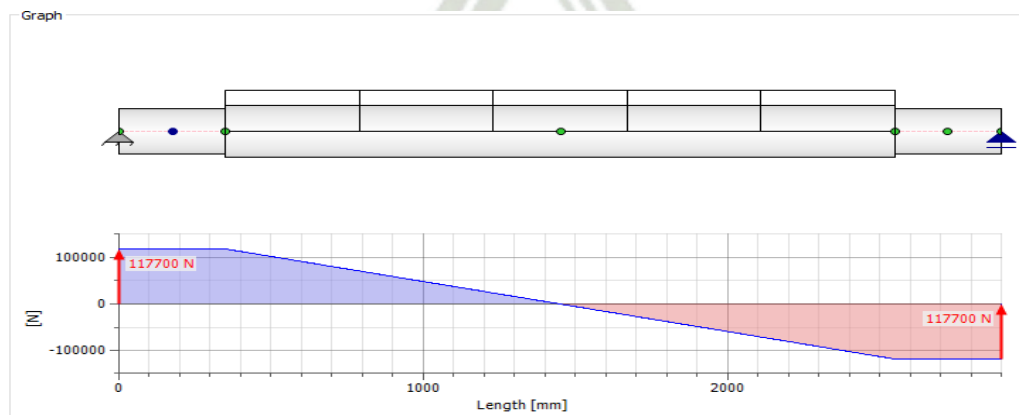
*Valores de Fuerza Cortante en el Plano YZ Sobre el Eje Motriz*

<b>FUERZA CORTANTE</b>	
Distancia "x" (m)	Fuerza Cortante "v" (kN)
0	117.7
0.35	117.7
1.45	0
2.55	-117.7
2.9	-117.7

Nota: Elaboración propia, En la tabla 50 se destaca cuando el valor de la fuerza cortante sea igual a 0 el momento flector alcanzara su valor máximo.

**Figura 73**

*Diagrama Fuerza Cortante en el Plano YZ del Eje Motriz*



Nota: En la figura 75 se muestra el diagrama cortante en el plano YZ del eje motriz , elaboración propia

- **Momento Flector**

De la ecuación 4.30 integramos en función de x para obtener la función del momento flector.

$$M_o = \int v dx = \int (R_{ay} * \langle x - a \rangle^0 - w_f * \langle x - a_1 \rangle^1 + w_f * \langle x - a_2 \rangle^1) dx$$

$$M_o = R_{ay} * \langle x - a \rangle^1 - \frac{w_f}{2} * \langle x - a_1 \rangle^2 + \frac{w_f}{2} * \langle x - a_2 \rangle^2 + C \dots (4.35)$$

$$M_{x=0} = R_{ay} * x \dots (4.36)$$

$$M_{x=0.35} = R_{ay} * x \dots (4.37)$$

$$M_{x=1.45 \wedge 2.55} = R_{ay} * x - \frac{w_f}{2} * (x - a_1)^2 \dots (4.38)$$

$$M_{x=2.9} = R_{ay} * x - \frac{w_f}{2} * (x - a_1)^2 + \frac{w_f}{2} * (x - a_2)^2 \dots (4.39)$$

Reemplazamos valores en las ecuaciones 4.36,4.37,4.38 y 4.39 empleando los valores obtenidos en la tabla 49, considerar lo siguiente:

$$a_1 = 0.35m \text{ y } a_2 = 2.55m$$

**Tabla 51**

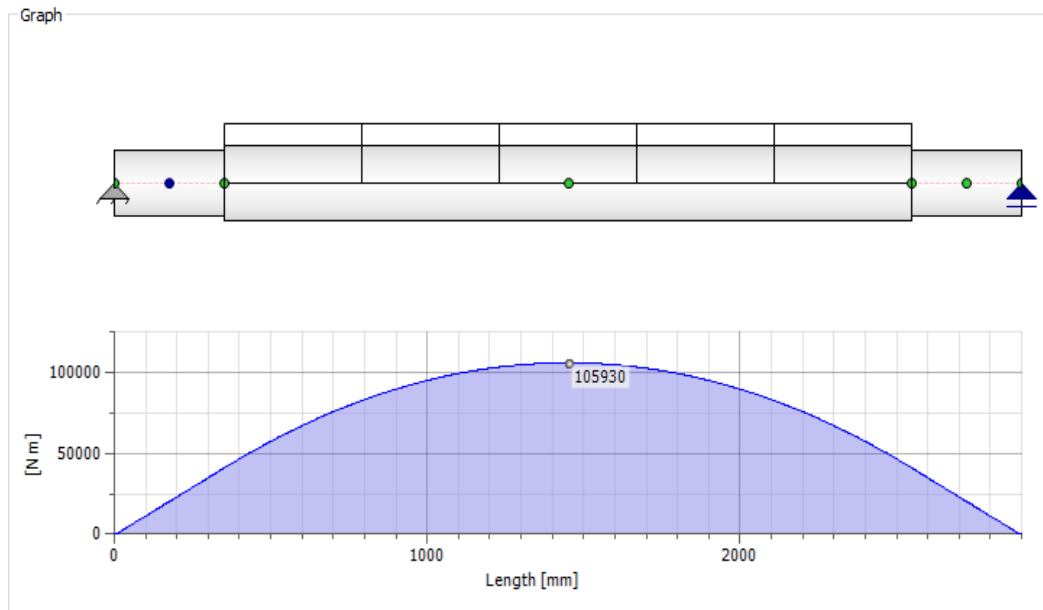
*Valores del Momento Flector en el Plano YZ Sobre el Eje Motriz*

<b>MOMENTO FLECTOR</b>	
Distancia "x" (m)	Momento flector "M" (kN*m)
0	0
0.35	41.195
1.45	105.93
2.55	41.195
2.9	0

Nota: Elaboración propia, en la tabla 51 se destaca el instante cuando el momento flector sea igual a 0 la fuerza cortante alcanzara su valor máximo.

### Figura 74

*Diagrama Momento Flector en el Plano YZ del Eje Motriz*



Nota: En la figura 74 se muestra el diagrama del momento flector en el plano YZ del eje motriz, elaboración propia.

### - PLANO XZ

Como se muestra en la figura 73 en el plano XZ las condiciones y ecuaciones previamente designadas en el plano YZ serán semejantes lo único que variara será fuerza distribuida y con ello los valores resultantes.

#### • Fuerza Cortante

Como en el plano YZ la ecuación general de fuerza cortante (Ec. 4.30) será equivalente a la del plano XZ y con ello los fines de cálculo considerar lo siguiente:

$$v = R_{ax} * \langle x - a \rangle^0 - w_{fa} * \langle x - a_1 \rangle^1 + w_{fa} * \langle x - a_2 \rangle^1 \dots (4.40)$$

$$a_1 = 0.35m \text{ y } a_2 = 2.55m$$

$$w_{fa} = 79.7 \text{ kN/m}$$

Reemplazando valores en función de la tabla 39 y el desarrollo de la Ec. 4.40

**Tabla 52**

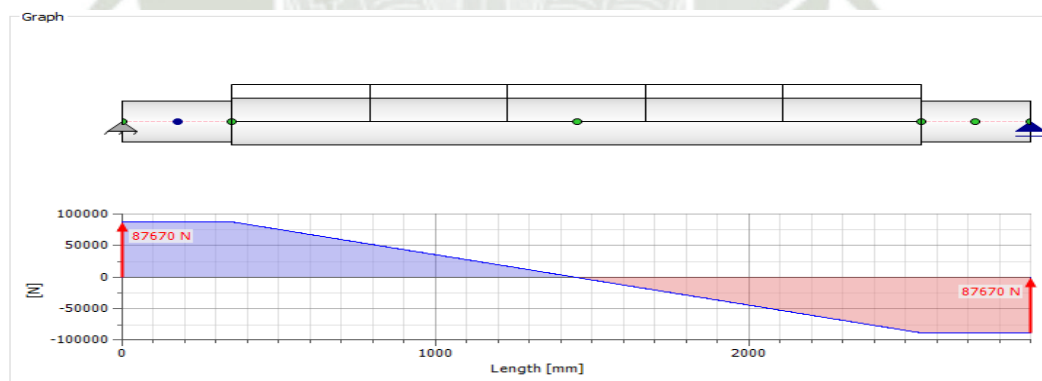
*Valores de Fuerza Cortante en el Plano XZ Sobre el Eje Motriz*

Fuerza Cortante	
Distancia "x" (m)	Fuerza Cortante "v" (kN)
0	87.67
0.35	87.67
1.45	0
2.55	-87.67
2.9	-87.67

Nota: Elaboración propia, en la tabla 52 se destaca el instante cuando el valor de la fuerza cortante sea igual a 0 el momento flector alcanzara su valor máximo.

**Figura 75**

*Diagrama de Fuerza Cortante en el Plano XZ del Eje Motriz*



Nota: \*En l figura 75 se muestra el diagrama de fuerza cortante en el plano XZ del eje motriz , elaboración propia.

- **Momento Flector**

Como en el plano YZ la ecuación general de fuerza cortante (Ec. 4.35) será equivalente a la del plano XZ y con ello los fines de cálculo considerar lo siguiente:

$$M_o = R_{ax} * \langle x - a \rangle^1 - \frac{w_{fa}}{2} * \langle x - a_1 \rangle^2 + \frac{w_{fa}}{2} * \langle x - a_2 \rangle^2 + C \dots (4.41)$$

$$a_1 = 0.35m \text{ y } a_2 = 2.55m$$

$$w_{fa} = 79.7 \text{ kN/m}$$

Reemplazando valores en función de la tabla 39 y el desarrollo de la Ec. 4.41

**Tabla 53**

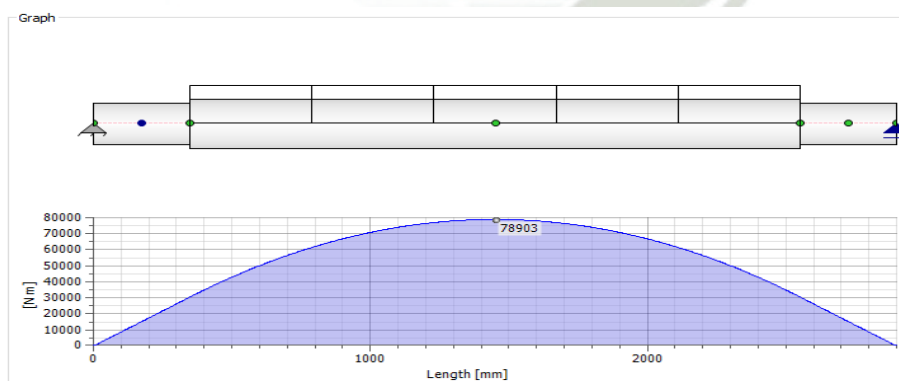
*Valores del Momento Flector en el Plano XZ Sobre el Eje Motriz*

MOMENTO FLECTOR		
Distancia "x" (m)	Momento flector (kN*m)	"M"
0	0	
0.35	30.684	
1.45	78.903	
2.55	30.684	
2.9	0	

Nota: Elaboración propia, en la tabla 53 se destaca el instante cuando el momento flector sea igual a 0 la fuerza cortante alcanzara su valor máximo.

**Figura 76**

*Diagrama Momento Flector en el Plano XZ del Eje Motriz*



Nota: En la figura 76 se muestra el diagrama del momento flector en el plano XZ del eje motriz, Elaboración propia.

#### 4.4.3.2.2. Análisis del Eje Motriz

Con respecto al diseño del eje motriz en esta empleara los criterios de fatiga y flexión al que se encuentra sometido dicho elemento; además que se diseñara el elemento bajo el criterio de norma “ANSI-ASME-B106-1-1985” y se tomara como bibliografía del libro (Mott, 2006).

Consideraciones:

#### Ecuación 12

*Diseño de ejes*

$$D = \left[ \frac{32 N}{\pi} \sqrt{\left[ \frac{K_t M}{S'_n} \right]^2 + \frac{3}{4} \left[ \frac{T}{S_\gamma} \right]^2} \right]^{1/3}$$

*D: Diametro de eje (m)*

*N: Factor de seguridad*

*K<sub>t</sub>: Factor de concentración de esfuerzos*

*M: Momento flector (N.m)*

*S'<sub>n</sub>: Esfuerzo a la Fatiga (N/m<sup>2</sup>)*

*T: Momento torsor (N.m)*

*S<sub>γ</sub>: Esfuerzo a la fluencia*

Los valores preliminares de diseño para el factor de concentración de esfuerzos (*K<sub>t</sub>*) según (Mott, 2006) se dividen en las siguientes secciones:

**Tabla 54**

*Valores del Factor de Concentración de Esfuerzos*

Valores Preliminares		
Descripción	Tipo	<i>K<sub>t</sub></i>
Cuñeros	Perfil	2
	Trineo	1.6

Chaflanes en escalones	Chaflan agudo	2.5
	Transición bien redondeada	1.5

Nota: En la tabla 54 se muestran los valores del factor de concentración de esfuerzos “Kt”, extraído y adaptado de (Mott, 2006) .

**Tabla 55**

*Datos del Material para la Fabricación del Eje Motriz.*

Datos del material	
Material	AISI 1045
Esfuerzo de fluencia	413 Mpa
Esfuerzo ultimo	655 Mpa

Nota: En la tabla 55 se muestran las características del material empleado para el eje motriz, extraído y adaptado de (Budynas & Nisbett, 2008).

**Tabla 56**

*Recopilación de Datos en los Puntos Críticos del Eje Motriz*

Datos en los Puntos Críticos				
Puntos	Ubicación(m)	Reacción Resultante (kN)	Momento Resultante(kN*m)	Torque (kN*m)
A	0	146.76	0	192.80
B	0.35	0	51.367	192.80
E	1.45	0	132.103	96.4
C	2.55	0	51.367	96.4
D	2.9	146.76	0	0

Nota: En la tabla 56 se muestran las fuerzas y momentos internos en cada punto de inflexión donde se generan puntos críticos , Elaboración propia

**Figura 77**

*Secciones del Eje Motriz*



Nota: En la figura 77 se muestran las secciones de los puntos de inflexión o de cambios de sección, elaboración propia.

- Resistencia básica a la fatiga:

La resistencia a la fatiga del material indicado en la tabla 55 se puede estimar con el método descrito en el capítulo 5 y 12 del libro (Mott, 2006) entonces podemos deducir lo siguiente:

$$S_n = 0.5S_{ult}$$

$$S_n = 0.5 * 655 \text{ MPa}$$

$$S_n = 327.5 \text{ MPa}$$

- Factor de tamaño se estima mediante la siguiente tabla:

**Tabla 57**

*Factor de Forma para la Selección del Eje*

U.S. customary units	
Size Range	For $D$ in inches
$D \leq 0.30$	$C_s = 1.0$
$0.30 < D \leq 2.0$	$C_s = (D/0.3)^{-0.11}$
$2.0 < D < 10.0$	$C_s = 0.859 - 0.02125D$
SI units	
Size Range	For $D$ in mm
$D \leq 7.62$	$C_s = 1.0$
$7.62 < D \leq 50$	$C_s = (D/7.62)^{-0.11}$
$50 < D < 250$	$C_s = 0.859 - 0.000837D$

Nota: En la tabla 57 se muestran los factores de forma para la sección del eje crítico , extraído de (Mott, 2006).

Según la tabla 57 deducimos el factor de forma:

$$C_S = 0.859 - 0.000837(240)$$

$$C_S = 0.658$$

- Factor de confiabilidad se estima mediante la siguiente tabla:

**Tabla 58**

*Factor de Confiabilidad para la Selección de Eje*

Desired reliability	$C_R$
0.50	1.0
0.90	0.90
0.99	0.81
0.999	0.75

Nota: En la tabla 58 se muestran los factores de confiabilidad según la sección del eje, extraído de (Mott, 2006).

Entonces tomando como referencia la tabla 46 el factor de confiabilidad al 90% en nuestro el factor asumiría el siguiente valor:

$$C_R = 0.90$$

- Resistencia a la fatiga modificada:

**Ecuación 13**

*Resistencia a la fatiga modificada*

$$S'_n = S_n(C_S)(C_R)$$

$$S'_n = 327.5MPa * 0.658 * 0.9$$

$$S'_n = 193.94 MPa$$

- Factor de diseño:

El valor nominal  $N=2$ , para el diseño de maquinaria en general y con referente a  $N=4$ , para choques moderados y cargas de impacto para una seguridad adicional. (Mott, 2006)

En función a esos parámetros se muestra el resumen de los cálculos del diámetro del eje.

**Tabla 59**

*Resumen de los Cálculos del Diámetro de Eje*

Sección	Diámetro	Elemento	M. Flexionantes			Cortante		Kt	Diámetro (mm)	
			Par torsional (kN*m)	Mx (kN*m)	My (kN*m)	Vx (kN)	Vy (kN)		Mínimo	Diseño
A	D1	Acoplamiento	192.8	0	0	87.67	117.7	1.6	201.95	205
A	D2	Rodamiento	192.8	0	0	87.67	117.7	2.5	201.95	*
B	D3	Buje	96.4	30.684	41.195	87.67	117.7	2	210.23	215
E	D4	-	96.4	78.903	105.93	0	0	1	220.34	225
C	D5	Buje	96.4	30.684	41.195	87.67	117.7	2	210.23	215
D	D6	Rodamiento	0	0	0	87.67	117.7	2.5	105.62	*
D	D7	-	0	0	0	87.67	117.7	-	105.62	205

Nota: Elaboración propia, en la tabla 59 se muestran los diámetros por secciones; se denotan las secciones donde van los rodamientos indicados con \*.

#### 4.4.4. Análisis de conexiones del sistema mecánico

##### 4.4.4.1. Conexiones para la transmisión de potencia

El sistema mecánico que se encuentra implementación, requiere de conexiones para poder transmitir la potencia indicada para ejecutar la tarea; a continuación, se mencionaran y seleccionaran los componentes que se emplearan tomando como datos referentes las tablas 56 y 59.

#### 4.4.4.1.1. Acoples rígidos y flexibles

Los acoplamientos se utilizan para conectar dos ejes que están en el mismo eje y giran en la misma dirección y transmiten par.

Hay acoplamientos que proporcionan una conexión rígida, conexión flexible, articulada. Los acoplamientos rígidos se utilizan para conectar dos ejes para lo cual se verifica la alineación de los ejes. Los acoplamientos y juntas flexibles pueden compensar la desalineación entre ejes: desalineación radial, desalineación axial del eje o desalineación angular. (Mott, 2006)

#### **Figura 78**

##### *Acoplamientos de Transmisión de Potencia*



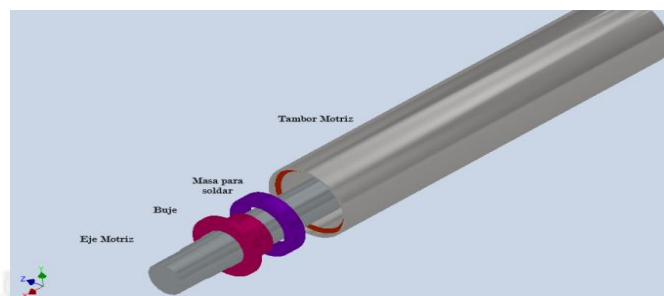
Nota: En la figura 80 ,se muestran distintos acoplamientos de transmisión de potencia, extraído de (SKF PRODUCT, 2023)

- **Bujes**

Para realizar la unión entre el tambor motriz y su eje emplearemos elementos de conexión como son los bujes que se pueden considerar como acoples rígidos tal como se muestra en la siguiente figura:

### Figura 79

*Ensamble de Eje, Buje y Tambor motriz*



Nota: En la figura 79 se visualiza el ensamblaje (tambor, eje y buje) como referencia, elaboración propia.

En la figura 79 hacemos énfasis a las uniones de cada elemento; el ensamblaje buje con masa de soldar se une por medio de una cuña con opresor para garantizar la sujeción, el ensamblaje buje con masa de soldar se unen por medio de pernos SAE grado 5 mientras que la masa de soldar se une por medio de soldadura E70XX al tambor motriz.

Tomando como referencia (Martin Sprocket & Gear, Inc., 2013) según la tabla 45 en la zona donde se alojan los bujes el Diámetro es de 215 mm, se procede hacer la comparación con el catálogo y obtenemos los siguientes datos del tipo de buje empleado.

**Tabla 60**

*Característica del Buje Empleado*

<b>Bujes QD</b>	
<b>Ítem</b>	<b>Descripción</b>
Tipo de buje	Buje QD corto WS
Material	Hierro Fundido ASTM 48
Diámetro	8-1/2"
Cuñero	2"x1/4"
Peso	93 lb
Circulo de barrenos	12.75"
Tamaño de opresores	1"
Pernos requeridos	1-1/8"x5

Nota: En la tabla 60 se muestran las características del buje, extraído y adaptado de (Martin Sprocket & Gear, Inc., 2013)

Con respecto a las medidas y datos más específicos se encuentran en el Anexo L; Con respecto a la selección de cuñas se tiene la referencia la norma DIN 6885A se muestran las medidas y características en el anexo M.

- **Acoples Flexibles**

Para la selección del acople tenemos que considerar los siguientes datos:

**Tabla 61**

*Datos Preliminares para la Selección de Acoplamiento*

<b>Datos preliminares para selección de acoplamiento</b>	
<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Torque Nominal (T+15%)	195.25 kN-m
Velocidad	20 RPM
Diámetro de eje	210 mm
Diámetro del reductor	250 mm

Nota: En la tabla 61 se muestran los datos preliminares para la selección de acoplamiento, Elaboración propia.

Con los datos mostrados en la tabla 50 seleccionamos el acoplamiento tipo 1210T10 de la marca REXNO y el acoplamiento es de tipo Grilla debido a las ventajas que este presenta al ser un acoplamiento de tipo flexible y permite un desalineamiento moderado además de tener una gran resistencia al trabajo de carga pesada; información adicional sobre el acoplamiento se encuentra en el anexo L.

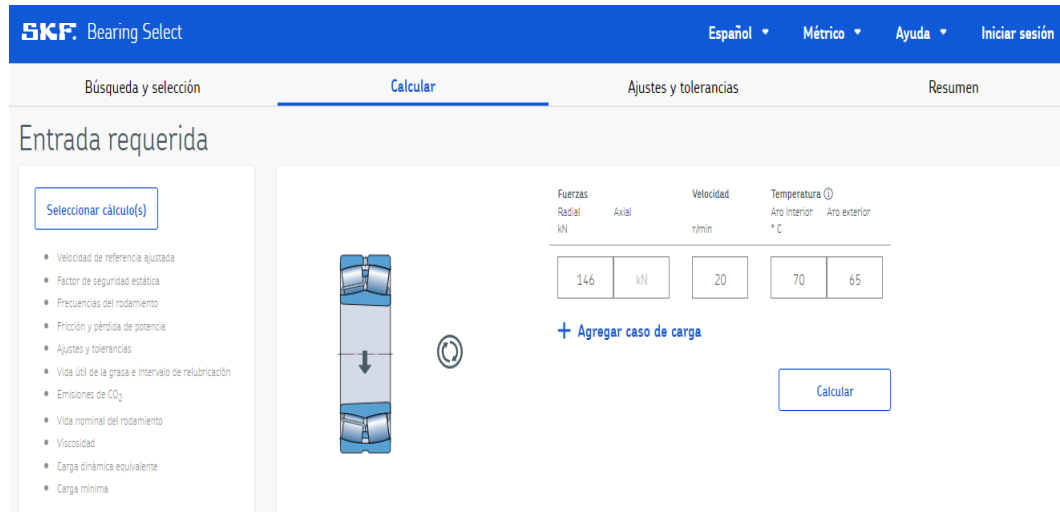
#### **4.4.4.1.2. Chumaceras**

Con referente a la tabla 59 se obtiene la resultante de las reacciones en ambos puntos donde se alojarán los rodamientos; la resultante en cada punto es de  $R=146.76$  kN.

Actualmente y con fines de hacer una selección de rodamientos con datos de entrada la empresa SKF cuenta con un catálogo digital en su sitio de web de productos para realizar la selección con la resultante de la reacción.

**Figura 80**

*Selección de Rodamiento*



Nota: En la figura 80 , se muestra el procedimiento de selección de rodamientos según las cargas existentes, extraído de (SKF PRODUCT, 2023).

**Figura 81**

*Propiedades del Rodamiento Seleccionado*

Propiedades del rodamiento 23148 CCK/W33

Designación	Tipo de rodamiento	Dimensiones principales			Capacidad de carga básica			Clasificaciones de velocidad	
		Diámetro interior d (mm)	Diámetro exterior D (mm)	Ancho B (mm)	Dinámica C (kN)	Estática C <sub>0</sub> (kN)	Carga límite de fatiga P <sub>0</sub> (kN)	Limitante n <sub>lim</sub> (r/min)	Catálogo
23148 CCK/W33	Rodamiento de rodillos a rötula	240	400	128	2187	3200	255	1600	<a href="#">Open in catalogo</a>

**Consideración**  
Los resultados se basan en las condiciones de funcionamiento predeterminadas. Revise y ajuste las condiciones de funcionamiento donde sea necesario

**Consideración**  
No todos los resultados de los cálculos están disponibles porque no se ingresaron las cargas y/o la velocidad

- Carga mínima**  $P_m$ : 32 kN
- Viscosidad**  $\kappa$ : 0.14
- Frecuencias** Despliegue para ver los resultados

Nota: En la figura 81 se muestran las características de rodamiento seleccionado, Extraído de (SKF PRODUCT, 2023).

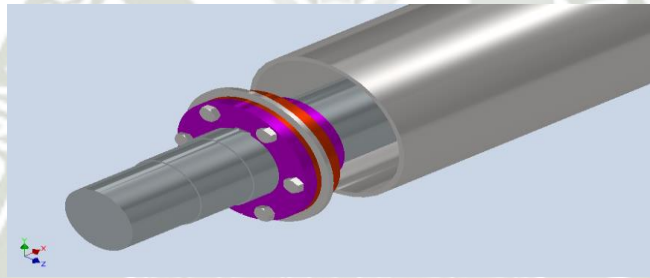
Nótese en la figura 81 denota que el rodamiento tiene un diámetro interno de 240mm mientras que se cuenta con un diámetro de eje de 210mm, tiene una razón dado que el eje cuenta con un manguito de fijación de 210mm H3136 L de la marca SKF.

#### 4.4.4.2. Conexiones empernadas

Con respecto a las uniones empernadas se hace referencia a la conexión entre el buje y la masa de soldar; en la siguiente figura muestra el panorama de la conexión.

#### Figura 82

*Conexión Empernada entre el Buje y el Tambor Motriz.*

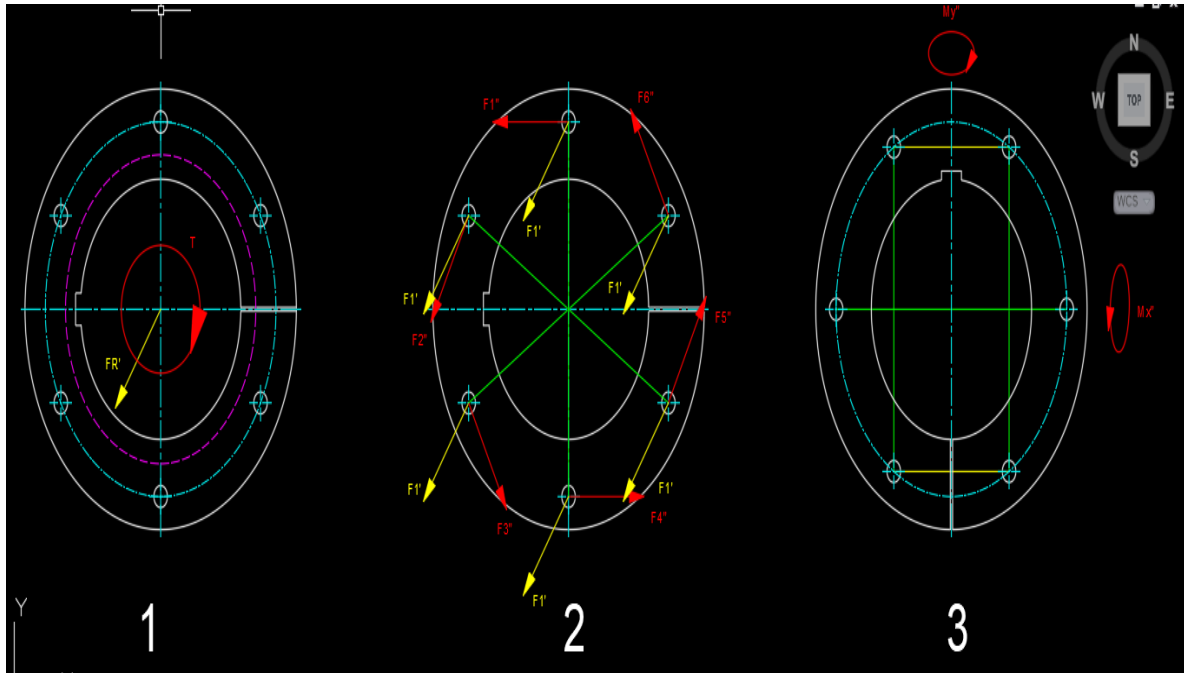


Nota: En la figura 82 se muestra la conexión empernada entre el buje y el tambor motriz con referencia del ensamble con fines demostrativos, Elaboración propia.

A continuación, se describen las fuerzas presentes en uno de los puntos donde está conectado el buje con el tambor motriz (Punto B de la figura 79); se empleara el método “elástico vectorial” (AISC)

**Figura 83**

*Diagrama de Fuerzas Presentes en el Buje*



Nota: En la figura 85 se muestra el DCL según el caso de estudio en los pernos del buje, Elaboración propia.

En la figura 85 hacemos énfasis al ítem 2 que denota 2 fuerzas cortantes (Corte directo y corte por torsor) por lo tanto debemos tener en consideración las fórmulas planteadas por el método que se emplea.

**Ecuación 14**

*Fuerza cortante primaria en pernos*

$$F_{ci} = \frac{W_c \times A_i}{\sum A_j}$$

Donde:

$F_{ci}$ : *Fuerza cortante primaria.*

$W_c$ : *Carga total*

$A_i$ : *Área del agujero indicado*

$A_j$ : Área de los agujeros presentes

### Ecuación 15

*Fuerza cortante secundaria en pernos*

$$F_{cii} = \frac{T \times (A_i \times r_i)}{\sum (A_j \times r_j^2)}$$

Donde:

$F_{cii}$ : Fuerza cortante secundaria

$T$ : Torque

$A_i$ : Área del agujero indicado

$A_j$ : Área de los agujeros presentes

$r_j$ : Brazo de palanca

### Ecuación 16

*Fuerza de tracción primaria en pernos*

$$F_{ti} = \frac{W_t \times A_i}{\sum A_j}$$

Donde:

$F_{ti}$ : Fuerza de tracción primaria.

$W_t$ : Carga total de tracción

$A_i$ : Área del agujero indicado

$A_j$ : Área de los agujeros presentes

### Ecuación 17

*Fuerza de tracción secundaria en pernos*

$$F_{tii} = \frac{M \times (A_i \times r_i)}{\sum (A_j \times r_j^2)}$$

Donde:

$F_{tii}$ : Fuerza de tracción secundaria

$M$ : Momento flector

$A_i$ : Área del agujero indicado

$A_j$ : Área de los agujeros presentes

$r_j$ : Brazo de palanca

Como premisa considerar los siguientes datos:

$$F_r = W_c = 146.76 \text{ kN}$$

$$T = 88.85 \text{ kN} * m$$

$$M_y = 41.195 \text{ kN} * m$$

$$M_x = 30.684 \text{ kN} * m$$

**Tabla 62**

*Cuadro de Fuerzas a la que está Sometido cada Perno*

FUERZA SOMETIDA EN CADA PERNO							
Ubicación	Fci	Fcii	FC	Ftiiy	Ftiix	FT	Fcortante
Punto 1	24.46	14.808	35.405	42.401	31.583	73.984	82.0190
Punto 2	24.46	14.808	39.194	21.201	15.791	36.992	53.8941
Punto 3	24.46	14.808	33.175	21.201	15.791	36.992	49.6889
Punto 4	24.46	14.808	19.530	42.401	31.583	73.984	76.5182
Punto 5	24.46	14.808	9.927	21.201	15.791	36.992	38.3008
Punto 6	24.46	14.808	23.120	21.201	15.791	36.992	43.6227

Nota: En la tabla 62 se muestran los valores de la fuerza total a la cual está sometida cada perno por cada punto, Elaboración propia.

En la tabla 62 se discrimina el perno cuya fuerza resultante sea mayor ya que este será el mas critico de todos para poder determinar la medida del perno a emplear; se emplearán pernos

SAE Grado 5 o ASTM A449 con un esfuerzo a la fluencia de 634 MPa; con toda la información mostrada se procede a calcular la dimensión del perno con la siguiente expresión donde se considera un factor de seguridad de 2.5

$$\tau = \frac{F_{n-total}}{A_t} < \tau_{adm} = \frac{\delta_{yperno}}{F_S}$$

$$\frac{82.0190 \text{ kN}}{\frac{\pi}{4} * d^2} < \frac{634 \text{ MPa}}{2.5}$$

$$d < 0.0201m$$

Con el diámetro mínimo de perno se procede a escoger el perno comercial para realizar la conexión en este caso se emplearán pernos de 1" ASTM A449.

#### 4.4.4.3. Conexiones soldadas

Las conexiones soldadas serán entre la masa de soldar y el tambor motriz; considerar los siguientes datos:

**Tabla 63**

*Datos preliminares para Determinar el Cordón de Soldadura*

<b>Datos preliminares para el cálculo de soldadura</b>	
<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Espesor de Plancha base	1/2"
Fuerzas Resultante	146.76 kN
Momento flector (Mx)	30.684 kN.m
Momento flector (My)	41.195 kN.m
Momento Flector Máximo (Mt)	51.36 kN.m
Momento torsor (T)	96.40 kN.m
Esfuerzo Ultimo de soldadura (E70XX)	482 MPa
Factor de seguridad	2
C1	190.5 mm
C2	214.33 mm

Nota: En la tabla 63 se muestran los datos preliminares para el cálculo de soldadura, Elaboración propia.

Al considerar a la soldadura como una línea como propone (Norton, 2011) donde se destaca que la carga en una soldadura es la combinación de corte directo, flexión torsión, tensión o compresión; las ecuaciones están en función de la carga por longitud (t) de la garganta como se muestra a continuación:

### **Ecuación 18**

*Fuerza tensión o compresión directa en soldadura*

$$f_n = \frac{P}{A_w}$$

Donde:

$f_n$ : Tensión o compresión directa

$P$ : Fuerza axial

$A_w$ : Área por longitud

### **Ecuación 19**

*Fuerza cortante directo en soldadura*

$$f_s = \frac{V}{A_w}$$

$f_s$ : Cortante directo

$V$ : Fuerza cortante

$A_w$ : Área por longitud

### **Ecuación 20**

*Fuerza por flexión para cordón de soldadura*

$$f_b = \frac{M}{S_w}$$

$f_b$  : Flexión

$M$ : Momento flector

$S_w$ : Modulo de la sección por longitudud

**Ecuación21**

Fuerza de torsión para cordón de soldadura

$$f_t = \frac{TC}{J_w}$$

$f_b$  : Torsión

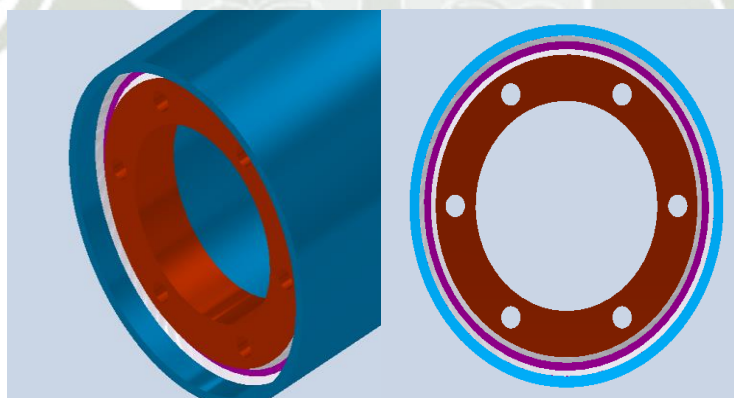
$T$ : Momento torsor

$J_w$ : Momento polar de inercia por longitudud

$C$ : Distancia desde el centro al punto indicado

**Figura 84**

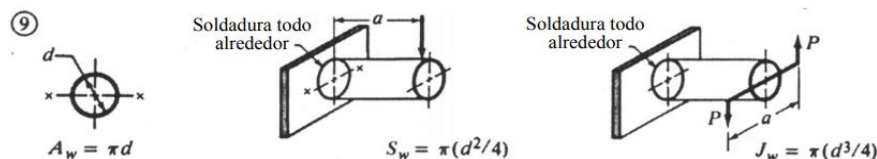
Soldadura entre la masa de soldadura y el tambor motriz



Nota: En la figura 84 se muestra la ubicación del cordón de soldadura entre la unión de la masa y el tambor motriz, Elaboración propia.

**Figura 85**

*Factores Geométricos para el Análisis de Soldadura como Línea*



Nota: En la figura 85 se muestran los factores geométricos para análisis de soldadura según sea el caso de aplicación, Extraído de (Norton, 2011).

**Tabla 64**

*Resultados de los factores Geométricos*

<b>Valores de los factores geométricos</b>			
	$A_w(m)$	$S_w (m^2)$	$J_w (m^3)$
Diámetro 1 ( $2C_1=381mm$ )	1.197	0.114	0.0434
Diámetro 2 ( $2C_2=428.6 mm$ )	1.346	0.144	0.062

Nota: En la tabla 64 se muestran el compilado de resultados de los factores geométricos con cada diámetro, Elaboración propia.

Teniendo como primicia los datos necesarios para obtener la fuerza resultante se muestra la siguiente tabla:

**Tabla 65**

*Valores de las Fuerzas en el Caso 1 y 2 del Tambor motriz*

<b>Valores de las fuerzas según el caso</b>				
	$f_s (kN/m)$	$f_b (kN/m)$	$f_t (kN/m)$	$FR (kN/m)$
Cordón entre masa de soldar y el rigidizador del tambor motriz	122.612	450.490	422.773	629.851
Cordón el rigidizador y el tambor motriz	108.995	355.984	334.082	500.215

Nota: En la tabla 65 se muestra la complicación de resultados obtenidos de las fuerzas involucradas según sea el caso, Elaboración propia.

En la tabla 65 obtenemos el dato “FR” que es la fuerza resultante de las fuerzas previamente calculadas; el esfuerzo cortante permisible en las soldaduras de filete ocasionadas por cargas estáticas, según la AWS recomienda que sea limitada la resistencia a la tensión del electrodo a un 30% con respecto a los esfuerzos cortantes presentes en una soldadura ( $\tau_{permisible} = 0.30 E_{xx}$ ); con el porcentaje mencionado mediante pruebas se obtiene un factor de seguridad contra la falla estática de 2.5 en promedio como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 66**

*Factores de Seguridad contra la Falla Estática*

Como los reportó la Testing Engineers, Inc., 1968

Metal base	Clase del electrodo	Factores de seguridad cuando se aplica un esfuerzo en el área de la garganta igual a 0.3 de la resistencia a la tensión del electrodo			
		Soldaduras longitudinales		Soldaduras transversales	
		Promedio	Mínimo	Promedio	Mínimo
A36	E60xx	2.88	2.67	—	—
A441	E70xx	2.95	2.67	4.62	4.06
A514	E110xx	2.41	2.21	3.48	3.30

Nota: En la tabla 66 se muestran los factores de seguridad según el material base, Extraído de (Norton, 2011).

La carga resultante obtenida en la tabla 65 para ambos casos ; el área de la garganta en un metro lineal es equivalente a la dimensión de la misma ; a partir de la expresión  $\tau_{permisible} = 0.30 E_{xx}$  para un electro E70 tendra un esfuerzo permisible de 144.6 Mpa por consecuente obtenemos el área de garganta por metro lineal mediante la el siguiente calculo:

**Ecuación 22**

*Esfuerzo Cortante*

$$t = \frac{|FR|}{\tau_{permisible}} ; t: \text{area de garganta}$$

$$w = 1.414 t ; w: \text{dimension de garganta}$$

- Caso 1: Diámetro 1 ( $2C_1=381\text{mm}$ )

$$t = \frac{629.851 \text{ kN/m}}{144.6 \text{ Mpa}} = 4.355 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{m}$$

$$w = 1.414 * 4.355 \times 10^{-3} = 6.1591 \text{ mm}$$

- Caso 2: Diámetro 2 ( $2C_2=428.6 \text{ mm}$ )

$$t = \frac{500.215 \text{ kN/m}}{144.6 \text{ Mpa}} = 3.459 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{m}$$

$$w = 1.414 * 3.459 \times 10^{-3} = 4.891 \text{ mm}$$

Para ambos casos los tamaños permisibles mínimos para la soldadura según la especificación AISC se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 67**

*Tamaño Mínimo de Soldadura de Filete*

Espesor del material de la parte unida más delgada, plg (mm)	Tamaño mínimo de las soldaduras de filete, <sup>[a]</sup> plg (mm)
Hasta $\frac{1}{4}$ (6) inclusive	$\frac{1}{8}$ (3)
Mayor de $\frac{1}{4}$ (6) hasta $\frac{1}{2}$ (13)	$\frac{3}{16}$ (5)
Mayor de $\frac{1}{2}$ (13) hasta $\frac{3}{4}$ (19)	$\frac{1}{4}$ (6)
Mayor de $\frac{3}{4}$ (19)	$\frac{5}{16}$ (8)

Nota: En la tabla 67 se muestra el tamaño mínimo de soldadura según el espesor de la plancha más delgada, Extraído de (Especificación del AISC, 2010)

Como la parte más delgada a soldar es de  $3/8''$  para ambos casos se empleará un cateto 8mm.

#### 4.5. Análisis Estructural de la Plataforma Base

La plataforma estará compuesta en su mayoría por perfiles ASTM A36 W8x31 y W8x21.

##### 4.5.1. Metrado de cargas

###### 4.5.1.1. Carga permanente (CM)

- Carga de baranda: 18 kg/m
- Carga de Grating de 1 ¼": 45 kg/m<sup>2</sup>
- Carga de escalera de gato de gato: 40 kg en cada apoyo
- Carga del sistema mecánico: 33000 kg en área aproximada 6m<sup>2</sup>

###### 4.5.1.2. Carga viva (CV)

El valor de carga variable será la mínima estipulada en la norma E0.20 para el personal de mantenimiento que será un equivalente de 100kg/m<sup>2</sup>.

###### 4.5.1.3. Carga sísmica

- Factor de Zona (Z) : 0.45 (Zona 4)
- Categoría de edificación: C
- Coeficiente de ampliación sísmica (C) : 2.5 (Ts/T)
- Factor de suelo (S3): 1.20 Periodo de suelo (Ts):0.6 (T):2
- Factor de reducción de fuerza sísmica :4

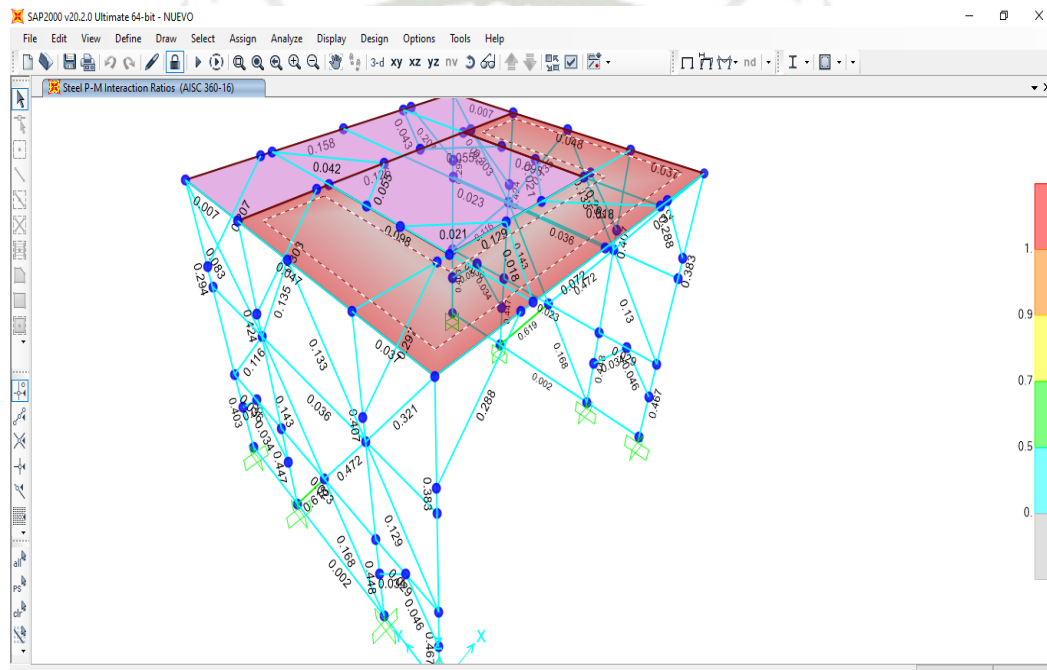
###### 4.5.1.4. Combinaciones

- COMB=1.4 CP
- COMB2=1.2CP+1.6L
- COMB3=1.2CP +Ex+0.5L
- COMB4=1.2CP- Ex+0.5L
- COMB5=1.2CP+ Ey+0.5L

- COMB6=1.2CP- Ey+0.5L
- COMB7=0.9CP+ Ex
- COMB8=0.9CP- Ex
- COMB9=0.9CP+ Ey
- COMB10=0.9CP- Ey

**Figura 86**

*Factor de Demanda sobre la Plataforma Base*

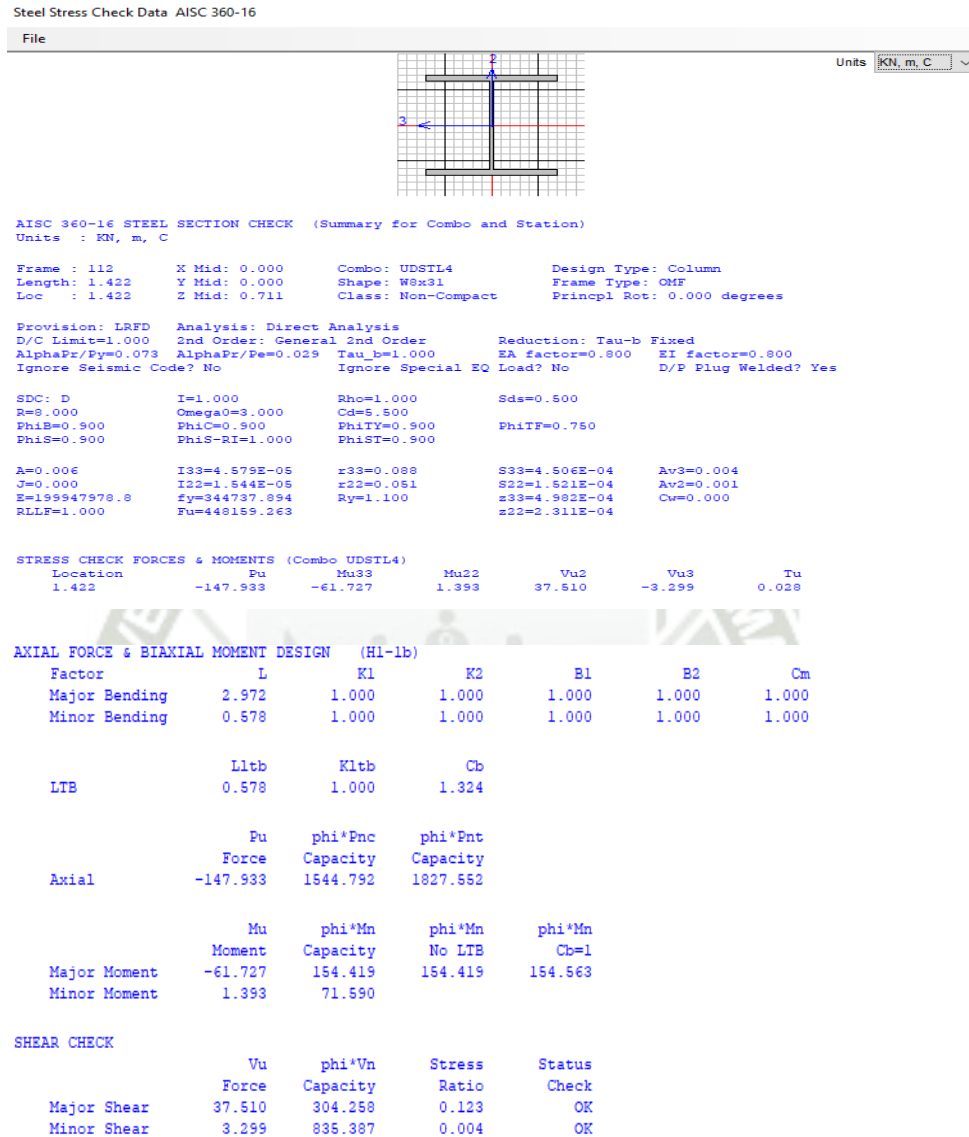


Nota: Elaboración propia en el programa SAP 2000, en la figura 86 se muestran los factores de demanda en cada uno de los miembros y se destaca que ningún caso se aproxima al límite.

Como se muestra en la figura 86 todos los elementos guardan el margen del factor de servicio, por lo que se puede afirmar que el perfil que se ha empleado es el correcto.

**Figura 87**

*Factor de Demanda Sobre el Elemento Crítico de la Estructura*



Nota: Elaboración propia en el programa SAP 2000, en la figura 89 se destaca que el factor de demanda en el miembro más crítico se mantiene en el margen para la puesta en servicio.

Como se muestra en la figura 87, el miembro más “crítico” tiene un factor de demanda de 0.463 lo que denota que está por debajo del 50% del límite admisible, por consiguiente, los perfiles propuestos inicialmente cumplen con las exigencias.

## 4.5.2. Conexiones de la plataforma base

### 4.5.2.1. Conexiones empernadas en la estructura

En función a los datos obtenidos por el SAP2000 en el nodo de empalme donde se presenta mayor esfuerzo cortante es en el punto 73 como se muestra en la tabla:

**Tabla 68**

*Esfuerzo en los Miembros de la Plataforma Base*

TABLE: Element Stresses - Frames															
Frame	Station	OutputCase	CaseType	Point	X2	X3	S11	S12	S13	SMax	SMin	SVM	FrameElem	ElemStation	
Text	in	Text	Text	Text	in	in	Lb/in2	Lb/in2	Lb/in2	Lb/in2	Lb/in2	Lb/in2	Text	in	
72	25.656	CP	LinStatic	8	4	3.9975	-909.57	0	16.05	0.28	-909.86	910	72-2	0	
72	44.094	CP	LinStatic	0	0	0	12.4	1368.97	0	1375.19	-1362.79	2371.16	72-2	18.438	
72	44.094	CP	LinStatic	1	-4	-3.9975	-734.01	0	-16.05	0.35	-734.36	734.54	72-2	18.438	
72	44.094	CP	LinStatic	2	-4	0	-860.23	0	351.54	125.39	-985.62	1053.92	72-2	18.438	
72	44.094	CP	LinStatic	3	-4	3.9975	-986.46	0	-16.05	0.26	-986.72	986.85	72-2	18.438	
72	44.094	CP	LinStatic	4	-3.565	0	-765.34	1204.58	0	881.24	-1646.57	2222.34	72-2	18.438	
72	44.094	CP	LinStatic	5	3.565	0	790.13	1204.58	0	1662.78	-872.65	2231	72-2	18.438	
72	44.094	CP	LinStatic	6	4	-3.9975	1011.26	0	16.05	1011.51	-0.25	1011.64	72-2	18.438	
72	44.094	CP	LinStatic	7	4	0	885.03	0	383.65	1028.19	-143.15	1106.73	72-2	18.438	
72	44.094	CP	LinStatic	8	4	3.9975	758.81	0	16.05	759.15	-0.34	759.32	72-2	18.438	
73	0	CP	LinStatic	0	0	0	-0.73	-5062.64	0	5062.27	-5063	8768.74	73-1	0	
73	0	CP	LinStatic	1	-4	-3.9975	-875.32	0	34.56	1.36	-876.68	877.36	73-1	0	
73	0	CP	LinStatic	2	-4	0	-1025.3	0	-1289.59	875.1	-1900.4	2457.71	73-1	0	
73	0	CP	LinStatic	3	-4	3.9975	-1175.28	0	34.56	1.02	-1176.3	1176.81	73-1	0	
73	0	CP	LinStatic	4	-3.565	0	-913.88	-4452.73	0	4019.18	-4933.06	7766.32	73-1	0	

Nota: En la tabla 68 se denota el máximo esfuerzo cortante presente en el punto 73 de los miembros de la plataforma, elaboración propia en el programa 2000.

Bajo los estándares de la minera en la cual se desarrolla el proyecto; conexiones empernadas de las estructuras metálicas se efectuarán con pernos ASTM A325 ¾ diam. De alta resistencia a la tensión; se emplearán como mínimo 02 pernos en la conexión.

Como se muestra la tabla 58 el esfuerzo máximo al que esta sometida la zona de empalme es de 5.062 kip en comparación con el esfuerzo de carga de prueba del perno ASTM A325 ¾” cuyo valor es de 85 kip, hace que sea viable emplear 04 pernos por conexión.

### 4.5.2.2. Conexiones soldadas en la estructura

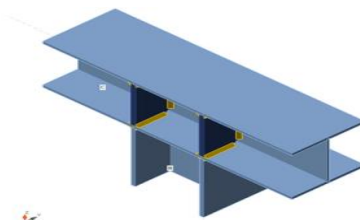
Bajo los estándares de la minera en la cual se desarrolla el proyecto; conexiones soldadas donde indica que todas las conexiones de soldadura estarán de acuerdo a los requerimientos AWS D1.1 de arco metálico protegido (AWS A5.1 E70XX). Arco sumergido (AWS A5.17 F7XX -

EXXX), Arco metálico para gas (AWS A5.18 E70S-X) ó Arco de núcleo fundente (AWS A5.20 E7XT-X); además que el tamaño mínimo del filete de soldadura deber ser 5mm (3/16").

Empleando el programa “IDEA STATICA” para comprobar las conexiones soldadas con la información obtenida por el SAP2000 obtenemos el informa mostrado en el Anexo N

**Figura 88**

*Representación de la Conexión Soldada*



Nota: Elaboración propia, en la figura 88 se muestra la representación de las uniones soldadas en el punto más crítico; datos obtenidos del programa “Idea StatiCa”.

**Figura 89**

*Secciones de la Soldadura en la Conexión*

Weld sections												
Item	Edge	Xu	T <sub>w</sub> [mm]	L <sub>w</sub> [mm]	L [mm]	L <sub>cr</sub> [mm]	Loads	F <sub>n</sub> [kN]	φR <sub>w</sub> [kN]	U <sub>t</sub> [%]	Status	
C-bfl 1	STIFF1a	E70xx	6.4	9.0	80	20	LE1	0.7	38.1	1.8	OK	
		E70xx	6.4	9.0	80	20	LE1	1.6	40.8	3.9	OK	
C-w 1	STIFF1a	E70xx	6.4	9.0	146	24	LE1	0.6	36.4	1.7	OK	
		E70xx	6.4	9.0	146	24	LE1	0.7	41.3	1.6	OK	
C-ell 1	STIFF1a	E70xx	6.4	9.0	80	20	LE1	0.6	38.6	1.6	OK	
		E70xx	6.4	9.0	80	20	LE1	0.5	34.9	1.3	OK	
C-bfl 1	STIFF1b	E70xx	6.4	9.0	80	20	LE1	1.6	40.8	3.9	OK	
		E70xx	6.4	9.0	80	20	LE1	0.7	38.1	1.8	OK	
C-w 1	STIFF1b	E70xx	6.4	9.0	146	24	LE1	0.7	41.3	1.6	OK	
		E70xx	6.4	9.0	146	24	LE1	0.6	36.4	1.7	OK	
C-ell 1	STIFF1b	E70xx	6.4	9.0	80	20	LE1	0.5	34.9	1.3	OK	
		E70xx	6.4	9.0	80	20	LE1	0.6	38.6	1.6	OK	
C-bfl 1	STIFF1c	E70xx	6.4	9.0	80	20	LE1	2.1	40.6	5.2	OK	
		E70xx	6.4	9.0	80	20	LE1	1.2	39.1	3.2	OK	
C-w 1	STIFF1c	E70xx	6.4	9.0	146	24	LE1	1.3	42.3	3.0	OK	
		E70xx	6.4	9.0	146	24	LE1	1.1	38.4	3.0	OK	
C-ell 1	STIFF1c	E70xx	6.4	9.0	80	20	LE1	0.8	28.5	2.7	OK	
		E70xx	6.4	9.0	80	20	LE1	1.0	34.7	2.8	OK	
C-bfl 1	STIFF1d	E70xx	6.4	9.0	80	20	LE1	1.2	39.0	3.2	OK	
		E70xx	6.4	9.0	80	20	LE1	2.1	40.6	5.2	OK	
C-w 1	STIFF1d	E70xx	6.4	9.0	146	24	LE1	1.1	38.4	3.0	OK	
		E70xx	6.4	9.0	146	24	LE1	1.3	42.3	3.0	OK	
C-ell 1	STIFF1d	E70xx	6.4	9.0	80	20	LE1	1.0	34.7	2.8	OK	
		E70xx	6.4	9.0	80	20	LE1	0.8	28.5	2.7	OK	
C-bfl 1	B-bfl 1	E70xx	4.2	6.0	202	25	LE1	1.6	32.6	4.9	OK	
		E70xx	4.2	6.0	202	25	LE1	2.1	34.7	6.1	OK	
C-bfl 1	B-ell 1	E70xx	4.2	6.0	202	25	LE1	3.3	34.8	9.6	OK	
		E70xx	4.2	6.0	202	25	LE1	2.3	32.5	7.0	OK	
C-bfl 1	B-w 1	E70xx	3.5	5.0	191	24	LE1	0.7	24.3	2.7	OK	
		E70xx	3.5	5.0	191	24	LE1	0.7	24.4	2.7	OK	

**Symbol explanation**  
 T<sub>w</sub> Throat thickness of weld  
 L<sub>w</sub> Leg size of weld  
 L Length of weld  
 L<sub>cr</sub> Length of weld critical element  
 F<sub>n</sub> Force in weld critical element  
 φR<sub>w</sub> Weld resistance AISC 360-16 J2.4

Nota: Elaboración propia del programa “Idea StatiCa, en la figura 89 se muestran el cateto mínimo según la sección a soldar en este caso con un cateto 6 soporta la carga existente con un electro E70XX.

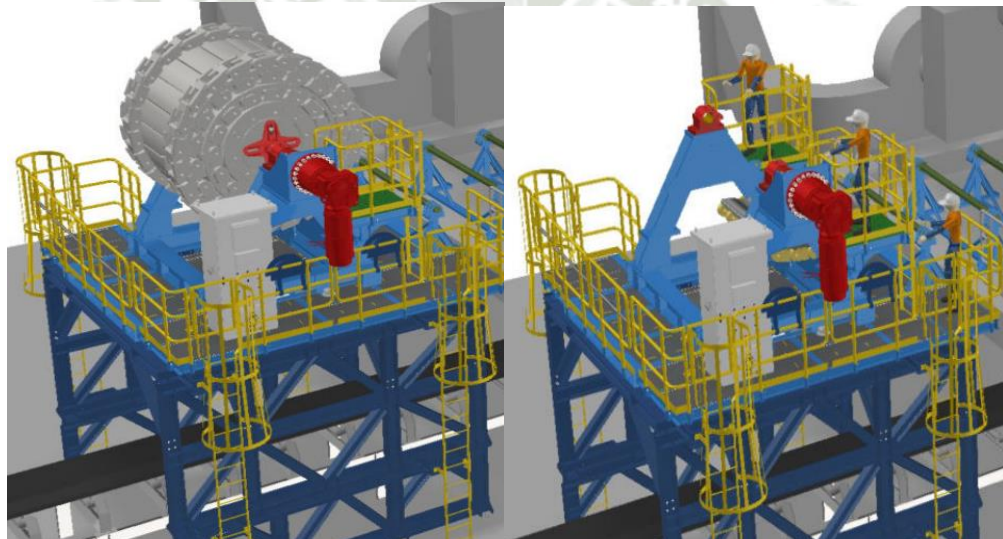
Se empleará un electrodo E70XX con un cateto 8 en todas las conexiones de las estructuras.

#### 4.6. Análisis de la plataforma soporte de tambor motriz

Con respecto a la estructura soporte del tambor matriz será analizada en el caso crítico cuando se acabe la operación de arrastre del conjunto cadena/ bandeja como se muestra en la figura continuación

**Figura 90**

*Soporte Base del Tambor Motriz*



Nota: En la figura 90 se muestra la maqueta representativa del sistema mecánico puesto en servicio, Elaboración propia.

Realizamos en estudio con referencia a los esfuerzos para corroborar el perfil escogido W8x31 aplicamos una fuerza de reacción en los puntos A y B.

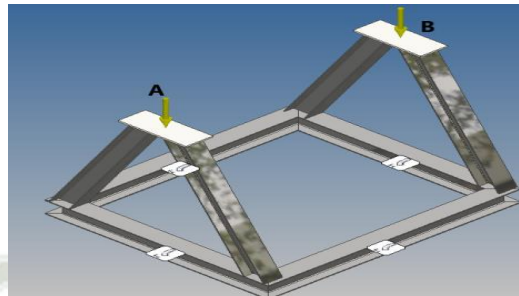
Fuerza de reacción:

$$F_A = 112.7 \text{ kN} + 10\% = 123.97 \text{ kN}$$

$$F_B = 112.7 \text{ kN} + 10\% = 123.97 \text{ kN}$$

### Figura 91

*Fuerzas Presentes en el Soporte Base del Tambor Motriz*

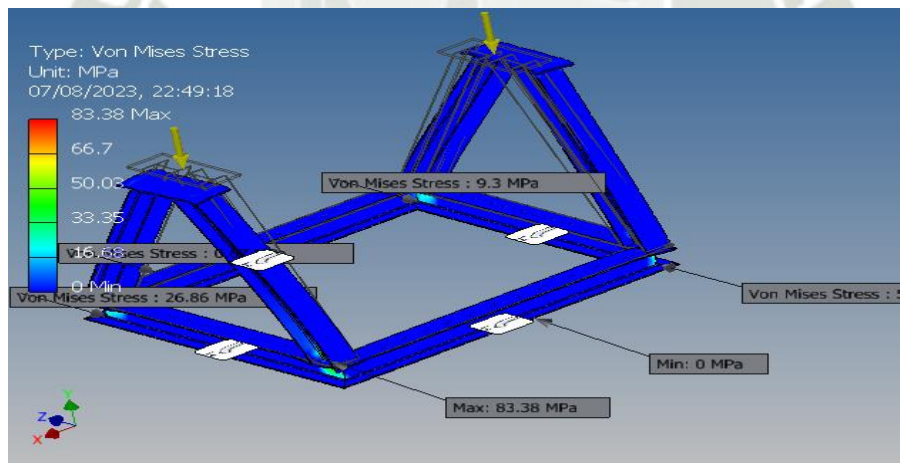


Nota: En la figura 91 se muestra la representación de las fuerzas en el soporte estructural en Autodesk inventor, Elaboración propia.

Con respecto a los esfuerzos generados por estas dos reacciones obtenemos lo siguiente según el programa Autodesk Inventor:

### Figura 92

*Esfuerzo Von Mises en la Estructura Soporte del Tambor Motriz*



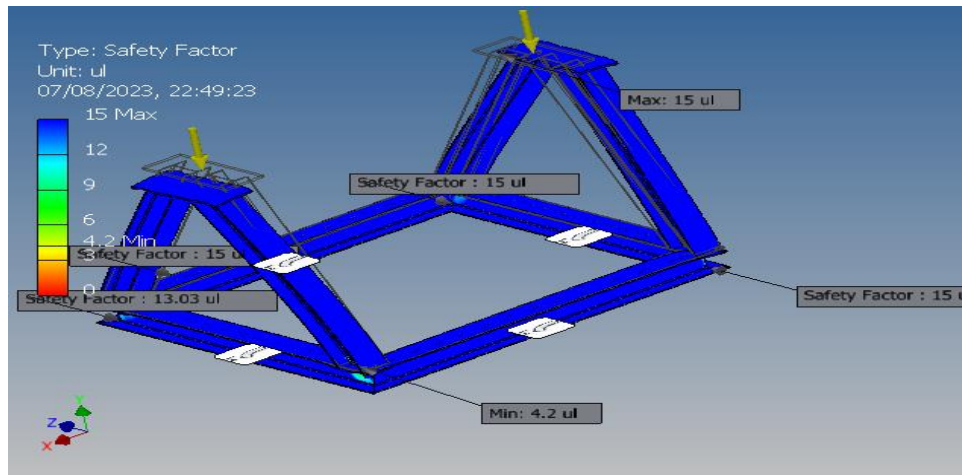
Nota: Elaboración propia; en la figura 92 se destaca que el esfuerzo máximo de von mises es e 83.36 Mpa por debajo del esfuerzo máximo de fluencia por lo que da el grado de confianza para su fabricación .

Como se muestra en la figura 94 el esfuerzo máximo es de 83.36 MPa en la zona ubicada en la base del soporte que servirá como indicador comparativo para emplear el criterio de las conexiones soldadas y empernadas bajo los estándares de mina.

Con respecto al factor de seguridad de la estructura soporte según el reporte proporcionado por el programa obtenemos lo siguiente:

### Figura 93

#### *Factor de Seguridad de la Estructura Soporte del Tambor Motriz*



Nota: Elaboración propia; en la figura 95 se muestra que el factor de seguridad mínimo de encuentra por encima de 4 unidades por lo que hace que la estructura sea confiable en base a este criterio.

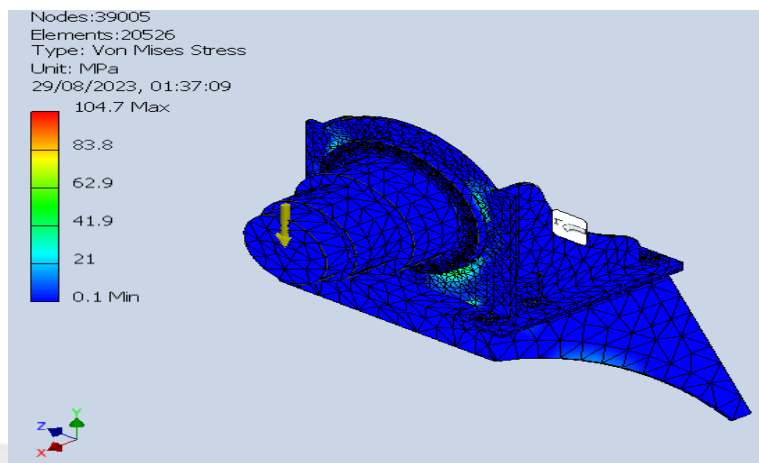
En la figura 93 se muestra el factor de seguridad en los miembros de la estructura donde denota que el mínimo es de 4.2 por lo que nos garantiza que la estructura no colapsara con las cargas que se mencionan.

#### 4.6.1. Estructura soporte del motorreductor

En esta sección se hará la simulación de los esfuerzos que está sometido el soporte del motorreductor, teniendo como referencia que tiene un peso total de 3 toneladas aproximadamente.

### Figura 94

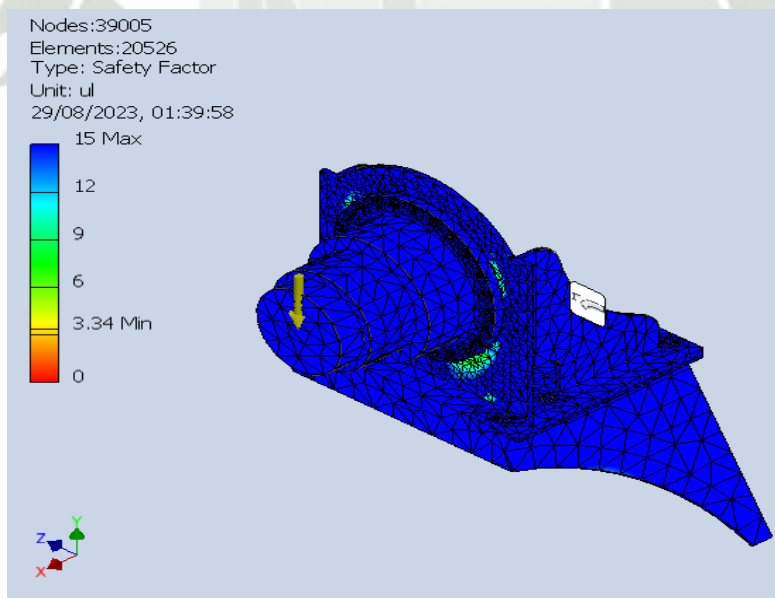
#### *Esfuerzo Von Mises en la Estructura Soporte de Reductor*



Nota: Elaboración propia; en la figura 94 se destaca que el esfuerzo máximo de von mises es e 104.7 Mpa por debajo del esfuerzo máximo de fluencia por lo que da el grado de confianza para su fabricación.

### Figura 95

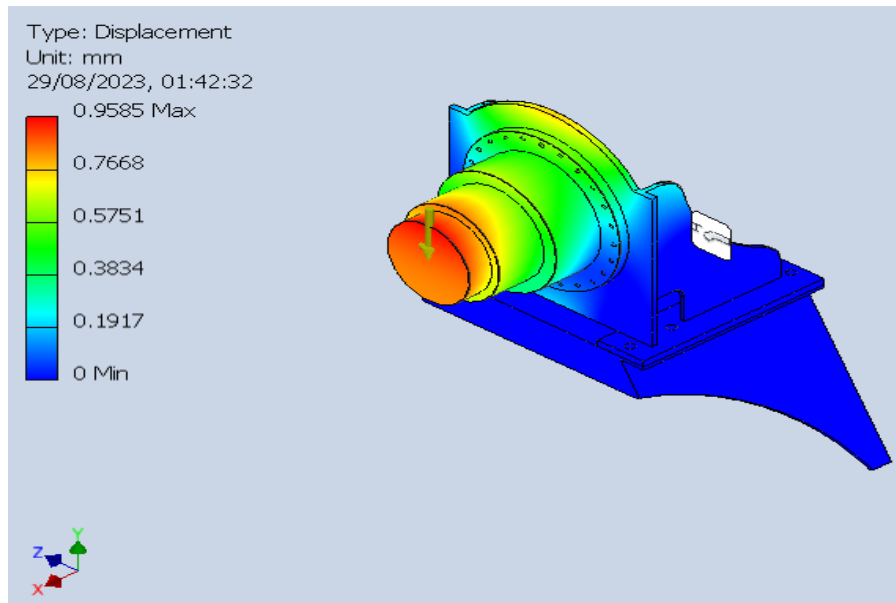
#### *Factor de Seguridad en la Estructura Soporte de Reductor*



Nota: Elaboración propia; en la figura 95 se muestra que el factor de seguridad mínimo de encuentra por encima de 3 unidades por lo que hace que la estructura sea confiable en base a este criterio.

**Figura 96**

*Desplazamiento en la Estructura Soporte del Reductor*



Nota: Elaboración propia; en la figura 96 se muestra que la deformación máxima se encuentra por debajo de 0.9585 mm por lo que hace que la estructura sea confiable en base a este criterio.

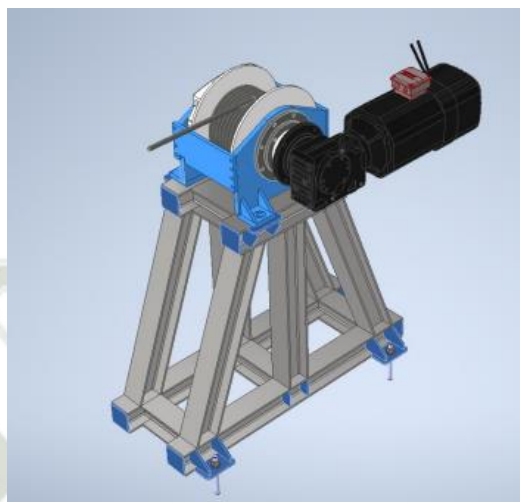
En la figura 94, 95 y 96 denotan que el soporte planteado es el indicado para la labor que desempeñará teniendo en cuenta que el motorreductor será bridado en la salida para poderse acoplar con el soporte, los pernos sugeridos son de 1" y la soldadura cateto 10 mm según (Especificación del AISC, 2010) por espesor mínimo de plancha que en este caso será de  $\frac{3}{4}$ ".

#### **4.7. Análisis estructural de base para winche de arrastre**

En la figura 44 se muestra el grupo G3 donde denota el arrastre del nuevo conjunto cadenas/bandeja para ser instalado; a continuación, se hará el análisis estructural de los soportes.

**Figura 97**

*Configuración de Winche de Arrastre*



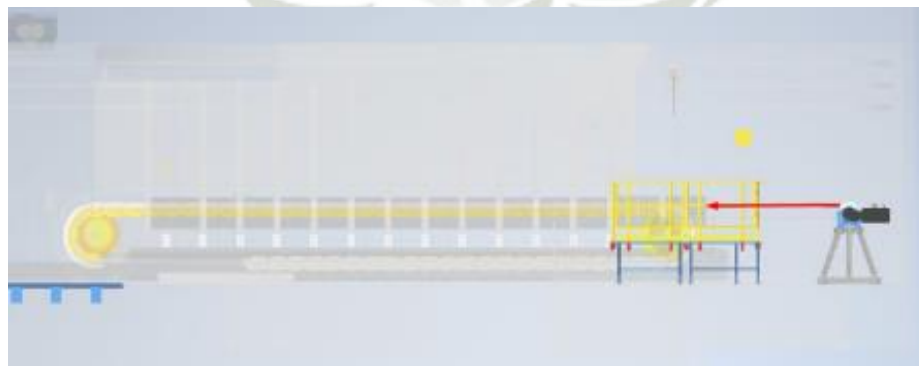
Nota: Elaboración propia, en la figura 97 se muestra la maqueta representativa del soporte del winche de arrastre; obtenido del programa Autodesk inventor.

#### **4.7.1. Parámetros de calculo**

En este Ítem se denota la configuración de la posición de la estructura para realizar el arrastre del nuevo conjunto cadena/bandeja.

**Figura 98**

*Configuración de Estructura Existente*

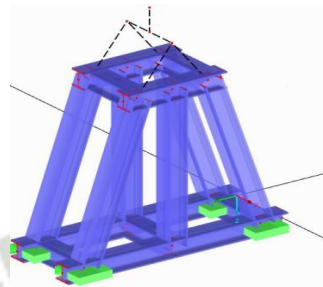


Nota: En la figura 98 se muestra la configuración de estructura existente con el soporte del winche de arrastre, Elaboración propia.

El soporte está constituido por perfiles W4x13 con material ASTM A36, se procede con el modelado básico de la estructura soporte:

**Figura 99**

*Soporte de Winche Eléctrico*



Nota: Elaboración propia, en la figura 99 se muestra la maqueta representativa obtenido del programa Autodesk inventor.

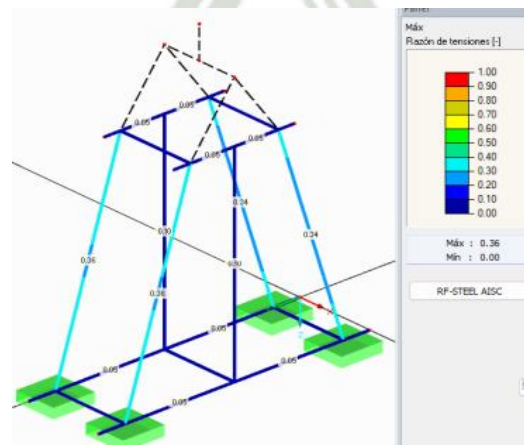
Cada soporte tendrá la fuerza compartida para realizar el arrastre del conjunto; la fuerza de arrastre de cada uno es de 107.800 kN con un porcentaje de aumento por el factor dinámico del 25% entonces:

$$F_{A,B} = 134.750 \text{ kN}$$

**4.7.2. Simulación de estructura**

**Figura 100**

*Factor de Seguridad de la Estructura Soporte*

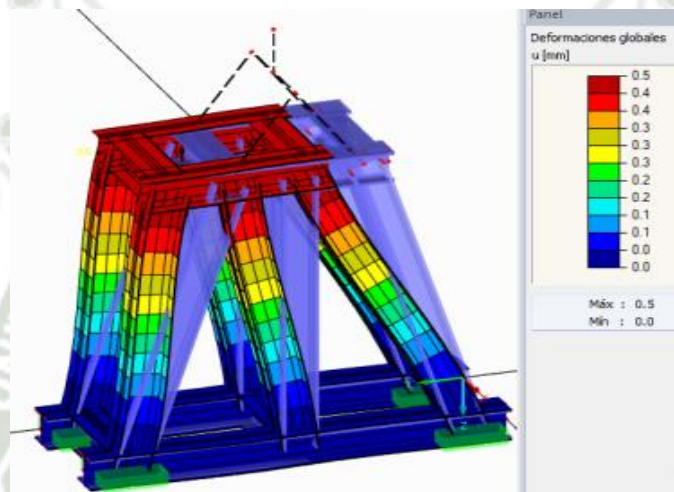


Nota: Elaboración propia, en la figura 100 se muestra la maqueta representativa donde se destaca el factor de servicio no excede el límite; obtenido del programa Autodesk inventor.

Como se muestra en la figura 103 en cada miembro el factor de seguridad no excede el límite por lo que, podemos inferir que el perfil elegido en el soporte es el adecuado y esto se corrobora con las deformaciones que se muestran en la siguiente figura:

### Figura 101

#### *Deformaciones en la Estructura*



Nota: Elaboración propia; en la figura 101 se muestran las deformaciones presentes en la estructura a efecto de las cargas presentes; según la figura la deformación máxima es de 0.5 mm por lo que lo mantiene en un margen aceptable para fabricación, obtenido del programa Autodesk inventor.

#### 4.7.3. Anclajes de la estructura

Del análisis anterior se obtiene las reacciones en los puntos de anclaje como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 69**

*Fuerzas en los Puntos de Anclaje del Soporte del Winche Eléctrico*

Fuerzas en los puntos de anclaje						
Nodo	Px (kN)	Py (kN)	Pz (kN)	Mx (kN-m)	My (kN-m)	Mz (kN-m)
1	0	44.4	118.62	2.8	0	0
2	0	44.4	118.62	2.8	0	0
3	0	44.4	- 117.32	2.87	0	0
4	0	44.4	- 117.32	2.87	0	0

Nota: En la tabla 69 se discriminan las fuerzas en los puntos de anclaje para poder realizar la selección de componentes para fijarlo a la superficie, Elaboración propia.

**Tabla 70**

*Resistencia de Diseño del Acero para Varillas Roscadas HAS*

Diámetro nominal del anclaje pulg.	HAS-V-36 / HAS-V-36 HDG ASTM F1554 Gr. 36 <sup>41</sup>			HAS-E-55 / HAS-E-55 HDG ASTM F1554 Gr. 55 <sup>45a</sup>			HAS-B-105 y HAS-B-105 HDG ASTM A193 B7 y ASTM F 1554 Gr.105 <sup>4</sup>		
	Tensión <sup>1</sup> φN <sub>sa</sub> lb (kN)	Corte <sup>2</sup> φV <sub>sa</sub> lb (kN)	Corte Sismico <sup>3</sup> φV <sub>sa,sq</sub> lb (kN)	Tensión <sup>1</sup> φN <sub>sa</sub> lb (kN)	Corte <sup>2</sup> φV <sub>sa</sub> lb (kN)	Corte Sismico <sup>3</sup> φV <sub>sa,sq</sub> lb (kN)	Tensión <sup>1</sup> φN <sub>sa</sub> lb (kN)	Corte <sup>2</sup> φV <sub>sa</sub> lb (kN)	Corte Sismico <sup>3</sup> φV <sub>sa,sq</sub> lb (kN)
3/8	3,370 (15.0)	1,750 (7.8)	1,050 (4.7)	4,360 (19.4)	2,270 (10.1)	1,590 (7.1)	7,270 (32.3)	3,780 (16.8)	2,645 (11.8)
1/2	6,175 (27.5)	3,210 (14.3)	1,925 (8.6)	7,985 (35.5)	4,150 (18.5)	2,905 (12.9)	13,305 (59.2)	6,920 (30.8)	4,845 (21.6)
5/8	9,835 (43.7)	5,110 (22.7)	3,065 (13.6)	12,715 (56.6)	6,610 (29.4)	4,625 (20.6)	21,190 (94.3)	11,020 (49.0)	7,715 (34.3)
3/4	14,550 (64.7)	7,565 (33.7)	4,540 (20.2)	18,820 (83.7)	9,785 (43.5)	6,850 (30.5)	31,360 (139.5)	16,310 (72.6)	11,415 (50.8)
7/8	20,085 (89.3)	10,445 (46.5)	6,265 (27.9)	25,975 (115.5)	13,505 (60.1)	9,455 (42.1)	43,285 (192.5)	22,510 (100.1)	15,755 (70.1)
1	26,350 (117.2)	13,700 (60.9)	8,220 (36.6)	34,075 (151.6)	17,720 (78.8)	12,405 (55.2)	56,785 (252.6)	29,530 (131.4)	20,670 (91.9)
1-1/4	42,160 (187.5)	21,920 (97.5)	13,150 (58.5)	54,515 (242.5)	28,345 (126.1)	19,840 (88.3)	90,855 (404.1)	47,245 (210.2)	33,070 (147.1)

Nota: En la tabla 70 se muestra la resistencia de diseño del acero para varillas roscadas HAS para fijar los soportes de winches y la plataforma porta bobina; Extraído de (HILTI, 2023)

Según los datos de la tabla 69 la fuerza cortante en los puntos de anclaje no supera al límite la fuerza cortante para un anclaje de  $\frac{3}{4}$ ".

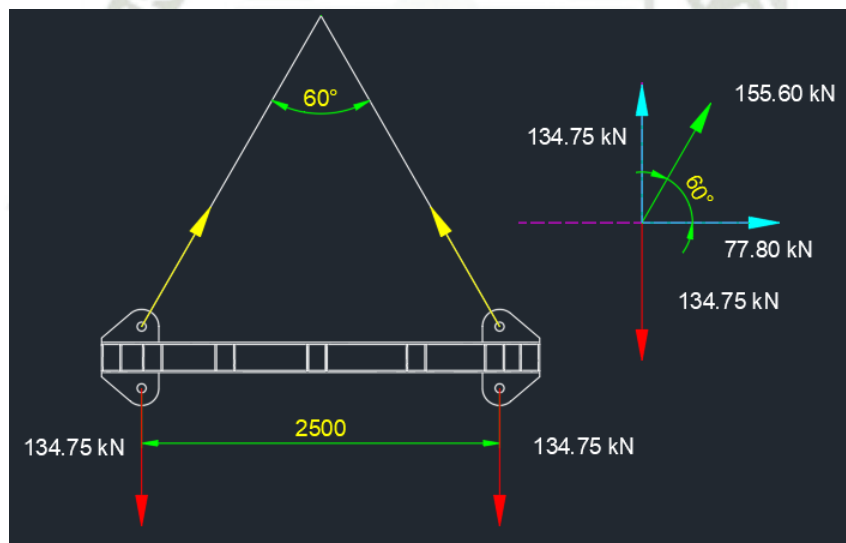
#### 4.8. Análisis estructural del yugo de izaje

Para el izaje del tambor motriz se empleará un yugo para poder realizar el movimiento es por ello que se tienen las siguientes consideraciones:

- Material: ASTM A36
- Perfil: W8x40
- Peso del conjunto +25% = 27.5 Tn

**Figura 102**

*Diagrama de Fuerzas del Yugo de Izaje*

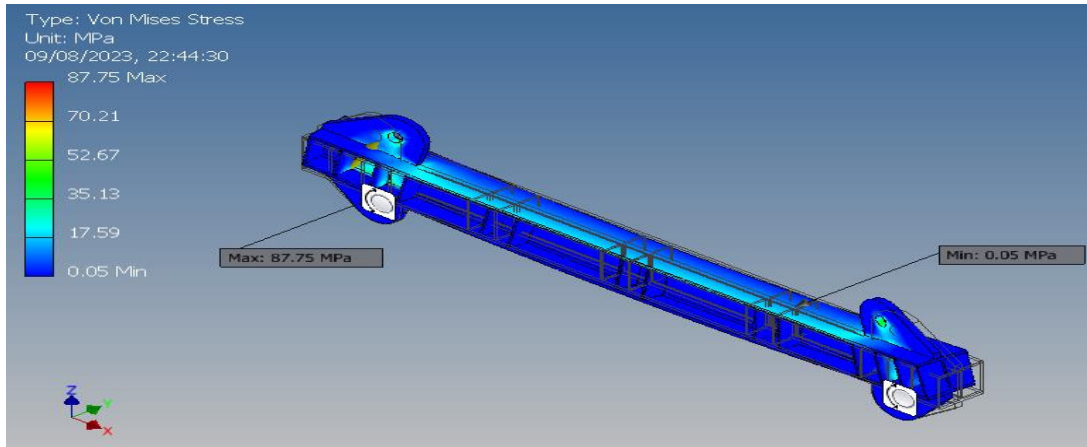


Nota: \*En la figura 102 se muestra el DCL del yugo de izaje teniendo en cuenta un ángulo de  $60^\circ$  ;  
Elaboración propia.

Para verificar que el perfil es el indicado se corrobora en programa Autodesk inventor con los esfuerzos a lo que está sometido el yugo.

**Figura 103**

*Esfuerzos Von Mises en el Yugo de Izaje*

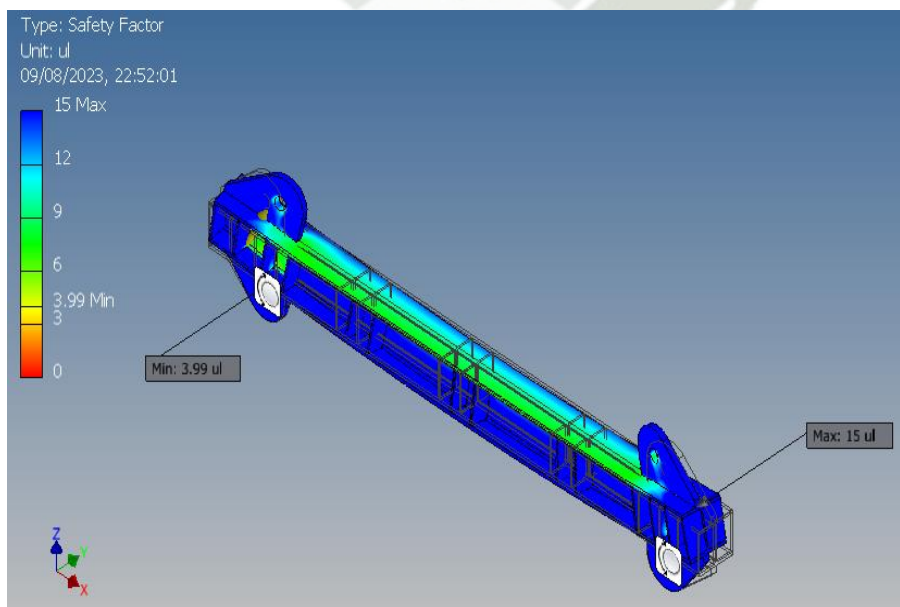


Nota: En la figura 103 se muestra los puntos críticos el yugo de izaje en operación donde destaca como máximo esfuerzo Von Mises de 97.75 Mpa , Elaboración propia.

En la figura 103 denota el esfuerzo máximo al que esta sometido el yugo y podemos observar que está por debajo del esfuerzo de fluencia del material ASTM A36 (250 Mpa) por lo que se puede afirmar que el perfil es el indicado.

**Figura 104**

*Factor de Seguridad al que está Sometido el Yugo de Izaje*



Nota: En la figura 104 Se muestra los puntos críticos el yugo de izaje en operación y se destaca que le factor mínimo de seguridad es de 3.99 unidades ,por lo que hace que el elemento sea mas confiable para su fabricación , Elaboración propia.

En la figura 106 el factor de seguridad mínimo es de 3.99 por lo que podemos afirmar que el yugo no fallara al momento de hacer el movimiento.

El yugo está compuesto por cartelas de rigidez ASTM 36 de 10mm además que el cordón de soldadura de 8mm con un electrodo E70XX; las orejas de izaje son normadas según la capacidad de carga con espesor de 5/8”.

#### 4.9. Cálculo de orejas de izaje

Esf. Fluencia A36	Fy=	36 ksi	◇	248211.263 kpa
Esf. rotura A36	Fu=	58 ksi	◇	399895.923 kpa
	peso a izar =	25000 kg		
	carga =	250000 N		
	# orejas =	2 und		
	carga/oreja =	125000 N	◇	125 kn
Área Gruesa	Ag=	6348 mm <sup>2</sup>	◇	0.0063 m <sup>2</sup>
Área Neta	An=	5365.75 mm <sup>2</sup>	◇	0.0054 m <sup>2</sup>
carga nominal (por fluencia)	Pn1=	1,575.65 kn		
carga nominal (por rotura)	Pn2=	2,145.74 kn		

#### Según LRFD:

resist. En estado limite de fluencia:	$\phi_t \times Pn1=$	1,418.08 kn
resist. En estado limite de rotura:	$\phi_t \times Pn2=$	1,609.31 kn

La resistencia a diseño por LRFD es el valor mas pequeño:  $\phi_t \times Pn=$  **1,418.08 kn**

**Según ASD**

resist. En estado limite de fluencia:	$P_n1/\Omega_t$	943.50 kn
resist. En estado limite de rotura:	$P_n2/\Omega_t$	1,072.87 kn

La resistencia a diseño por ASD es el valor mas pequeño:  $P_n/\Omega_t =$  943.50 kn

Para casos de diseño se recomienda elegir el mínimo valor entre los métodos ASD y LRFD,

La resistencia que debe soportar la oreja es: **943.50 kn**

Entonces: **943.50 kn** > **125 kn** **CUMPLE!**

**Calculo de unión soldada de oreja de izaje:**

\* h2: Sepropone un cateto de 1/4" (filete en 02 lados de 100 mm) por ser el espesor mínimo de union.

\* Soldadura con electrodo E 70XX (esfuerzo permisible  $S_w = 14.8$  ksi  $\diamond$  102042.408 kpa

$F_w(h2) = P/L_w$

$F_w(h2) = 625$  kn/m

tamaño requerido (h2 req.)

$W(h2) = F_w/S_w = 6.1249$  mm

#### 4.10. Análisis del plan de izaje

Para realizar un plan de izaje documentado que conste de una o más páginas, según (ASME P30.1, 2014) puede estar compuesto por gráficos, esquemas ilustrativos, instrucciones del procedimiento y datos relevantes del mismo.

Para realizar el resumen de los datos relevantes de una operación de izaje de forma estandarizada se emplea una LDS o Lift data sheet (hoja de datos de izaje).

##### 4.10.1. Capacidad de carga de grúa

Para realizar la operación se considerará la intervención de una grúa Grove GMK 5150 con una capacidad de carga de 150 toneladas.

- El radio de trabajo es la distancia entre centro de masa de la grúa al centro de carga suspendida; entonces tenemos como dato  $RMC = 9635$ mm
- La longitud de la pluma telescópica cuando este en la operación es de  $L_p = 27.9$ m además con un ángulo de inclinación de  $\theta = 60^\circ$ .

Las consideraciones para determinar el peso neto total a izar se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 71**

*Cargas de Izaje*

<b>CARGAS DE IZAJE</b>	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PESO (TON)</b>
Peso neto de la carga	23
Peso de gancho	1.65
Peso de maniobra	1.5
Peso neto a izar	26.15
<b>Peso neto a izar con un factor (5%)</b>	<b>27.45</b>

Nota: En la tabla 71 se muestran las cargas de izaje presentes para la operación; Elaboración propia.

- Según el Anexo C en función del radio de trabajo y la longitud de la pluma obtenemos la capacidad de carga de la grúa ( $C_{p_{grúa}} = 43 \text{ tn}$ ).
- Se calcula el porcentaje de la capacidad máxima de la operación de izaje, considerando que por encima de un 75% de capacidad se considera como izaje crítico.

$$\% \text{Capacidad de carga} = \frac{27.45 \text{ tn}}{43 \text{ tn}} * 100\%$$

$$\% \text{Capacidad de carga} = 63.83\%$$

#### 4.10.2. Cálculo de capacidad de eslingas

La figura 43 denota la fuerza de tensión a la que la eslinga se encuentra sometida según el Anexo B la eslinga tiene una capacidad de carga de 25 tn; podemos determinar el porcentaje de carga a la cual está sometida.

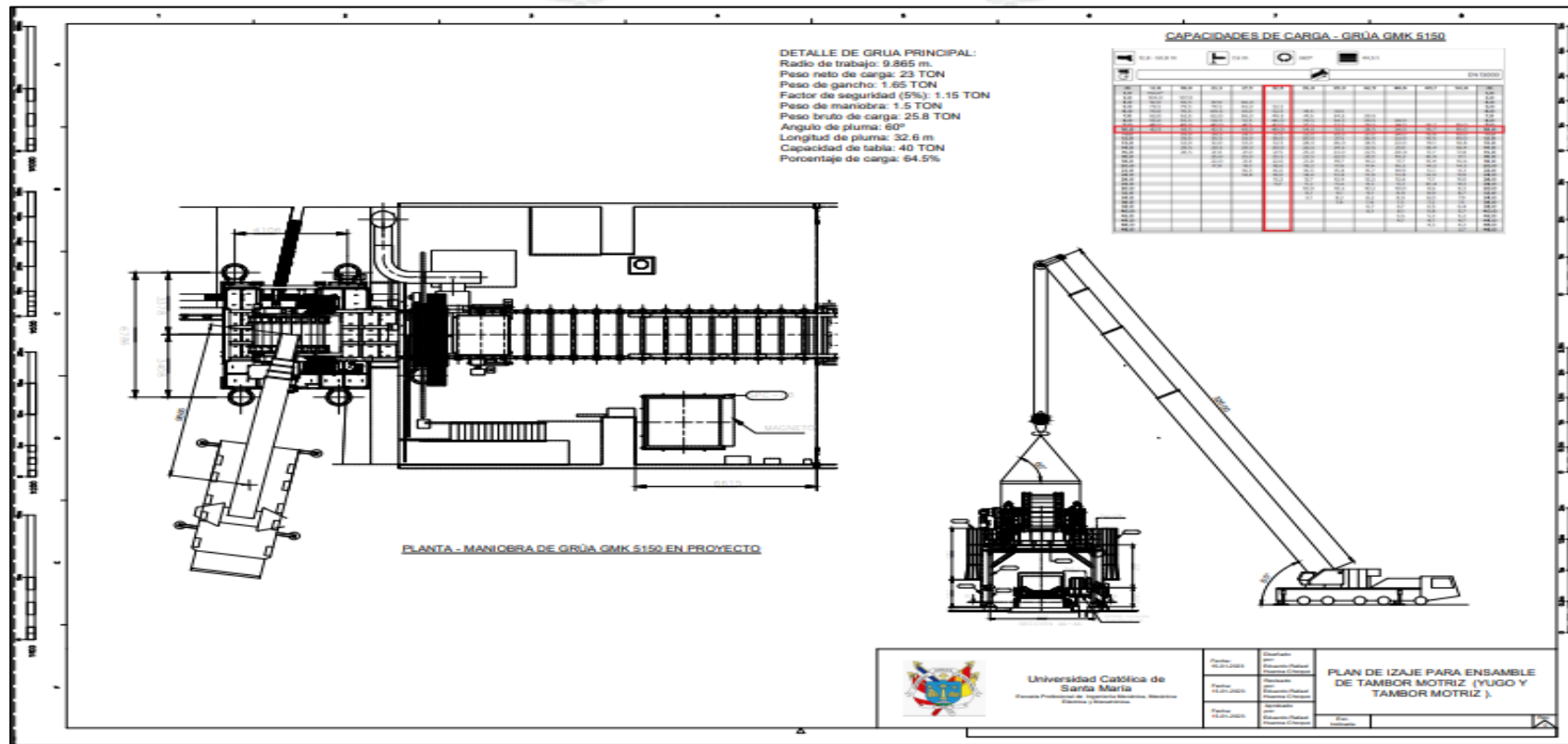
$$\% \text{Capacidad de carga} = \frac{15.88 \text{ tn}}{25.953 \text{ tn}} * 100\%$$

$$\% \text{Capacidad de carga} = 61.17$$

### 4.10.3. Esquema del plan de izaje indicado

**Figura 105**

*Plan de Izaje*



Nota: En la figura 105 se muestra el plan de izaje de la “bobina”; dentro del plano se muestra la tabla de capacidades de carga según el tipo de grúa ,  
 Elaboración propia.

4.10.4. Lift data sheet

Figura 106

Hoja de Datos de Carga

		MANUAL DE PROCEDIMIENTOS																																	
		HOJA DE DATOS DE CARGA																																	
		REVISIÓN	01																																
		FECHA	15/01/2023																																
		PAGINA	01/02																																
Nombre de carga:	TAMBOR MOTRIZ	Descripción de la carga:	Cambio de cadenas del Apron Feeder																																
Proyecto:	CAMBIO DE CADENA DEL APRON FEEDER	Unidades:	SI (m-kg)																																
Detalles de grúa Fabricante: GROVE      Modelo N°: GMR5150																																			
Configuración:	Pluma telescópica sobre neumáticos	Tipo de base montante:	Estabilizadores																																
Tipo de pluma:	Telescópica	Longitud de pluma empleada:	32.6 m																																
Tipo de pluma:	N/A	Longitud de pluma empleada:	N/A																																
Peso de la máquina:	60 000 kg	Contrapeso auxiliar:	7 900 kg																																
Block Cap):	-	Tamaño de línea:	-																																
Single hoist line pull:	-	Líneas empleadas:	7																																
Accesorios de carga:	Tipo bandeja	SI radio:	-																																
		Track/outrigger c/c:	-																																
		Ángulo pluma/plumín:	60 deg																																
		Tail swing:	-																																
		Capacidad de eslinga:	25000 kg																																
		Carga máxima:	150 ton																																
Detalles de la carga																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Peso/Unidad</th> <th>Peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ENSAMBLE TAMBOR MOTRIZ (YUGO , TAMBOR MOTRIZ Y FAJA)</td> <td>1</td> <td>23000</td> <td>23000 kg</td> </tr> <tr> <td>Accesorios (3%)</td> <td>1</td> <td>1150</td> <td>1150 kg</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>Peso Total</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>24150 kg</td> </tr> </tbody> </table>				Descripción	Unidad	Peso/Unidad	Peso	ENSAMBLE TAMBOR MOTRIZ (YUGO , TAMBOR MOTRIZ Y FAJA)	1	23000	23000 kg	Accesorios (3%)	1	1150	1150 kg				Peso Total				24150 kg												
Descripción	Unidad	Peso/Unidad	Peso																																
ENSAMBLE TAMBOR MOTRIZ (YUGO , TAMBOR MOTRIZ Y FAJA)	1	23000	23000 kg																																
Accesorios (3%)	1	1150	1150 kg																																
			Peso Total																																
			24150 kg																																
Rigging Data (tamaño, tipo y capacidad)																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Descripción</th> <th>Unidad</th> <th>Peso/Unidad</th> <th>Peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Grilletes de ancla</td> <td>6</td> <td>70</td> <td>420 kg</td> </tr> <tr> <td>Eslingas</td> <td>4</td> <td>60</td> <td>240 kg</td> </tr> <tr> <td>Espaciador de haz</td> <td>2</td> <td>275</td> <td>550 kg</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>Peso Total</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>1210 kg</td> </tr> </tbody> </table>				Descripción	Unidad	Peso/Unidad	Peso	Grilletes de ancla	6	70	420 kg	Eslingas	4	60	240 kg	Espaciador de haz	2	275	550 kg				Peso Total				1210 kg								
Descripción	Unidad	Peso/Unidad	Peso																																
Grilletes de ancla	6	70	420 kg																																
Eslingas	4	60	240 kg																																
Espaciador de haz	2	275	550 kg																																
			Peso Total																																
			1210 kg																																
Peso de ítems adicionales																																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Unidad</th> <th>Peso/Unidad</th> <th>Peso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Gancho principal</td> <td>1</td> <td>1650</td> <td>1650 kg</td> </tr> <tr> <td>Eslinga</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Otros ganchos suspendidos</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Sheaves auxiliares del boom</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Jib</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>Peso Total</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>1650 kg</td> </tr> </tbody> </table>					Unidad	Peso/Unidad	Peso	Gancho principal	1	1650	1650 kg	Eslinga	-	-	-	Otros ganchos suspendidos	-	-	-	Sheaves auxiliares del boom	-	-	-	Jib	-	-	-				Peso Total				1650 kg
	Unidad	Peso/Unidad	Peso																																
Gancho principal	1	1650	1650 kg																																
Eslinga	-	-	-																																
Otros ganchos suspendidos	-	-	-																																
Sheaves auxiliares del boom	-	-	-																																
Jib	-	-	-																																
			Peso Total																																
			1650 kg																																
Capacidad de grúa																																			
Carga total a izar: 27010 kg Radio planeado: 14.7 m Radio de tabla usado: 15 m Capacidad de tabla: 43000 kg % de capacidad de tabla: 63% EL PORCENTAJE DE CAPACIDAD MÁXIMA DE TABLA PLANEADA A USAR ES: 63 %																																			
Carga suspendida por eslinga: 15880 kg      Reevel capacity: 25953 kg EL PORCENTAJE DE CAPACIDAD MÁXIMA DE ESLINGA PLANEADA A USAR ES: 61%																																			
Documentos adjuntos																																			
<table border="0"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Layout de grúa</td> <td><input type="checkbox"/> Plan de categorización</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Arreglo de conexión de aparos</td> <td><input type="checkbox"/> JHA/JSA/AHA</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Tabla de la grúa</td> <td><input type="checkbox"/> Evaluación de riesgo</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Cálculo</td> <td><input type="checkbox"/> Pronóstico de clima/viento</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Arreglo de cribado de grúa</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Dibujo de la carga</td> </tr> </table>				<input checked="" type="checkbox"/> Layout de grúa	<input type="checkbox"/> Plan de categorización	<input checked="" type="checkbox"/> Arreglo de conexión de aparos	<input type="checkbox"/> JHA/JSA/AHA	<input checked="" type="checkbox"/> Tabla de la grúa	<input type="checkbox"/> Evaluación de riesgo	<input checked="" type="checkbox"/> Cálculo	<input type="checkbox"/> Pronóstico de clima/viento	<input type="checkbox"/> Arreglo de cribado de grúa	<input checked="" type="checkbox"/> Dibujo de la carga																						
<input checked="" type="checkbox"/> Layout de grúa	<input type="checkbox"/> Plan de categorización																																		
<input checked="" type="checkbox"/> Arreglo de conexión de aparos	<input type="checkbox"/> JHA/JSA/AHA																																		
<input checked="" type="checkbox"/> Tabla de la grúa	<input type="checkbox"/> Evaluación de riesgo																																		
<input checked="" type="checkbox"/> Cálculo	<input type="checkbox"/> Pronóstico de clima/viento																																		
<input type="checkbox"/> Arreglo de cribado de grúa	<input checked="" type="checkbox"/> Dibujo de la carga																																		
Realizado por: _____      Nombres y Apellidos: Eduardo Rafael Huanca Choque      Fecha: 15/03/2023      Firma: _____ Revisado por: _____ Aprobado por: _____																																			

Nota: En la figura 106 se muestra el “Lift data Sheet” de la operación ; para mayor detalle se ubica en blanco en el anexo C , Elaboración propia.

**Figura 107**

*Checklist de Seguridad Pre-Izaje*

Universidad Católica de Santa María	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS										
	HOJA DE DATOS DE CARGA		REVISIÓN    01 FECHA        15/01/2023 PÁGINA       02/02								
<b>CHECKLIST DE SEGURIDAD PRE-IZAJE</b>											
<b>Check List pre-izaje</b>	<b>SI</b>	<b>N/A</b>	<b>Comprobación del aparejo</b>	<b>SI</b>	<b>N/A</b>	<b>Comprobación de configuración de la grúa</b>	<b>SI</b>	<b>N/A</b>	<b>Comprobación del personal</b>	<b>SI</b>	<b>N/A</b>
¿Se verificó el peso de la carga útil?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Aparejo correcto?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Inspección anual?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Director de carga correctamente ubicado?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿La carga esta correctamente categorizada?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Inspección del aparejo actualizada?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Controles diarios realizados?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Rigger cualificado correctamente ubicado?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿El plan esta en su ubicación?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Inspección antes de usarse?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Adecuadamente apoyado?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Schalizador cualificado?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿El plan es visible?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Aparejo correctamente ensamblado?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Se requieren cálculos?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Correcta comunicación (señas/radio)?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Se cuenta con los permisos aprobados?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Protección usada de acuerdo a requerimiento?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Nivel de configuración chequeado?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Operador certificado/cualificado?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Clima/viento correcto?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Aparajeo calificado apropiadamente?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Partes de la línea adecuadas?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Personas no esenciales fuera de área?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Lineas eléctricas subterráneas?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	¿Ángulos de los cabestrillos aceptables?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	¿Obstrucciones/ despeje?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	¿Roles del rigger identificados?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿El área esta barricada?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Puntos de izaje inspeccionado?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Configuraciones correctas?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Otros roles de trabajo identificados?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
¿Se tiene consideraciones de contingencia?	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	¿Relación D/d adecuada?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Controles funcionales correctos?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Ingeniero de aparejo presente?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Se requiere plan de emergencia?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Etiqueta de líneas?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Equipamiento auxiliar?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	¿Reunión previa realizada?	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>REUNIÓN PREVIA AL IZAJE</b>											
Declaro que el plan de izaje se me ha sido explicado, lo hemos discutido y entiendo la operación y mi rol y responsabilidades.											
Nombre y apellidos				Firma				Cargo			
Eduardo Rafael Huanca Choque				_____				Tesista			
_____				_____				_____			
_____				_____				_____			
Nombre y apellidos				Firma				Encargado			
_____				_____				_____			
_____				_____				_____			

Nota: En la figura 107 se muestra el Checklits de seguridad para el pre-izaje, Elaboración propia.

## Capítulo V

### Análisis Económico

#### 5.1. Evaluación económica

En este capítulo se presentará el presupuesto de la fabricación y montaje del sistema mecánico para el cambio de cadenas del Apron Feeder en función de análisis de costo beneficio y discriminar la inversión efectuada y el beneficio económico que produce; todo lo efectuado es con la finalidad de realizar la evaluación de viabilidad del presente proyecto de mejora de diseño.

#### 5.2. Descripción del proceso de fabricación

Con respecto a la fabricación metalmecánica existen en Arequipa bastantes empresas que se dedican en este rubro por mencionar algunas IMCO SERVICIOS S.A, AID INGENIEROS S.A., etc. Actualmente las exigencias del cliente no solo se traducen en cumplimiento de fabricación sino en la optimización de tiempo de entrega además de la calidad que debe estar presente en dicho servicio, por lo que ha obligado a las empresas a replantear la estrategia de fabricación (reducir tiempos muertos, implementación de nueva tecnología, etc.), el diagrama de flujo de fabricaciones se encuentran en el Anexo K

Para habilitar los materiales se emplean distintas herramientas que a lo largo de la historia han ido evolucionando teniendo como un referente actual las máquinas CNC cuya precisión y ahorro de recursos hacen que la adquisición de dichas máquinas se vuelvan indispensable con respecto al habilitado de materiales.

Con respecto al proceso de soldadura también se ve influenciado por la efectividad y ahorro de recursos ya que se cuentan con distintos procesos que dependiendo de la tarea a desarrollar su uso será el indicado, tales como SMAW, FCAW, MIG, TIG, ETC.


En el ámbito de los recubrimientos industriales que mas de un implemento estético una protección al material base, que al pasar el tiempo se ve deterioro por el entorno; el mercado obliga a las empresas a crear nuevos productos cuyo tiempo de curado sea menor y tenga la misma garantía de calidad del producto sin descuidar el precio del mismo; algunas empresas que se dedican a la distribución de recubrimientos: SHERWIN WILLIAMS, QROMA, RENNER, ETC.

### 5.3. Evaluación de costos de fabricación y montaje

#### 5.3.1. Metrado estimado de fabricación de las estructuras

**Tabla 72**

*Metrado de Fabricación del Sistema Mecánico*

METRADO DE FABRICACIÓN DEL SISTEMA MECANICO					
 UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA			ELABORADO POR:	E. HUANCA	
			REVISADO POR:	E. HUANCA	
			FECHA	10/09/2023	
Ubicación	Tipo	Descripción	Material	Peso (kg)	Área (m2)
Plataforma Base	Viga	W8x31	ASTM A36	6205.50	159.79
Plataforma Base	Viga	W6x15	ASTM A36	788.02	31.48
Plataforma Base	Plancha	PL 3/8"	ASTM A36	538.60	7.71
Plataforma Base	Canal C	C 6"x8.2	ASTM A36	160.21	6.55
Plataforme soporte	Viga	W8x31	ASTM A36	916.15	24.42
Plataforme soporte	Viga	W4x13	ASTM A36	137.42	4.88
Plataforme soporte	Plancha	PL 3/8"	ASTM A36	212.40	5.65
Plataforme soporte	Plancha	PL 1"	ASTM A36	100.54	1.53
Plataforme soporte	Canal C	C 6"x8.2	ASTM A36	82.45	3.45
Soporte del Motorreductor	Viga	W4x13	ASTM A36	192.05	5.95
Soporte del Motorreductor	Plancha	PL3/8"	ASTM A36	9.60	1.02
Soporte del Polin	Canal C	C 6"x8.2	ASTM A36	883.80	35.46
Soporte del Polin	Plancha	PL 3/8"	ASTM A36	481.95	13.51
Soporte del Polin	Tubo	TUBO Ø 4" SCH40	ASTM A53	802.70	17.93
Soporte del Polin	Tubo	TUBO Ø 2" SCH40	ASTM A53	190.80	7.20
Soporte del Polin	Viga	W4x13	ASTM A36	1477.80	91.80
Barandas de seguridad	Tubo	TUBO Ø 1-1/4" SCH40	ASTM A53	437.40	17.03
Barandas de seguridad	Plancha	PLATINA 4"x1/4"	ASTM A36	111.45	12.80
Escalera de gato	Platina	PLATINA 2-1/2"x3/8"	ASTM A36	227.52	4.82
Escalera de gato	Platina	PLATINA 2-1/2"x1/4"	ASTM A36	151.68	3.21
Escalera de gato	Platina	PLATINA 2"x1/4"	ASTM A36	144.54	2.45
Escalera de gato	Plancha	PL 1/2"	ASTM A36	51.84	1.06
Escalera de gato	Barra redonda	BARRA DE 3/4"	ASTM A36	80.60	2.15
Tambor Motriz	Tubo	TUBO Ø 20" SCH40	ASTM A53	279.87	3.42
Tambor Motriz	Plancha	PL 3/4"	ASTM A36	340.95	3.90
Tambor Motriz	Plancha	PL 3/8"	ASTM A36	43.35	1.06
Yugo	Viga	W8x31	ASTM A36	181.98	3.70
Yugo	Plancha	PL 3/8"	ASTM A36	11.11	0.33
Yugo	Plancha	PL 1-1/4"	ASTM A36	29.24	0.32
<b>TOTAL</b>				<b>15271.52</b>	<b>474.59</b>

Nota: Elaboración propia, en la tabla 72 denota el peso bruto de fabricación, que a su vez se subdivide en fabricaciones de tipo Pesada, liviana y ligera.

### 5.3.2. Presupuesto del proyecto de fabricación

El presupuesto y análisis de precios unitarios se encuentran en el anexo H, a continuación, se mostrará el precio total por el servicio general del proyecto.

**Figura 108**

#### Costo del Servicio General del Proyecto de Implementación

COSTO DIRECTO	108,591.12
GASTO GENERALES (15%)	
UTILIDAD (10%)	10,859.11
DESCUENTO COMERCIAL (6%)	6,515.47
	-----
SUBTOTAL 0.0000%	112,934.76
IGV (18%)	20,328.26
	*****
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>133,263.02</b>

Nota: \* En la figura 108 se muestra el costo del servicio general del proyecto implementación del sistema mecánico; Elaboración propia, el presupuesto se hizo en programa de costos y presupuesto S10.

En la tabla 72 se traduce en el total de peso en bruto de materia prima, en el anexo H se escriben con más rigurosidad la cantidad en función al metrado, con respecto a materiales tiene un costo de 43303.61 USD.

Con respecto a los equipos empleados en el proyecto ya sean de campo como de escritorio se muestran a continuación:

**Figura 109**

*Costo de Equipos en el Proyecto*

EQUIPOS					
03010000120003	EQUIPO DE MANIOBRAS LIVIANAS (TECLAS, SOGAS, CABALLETES, ETC.)	he	1,919.7015	0.80	1,535.76
0301120005	EQUIPO DE GRANALLADO (TOLVA, MANGUERAS, BOQUILLAS)	hm	42.5594	2.69	114.48
0301120006	EQUIPO DE PINTURA (MANGUERAS, BOQUILLAS)	hm	42.0479	3.20	134.55
0301160003	MONTACARGA	hm	33.4136	9.23	308.41
0301210004	PUENTE GRÚA 20 TN	hm	187.1399	9.10	1,702.97
0301220006	CAMION GRUA 10 TN	hm	315.3218	9.23	2,910.42
0301220009	CAMIONETA DE PLOTEO HASTA GARITA ANTAPACCAY	ser	4.0000	155.00	620.00
0301230002	ALQUILER DE GRÚA TELESCÓPICA DE 125 TN PARA REALIZAR TRABAJOS VARIOS EN LA UNIDAD MINERA	hm	32.0000	305.00	9,760.00
03012600010003	COMPRESORA TORNILLO DE 150 PSI C/SECADOR	hm	46.5578	9.92	461.85
03013300050004	AMOLADORA ANGULAR 7"	hm	1,923.4447	0.56	1,077.13
0301330008	EQUIPO DE OXICORTE (INC. ACCESORIOS, MANGUERA, Y MANOMETROS)	hm	374.7840	0.24	89.95
0301450003	MAQUINA DE SOLDAR ELECT. TRIF. ALT/CONT. 350 AMP.	hm	1,393.6632	1.20	1,672.40
0301450004	HABILITACIÓN DE OPERADOR	día	7.0000	96.00	672.00
0301490002	MONTACARGA	hm	29.5359	9.23	272.62
0304010003	TRANSPORTE LIMA - AREQUIPA	kq	4,465.3180	0.09	401.88
0304010004	TRANSPORTE LIMA - AREQUIPA	m2	19.6875	10.00	196.88
0304010005	TRANSPORTE AREQUIPA - CUSCO	kq	16,798.6720	0.09	1,511.88
0304010006	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE GRUA	ser	2.0000	600.00	1,200.00
0304010007	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE CONTRAPESOS HASTA ANTAPACCAY	ser	2.0000	3,600.00	7,200.00

Nota: \* En la figura 109 se muestra el costo de equipos para la fabricación y montaje del sistema mecánico; Elaboración propia, el presupuesto se hizo en programa de costos y presupuesto S10.

Como último recurso está presente la mano de obra directa para fabricación y montaje de las estructuras soporte para el sistema mecánico.

**Figura 110**

**Costo de Mano de Obra Directa**

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
MANO DE OBRA					
0101010002	CAPATAZ	hh	94.5516	6.44	608.91
0101010003	OPERARIO	hh	846.5718	12.00	10,158.86
0101010004	OFICIAL	hh	1,005.9248	3.69	3,711.86
0101010005	PEON	hh	905.7168	2.68	2,427.32
0101010007	OPERARIO MONTAJISTA	hh	633.5575	4.82	3,053.75
01010200010003	SOLDADOR 4G	hh	1,018.8856	4.42	4,503.47
01010200010008	OPERARIO PINTOR	hh	105.1155	4.83	507.71
01010200010009	OFICIAL MECANICO	hh	765.7366	3.59	2,748.99
01010200010010	AYUDANTE MECANICO	hh	750.1068	2.76	2,070.29
01020100000009	TECNICO DIBUJANTE AUTOCAD	hh	131.3350	6.45	847.11
0103010013	INGENIERO MECANICO JUNIOR	hh	25.9616	14.76	383.19
0103010014	INGENIERO MECANICO	hh	30.5430	18.45	563.52
					<b>31,584.98</b>

Nota: \* En la figura 110 se muestra el costo de mano de obra directa comprometida en el desarrollo del proyecto; Elaboración propia, el presupuesto se hizo en programa de costos y presupuesto S10.

**5.3.3. Análisis hora-hombre en fabricación**

Para fabricación se tiene un rendimiento de 8.5 kg/hh para estructuras metálicas livianas.

En función a peso total de la estructura obtenido de la tabla 62 obtenemos las horas hombre requerida:

$$hh_{requerido} = \frac{\text{Peso (kg)}}{\text{Rendimiento } \left(\frac{\text{kg}}{\text{hr} - \text{h}}\right)}$$

$$hh_{requerido} = \frac{15271.52 \text{ kg}}{8.5 \frac{\text{kg}}{\text{hh}}}$$

$$hh_{requerido} = 1796.65 \text{ Hora} - \text{hombre}$$

Como se menciona anteriormente la fabricación se divide en tareas clave para poder realizar el proyecto es por ello que también se designa un porcentaje de horas para poder generar un cronograma.

**Tabla 73**

*Porcentaje Correspondiente por Tareas para la Fabricación*

Tarea	%	HH
Habilitado	0.25	449
Armado	0.35	629
Soldeo	0.25	449
Enderazado /impiza mecanica	0.05	90
Granallao / pintado	0.10	180
Total	1.00	1797

Nota: En la tabla 73 Se muestra el porcentaje correspondiente de las tareas de fabricación, Elaboración propia.

#### 5.3.4. Análisis de hora-hombre en montaje

Para el montaje se tiene un rendimiento de 12 kg/hh para estructuras metálicas livianas.

En función a peso total de la estructura obtenido de la tabla 62 obtenemos las horas hombre requerida:

$$hh_{requerido} = \frac{\text{Peso (kg)}}{\text{Rendimiento} \left( \frac{\text{kg}}{\text{hr} - h} \right)}$$

$$hh_{requerido} = \frac{15271.52 \text{ kg}}{12 \frac{\text{kg}}{hh}}$$

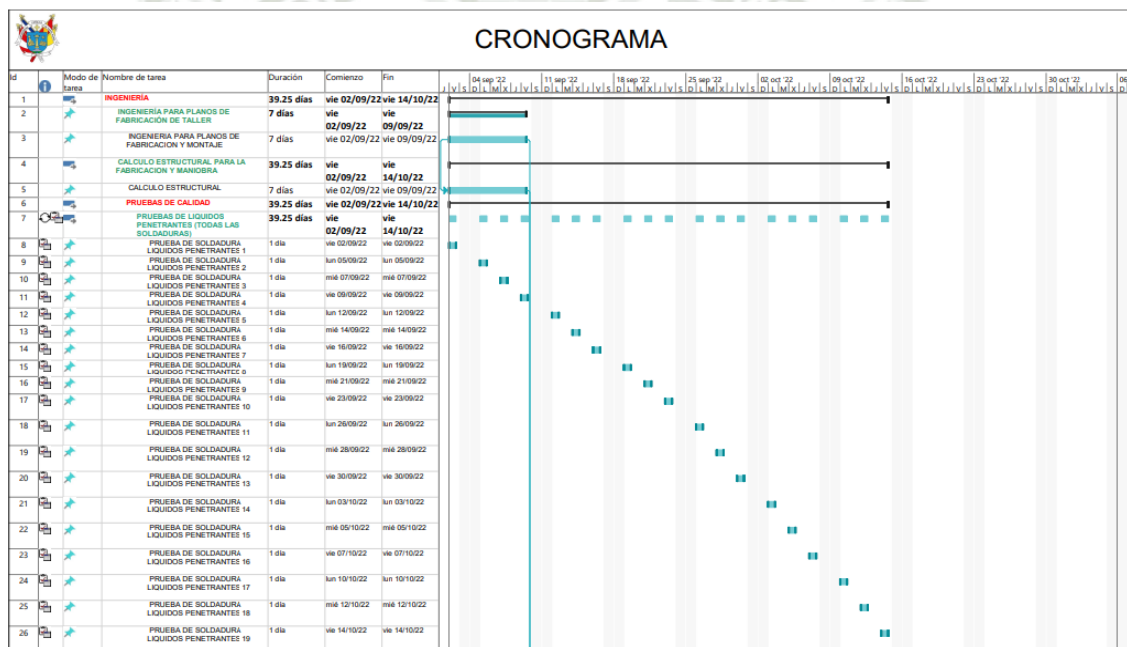
$$hh_{requerido} = 1272.63 \text{ Hora} - \text{hombre}$$

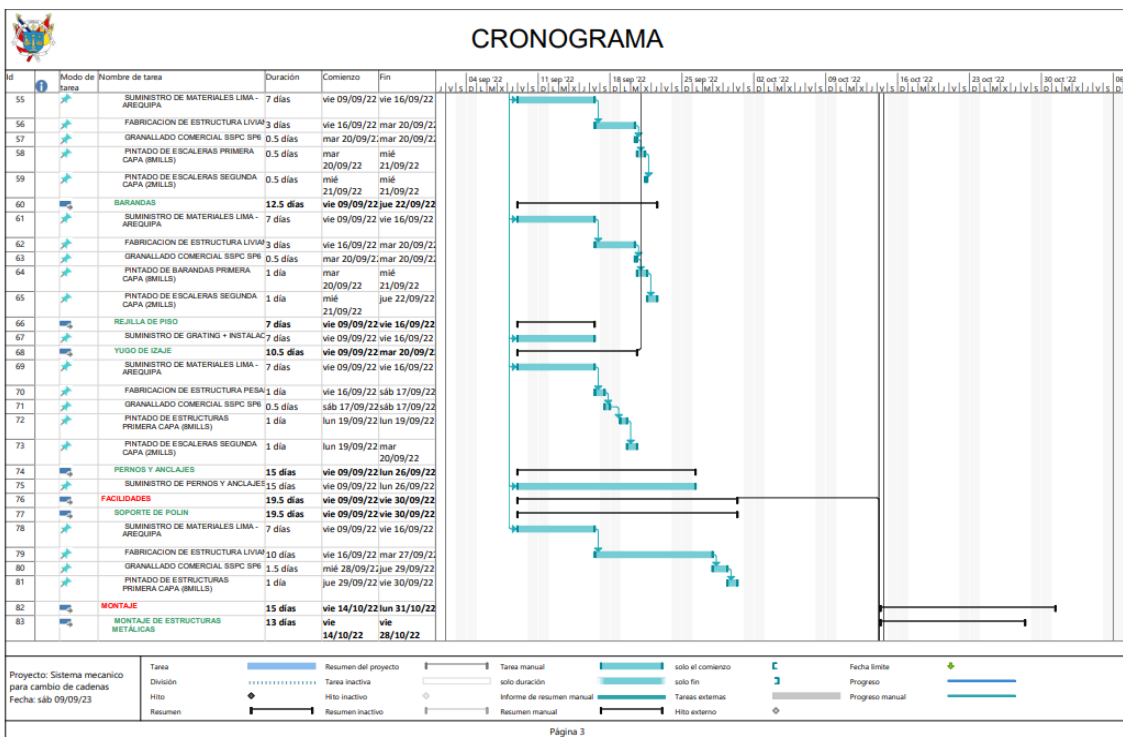
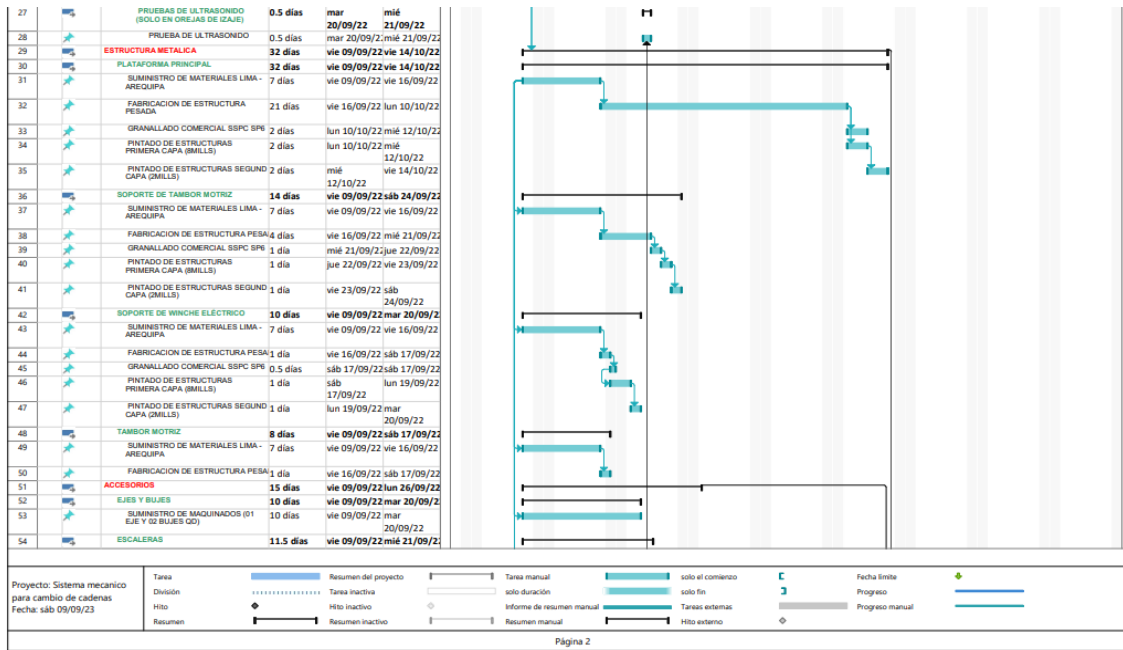
#### 5.4. Cronograma de fabricación y montaje

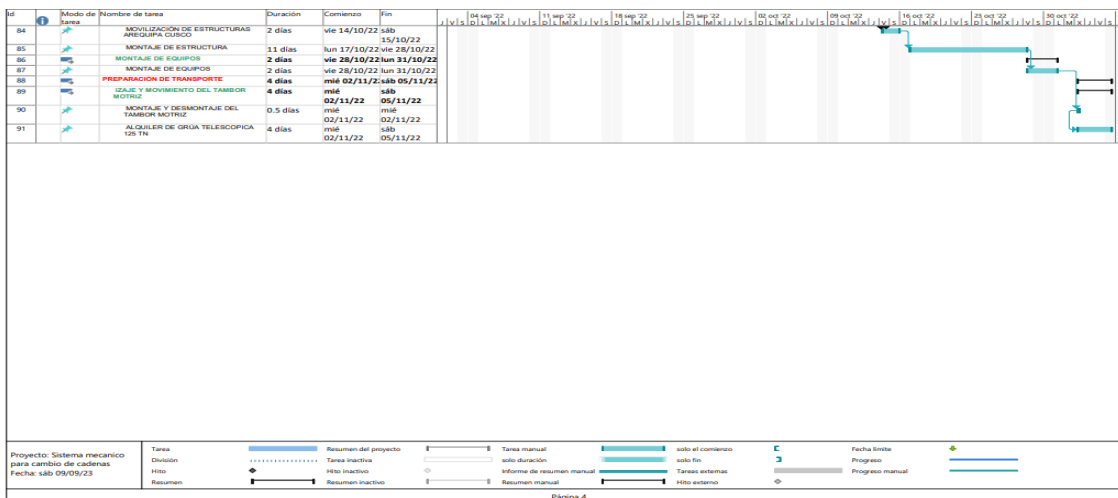
Para mayor amplitud del sobre el cronograma de fabricación y montaje revisar el anexo H.

**Figura 111**

*Cronograma de Fabricación y Montaje*







Nota: En la figura 113 se muestra el cronograma de fabricación de las estructuras soporte, Elaboración propia.  
En la figura 113 se muestra el cronograma de fabricación y montaje de la estructura; también el montaje de equipos proporcionados por la compañía minera, a continuación, se muestra las ratios:

**Tabla 74**

*Ratios de fabricaciones*

RATIOS DE FABRICACION & MONTAJE			
CANTIDAD			
PESO TOTAL (KG)	=	15271.52	Kg
RENDIMIENTO - FABRICACION	=	8.50	Kg/hh
RENDIMIENTO - MONTAJE	=	12.00	Kg/hh
PERSONAL INVOLUCRADO FABRICACION	=	10.00	Personas
PERSONAL INVOLUCRADO MONTAJE	=	12.00	Personas
HORAS TRABAJADAS FABRICACION x DIA	=	8.00	Horas
HORAS TRABAJADAS MONTAJE	=	10.00	Horas
NRO DE DIAS - FABRICACION	=	22.46	Dias
NRO DE DIAS - MONTAJE	=	10.61	Dias
TOTAL HORAS HOMBRE FABRICACION	=	1796.65	HH - F
TOTAL HORAS HOMBRE MONTAJE	=	1272.63	HH - M
<b>TON AL MES</b>	=	<b>25.50</b>	

Nota: En la tabla 74 se muestran las ratios de fabricación y montaje, Elaboración propia.

## 5.5. Evaluación de costo beneficio

La minera en la cual se está desarrollando el proyecto produce principalmente concentrado de cobre y de molibdeno; en la siguiente tabla denota el costo para la empresa de cada uno de los concentrados.

**Tabla 75**

### *Costo de Producción Minera*

Producto	Costo de venta empresa (USD/tn)		Factor de conversión		Costo de venta para la empresa	
Concentrado de cobre	3.71	USD/Libra	2200	Libra/Ton	8154	USD/Ton
<b>Producto</b>	<b>Producción (Ton/Día)</b>	<b>USD/Ton</b>	<b>% Recuperación</b>	<b>USD/Día</b>	<b>Horas/Día</b>	<b>USD/Hora</b>
Concentrado de cobre	384	8223	0.85	2683987.2	24	111832.8
<b>Total (USD/HORA)</b>					<b>\$111,832.80</b>	

Nota: En la tabla 75 se muestran los datos extraídos de la compañía Minera al sur del Perú con respecto al costo de producción minera.

Dado que en el momento que se efectúa el mantenimiento Overhaul, la planta concentrada se encuentra en parada, en la siguiente tabla se denota el costo representativo en la sección del montaje y desmontaje del conjunto cadena/bandeja.

**Tabla 76**

### *Análisis Costo Beneficio*

DESCRIPCIÓN	
Tiempo de mantenimiento sin el s. mecánico	110
Impacto de parada sin sistema mecánico	\$12,301,608.00
Tiempo de mantenimiento con s. mecánico	85
Impacto de parada sin sistema mecánico	\$9,505,788.00
Ahorro por parada	\$2,795,820.00
Costo de fabricación	\$133,263.02
Ahorro neto	\$2,662,556.98
<b>Costo beneficio</b>	<b>19.97971365</b>

Nota: En la tabla 76 se muestra el análisis Costo – beneficio, Elaboración propia.

En la tabla 76 se denota se muestra costo beneficio en función a los datos obtenidos del presupuesto de fabricación y montaje; se encuentra en el Anexo H.



## Conclusiones

1. Se analizó la situación actual mediante el método descriptivo en la empresa concentradora de cobre con referente a la estrategia de mantenimiento sin el sistema mecánico, en ella se identificaron los puntos quiebre tales como tareas repetitivas como son el cambio de placas (119 und) y el cambio de cadenas; estas tareas repetitivas representan 24% del tiempo de mantenimiento.
2. Se logró diseñar e implementar un sistema mecánico para el cambio de cadenas en el Apron Feeder en base a las normas VDI2221 E.090 y el estándar ANSI/AISC360-16, con ello se logró reducir el tiempo de mantenimiento de 110 horas a 85 horas lo que representa una disminución de tiempo de parada en un 23% y por ende aumento la disponibilidad para realizar el chancado primario.
3. Se analizaron los resultados obtenidos del cálculo de componentes del sistema mecánico mediante el método comparativo con referente a un factor de seguridad por encima de 2; validado mediante el uso de software de diseño (Autodesk Inventor / SAP2000).
4. Se describió el proceso de fabricación de las estructuras metálicas como “Facilidades” de traslado” y montaje de las estructuras que componen el sistema mecánico para el cambio rápido de cadenas del Apron Feeder según los estándares de calidad y montaje; haciendo énfasis que en el proceso del cambio de cadenas para el mantenimiento overhaul reduzca de 110 horas a 85 horas.
5. Se verificó mediante el método comparativo la viabilidad de la implementación del sistema mecánico para el mantenimiento Overhaul del Apron Feeder y la estrategia de mantenimiento actual donde generó un ahorro por parada de \$2,662,556.98 y un análisis costo-beneficio de 19.97.

### Recomendaciones

- Analizar los programas de mantenimiento actual con la implementación del diseño propuesto con respecto a las tareas repetitivas y críticas; como se ha demostrado genera un impacto económico positivo al momento de realizar el mantenimiento programado.
- Afianzar los conceptos básicos de la ingeniería con respecto al diseño mecánico y reforzar las normativas y estándares que conllevan.
- Motivar el uso de software de diseño para la validación de datos obtenidos por un cálculo conceptual, con el fin de afianzar su confiabilidad y además de garantizar el correcto funcionamiento mediante un factor de seguridad según la necesidad.
- Mejorando el proceso de fabricación y montaje en base a esta investigación se puede tomar como base para poder aumentar más el análisis costo – beneficio.
- Reduciendo los tiempos de parada del equipo aumentara la productividad de la compañía minera y por ende por ende las utilidades que esta misma genera aumentan, por ende se puede tomar la presente investigación como un modelo de solución ante esta necesidad.

## Referencias

- Takeuchi, H., & Nokata, I. (1986). The New New Product Development Game. *Harvard Business Review*, 137-146.
- Aceros Arequipa. (2020). *Aceros Arequipa*. Obtenido de <https://acerosarequipa.com/ec/es/productos/619/angulos-estructurales-calidad-astm-a36a572---g50>
- Alvarado Correa, J. C. (2022). “*Diseño de compuerta hidráulica de recepción para retorno de material disgregado a Apron Feeder de chancado primario*”. Universidad de Piura, Piura, Piura. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/5542>
- Americorp Plus. (2023). *AMERICORP INGENIERÍA Y MEDIO AMBIENTE*. Obtenido de <https://americorpsac.com/colectores-de-polvo>
- Ander-Egg, E. (1995). *Técnicas de investigación social*. Buenos Aires, Argentina.
- Antapaccay. (2011). *Manual de Operacion Minera Antapaccay*.
- Antapaccay. (2011). *Manual de Operacion Minera Antapaccay*.
- Antapaccay. (2011). *Manual de Operacion Minera Antapaccay*.
- ANTAPACCAY. (2011). *Manual de Operacion Minera Antapaccay*.
- ASME B30. (2016). *ASME B30 SAFETY STANDARD CRANES AND RELATED EQUIPMENT - CABLEWAYS, DERRICKS, HOISTS, HOOKS, JACKS, AND SLINGS*. New York, Estados Unidos de América: The American Society of Mechanical Engineers.
- ASME P30.1. (2014). *Planning for Load Handling Activities*.
- ASTM INTERNATIONAL. (11 de Marzo de 2016). *ASTM INTERNATIONAL Helping our work better*. Obtenido de <https://www.astm.org/f3125-15.html>

- AWS D1.1/D1.1M. (2015). *Código de soldadura estructural-acero* (Vol. 6). Estados Unidos de America: American Welding Society.
- Bello, F. (2006). *REFLEXION: LA INVESTIGACION TECNOLOGICA O CUANDO LA SOLUCION ES EL PROBLEMA*. Universidad de Carabobo, Carabobo, Venezuela. Obtenido de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/faces/revista/a6n13/6-13-3.pdf>
- Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la investigación*. Colombia: PEARSON EDUCACIÓN. Obtenido de <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Böhler. (2024). *Böhler / Aceros de construcción*. Obtenido de <https://www.bohlerperu.com/es/aceros-de-construccion/>
- Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2008). *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. Mexico: McGraw-Hill Interamericana.
- CADENAS E IZAJES PERÚ SAC. (2023). *CADENAS E IZAJES PERÚ SAC*. Obtenido de <https://cadenasizaje.pe/producto/cable-de-acero/>
- Calcaneo , G. (28 de Septiembre de 2017). *Quimicoglobal*. Obtenido de <https://quimicoglobal.mx/minerales-cobre-molibdeno/>
- Dimisa. (21 de Enero de 2012). *MANUAL DE INSTALACION , OPERACION Y MANTENIMIENTO*. Obtenido de ALIMENTADORES DE CADENA: <http://www.dimisa.com/dm/Home.html>
- Dirven , B. B., Pérez, R., Cáceres, R. J., Tito, A. T., Gómez , R. K., & Ticona, A. (2018). *El desarrollo rural establecido en las áreas Vulnerables*. Lima: Colección Racso.
- Equipo IDA Ideas Digitales Aplicadas. (05 de Abril de 2017). *Estrategia digital*. Obtenido de <https://blog.ida.cl/estrategia-digital/metodologia-scrum-en-proyectos-digitales/>

- Especificación del AISC. (2010). *Especificación del ANSI/AISC 360-10 para la contrucciones de acero*. Santiago de Chile.
- Geankoplis, C. J. (1998). *Procesos de transporte y operaciones unitarias*. Mexico: COMPAÑÍA EDITORIAL CONTINENTAL, S.A. DE C.V. MÉXICO.
- Gonzales Checa, D. A., & Portocarrero Castro, C. G. (2021). “*DISEÑO E IMPLEMENTACION DE MEJORAS PARA INCREMENTO DE CAPACIDAD DE CHANCADO PRIMARIO EN UNA PLANTA CONCENTRADORA DE COBRE EN EL SUR DEL PERU*”. Arequipa.
- Guerra-López, E., & Oca-Risco Montes, A. (2019). Relación entre la productividad, el mantenimiento y el reemplazo del equipamiento minero en la gran minería. *Boletín de Ciencias de la Tierra*, 14-21. Obtenido de <https://doi.org/10.15446/rbct.n45.68711>
- Guía SBOK. (2017). *Una guía para el CUERPO DE CONOCIMIENTO DE SCRUM*. SCRUMstudy™.
- Habermas, J. (1993). *La lógica de las Ciencias Sociales*. Madrid, España: Tecnos.
- Hibbeler, R. C. (2017). *Mecánica de Materiales* (9na Ed. ed.). Mexico: Pearson Educación.
- HILTI. (2023). *HILTI ANCLAJE CON EPOXI HIT-RE 500 V3*. Obtenido de [https://www.hilti.com.pe/c/CLS\\_FASTENER\\_7135/CLS\\_CHEMICAL\\_ANCHORS\\_7135/r4929903](https://www.hilti.com.pe/c/CLS_FASTENER_7135/CLS_CHEMICAL_ANCHORS_7135/r4929903)
- HMA Group. (2023). *HMA*. Obtenido de <https://hmagrp.com/conveyor-pulleys/#>
- HMB LINTEC Marine. (10 de Agosto de 2015). Obtenido de <https://www.lintec-marine.de/mining-crane>
- Langdon, R., Yousefi, P. D., Relton, C. L., & Suderman, M. J. (2014). Revisión de estado del arte del ciclo de vida de desarrollo de software seguro con la metodología SCRUM.

- Investigación y Desarrollo En TIC*, 5(2), 17–20. Obtenido de <https://doi.org/10.2/JQUERY.MIN.JS>
- Martin Sprocket & Gear, Inc. (2013). *El Gran Catalogo 4000*. Obtenido de <https://es.martinsprocket.com/view/companypage/company>
- McLanahan. (2023). *Alimentador de Placas*. Obtenido de [mclanahan.com](https://mclanahan.com)
- Metso Outotec. (17 de JUN de 2015). *Metso: Outotec*. Obtenido de <https://www.mogroup.com/insights/case-studies/mining-and-metals/kinross-improves-apron-feeders-using-metso-technology/>
- Molina, S., & Hernandez, M. (2018). Optimización económica de los camiones asignados en la operación Dragalinas/Apron Feeder en una empresa minera de carbón en el departamento del Cesar. *Revista Agunkuyâa*, 68-74. Obtenido de <https://doi.org/10.33132/27114260.1225>
- Mott, R. L. (2006). *Diseño de elementos de Maquinas*. Mexico: Prentice Hall.
- Norton, R. L. (2011). *Diseño de Máquinas: Un enfoque integrado*. México: Pearson Educación.
- Ocampo-Murillo, H. F., & Quintero-Garzón, M. L. (2020). Selección de proveedores de insumos críticos en términos de sostenibilidad, a través de la metodología multicriterio, en una empresa del sector azucarero. 24-44. Obtenido de <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.2.6436>
- Pahl, G., Beitz, Feldhusen, & Grote. (2007). *Engineering Design*. Londres.
- Paredes Cueva, E. L. (2018). “MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE ACCIONAMIENTO DE LANZAS DEL APRON FEEDER CHANCADO PRIMARIO – COMPAÑIA MINERA ANTAPACCA Y S.A.”. Lambayeque.
- Pérez, F. J. (2004). *METODOLOGIA DEL DISEÑO, HISTORIA Y NUEVAS TENDENCIAS*.

Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2009). *Física: Para ciencias e ingeniería con Física Moderna* (7a. ed ed.). Mexico D.F: Cengage.

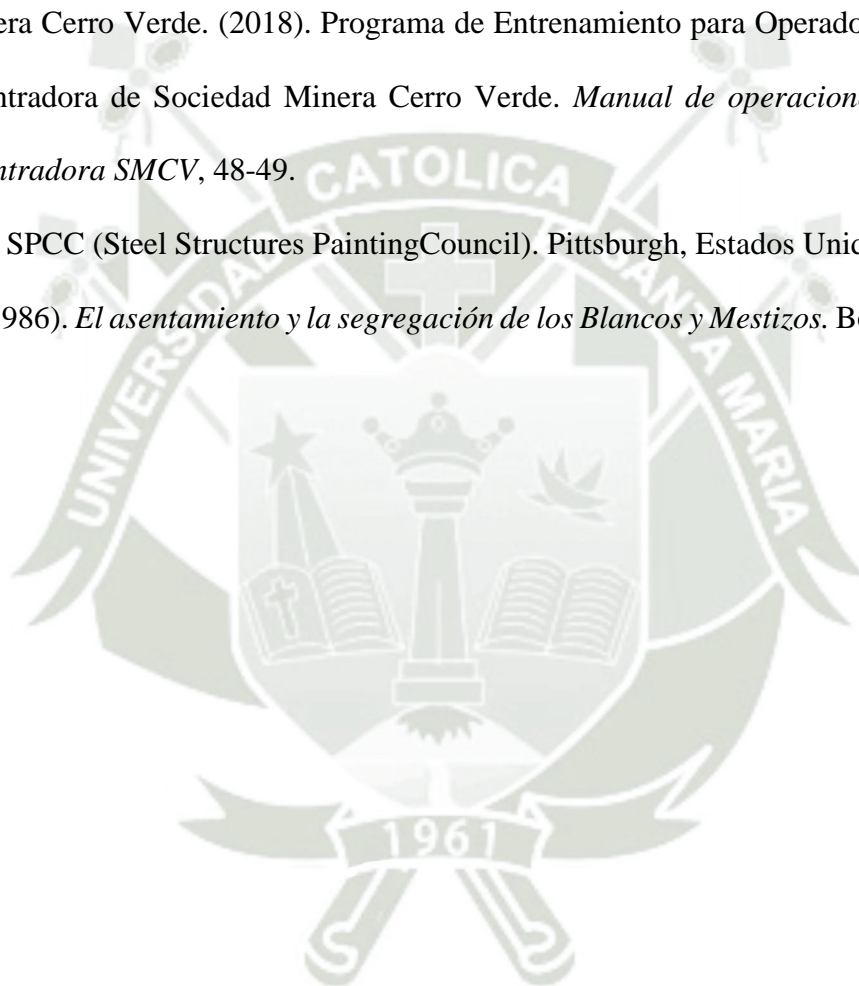
SKF PRODUCT. (2023). *CATALOGO DE PRODUCTOS SKF*. Obtenido de <https://www.skf.com/ar/products/power-transmission/couplings>

SMCV. (2018). *Manual de Operaciones - Planta Concentradora CV2*.

Sociedad Minera Cerro Verde. (2018). Programa de Entrenamiento para Operadores de la Planta Concentradora de Sociedad Minera Cerro Verde. *Manual de operaciones de la Planta Concentradora SMCV*, 48-49.

SSPC. (2015). SPCC (Steel Structures Painting Council). Pittsburgh, Estados Unidos de América.

Tovar, G. L. (1986). *El asentamiento y la segregación de los Blancos y Mestizos*. Bogotá: Cengage.



## **Anexos**

**Anexo A:** Data sheet del apron feeder AF084

**Anexo B:** Data sheet de las eslingas de carga

**Anexo C:** Hoja de datos de carga

**Anexo D:** Ficha técnica liquido penetrante, removedor y revelador MR CHEMIE

**Anexo E:** Cotizaciones

**Anexo F:** Estándares referenciales de fabricación

**Anexo G:** Cronograma del mantenimiento Overhaul sin el sistema mecánico y Cronograma de fabricación y montaje de estructuras

**Anexo H:** Presupuesto

**Anexo I:** Hoja técnica del recubrimiento industrial

**Anexo J:** Hoja técnica pernos estructurales A325

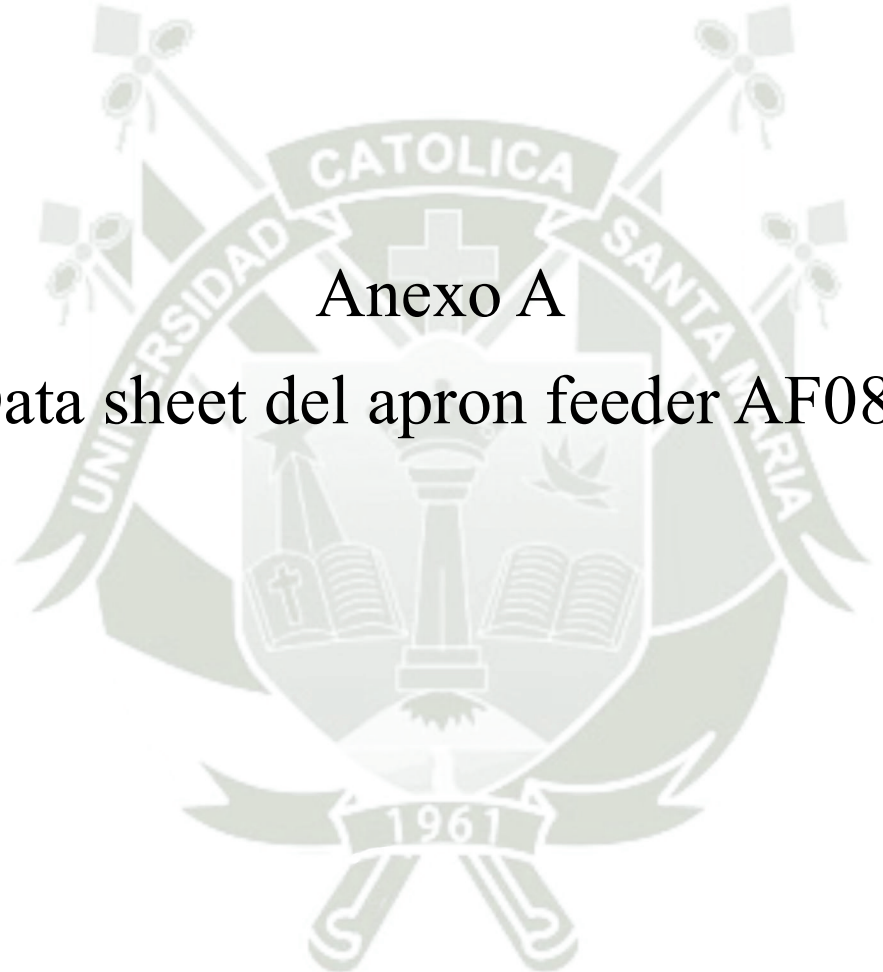
**Anexo K:** Diagrama de flujo de fabricación

**Anexo L:** Data sheet del tipo de acoplamiento

**Anexo M:** Data sheet del cuñero empleado

**Anexo N:** Análisis de soldadura en conexiones

**Anexo O:** Norma SSPC

A large, faint watermark of the Universidad Católica de Santa María logo is centered on the page. It features a shield with a cross, a book, and a lamp, surrounded by a banner with the text "UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA" and the year "1961" at the bottom.

Anexo A  
Data sheet del apron feeder AF084

MANUFACTURER: METSO		BIDDER: METSO			
<b>(B) * OPERATING REQUIREMENT/CONDITIONS</b>					
Material Description	<u>Copper ore</u>				
Physical Characteristics:					
Bulk density for volume	<u>1.6</u>	t/m <sup>3</sup>	Moisture content	<u>5</u>	%
for weight	<u>1.89</u>	t/m <sup>3</sup>	Material temperature	<u>N.A.</u>	° C
Angle of repose	<u>37-40</u>	Degrees	Plant Site Elevation	<u>(See Note 4)</u> m.a.s.l	
Ore hardness	<u>Medium hardness</u>				
Particle size distribution:	Size		% passing ( Cum.)		
	<u>305 mm (TBC)</u>		<u>100</u>		
	<u>168 mm (TBC)</u>		<u>80</u>		
<b>DATA BOX</b>				Plant Site Elevation	Ambient Temp Range
	Op/ Sdby	Balance, each	Design each	Moisture Content	Bulk density
TAG	#	t/h	t/h	%	t/m <sup>3</sup>
0210-FEA-0001	1 op / 0 stby	4 386	5 263	3.0 - 5.0	1.6
					4 200
					-10 to +25
Feed hopper capacity:	<u>500</u>	t			
Apron feeder location:	<input checked="" type="checkbox"/> Indoor		<input type="checkbox"/> Outdoor		
Operating schedule	<u>17</u>	hrs. / day	<u>365</u>	days / yr.	

<b>CAPACITY AND POWER OFFERED (S)</b>					
Balance capacity:	<u>4 386</u>	t/h	(S)	Installed electrical power	(Note 5) <u>2 x 160</u> kW (S)
Balance capacity speed:	<u></u>	m/s	(S)	Motor Manufacturer	(Note 5) <u>ABB</u> (S)
Maximum design capacity:	<u>5 263</u>	t/h	(S)		
Maximum design speed:	<u>0,26</u>	m/s	(S)	Motor Service Factor	(Note 5) <u>1,15</u> (S)
				Motor RPM	(Note 5) <u>1 760</u> (S)

<b>MODEL AND SIZE</b>		<b>SELLER DOCUMENT REVIEW</b>	
Name :	<u>Primary Crusher Surge Pocket Apron Feeder</u>	Permission to proceed does not constitute acceptance or approval of design detail, calculations, analysis, test methods, or materials developed or selected by SELLER, and does not relieve SELLER from full compliance with contractual obligation.	
Manufacturer :	<u>METSO MINERALS</u>	1 Work may proceed	3 Revise & Resubmit. Work may NOT proceed
Model :	<u>AF8-84MN-35,7</u>	2 Revise & Resubmit. Work may proceed subject to incorporation of changes	4 Review not required. Work may proceed
Sizes :	width: <u>84" (2 133 mm)</u>	5 Cancelled / Superseded	
	length: <u>35.7" (10 885 mm)</u>	Document Status: <u>1</u>	Reviewer Name: _____ Date: <u>6/22/2011 00:00:00</u>
		Discipline: <u>EM - Mechanical</u>	Doc Type Code: <u>V1A</u>
		Job # <u>25580-220</u>	VP # <u>25580-220-V1A-MHFA-00179</u>
		Program # <u>N/A</u>	Job # _____ VP # _____
		SEQ # _____	Equip # _____

- \* 1. (B) INDICATES BUYER. (S) INDICATES SELLER
- 2. ALL (B) ITEMS SHALL BE COMPLETED BY BUYER. ALL (S) ITEMS SHALL BE COMPLETED BY SELLER
- 3. NOT APPLICABLE (NA) SHALL BE ENTERED WHERE INFORMATION IS NOT RELEVANT
- 4. SEE SITE INFORMATION 25422-220-3PS-G000-00002
- 5. SEE ELECTRICAL DESIGN CRITERIA N° 25429-220-3DR-E12L-00001

Note : This document supersedes 25422-220-MHD-MHFA-00001-00D

2	16-Jun-11	Revision according to customer	JP	PZ	FW	FW
1	11-Abr-11	Revision according to customer	JP	PZ	FW	FW
0	18-Mar-10	Issued for Purchase	JFD	MAG	FLG	BAP
D	13-Mar-09	Re-Issued for Bid	FR	JLA	EE	RH
C	9-Jan-09	Issued for Bid	GT	JLA	EE	RH
B	1-Dec-08	Issued for Approval	GT	JLA	EE	RH
A	19-Nov-08	Issued for Internal Coordination	GT	JLA	EE	RH
REV.	DATE	DESCRIPTION	BY	CHECK.	EGS.	CLIENT

	EQUIP.N°	JOB N° 25580	REV
	0210-FEA-0001	MR: 25580-220-MRA-MHFA-00001	2
	PRIMARY CRUSHER SURGE POCKET APRON FEEDER DATA SHEET	DS: 25580-220-MHD-MHFA-00001	
Sheet 1 of 4			

MANUFACTURER: METSO

BIDDER: METSO

**COMPONENTS**
**DRIVE:**

Countershaft ratio	<u>NA</u>	( )	Reducer, MFR.	<u>NA</u>	(S)
Chain ratio	<u>NA</u>	( )	Reducer type / model	<u>NA</u>	( )
Variable speed drive	<u>Hydraulic Motor Hägglunds mod. MB-1150 S with the Power Unit comprized of (1) axial piston pumps 160 kW + (1) pump 160 kW Stand-by</u>				(B)
Other	_____				( )
Torque limiting device	_____				( )
Service factor all drive components	_____				(S)

**HEAD SPROCKET**

Material	<u>cast manganese alloy</u>	(S)	Pitch diameter	<u>815,47 mm</u>	( )
Tooth hardness	<u>360 - 440</u> BHN	( )	Type: Segmented	<input checked="" type="checkbox"/> ( ) Non-segmented	( )
Number of teeth	<u>25</u>	( )	Reversible	<input type="checkbox"/> ( ) Non-reversible	( )

**TAIL WHEEL**

Material	_____	(S)	Diameter	<u>610 mm</u>	(S)
Split	<input checked="" type="checkbox"/> Solid	( )	Type: Segmented	<input checked="" type="checkbox"/> Non-segmented	( )

**HOPPER AND SKIRT**

Material	<u>Carbon Steel A-36</u>	(S)	Liners: Material	<u>ASTM A-532 CLASS II TYPE D</u>	(S)
Thickness	<u>10 mm</u>	(S)	Thickness	<u>38</u> mm	(S)
			Hardness	<u>500 a 650</u> BHN	(S)
			Weight	_____	kg

**CARRYING ROLLERS AND SHAFT**

Material	<u>hardened forged steel</u>	(S)	Bearing: Type	_____	(S)
Diameter	<u>210</u> mm	(S)	Material	_____	(S)
No. of rollers / side	<u>58</u>	(S)	Diameter (I.D.)	_____	mm ( )
Spacing in impact area	<u>350</u>	( )	Lubrication	<u>lifetime lubrication</u>	(S)

**RETURN ROLLERS AND SHAFT**

Material	<u>hardened forged steel</u>	(S)	Bearing type	_____	(S)
Diameter	<u>173</u> mm	(S)	Bearing: Material	_____	(S)
No. of rollers / side	<u>18</u>	(S)	Diameter (I.D.)	_____	mm ( )
			Lubrication	<u>lifetime lubrication</u>	(S)

**FEEDER PAN**

Material	<u>Manganese Steel ASTM A128 gr. B</u>	(S)	Height of flange edges	<u>76</u> mm	( )
Hardness	_____	BHN (S)	Weight of pans	<u>20 587 (total)</u> kg	( )
Thickness	<u>38</u> mm	(S)	Deflection limited by (Describe)	<u>2 impact beam (impact rails)</u>	( )
Width of pan	<u>2 133 (84")</u> mm	(S)			

**FEEDER CHAINS**

Crawler tractor chains	<input checked="" type="checkbox"/> Yes	( )	<input type="checkbox"/> No	(B)
Link: Material	<u>hardened steel</u>	(S)	Pitch	<u>202 (8")</u> mm ( )
Hardness	_____	BHN ( )	No. of strands	<u>2</u> ( )
Bushing: Material	<u>hardened steel</u>	(S)	Chain pull, operating:	<u>29 699</u> kg ( )
Hardness	_____	BHN ( )	Max. allowable chain pull	<u>125 000</u> ( )
Pin: Material	<u>hardened steel</u>	(S)		<u>15</u> kg
Hardness	_____	BHN ( )	Chain weight	_____ mm ( )

**HEAD SHAFT AND BEARINGS**

Shaft, material	<u>SAE - 1045 forged steel</u>	(S)	Bearing	<u>spherical roller pillow block</u>	(S)
Bearing diameter	<u>380</u> mm	( )	Lubrication	<u>automatic lubrication</u>	(S)

	EQUIP.Nº.		JOB N° 25580	REV
	0210-FEA-0001		MR: 25580-220-MRA-MHFA-00001	
		PRIMARY CRUSHER SURGE POCKET APRON FEEDER DATA SHEET	DS: 25580-220-MHD-MHFA-00001	2
			Sheet 2 of 4	

MANUFACTURER: METSO BIDDER: METSO

**COMPONENTS ( CONTINUATION )**
**TAIL SHAFT AND BEARINGS**

Shaft, material	<u>NA</u>	( S )	Bearing type	<u>NA</u>	( S )
Bearing diameter	<u>NA</u> mm	( )	Lubrication	<u>NA</u>	( S )

**INSTRUMENTATION AND CONTROLS**

Pull Cord Safety Switch	<input checked="" type="checkbox"/>	Yes	<input type="checkbox"/>	No	( B )
Speed Measurement	<input checked="" type="checkbox"/>	Yes	<input type="checkbox"/>	No	( B )
Discharge Plugged chute Detector (Tilt Switch)	<input type="checkbox"/>	Yes	<input checked="" type="checkbox"/>	No	( B )
Discharge Plugged chute Detector (Microwave Switch)	<input type="checkbox"/>	Yes	<input checked="" type="checkbox"/>	No	( B )
Control Unit	<input checked="" type="checkbox"/>	Yes	<input type="checkbox"/>	No	( B )

**LUBRICATION SYSTEM**

Local lubrication system, each bearing fitted with grease fitting for manual lubrication:	<input type="checkbox"/>	( )
Automatic central pressure system, manually operated:	<input type="checkbox"/>	( )
Automatic central pressure system, electrically operated:	<input checked="" type="checkbox"/>	(for head shaft bearing pillow block ) ( S )

**WEIGHTS (S)**

Total shipping weights	<u>104 000</u> kg ( S )	Heaviest piece for erection	<u>Frame</u> ( S )
No. of packages	<u>                    </u> kg ( S )	Weight of Heaviest piece for erection	<u>70 000</u> kg ( S )
		Heaviest piece for maintenance	<u>Drive Unit</u> ( S )
		Weight of Heaviest piece for maintenance	<u>10 000</u> kg ( S )
Dimensions of biggest piece for erection, (l x w x h)	<u>14 X 3X 1.55</u> m x m x m		
Dimensions of biggest piece for maintenance, (l x w x h)	<u>                    </u> m x m x m		

**REMARKS**


---



---



---



---

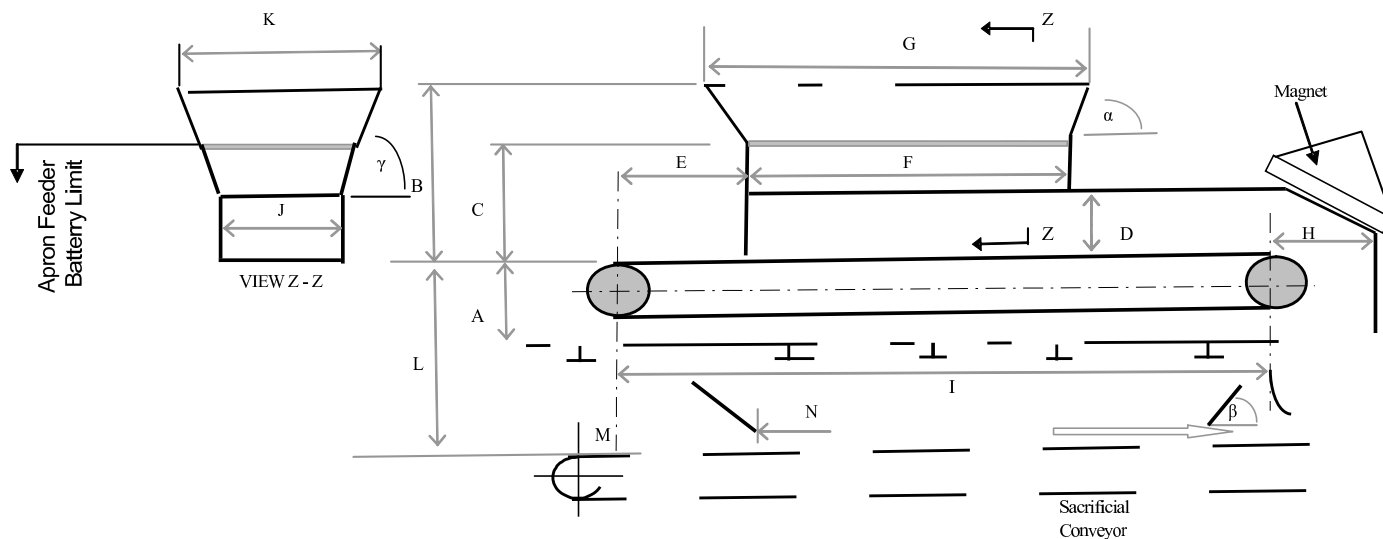


---



---

	EQUIP.N°	PRIMARY CRUSHER SURGE POCKET APRON FEEDER DATA SHEET	JOB N° 25580	REV 2
	0210-FEA-0001		MR: 25580-220-MRA-MHFA-00001	
			DS: 25580-220-MHD-MHFA-00001	
			Sheet 3 of 4	

MANUFACTURER BIDDER

**DIMENSIONAL DATA:**

A	<u>1 366</u> mm (B)	F	<u>6 949</u> mm (B)	K	<u>2 778</u> mm (B)
B	<u>4 153</u> mm (B)	G	<u>7 535</u> mm (B)	L	<u>4 539</u> mm (B)
C	<u>2 933</u> mm (B)	H	<u>1 863</u> mm (B)	M	<u>1 202</u> mm (B)
D	<u>1 930</u> mm (B)	I	<u>10 900</u> mm (B)	N	<u>TBD</u> mm (B)
E	<u>877</u> mm (B)	J	<u>1 988</u> mm (B)		

 Inlet Flanged :  Yes  No (B)

 Outlet Flanged:  Yes  No (B)

 Slope angle of feeder: 0 degrees (B)

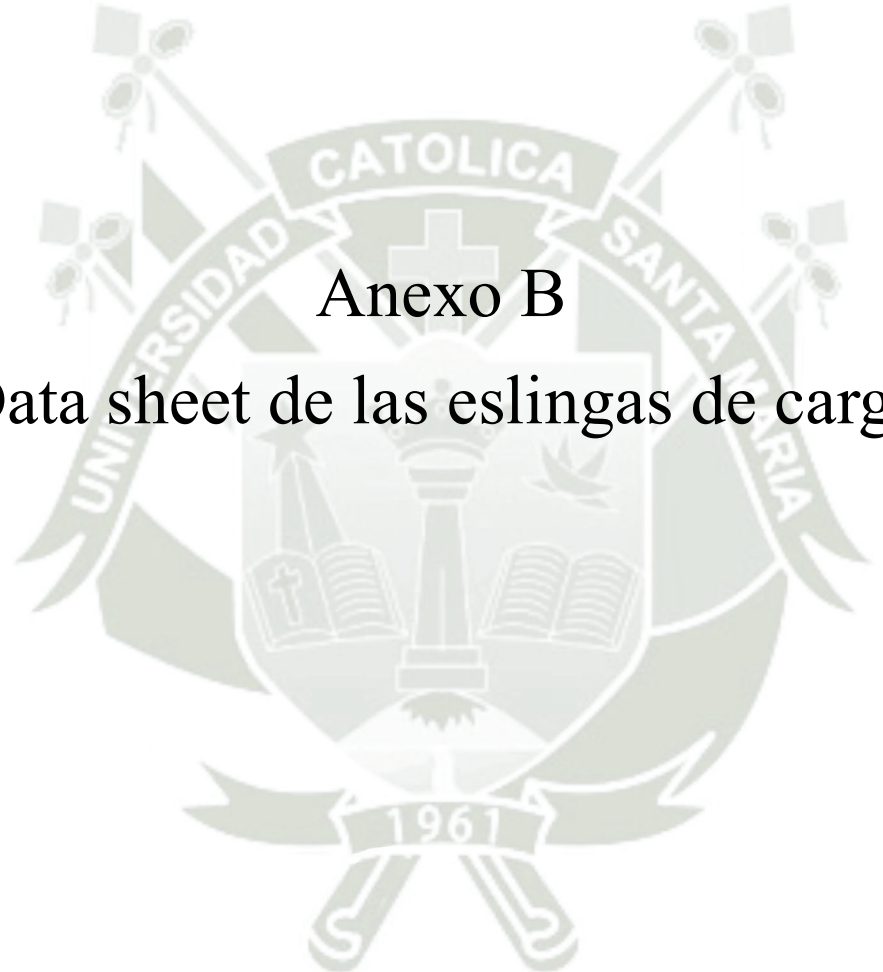
 $\alpha$  75 degrees (B)

 $\beta$  60 degrees (B)

 $\gamma$  74 degrees (B)

**Note:**

	EQUIP.N° 0210-FEA-0001	PRIMARY CRUSHER SURGE POCKET APRON FEEDER DATA SHEET	JOB N° 25580	REV
			MR: 25580-220-MRA-MHFA-00001	2
			DS: 25580-220-MHD-MHFA-00001	
			Sheet 4 of 4	



Anexo B  
Data sheet de las eslingas de carga

## TABLA DE CARGA SEGURA DE TRABAJO

### ESLINGAS PLANA DE POLIÉSTER

Estándar ASME B30.9

			Tipos de Enganche - Carga limite de trabajo (WLL)					
			Axial	Lazo	Doble o en U	Dos Ramales		
Pulgadas	Milímetros	Nro. Capas				60°	45°	30°
1"	25	1	0,7	0,6	1,4	1,2	1,0	0,7
		2	1,4	1,1	2,8	2,4	2,0	1,4
		3	2,1	1,7	4,2	3,6	2,9	2,1
		4	2,8	2,2	5,6	4,8	3,9	2,8
2"	50	1	1,4	1,1	2,8	2,4	2,0	1,4
		2	2,8	2,2	5,6	4,8	3,9	2,8
		3	4,2	3,4	8,4	7,2	5,9	4,2
		4	5,6	4,5	11,2	9,6	7,8	5,6
3"	75	1	2,1	1,7	4,2	3,6	2,9	2,1
		2	4,2	3,4	8,4	7,2	5,9	4,2
		3	6,3	5,0	12,6	10,8	8,8	6,3
		4	8,4	6,7	16,8	14,4	11,8	8,4
4"	100	1	2,8	2,2	5,6	4,8	3,9	2,8
		2	5,6	4,5	11,2	9,6	7,8	5,6
		3	8,4	6,7	16,8	14,4	11,8	8,4
		4	11,2	9,0	22,4	19,3	15,7	11,2
5"	125	1	3,5	2,8	7,0	6,0	4,9	3,5
		2	7,0	5,6	14,0	12,0	9,8	7,0
		3	10,5	8,4	21,0	18,1	14,7	10,5
		4	14,0	11,2	28,0	24,1	19,6	14,0
6"	150	1	4,2	3,4	8,4	7,2	5,9	4,2
		2	8,4	6,7	16,8	14,4	11,8	8,4
		3	12,6	10,1	25,2	21,7	17,6	12,6
		4	16,8	13,4	33,6	28,9	23,5	16,8
8"	200	1	5,6	4,5	11,2	9,6	7,8	5,6
		2	11,2	9,0	22,4	19,3	15,7	11,2
		3	16,8	13,4	33,6	28,9	23,5	16,8
		4	22,4	17,9	44,8	38,5	31,4	22,4
10"	250	1	7,0	5,6	14,0	12,0	9,8	7,0
		2	14,0	11,2	28,0	24,1	19,6	14,0
		3	21,0	16,8	42,0	36,1	29,4	21,0
		4	28,0	22,4	56,0	48,2	39,2	28,0
12"	300	1	8,4	6,7	16,8	14,4	11,8	8,4
		2	16,8	13,4	33,6	28,9	23,5	16,8
		3	25,2	20,2	50,4	43,3	35,3	25,2
		4	33,6	26,9	67,2	57,8	47,0	33,6

Factor de diseño 5:1

(\*) Los valores están en toneladas métricas

A large, faint watermark of the Universidad Católica de Santa María logo is centered on the page. It features a shield with a cross, a book, and a lamp, surrounded by a banner with the text 'UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA' and the year '1961' at the bottom.

# Anexo C

## Hoja de datos de carga



MANUAL DE PROCEDIMIENTOS

HOJA DE DATOS DE CARGA

UCSM-PT-ERHCH-01

REVISIÓN 01

FECHA 09/09/2023

PÁGINA 02/02

CHECKLIST DE SEGURIDAD PRE-IZAJE

Check List Pre-izaje

- ¿Se verificó el peso de la carga útil?
- ¿La carga esta correctamente categorizada?
- ¿El plan esta en su ubicación?
- ¿El plan es visible?
- ¿Se cuenta con los permisos aprobados?
- ¿Clima/viento correcto?
- ¿Lineas eléctricas subterráneas?
- ¿El área esta barricada?
- ¿Se tiene consideraciones de contingencia?
- ¿Se requiere plan de emergencia?

SI	N/A
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Comprobación del aparejo

- ¿Aparejo correcto?
- ¿Inspección del aparejo actualizada?
- ¿Inspección antes de usarse?
- ¿Aparejo correctamente ensamblado?
- ¿Protección usada de acuerdo a requerimiento?
- ¿Aparajeo calificado apropiadamente?
- ¿Ángulos de los cabestrillos aceptables?
- ¿Puntos de izaje inspeccionado?
- ¿Relación D/d adecuada?
- ¿Etiqueta de líneas?

SI	N/A
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Comprobación de configuración de la grúa

- ¿Inspección anual?
- ¿Controles diarios realizados?
- ¿Adecuadamente apoyado?
- ¿Se requieren cálculos?
- ¿Nivel de configuración chequeado?
- ¿Partes de la línea adecuadas?
- ¿Obstrucciones/ despeje?
- ¿Configuraciones correctas?
- ¿Controles funcionales correctos?
- ¿Equipamiento auxiliar?

SI	N/A
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Comprobación del personal

- ¿Director de carga correctamente ubicado?
- ¿Rigger cualificado correctamente ubicado?
- ¿Señalizador cualificado?
- ¿Correcta comunicación (señas/radio)?
- ¿Operador certificado/cualificado?
- ¿Personas no esenciales fuera de área?
- ¿Roles del rigger identificados?
- ¿Roles de trabajo identificados?
- ¿Ingeniero de aparejo presente?
- ¿Reunión previa realizada?

SI	N/A
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

REUNIÓN PREVIA AL IZAJE

Declaro que el plan de izaje se me ha sido explicado, lo hemos discutido y entiendo la operación y mi rol y responsabilidades.

Nombre y apellidos

Eduardo Rafael Huanca Choque

Firma

Cargo

Tesista

Tesista

Nombre y apellidos

Firma

Encargado



# Working range • Arbeitsbereiche • Diagramme de levage Gama de trabajo • Area di lavoro • Грузовысотные характеристики

Working range • Arbeitsbereiche • Diagramme de levage • Gama de trabajo  
Area di lavoro • Грузовысотные характеристики



12,8 - 60,0 m



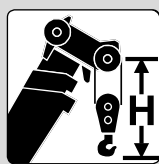
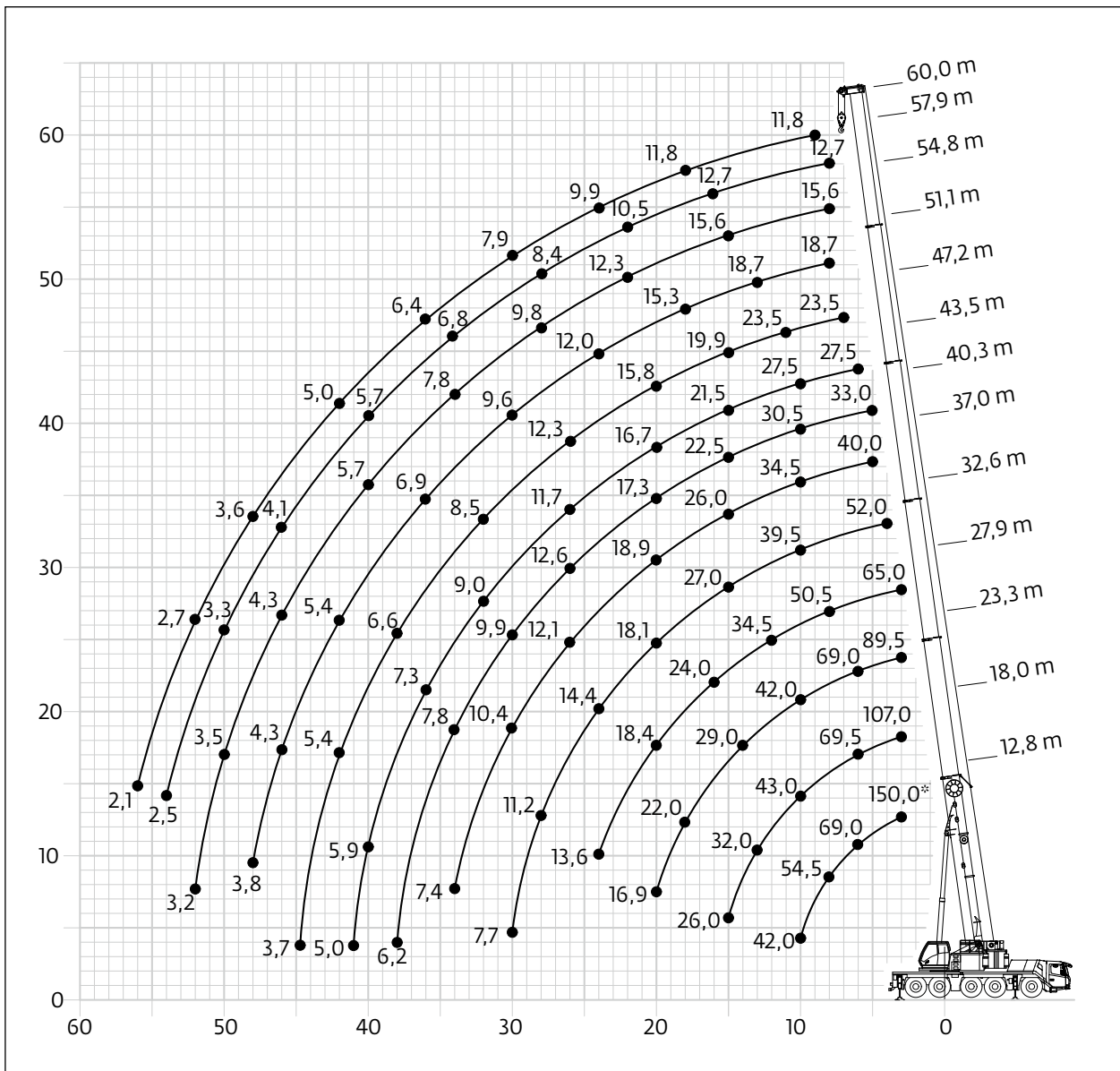
7,6 m



360°



44,5 t



Hook block • Hakenflasche • Crochet-moufle • Gancho • Ganci • Крюковой блок (t)

H (mm)

140 D

3160

95 D

3070

60 E/D

3000

26 E

2770

9 H/B

2350

# Load charts • Traglasten • Capacités de levage Capacidades • Tabelle di portata • Таблицы грузоподъемности

Telescopic boom • Teleskopausleger • Flèche principale • Pluma telescópica  
Braccio telescopico • Телескопическая стрела



12,8 - 60,0 m



7,6 m



360°



44,5 t



EN 13000

m	12,8	18,0	23,3	27,9	32,6	37,0	40,3	43,5	47,2	51,1	54,8	57,9	60,0	m
3,0	150,0*													3,0
3,0	108,0	107,0	89,5											3,0
4,0	91,5	91,5	86,5	65,0										4,0
5,0	79,0	79,0	78,5	64,0	52,0									5,0
6,0	69,0	69,5	69,0	60,0	51,5	40,0								6,0
7,0	61,5	62,0	61,0	55,0	48,5	40,0	33,0	27,5						7,0
8,0	54,5	55,0	54,0	50,5	45,5	39,0	33,0	27,5	24,0					8,0
9,0	47,5	48,5	47,5	47,0	42,5	37,0	32,0	27,5	24,0	19,1	15,8			9,0
10,0	42,0	43,0	42,0	42,5	39,5	34,5	30,5	27,5	24,0	19,1	15,8	12,7	11,8	10,0
11,0		38,5	37,5	38,0	37,0	32,5	29,0	26,5	24,0	19,1	15,8	12,7	11,8	11,0
12,0		34,5	34,5	34,5	34,5	30,5	27,0	25,0	23,0	19,1	15,8	12,7	11,8	12,0
13,0		32,0	31,5	31,0	32,0	29,0	25,5	24,0	22,0	18,9	15,8	12,7	11,8	13,0
14,0		29,5	29,0	28,5	29,0	27,5	24,0	23,0	21,0	18,3	15,8	12,7	11,8	14,0
15,0		26,0	26,5	26,0	26,5	26,0	22,5	21,5	19,9	17,5	15,7	12,7	11,8	15,0
16,0			24,5	24,0	24,5	24,5	21,5	20,5	18,9	16,7	15,2	12,7	11,8	16,0
18,0			22,0	21,5	21,0	22,0	19,2	18,5	17,3	15,3	14,2	12,1	11,8	18,0
20,0			16,9	18,4	17,8	18,6	17,3	16,7	15,8	14,1	13,2	11,3	11,3	20,0
22,0				15,7	16,1	16,0	15,5	15,1	14,5	13,0	12,3	10,5	10,6	22,0
24,0				13,6	14,4	13,8	14,2	13,5	13,4	12,0	11,4	9,7	9,9	24,0
26,0					12,7	12,1	12,6	11,7	12,2	11,1	10,5	9,0	9,2	26,0
28,0					11,2	11,3	11,1	10,5	10,7	10,3	9,8	8,4	8,5	28,0
30,0					7,7	10,4	9,8	9,9	9,4	9,4	9,1	7,7	7,9	30,0
32,0						9,3	8,7	9,0	8,4	8,4	8,3	7,2	7,4	32,0
34,0						7,4	7,8	8,1	7,6	7,4	7,8	6,8	6,9	34,0
36,0							7,3	7,3	7,1	6,9	7,0	6,4	6,4	36,0
38,0							6,2	6,5	6,6	6,5	6,2	6,1	6,0	38,0
40,0								5,9	5,9	5,8	5,6	5,7	5,5	40,0
42,0								5	5,4	5,2	5,0	5,1	5,0	42,0
44,0									4,8	4,7	4,6	4,6	4,5	44,0
46,0									3,7	4,3	4,3	4,1	4,0	46,0
48,0									3,3	3,8	4,0	3,7	3,6	48,0
50,0											3,5	3,3	3,1	50,0
52,0											3,2	2,9	2,7	52,0
54,0												2,5	2,4	54,0
56,0													2,1	56,0

\* Over rear with special equipment • Nach hinten mit Sonderausrüstung • En arrière avec équipement special • Por la parte trasera con equipo especial  
Sul posteriore con equipaggiamento speciale • Над задней частью со специальным оборудованием

## Anexo D

# Ficha técnica líquido penetrante, removedor y revelador MR CHEMIE

CLAUSE 6. INSPECTION

AWS D1.1/D1.1M:2015

**Table 6.1**  
**Visual Inspection Acceptance Criteria (see 6.9)**

Discontinuity Category and Inspection Criteria	Statically Loaded Nontubular Connections	Cyclically Loaded Nontubular Connections										
<b>(1) Crack Prohibition</b> Any crack shall be unacceptable, regardless of size or location.	X	X										
<b>(2) Weld/Base Metal Fusion</b> Complete fusion shall exist between adjacent layers of weld metal and between weld metal and base metal.	X	X										
<b>(3) Crater Cross Section</b> All craters shall be filled to provide the specified weld size, except for the ends of intermittent fillet welds outside of their effective length.	X	X										
<b>(4) Weld Profiles</b> Weld profiles shall be in conformance with 5.23.	X	X										
<b>(5) Time of Inspection</b> Visual inspection of welds in all steels may begin immediately after the completed welds have cooled to ambient temperature. Acceptance criteria for ASTM A514, A517, and A709 Grade <u>HPS 100W</u> [ <u>HPS 690W</u> ] steels shall be based on visual inspection performed not less than 48 hours after completion of the weld.	X	X										
<b>(6) Undersized Welds</b> The size of a fillet weld in any continuous weld may be less than the specified nominal size (L) without correction by the following amounts (U): <table style="margin-left: 40px; border: none;"> <tr> <td style="text-align: center;"><math>L,</math></td> <td style="text-align: center;"><math>U,</math></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">specified nominal weld size, in [mm]</td> <td style="text-align: center;">allowable decrease from L, in [mm]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\leq 3/16</math> [5]</td> <td style="text-align: center;"><math>\leq 1/16</math> [2]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>1/4</math> [6]</td> <td style="text-align: center;"><math>\leq 3/32</math> [2.5]</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>\geq 5/16</math> [8]</td> <td style="text-align: center;"><math>\leq 1/8</math> [3]</td> </tr> </table> In all cases, the undersize portion of the weld shall not exceed 10% of the weld length. On web-to-flange welds on girders, underrun shall be prohibited at the ends for a length equal to twice the width of the flange.	$L,$	$U,$	specified nominal weld size, in [mm]	allowable decrease from L, in [mm]	$\leq 3/16$ [5]	$\leq 1/16$ [2]	$1/4$ [6]	$\leq 3/32$ [2.5]	$\geq 5/16$ [8]	$\leq 1/8$ [3]	X	X
$L,$	$U,$											
specified nominal weld size, in [mm]	allowable decrease from L, in [mm]											
$\leq 3/16$ [5]	$\leq 1/16$ [2]											
$1/4$ [6]	$\leq 3/32$ [2.5]											
$\geq 5/16$ [8]	$\leq 1/8$ [3]											
<b>(7) Undercut</b> (A) For material less than 1 in [25 mm] thick, undercut shall not exceed 1/32 in [1 mm], with the following exception: undercut shall not exceed 1/16 in [2 mm] for any accumulated length up to 2 in [50 mm] in any 12 in [300 mm]. For material equal to or greater than 1 in [25 mm] thick, undercut shall not exceed 1/16 in [2 mm] for any length of weld. (B) In primary members, undercut shall be no more than 0.01 in [0.25 mm] deep when the weld is transverse to tensile stress under any design loading condition. Undercut shall be no more than 1/32 in [1 mm] deep for all other cases.	X											
<b>(8) Porosity</b> (A) CJP groove welds in butt joints transverse to the direction of computed tensile stress shall have no visible piping porosity. For all other groove welds and for fillet welds, the sum of the visible piping porosity 1/32 in [1 mm] or greater in diameter shall not exceed 3/8 in [10 mm] in any linear inch of weld and shall not exceed 3/4 in [20 mm] in any 12 in [300 mm] length of weld. (B) The frequency of piping porosity in fillet welds shall not exceed one in each 4 in [100 mm] of weld length and the maximum diameter shall not exceed 3/32 in [2.5 mm]. Exception: for fillet welds connecting stiffeners to web, the sum of the diameters of piping porosity shall not exceed 3/8 in [10 mm] in any linear inch of weld and shall not exceed 3/4 in [20 mm] in any 12 in [300 mm] length of weld. (C) CJP groove welds in butt joints transverse to the direction of computed tensile stress shall have no piping porosity. For all other groove welds, the frequency of piping porosity shall not exceed one in 4 in [100 mm] of length and the maximum diameter shall not exceed 3/32 in [2.5 mm].	X											

Note: An "X" indicates applicability for the connection type; a shaded area indicates non-applicability.



# PENETRANT TESTING

acc. to EN ISO 3452

Red/White with daylight

Fluorescent with UV light



1. Pre-Cleaning

## MR® Cleaner

Mechanic or chemical preparation and pre-cleaning:  
Clean the test area (remove tinder, rust, other contaminations like oil, fat, etc.).  
Cracks must be open to the surface.



## Drying



2. Penetrant

## MR® Penetrant red

Water washable and / or solvent removable penetrant  
penetration time between 5 and 60 minutes

Application: spraying, brushing, flooding, dipping.

## MR® Penetrant fluorescent

Water washable penetrant  
penetration time between 5 and 60 minutes

Application: spraying, brushing, flooding, dipping.



3. Excess penetrant removal

Remove with water  
**and/or**

Remove with solvents (e.g. MR® 79, 85, 88): Generally, the excess penetrant shall be removed first by using a clean free cloth. Subsequent cleaning with a clean lint-free cloth lightly moistened with solvent shall then be carried out.



## Control of excess penetrant removal regarding penetrant residues



Daylight  $\geq 350$  lx

UV light  $\geq 1$  W/m<sup>2</sup> and  $\leq 100$  lx

## Drying



4. Developing

MR® Wet developer solvent based  
or wet developer water based

MR® Dry developer powder  
or MR® Wet developer solvent based  
or MR® Wet developer water based

## Drying when using wet developers



## Monitoring the developing process (duration 10 to 30 minutes)



5. Inspection

## Daylight

Daylight or synthetic light  
illumination on surface min. 500 lx

## UV light

illumination on surface min. 10 to 50 W/cm<sup>2</sup>  
darkened room with max. 20 lx

Recording, if necessary: post-cleaning and protection

Your partner in NDT! – [www.mr-chemie.de](http://www.mr-chemie.de)



## Anexo E

### Cotizaciones


**FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS  
MECANIZADO DE COMPONENTES INDUSTRIALES Y MINEROS**
**COTIZACION N :** MTZ-00168
**Señores:** A y D INGENIEROS SAC.  
**RUC:** 20326764214  
**Atención:** Ing. Eduardo Rafael Huanca Choque  
**Referencia:** Mecanizado de Eje  
**Telefono:** 926568914
**Fecha:** 22/08/2023  
**N de pedido:** \_\_\_\_\_  
**Elaborado por:** HEBER PERALTA  
**Moneda:** Soles  
**Numero de cuenta en dolares BCP:** 215-01291435-1-76  
**Numero de cuenta en Soles BCP:** 215-17193596-0-64  
**RUC:** 10296873123

Estimados señores:

Por la presente le hacemos llegar nuestra cotización, por el siguiente trabajo:

Item	Cant.	Descripción	Unida	Precio Unit.	PARCIAL
1	1	Mecanizado de eje de diametro 240 mm. Long. 3300 mm. 3 canal chaveteros; Mecanizado de 2 bridas tipo manguito mas canal chavetero interior; 8 perforacion de agujeros  <i>Nota: El material sera proporcionado por el cliente</i>	Pzas	6862.00	6862.00
				<b>Sub-total</b>	<b>6,862.00</b>
				<b>18% IGV</b>	<b>1235.16</b>
				<b>TOTAL S/.</b>	<b>8,097.16</b>

**Condiciones**
**Forma de pago:** CONTADO  
**Lugar de Entrega:** Calle Brasil K-3 APTASA Cerro Colorado  
**Plazo de Entrega:** 10 DIAS  
**Garantía:** 0  
**Validez de la Oferta:** 10 DIAS

Esperando sus gratas órdenes, quedamos con ustedes.

Atentamente

 Heber Peralta F.  
 969699888

**Calle Brasil Mz K Lt 3 APTASA Cerro Colorado Arequipa - Peru/ heber\_pf@hotmail.com / Cel. 969699888  
 Fabricaciones y mecanizado de servicioo pesado**

**COTIZACION: BC1-00045694**

FECHA : 21/08/2023  
 SEÑOR : A I D INGENIEROS S.A.C.  
 DIRECCION : URB. MAGISTERIAL II ETAPA MZ. C LT. 5B AREQUIPA - AREQUIPA -  
 TELEFONO : FAX :  
 ATTE : REFERENCIA :  
 VENDEDOR : OFICINA EMAIL : ventas@bercomsac.com

Estimados señores:

Por medio de la presente nos es grato cotizarles lo siguiente:

Item	CODIGO	MARCA	DESCRIPCION	CANTIDAD	P.UNIT.	ENTREGA	TOTAL
			CHUMACERA COMPLETA EJE 220MM	4.00	4,269.41	INMEDIATA	17,077.04
2	SD3148+TSB-SR-TS-220	FSQ	SOPORTE DE PIE PARTIDO DE 4 AGUJEROS				
3	23148 CCK/W33	SKF	RODAMIENTO DE RODILLOS A ROTULA				
4	H 3148	FSQ	MANGUITO DE FIJACION 220MM				

**EN: DOLARES AMERICANOS****VALOR VENTA: US\$ 17,077.04****IGV: US\$ 3,073.87****TOTAL: US\$****20,150.91**

CONDICION DE PAGO : CONTADO

VALIDEZ : 5 días

OBSERVACION :

CTA. CTE BCP US\$ : 193-1889702-1-07

CTA. CTE BCP S/. : 193-1898604-0-16

CTA. CTE BBVA S/. : 0011-0341-0100050522

CTA. CTE BBVA US\$ : 0011-0341-0100050530

Sin otro particular y en espera a ser favorecido con su Orden de Compra, quedamos de usted.

Atentamente,

**FANNY ORE**

981227831



# BEARING COMPANY S.A.C.

RUC: 20537170710

AV. SAN JUAN NRO. 980 URB.LAS MORAS - SAN LUIS

Teléfono: (01) 323-6239 - Movil: 981227831

Movil: 954305252

E-mail: ventas@bercomsac.com www.bercomsac.com

COTIZACION: BC1-00045829

FECHA : 24/08/2023  
SEÑOR : A I D INGENIEROS S.A.C.  
DIRECCION : URB. MAGISTERIAL II ETAPA MZ. C LT. 5B AREQUIPA - AREQUIPA -  
TELEFONO : FAX :  
ATTE : REFERENCIA :  
VENDEDOR : OFICINA EMAIL : ventas@bercomsac.com

Estimados señores:

Por medio de la presente nos es grato cotizarles lo siguiente:

Item	CODIGO	MARCA	DESCRIPCION	CANTIDAD	P.UNIT.	ENTREGA	TOTAL
1	ACOPL. 1170 T10	REXNO	ACOPAMIENTO FALK STEELFLEX 1170 T10	4.00	18,218.280	5 A 7 semanas	72,873.12

NOTA: 50% ADELANTADO Y 50% CONTRAENTREGA

EN: DOLARES AMERICANOS

VALOR VENTA: US\$ 72,873.12

IGV: US\$ 13,117.16

TOTAL: US\$85,990.28

CONDICION DE PAGO : CONTADO

VALIDEZ : 5 dias

OBSERVACION :

CTA. CTE BCP US\$ : 193-1889702-1-07

CTA. CTE BCP S/. : 193-1898604-0-16

CTA. CTE BBVA S/. : 0011-0341-0100050522

CTA. CTE BBVA US\$ : 0011-0341-0100050530

Sin otro particular y en espera a ser favorecido con su Orden de Compra, quedamos de usted.

Atentamente,

FANNY ORE

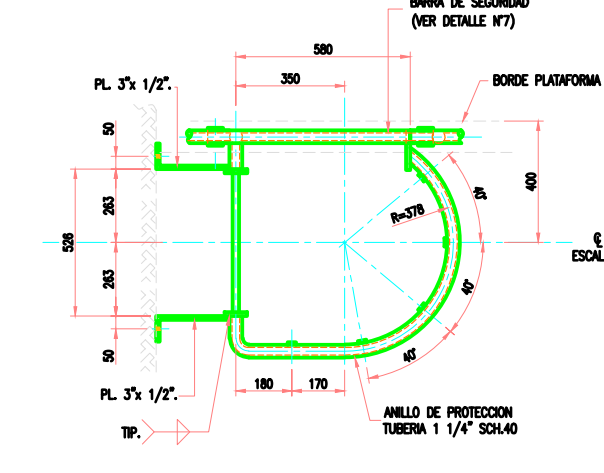
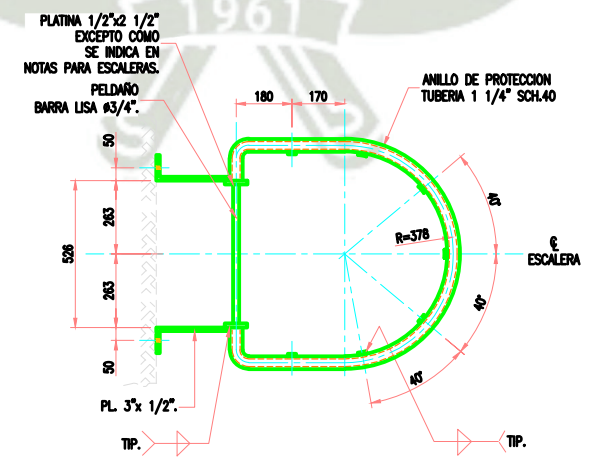
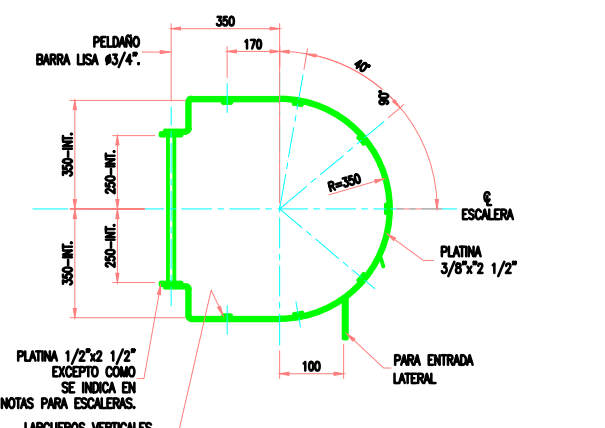
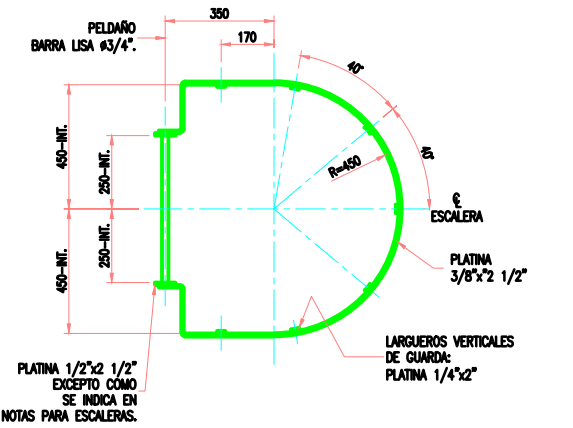
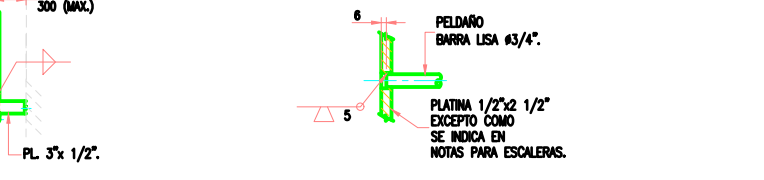
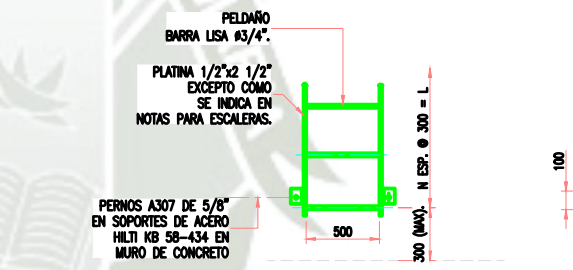
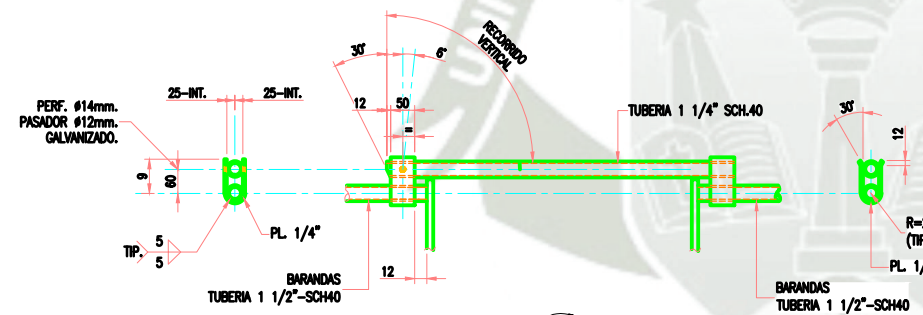
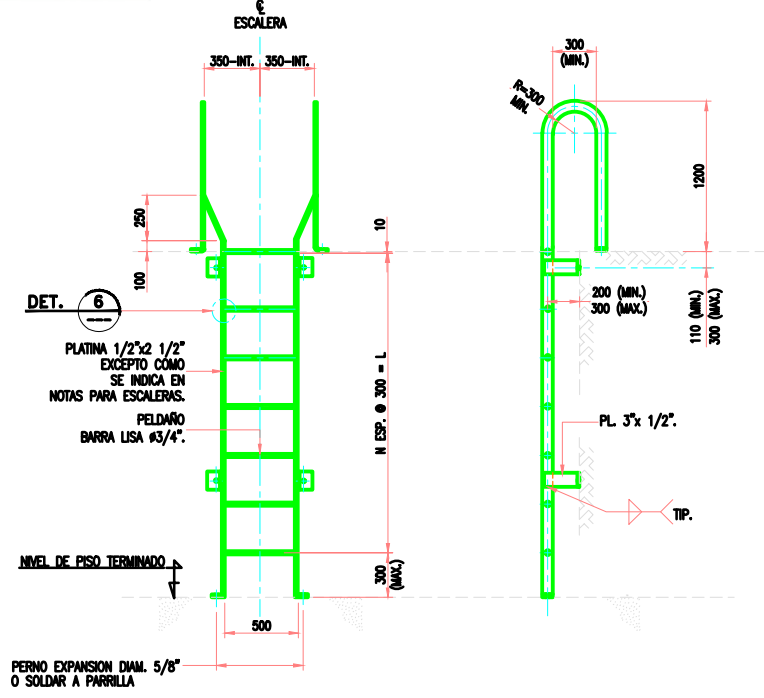
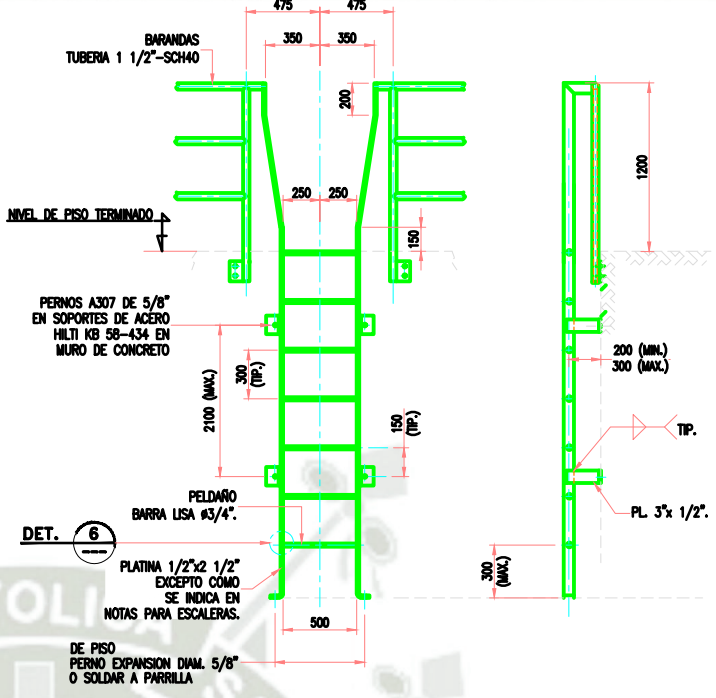
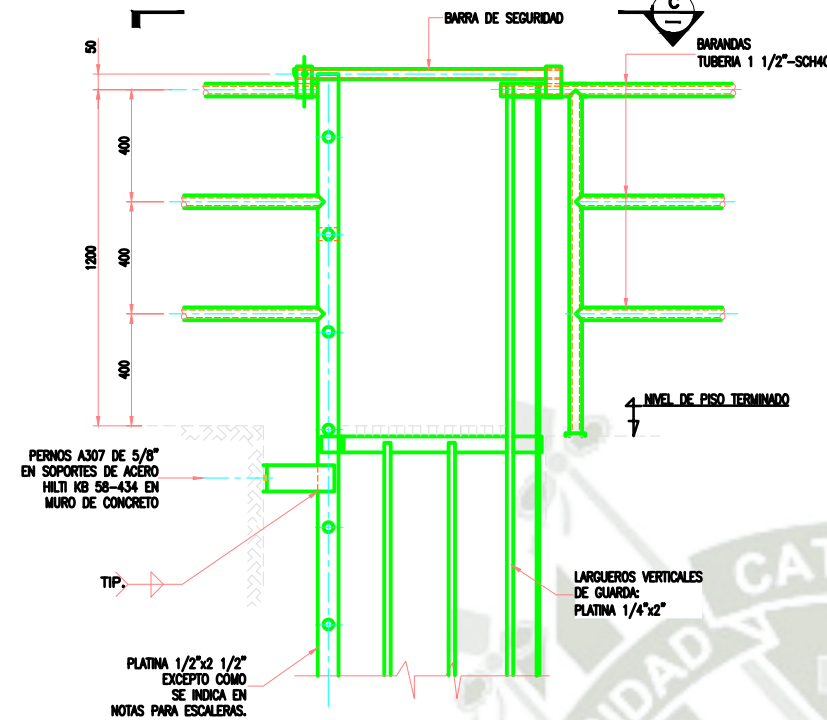
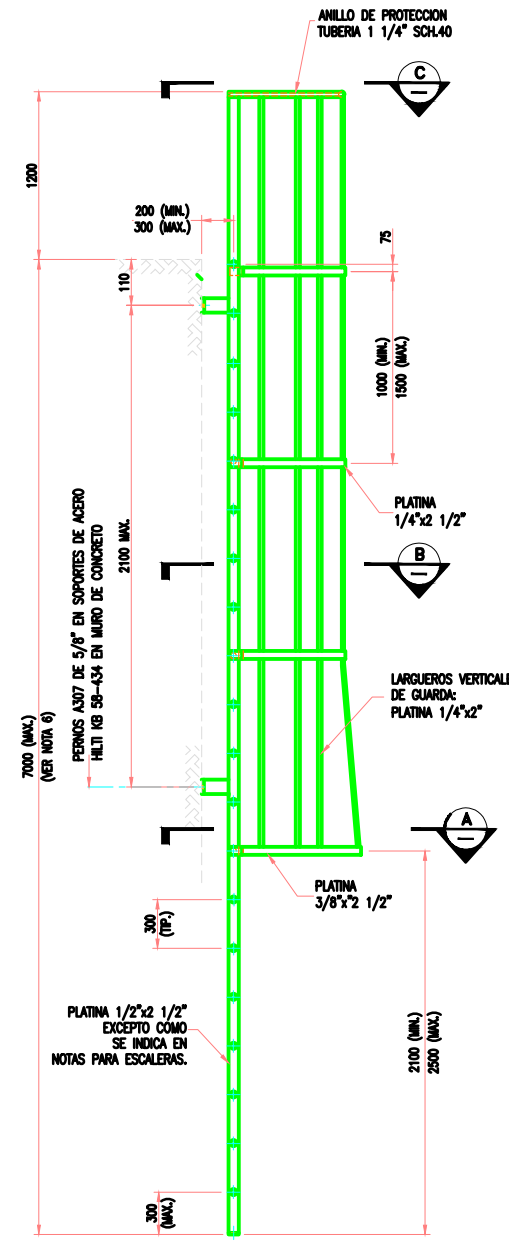
981227831



# Anexo F

## Estándares referenciales de fabricación

STD-4-04



NOTAS PARA ESCALERAS:

1.- DONDE LAS ESCALERAS NO PUEDEN SER SUJETAS A CENTRO 3000 LA PLATINA SOPORTE SE AUMENTARA DE TAMAÑO DE LA SIGUIENTE FORMA:

PLATINA SOPORTE	ESPACIAMIENTO MAX. PARA SOPORTE
PLATINA 1/2"x3"	4400
PLATINA 1/2"x3 1/2"	5200
PLATINA 1/2"x4"	5800

No.	REVISIONES	DIBUJADO POR:	REVISADO POR (ING):	APROBADO POR:	FECHA	No. PLANO REF.	NOMBRE PLANO DE REFERENCIA	PROCEDIMIENTO DE APROBACION SCC				SOUTHERN COPPER SOUTHERN PERU	TOQUEPALA EDIFICIO-ZONA ESTANDARIZACION CIVIL - ESTRUCTURAS DETALLES ESCALERAS VERTICALES	ADVERTENCIA	PROY. DIB.	ESC. IND.
								RESPONSABLE	POR	FIRMA	FECHA					
								DIBUJO	C. ESPRITU		JUN. 2021					
								REVISOR	J. PINTO		JUN. 2021					
								SEÑOR/COORD	J.V. / C.M.		JUN. 2021					
								APROBACION	R. CATAORA		JUN. 2021					
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	E. AGUIRRE	P. SANTILLAN	M. COZALE	JUN. 2018			APROBACION	R. CATAORA		JUN. 2021					

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

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos

Invirtiendo en la educación no olvide referenciar esta tesis

ROUTE: C:\Users\Ignacio\Desktop\STD-4-04.dwg

**NOTAS GENERALES DE ESTRUCTURA DE ACERO:**

- ESTOS DETALLES DE ESTANDARES INCLUYENDO NOTAS GENERALES DE ACERO FORMAN PARTE DE TODOS LOS PLANOS DE DISEÑO. EN CASO DE EXISTIR DISCREPANCIAS ENTRE PLANOS DE DISEÑO, LOS DIBUJOS DE DETALLES ESTANDARES Y LAS ESPECIFICACIONES, EL ORDEN DE PRIORIDAD SERÁ:
  - PRIMERO -LOS PLANOS DE DISEÑO
  - SEGUNDO -LOS PLANOS DE DETALLES ESTANDARES
  - TERCERO -LAS ESPECIFICACIONES
- LOS DETALLES ESTANDARES QUE FIGURAN EN LOS PLANOS ESTANDARES SE DEBEN USAR DONDE CORRESPONDAN SALVO INDICACION CONTRARIA EN PLANOS DE DISEÑO.
- TODO ACERO DEBE ESTAR DE ACUERDO CON ASTM A36 SALVO INDICACION CONTRARIA EN LOS PLANOS DE DISEÑO.
- CONEXIONES
  - LAS CONEXIONES SERAN SOLDADAS EN EL TALLER Y EMPERNADAS EN EL CAMPO SALVO INDICACION CONTRARIA EN LOS PLANOS DE DISEÑO.
  - TODAS LAS CONEXIONES EMPERNADAS SE EFECTUARAN CON PERNOS ASTM A325 3/4" DIAM. DE ALTA RESISTENCIA A LA TENSION, EL TIPO DE APOYO CON PLANO DE CORTE EN ZONA ROSCADA. SE UTILIZARAN POR LO MENOS DOS PERNOS, SALVO INDICACION CONTRARIA.
  - TODAS LAS CONEXIONES DE SOLDADURA ESTARAN DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS AWS D1.1 DE ARCO METALICO PROTEGIDO (AWS A5.1 E70XX). ARCO SUMERGIDO (AWS A5.17 F7XX-EXXX), ARCO METALICO PARA GAS (AWS A5.18 E705-X) 6 ARCO DE NUCLEO FUNDENTE (AWS A5.20 E7XT-X).
  - TODA SOLDADURA A TOPE DEBE SER DE PENETRACION COMPLETA SALVO INDICACION CONTRARIA EN LOS PLANOS.
  - EL TAMAÑO MÍNIMO DEL FILETE DE SOLDADURA DEBER SER 5mm.(3/16") SALVO INDICACION CONTRARIA.
  - LAS CARTELAS DEBEN TENER UN MÍNIMO DE 3/8" SALVO INDICACION CONTRARIA. LAS CARTELAS DE CONEXION EN LOS ARRIOSTRES DEBEN CONECTARSE A AMBOS MIEMBROS ADYACENTES. SI LO ANTERIOR NO ES PRACTICO, LAS CARTELAS DEBERAN DISEÑARSE DEBIDAMENTE PARA RESPONDER A PANDEOS LOCALES OCASIONADOS POR LA EXCENTRICIDAD.
  - A LAS CONEXIONES DE VIGAS CON ARMADURA QUE NO SE SOMETAN A MOMENTOS Y FUERZAS AXIALES O DONDE LAS REACCIONES O ESFUERZOS CORTANTES VERTICALES NO FIGUREN EN LOS PLANOS DE DISEÑO, SE LE ASIGNARA UNA CARGA VERTICAL DEL 50 POR CIENTO DE CAPACIDAD DE LA CARGA TOTAL UNIFORME TAL COMO SE ESTIPULA EN EL "MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION" DE AISC.9na EDICION, PARTE 2. TODAS LAS CONEXIONES DEBERAN CEÑIRSE A LA TABLA 1 Y TABLA 3 (CASO 1), PARTE 4 DE DICHO MANUAL.
  - EN LOS CALCULOS DE LAS CONEXIONES SOMETIDAS A MOMENTOS, FUERZAS AXIALES Y CORTANTES SE DEBE INCLUIR LO SIGUIENTE:
    - (I) INDICACION VECTORIAL DE MOMENTOS Y ESFUERZOS
    - (II) CALCULOS QUE JUSTIFIQUEN LA CANTIDAD DE PERNOS, TAMAÑO Y LONGITUD DE SOLDADURA Y ESPESOR DE LOS MATERIALES DE CONEXION.
  - LAS FUERZAS INDICADAS EN LOS PLANOS DE DISEÑO SON FUERZAS NETAS PARA EL DISEÑO DE LAS CONEXIONES. NO SE REALIZARAN REDUCCIONES ADICIONALES.
  - LAS DISTINTAS FUERZAS QUE FIGURAN EN LOS PLANOS DE DISEÑO TENDRAN EL SIGUIENTE SIGNIFICADO:
    - EL SIGNO (+) DESIGNA LA TENSION AXIAL
    - EL SIGNO (-) DESIGNA LA COMPRESION AXIAL
- LAS CONEXIONES Y VIGAS AMARRADAS A COLUMNAS EN LOS EXTREMOS DE LOS MIEMBROS ARRIOSTRADOS DE TENSION O COMPRESION DEBERAN DESARROLLAR LA RESISTENCIA REQUERIDA PARA RESISTIR LAS FUERZAS QUE SE INDICAN EN LOS PLANOS DE DISEÑO. CUANDO NO SE INDIQUE NINGUNA FUERZA, LA FUERZA AXIAL MÍNIMA DE DISEÑO SERA DE 65kN (15 KIPS).
- LOS EMPALMES DE LAS COLUMNAS DEBEN DESARROLLAR LAS CARGAS INDICADAS EN LOS PLANOS. PERO NO MENOS DEL 50 POR CIENTO DE LA FUERZA DE LOS MIEMBROS EN PANDEO Y ESFUERZO DE CORTE NI MENOS DEL 100 POR CIENTO EN COMPRESION.
- LAS CUERDAS PARA EMPALMAR LA ARMADURA SE DEBEN DISEÑAR PARA DESARROLLAR LAS CARGAS INDICADAS EN LOS PLANOS DE DISEÑO. PERO DEBEN SER MENORES AL 50 POR CIENTO DE LA FUERZA DE LOS MIEMBROS.
- SE DEBEN DETALLAR TODOS LOS ARRIOSTRES EN DIAGONAL DE MODO QUE GENEREN UNA TENSION INICIAL AL REDUCIR LA DISTANCIA REAL ENTRE LOS CENTROS DE LOS AGUJEROS UBICADOS EN LOS EXTREMOS DE LAS CONEXIONES. SEGUN LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES:
  - PARA LONGITUD DE 0 A 3m NO REDUCIR
  - PARA LONGITUD DE 3m A 6m REDUCIR 1mm
  - PARA LONGITUD DE 6m A 10.5m REDUCIR 3mm
  - PARA LONGITUDES MAYORES DE 10.5m REDUCIR 5mm
- LOS ELEMENTOS COMPUESTOS POR DOS PERFILES LAMINADOS SE CONECTARAN CON PLANCHAS DE RELLENO INTERCALADAS DE ACUERDO CON LOS REQUERIMIENTOS DEL "MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION" DE AISC.9na EDICION.
- PARA CONEXIONES SOLDADAS EN TERRENO, TODAS LAS VIGAS DEBERAN SER CORTADAS EN ANGULO REAL SEGUN LA ESPECIFICACION. LA TOLERANCIA DEL LARGO: =+0 Y EL REBAJE MAXIMO PERMITIDO =-6mm
- PARA UNA COMPLETA PENETRACION DE LAS SOLDADURAS EN TERRENO, UNA PLATINA DE RESPALDO DEBERA SER USADA. PARA ENMOS DE ACERO ASEGURARLAS A LA PIEZA CON SOLDADURA PUNTEADA. PARA LAS DE ACERO GALVANIZADO, ENVIARLAS SUELTAS.
- PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS (ULTRASONICAS, MAGNETICAS, RADIACION ETC.) SON NECESARIAS EN LAS SOLDADURAS. PARA CRITERIOS DE ACEPTACION, VER ESPECIFICACION DE LA SOCIEDAD AMERICANA DE SOLDADURAS (AWS) D1.1.
- LAS CONEXIONES DE VIGAS QUE NO SEAN MENCIONADAS O DEFINIDAS HAN DE SER SUJETADAS CON CLIP DE DOBLE ANGULO, SOLDADAS EN TALLER A LAS VIGAS Y EMPERNADAS EN EL TERRENO A LAS PIEZAS SOPORTANTES, DE ACUERDO CON LAS ESPECIFICACIONES. EL FABRICANTE PUEDE SUBSTITUIR PERNOS POR SOLDADURA EN TALLER EN AMBOS CLIPS ANGULARES DE CONEXION DONDE SEA NECESARIO PARA EL MONTAJE.
- TODOS LOS EMPALMES DE SOLDADURA DEBEN SER APROBADOS A PRIORI POR LA SUPERVISION DE INGENIERIA, A NO SER QUE SE INDIQUE EN LOS PLANOS DE INGENIERIA BASICA.
- EL FONDO DE LA COLUMNA DEBE CONSTITUIRSE DE MODO QUE SOPORTE CARGAS TOTALES SALVO INDICACION CONTRARIA EN LOS PLANOS DE DISEÑO.
- EL TAMAÑO DE LAS PIEZAS ESTRUCTURALES ENSAMBLADAS PUEDE SER LIMITADO PARA TRANSPORTAR A LAS DIMENSIONES DE ALTURA Y ESPACIO LIBRE PERMITIDAS SUJETAS A LA APROBACION DEL INGENIERO. EL FABRICANTE PROVEERA CONEXIONES QUE PERMITAN LA MENOR CANTIDAD DE TRABAJO HECHO EN TERRENO.

- LOS ESCALONES DE LA ESCALERA SERAN DEL TIPO PARRILLA CON RODAPIE O CANTONERA DEL TIPO PLANCHA ESTRIBADA DONDE SE INDIQUE EN EL PLANO DE DISEÑO Y DEBERA SOPORTAR EL MAYOR DE 500 Kg./m<sup>2</sup> (100 PSF) 6 UNA CARGA CONCENTRADA DE 140 Kg. (300 lb), APLICADA EN EL CENTRO DE LA LUZ.
- LA BARANDA DEBE SER SUMINISTRADA SEGUN SE MUESTRA EN EL PLANO DE DISEÑO PARA PLATAFORMAS, PASARELAS, RAMPAS Y PISOS DE LADOS ABIERTOS CON UNA ALTURA DE 750mm O SUPERIOR AL PISO ADYACENTE O NIVEL DEL PISO. SE CONSIDERAN LADOS ABIERTOS AQUELLO CON 75mm O MAS DE ESPACIO ENTRE EL BORDE DE LA PLATAFORMA Y LA ESTRUCTURA SOLIDA MAS CERCANA.
- SE DEBE SUMINISTRAR RODAPIES COMO SE MUESTRA EN LOS PLANOS DE DISEÑO PARA PLATAFORMAS, PASARELAS Y RAMPAS.
- ELEVACIONES
  - SE INDICA LA ELEVACION HASTA EL TOPE DEL MIEMBRO DE LA ARMADURA (T.O.S.), EN LA PARTE INFERIOR DE LA PLANCHA ESTRIBADA O PARRILLA SALVO INDICACION CONTRARIA.
  - LAS VARIACIONES DE LAS ELEVACIONES DEL PISO (T.O.S.) QUE FIGURAN EN LOS PLANOS SE INDICAN ASI (-....) 6 (+....).
- MANTENER TODAS LAS MEDIDAS EXTERNAS CON EXACTITUD PARA TODAS LAS CORRIDAS CONTINUAS DE VIGAS PARA EVITAR ERROR ACUMULATIVO.
- AGUJEROS RANURADOS QUE PERMITAN UN AJUSTE VERTICAL TOTAL DE 25mm SERAN PREVISTOS CUANDO UNO O AMBOS EXTREMOS DEL MARCO DE ACERO SE CONECTA A CONCRETO, MAPOSTERIA O ACERO EXISTENTE.
- LAS DIMENSIONES MAS (+) O MENOS (-) ANOTADAS DESPUES DEL TAMAÑO DE LA PIEZA EN LA VISTA DE PLANTA SON DESDE EL TOPE DE LA ELEVACION DEL ACERO MENCIONADA EN LA VISTA DE PLANTA GLOBAL. POR EJEMPLO: W10x22(-100)
- NO PINTAR EN TALLER MENOS DE 75mm ALREDEDOR DE AQUELLAS CONEXIONES A SOLDAR EN TERRENO.
- TODAS LAS SOLDADURAS EN EXTREMOS BISELADOS TENDRAN UNA JUNTA DE PENETRACION COMPLETA DE ACUERDO CON LA ESPECIFICACION AWS D1.1 DE SOLDADURAS ESTRUCTURALES, A MENOS SE INDIQUE LO CONTRARIO EN LOS PLANOS DE DISEÑO.
- ARRIOSTRAMIENTOS: LA LINEA DE ENCUENTRO PARA ARRIOSTRES, VIGAS Y COLUMNAS SE INTERSECTARAN EN UN PUNTO COMUN A MENOS QUE SE INDIQUE DE OTRA FORMA EN LOS DETALLES. ESTA LINEA COMUN DE TRABAJO ESTARA EN EL EJE DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL REFUERZO EXCEPTO DONDE LOS ANGULOS (UNO JUNTO A OTRO POR ATRAS) O ALMAS DE LAS TEES SON CONECTADAS. AQUI EN ESTE CASO LA LINEA DE TRABAJO COINCIDIRA CON EL GAGE ESTANDAR PROVISIO EN EL MANUAL DEL AISC. (LO MAS PROXIMO COMO SEA PRACTICADO AL EJE DEL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA PIEZA).
- LA SECUENCIA Y LOS PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA SERAN TALES QUE MINIMIZEN LA DISTORSION Y ENGOMIEMTO.
- LAS FUERZAS INDICADAS EN LOS PLANOS DE DETALLE SON EN KN DONDE:
  - T -INDICA TENSION
  - C -INDICA COMPRESION
  - V -INDICA ESFUERZO DE CORTE
- TODAS LAS DIMENSIONES SON EN MILIMETROS, TODAS LAS ELEVACIONES EN METROS.

**NOTAS PARA PLANCHAS DE PISO:**

- EN PISOS CON CUBIERTA SERAN DE PLANCHA ESTRIBADA DE ACERO DE 1/4" DE ESPESOR NETO, SALVO INDICACION CONTRARIA.
- TODAS LAS PLANCHAS DE PISO SERAN PERMANENTES Y SOLDADAS EN OBRA AL ACERO SOPORTANTE, A MENOS SE INDIQUE DE OTRA FORMA EN LOS PLANOS.
- DONDE SEA NECESARIO TENER PLANCHAS DE PISO DESMONTABLES, AVELLANARLA PARA PERNOS DE CABEZA PLANA DE 5/8", DE DIAM. A 300mm MAXIMO C/C EL ACERO SOPORTANTE SERA PERFORADO, ROSCADO EN OBRA Y ADAPTADO SEGUN SE NECESITE.
- LAS ABERTURAS EN LA PLANCHA DE PISO DE DIAMETRO 200 O MENORES Y SERAN UBICADAS Y CORTADAS EN OBRA A MENOS SE INDIQUE LO CONTRARIO.
- COLLARES NO SON NECESARIOS PARA ABERTURAS MENORES A 100 DE DIAMETRO. EN OBRA PROVEER COLLARES DE ALTURA 100mm. PARA ABERTURAS DE DIAMETRO 100 A 200.

**NOTAS PARA PARRILLA:**

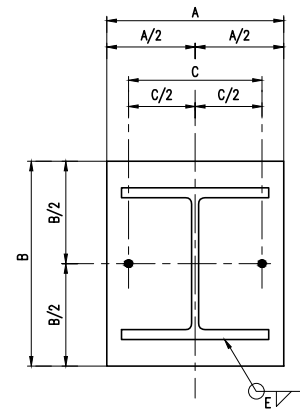
- A MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO LAS PARRILLAS SERAN DE ACERO SOLDADO DE 32mm x 5mm, A 30mm c/c; LAS BARRAS DE CRUCE MÍNIMO DE 3/8"DIAM., SEPARADOS A 100mm c/c. LA PARRILLAS EXTERNAS SERAN DENTADAS, EN PENDIENTES Y APLICACIONES EXTERIORES.
- LA PARRILLA SERA ASEGURADA CON UN CLIP DE ANCLAJE DE 50mm COMO LARGO MÍNIMO Y CON PERNOS. LOS ANCLAJES DEBERAN SER DISEÑADOS PARA ENCAJAR SOBRE DOS PLATNAS SOPORTE Y UN MÍNIMO DE CUATRO DE ELLOS SERAN INSTALADOS PARA CADA PANEL. LOS ANCLAJES SERAN PROVISTOS POR PARTE DEL FABRICANTE CON UN 5% DE MAS PARA CUBRIR PERDIDAS. LA INSTALACION SERA HECHA POR EL MONTAJISTA.
- LAS PARRILLAS DESMONTABLES TENDRAN SU RANURA DE CORTE POR DONDE PASEN TUBERIAS.
- LOS EXTREMOS DE LAS PARRILLAS SE APOYARAN EN UN ANCHO MÍNIMO DE 38mm. EN LAS VIGAS DE SOPORTE.
- ABERTURAS EN PARRILLA DE DIAMETRO 200 6 MENOR SERAN UBICADAS Y CORTADAS EN TERRENO A MENOS SE INDIQUE LO CONTRARIO.
- ABERTURAS EN PARRILLA DE DIAMETRO 250 6 MAYORES SERAN SOPORTADAS CON MARCO Y SE MOSTRARAN EN LOS PLANOS DE DETALLES.
- COLLARES NO SON NECESARIOS PARA ABERTURAS DE DIAMETRO MENORES A 100, EN OBRA INSTALAR COLLARES DE ALTURA 100mm. PARA ABERTURAS DE DIAMETRO 100 A 200.

ABREV.	DEFINICION
AB	PERNO DE ANCLAJE
BC	CIRCUNFERENCIA DE PERNOS
BM	VIGA
BOT	FONDO
BO	FONDO DE
BOS	FONDO DE ACERO
BS	AMBOS LADOS
CANT	VIGA EN VOLADIZO
C/C	CENTRO A CENTRO
C TO C	CENTRO A CENTRO
CHKD	ESTRIBADA
CL	ABERTURA
COL	COLUMNA
CONC	CONCRETO
CONN	CONEXION
CONST	CONSTRUCCION
CONT	CONTINUO
CORR	CORRUGADO
DWG	DIBUJO
EA	CADA
EL	ELEVACION (ALTURA)
ELEV	ELEVACION (VISTA)
EQ	IGUAL O EQUIVALENTE
EQUIP	EQUIPO
FAB	FABRICADO
FABR	FABRICANTE
FLG	BRIDA
FS	LADO LEJANO
GA	CALIBRE
GALV	GALVANIZADO
GEN	GENERAL
GRTG	PARRILLA (GRATING)
HR	BARANDA
HSB	PERNO DE ALTA RESISTENCIA
INCL	INCLUYE
LG	LONGITUD
LLH	SOPORTE HORIZONTAL LARGO
LLV	SOPORTE VERTICAL LARGO
LOC	UBICACION
MAX	MAXIMO
MIN	MINIMO
NS	LADO CERCAÑO
OC	EN EL CENTRO
OPNG	ABERTURA
OPP	OPUESTO
PS	SOPORTE DE TUBERIA
PL	PLANCHA / PLACA
PLATF	PLATAFORMA
RAD	RADIO
REF	REFERENCIA
REQD	REQUERIDO
SIM	SIMILAR
SPCD	ESPACIADO
SPCG	ESPACIAMIENTO
SPCS	ESPACIO
SPEC	ESPECIFICACION
SQ	CUADRADO
STIFF	ARRIOSTRE
STL	ACERO
STRUCT	ESTRUCTURAL
SUPT	SOPORTE
SYM	SIMETRICO
THK	ESPESOR
THD	ROSCADO
TO	TOPE DE
TOC	TOPE DE CONCRETO
TOG	TOPE DE GROUT
TO PLATF	TOPE DE PLATAFORMA
TOS	TOPE DE ACERO
T	PELDAÑO
TIP	TIPICO
UNO	SALVO INDICACION CONTRARIA
U/S	LADO BAJO
UT	PRUEBA DE ULTRASONIDO
W/	CON
W/O	SIN
WP	PUNTO DE TRABAJO

DETALLE	TAMAÑO COLUMNA	A	B	C	E
1	W6x15 HASTA 25	200	200	100	6
2	W8x18 HASTA 67	250	250	150	6
3	W10x22 HASTA 45	250	310	150	6
4	W10x49 HASTA 112	310	310	150	8
5	W12x26 HASTA 50	250	360	150	8
6	W12x53 HASTA 106	360	360	200	8
7	W12x120 HASTA 190	360	410	200	8

**2 - PERNOS DETALLE PLACA BASE**

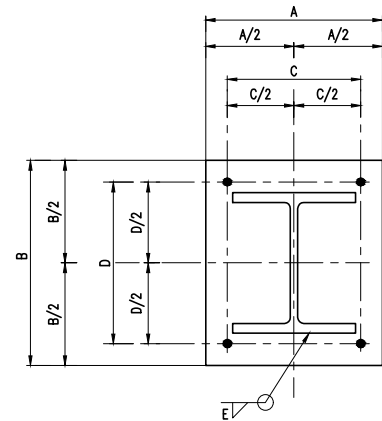
MAXIMO TAMAÑO DE PERNOS APLICABLES A ESTE DETALLE ES 1 1/4" DIAM.



DETALLE	TAMAÑO COLUMNA	A	B	C	D	E
8	W6x15 HASTA 25	360	360	230	230	8
9	W8x18 HASTA 28	360	410	250	310	8
10	W8x31 HASTA 67	410	410	310	310	8
11	W10x22 HASTA 45	380	460	280	360	8
12	W10x49 HASTA 112	460	460	360	360	8
13	W12x26 HASTA 50	410	510	280	410	8
14	W12x53 HASTA 106	510	510	410	410	8
15	W12x120 HASTA 190	510	530	410	430	8
16	W14x22 HASTA 38	360	530	250	430	8
17	W12x120 HASTA 53	380	530	280	430	8

**4 - PERNOS DETALLE PLACA BASE**

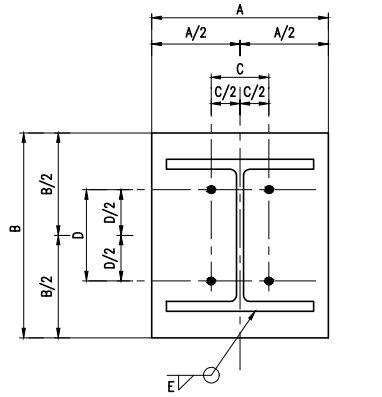
MAXIMO TAMAÑO DE PERNOS APLICABLES A ESTE DETALLE ES 1 1/4" DIAM.



DETALLE	TAMAÑO COLUMNA	A	B	C	D	E
18	W12x40 HASTA 50	300	350	150	150	8
19	W12x53 HASTA 106	350	350	150	150	8
20	W12x120 HASTA 190	350	410	150	150	8
21	W14x43 HASTA 53	300	410	150	150	8

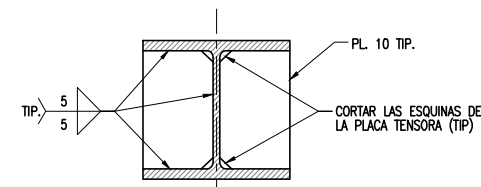
**4 - PERNOS DETALLE PLACA BASE**

MAXIMO TAMAÑO DE PERNOS APLICABLES A ESTE DETALLE ES 1 1/4" DIAM.



**NOTAS PARA PLACAS BASE**

- PARA ESPESOR DE LA PLACA BASE, TAMAÑO DE LOS PERNOS DE ANCLAJE, Y SU PROYECCION VEA LOS PLANOS DE DISEÑO.
- LAS DIMENSIONES A & B DE LA PLACA BASE Y EL TAMAÑO DE LA SOLDADURA W SON SOLAMENTE LOS MÍNIMOS NECESARIOS PARA ESPACIO LIBRE DIMENSIONAL. EL INGENIERO DE DISEÑO ASEGURARA QUE LAS DIMENSIONES DE LA PLACA BASE Y LA SOLIDEZ DE LA SOLDADURA SON ADECUADAS.
- LOS AGUJEROS EN LA PLACA BASE SERAN 8mm MAYORES QUE EL DIAMETRO DE LOS PERNOS DE ANCLAJE HASTA 1" DIAM. Y 12mm. PARA PERNOS DE 1 1/4" DE DIAM. Y MAYORES.



NOTAS: SOLDADURAS MAYORES QUE 5mm. SERAN INDICADAS EN LOS PLANOS DE DISEÑO

**DETALLE TIPICO PLACA TENSORA**

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DISEÑO CHK.	APROBADO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DISEÑO CHK.	APROBADO	DWG. N°.	PLANOS DE REFERENCIA	APROBADO FECHA : .	FECHA :	ESTANDARES ESTRUCTURALES METALICAS ESPECIFICACIONES DETALLES Y NOTAS GENERALES ABBREVIATURAS	ESCALA:	NUMERO DE PLANO	REV.
												DISEÑADO POR:			INDICADA	A1-200249-0-31-001	0
												PROCESADO POR:					
												REVISADO POR:					
												APROBADO POR:					
												JEFE DE PROYECTO:					
												EQUIVALE: SMCV					

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos  
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

## Anexo G

# Cronograma del mantenimiento Overhaul sin el sistema mecánico y Cronograma de fabricación y montaje de estructuras





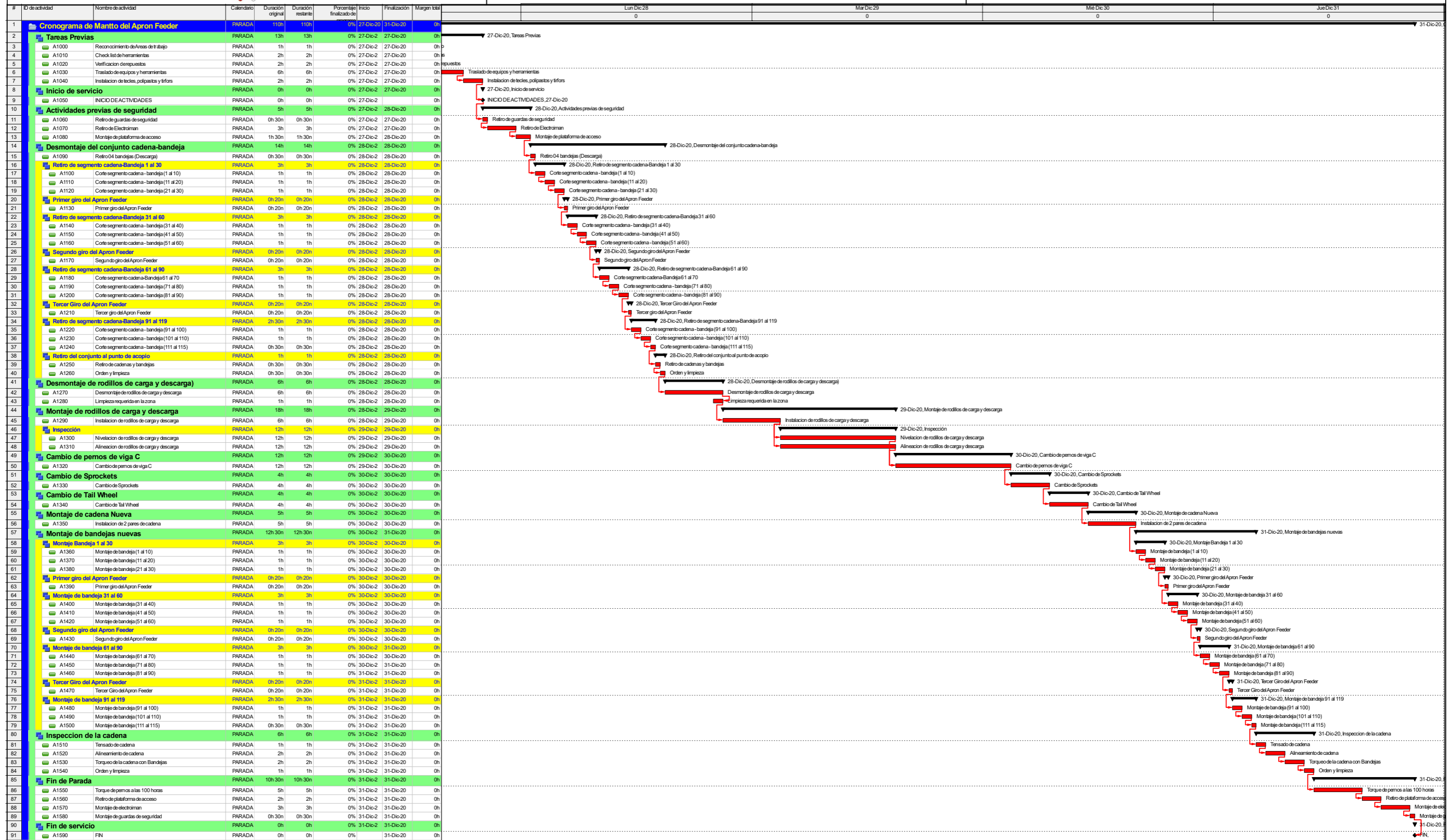






# CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO OVERHAUL DEL APRON FEEDER SIN SISTEMA MECÁNICO

03-Abr-23 21:30



Actual Level of Effort    Remaining Work    Milestone  
 Actual Work    Critical Remaining Work    summary



# Anexo H

## Presupuesto

### Presupuesto

Presupuesto **1101001 FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS PARA EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER**  
 Cliente **COMPAÑÍA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ** Costo al **08/01/2023**  
 Lugar **CUSCO - CUSCO - CUSCO**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio U\$	Parcial U\$
01	<b>ESTRUCTURA METALICA</b>				<b>39,946.29</b>
01.01	<b>PLATAFORMA PRINCIPAL</b>				<b>31,498.87</b>
01.01.01	SUMINISTRO DE MATERIALES LIMA - AREQUIPA	kg	7,692.33	2.05	15,769.28
01.01.02	FABRICACION DE ESTRUCTURA PESADA	kg	7,692.33	1.45	11,153.88
01.01.03	GRANALLADO COMERCIAL SSPC SP6	m2	160.00	3.00	480.00
01.01.04	PINTADO DE ESTRUCTURAS PRIMERA CAPA (8MILLS)	m2	474.59	5.11	2,425.15
01.01.05	PINTADO DE ESTRUCTURAS SEGUND CAPA (2MILLS)	m2	474.59	3.52	1,670.56
01.02	<b>SOPORTE DE TAMBOR MOTRIZ</b>				<b>5,040.62</b>
01.02.01	SUMINISTRO DE MATERIALES LIMA - AREQUIPA	kg	1,448.96	1.71	2,477.72
01.02.02	FABRICACION DE ESTRUCTURA PESADA	kg	1,448.96	1.45	2,100.99
01.02.03	GRANALLADO COMERCIAL SSPC SP6	m2	39.94	3.00	119.82
01.02.04	PINTADO DE ESTRUCTURAS PRIMERA CAPA (8MILLS)	m2	39.64	5.11	202.56
01.02.05	PINTADO DE ESTRUCTURAS SEGUND CAPA (2MILLS)	m2	39.64	3.52	139.53
01.03	<b>SOPORTE DE WINCHE ELÉCTRICO</b>				<b>1,420.93</b>
01.03.01	SUMINISTRO DE MATERIALES LIMA - AREQUIPA	kg	403.31	1.73	697.73
01.03.02	FABRICACION DE ESTRUCTURA PESADA	kg	403.31	1.45	584.80
01.03.03	GRANALLADO COMERCIAL SSPC SP6	m2	11.90	3.00	35.70
01.03.04	PINTADO DE ESTRUCTURAS PRIMERA CAPA (8MILLS)	m2	11.90	5.11	60.81
01.03.05	PINTADO DE ESTRUCTURAS SEGUND CAPA (2MILLS)	m2	11.90	3.52	41.89
01.04	<b>TAMBOR MOTRIZ</b>				<b>1,985.87</b>
01.04.01	SUMINISTRO DE MATERIALES LIMA - AREQUIPA	kg	664.17	1.54	1,022.82
01.04.02	FABRICACION DE ESTRUCTURA PESADA	kg	664.17	1.45	963.05
02	<b>ACCESORIOS</b>				<b>12,971.89</b>
02.01	<b>EJES Y BUJES</b>				<b>5,525.12</b>
02.01.01	SUMINISTRO DE MAQUINADOS (01 EJE Y 02 BUJES QD)	und	1.00	5,525.12	5,525.12
02.02	<b>ESCALERAS</b>				<b>2,386.15</b>
02.02.01	SUMINISTRO DE MATERIALES LIMA - AREQUIPA	kg	656.18	1.40	918.65
02.02.02	FABRICACION DE ESTRUCTURA LIVIANA	kg	656.18	1.96	1,286.11
02.02.03	GRANALLADO COMERCIAL SSPC SP6	m2	13.68	3.00	41.04
02.02.04	PINTADO DE ESCALERAS PRIMERA CAPA (8MILLS)	m2	13.68	6.74	92.20
02.02.05	PINTADO DE ESCALERAS SEGUNDA CAPA (2MILLS)	m2	13.68	3.52	48.15
02.03	<b>BARANDAS</b>				<b>2,168.33</b>
02.03.01	SUMINISTRO DE MATERIALES LIMA - AREQUIPA	kg	548.85	1.27	697.04
02.03.02	FABRICACION DE ESTRUCTURA LIVIANA	kg	548.85	1.96	1,075.75
02.03.03	GRANALLADO COMERCIAL SSPC SP6	m2	29.83	3.00	89.49
02.03.04	PINTADO DE BARANDAS PRIMERA CAPA (8MILLS)	m2	29.83	6.74	201.05
02.03.05	PINTADO DE ESCALERAS SEGUNDA CAPA (2MILLS)	m2	29.83	3.52	105.00
02.04	<b>REJILLA DE PISO</b>				<b>1,119.38</b>
02.04.01	SUMINISTRO DE GRATING + INSTALACIÓN	m2	18.75	59.70	1,119.38
02.05	<b>YUGO DE IZAJE</b>				<b>762.17</b>
02.05.01	SUMINISTRO DE MATERIALES LIMA - AREQUIPA	kg	222.33	1.75	389.08
02.05.02	FABRICACION DE ESTRUCTURA PESADA	kg	222.33	1.45	322.38
02.05.03	GRANALLADO COMERCIAL SSPC SP6	m2	4.36	3.00	13.08
02.05.04	PINTADO DE ESTRUCTURAS PRIMERA CAPA (8MILLS)	m2	4.36	5.11	22.28
02.05.05	PINTADO DE ESCALERAS SEGUNDA CAPA (2MILLS)	m2	4.36	3.52	15.35
02.06	<b>PERNOS Y ANCLAJES</b>				<b>1,010.74</b>
02.06.01	SUMINISTRO DE PERNOS Y ANCLAJES	und	1.00	1,010.74	1,010.74
03	<b>FACILIDADES</b>				<b>15,120.54</b>
03.01	<b>SOPORTE DE POLIN</b>				<b>15,120.54</b>

### Presupuesto

Presupuesto 1101001 FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS PARA EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER  
 Cliente COMPAÑÍA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ Costo al 08/01/2023  
 Lugar CUSCO - CUSCO - CUSCO

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio U\$	Parcial U\$
03.01.01	SUMINISTRO DE MATERIALES LIMA - AREQUIPA	kg	3,837.05	1.63	6,254.39
03.01.02	FABRICACION DE ESTRUCTURA LIVIANA	kg	3,837.05	1.96	7,520.62
03.01.03	GRANALLADO COMERCIAL SSPC SP6	m2	165.91	3.00	497.73
03.01.04	PINTADO DE ESTRUCTURAS PRIMERA CAPA (8MILLS)	m2	165.91	5.11	847.80
04	<b>INGENIERÍA</b>				<b>1,832.58</b>
04.01	<b>INGENIERÍA PARA PLANOS DE FABRICACIÓN DE TALLER</b>				<b>1,221.72</b>
04.01.01	INGENIERIA PARA PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE	kg	15,271.52	0.08	1,221.72
04.02	<b>CALCULO ESTRUCTURAL PARA LA FABRICACION Y MANIOBRA</b>				<b>610.86</b>
04.02.01	CALCULO ESTRUCTURAL	kg	15,271.52	0.04	610.86
05	<b>PRUEBAS DE CALIDAD</b>				<b>784.81</b>
05.01	<b>PRUEBAS DE LIQUIDOS PENETRANTES (TODAS LAS SOLDADURAS)</b>				<b>763.58</b>
05.01.01	PRUEBA DE SOLDADURA LIQUIDOS PENETRANTES	kg	15,271.52	0.05	763.58
05.02	<b>PRUEBAS DE ULTRASONIDO (SOLO EN OREJAS DE IZAJE)</b>				<b>21.23</b>
05.02.01	PRUEBA DE ULTRASONIDO	kg	45.18	0.47	21.23
06	<b>MONTAJE</b>				<b>17,501.64</b>
06.01	<b>MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS</b>				<b>16,493.24</b>
06.01.01	MOVILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS AREQUIPA CUSCO	kg	15,271.52	0.13	1,985.30
06.01.02	MONTAJE DE ESTRUCTURA	kg	15,271.52	0.95	14,507.94
06.02	<b>MONTAJE DE EQUIPOS</b>				<b>1,008.40</b>
06.02.01	MONTAJE DE EQUIPOS	und	1.00	1,008.40	1,008.40
07	<b>PREPARACIÓN DE TRANSPORTE</b>				<b>20,433.37</b>
07.01	<b>IZAJE Y MOVIMIENTO DEL TAMBOR MOTRIZ</b>				<b>20,433.37</b>
	MONTAJE Y DESMONTAJE DEL TAMBOR MOTRIZ	und	1.00	430.33	430.33
	ALQUILER DE GRÚA TELESCOPICA 125 TN	und	1.00	20,003.04	20,003.04
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>108,591.12</b>
	<b>GASTO GENERALES (15%)</b>				
	<b>UTILIDAD (10%)</b>				<b>10,859.11</b>
	<b>DESCUENTO COMERCIAL (6%)</b>				<b>6,515.47</b>
	<b>SUBTOTAL 0.0000%</b>				<b>112,934.76</b>
	<b>IGV (18%)</b>				<b>20,328.26</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>133,263.02</b>

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1101001 FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS PARA EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER** Fecha presupuesto **08/01/2023**

Partida **ALQUILER DE GRÚA TELESCOPICA 125 TN**  
(001)  
Rendimiento **und/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : und **20,003.04**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	4.40	35.2000	12.00	422.40
0101010005	PEON	hh	6.00	48.0000	2.68	128.64
						<b>551.04</b>
<b>Equipos</b>						
0301220009	CAMIONETA DE PLOTEO HASTA GARITA ANTAPACCAY	ser		4.0000	155.00	620.00
0301230002	ALQUILER DE GRÚA TELESCOPICA DE 125 TN PARA REALIZAR TRABAJOS VARIOS EN LA UNIDAD MINERA	hm	4.00	32.0000	305.00	9,760.00
0301450004	HABILITACIÓN DE OPERADOR	día	7.00	7.0000	96.00	672.00
0304010006	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE GRUA	ser		2.0000	600.00	1,200.00
0304010007	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE CONTRAPESOS HASTA ANTAPACCAY	ser		2.0000	3,600.00	7,200.00
						<b>19,452.00</b>

Partida **01.01.01 SUMINISTRO DE MATERIALES LIMA - AREQUIPA**  
(001)01.01.01  
Rendimiento **kg/DIA** MO. **4,000.0000** EQ. **4,000.0000** Costo unitario directo por : kg **2.05**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.00	0.0020	2.68	0.01
						<b>0.01</b>
<b>Materiales</b>						
02030100060005	TRANSPORTE LIMA - AREQUIPA	kg		1.1000	0.09	0.10
0204100001	CANAL C 6"x8.2 lbs/ft	kg		0.2083	1.60	0.33
0204180008	PLANCHA DE ACERO ASTM A36 DE 3/8"	kg		0.0700	1.51	0.11
0204230001	VIGA W 8"x31lbs/ft	kg		0.1024	1.63	0.17
0204230002	VIGA W6"x15lb/ft	kg		0.8067	1.63	1.31
						<b>2.02</b>
<b>Equipos</b>						
0301160003	MONTACARGA	hm	1.00	0.0020	9.23	0.02
						<b>0.02</b>

Partida **01.02.01 SUMINISTRO DE MATERIALES LIMA - AREQUIPA**  
(001)01.02.01  
Rendimiento **kg/DIA** MO. **4,000.0000** EQ. **4,000.0000** Costo unitario directo por : kg **1.71**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.00	0.0020	2.68	0.01
						<b>0.01</b>
<b>Materiales</b>						
02030100060005	TRANSPORTE LIMA - AREQUIPA	kg		1.1000	0.09	0.10
0204100001	CANAL C 6"x8.2 lbs/ft	kg		0.0569	1.60	0.09
0204180008	PLANCHA DE ACERO ASTM A36 DE 3/8"	kg		0.1465	1.51	0.22
0204180009	PLANCHA DE ACERO ASTM A36 DE 1"	kg		0.0694	1.63	0.11
0204230001	VIGA W 8"x31lbs/ft	kg		0.6323	1.63	1.03
0204230003	VIGA W 4"x13lbs/ft	kg		0.0949	1.63	0.15
						<b>1.70</b>

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto	1101001 FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS PARA EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER				Fecha presupuesto	08/01/2023	
Partida	<b>01.03.01 SUMINISTRO DE MATERIALES LIMA - AREQUIPA</b>						
(001)01.03.01							
Rendimiento	kg/DIA	MO. 4,000.0000	EQ. 4,000.0000	Costo unitario directo por : kg			<b>1.73</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.00	0.0020	2.68	0.01 <b>0.01</b>	
<b>Materiales</b>							
02030100060005	TRANSPORTE LIMA - AREQUIPA	kg		1.1000	0.09	0.10	
0204180008	PLANCHA DE ACERO ASTM A36 DE 3/8"	kg		0.0470	1.51	0.07	
0204230003	VIGA W 4"x13lbs/ft	kg		0.9523	1.63	1.55 <b>1.72</b>	
Partida	<b>01.04.01 SUMINISTRO DE MATERIALES LIMA - AREQUIPA</b>						
(001)01.04.01							
Rendimiento	kg/DIA	MO. 4,000.0000	EQ. 4,000.0000	Costo unitario directo por : kg			<b>1.54</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.00	0.0020	2.68	0.01 <b>0.01</b>	
<b>Materiales</b>							
02030100060005	TRANSPORTE LIMA - AREQUIPA	kg		1.1000	0.09	0.10	
0204180008	PLANCHA DE ACERO ASTM A36 DE 3/8"	kg		0.0653	1.51	0.10	
0204180010	PLANCHA DE ACERO ASTM A36 DE 3/4"	kg		0.5133	1.51	0.78	
02650600010008	TUBO Ø 20" SCH40	kg		0.4214	1.30	0.55 <b>1.53</b>	
Partida	<b>02.02.01 SUMINISTRO DE MATERIALES LIMA - AREQUIPA</b>						
(001)02.02.01							
Rendimiento	kg/DIA	MO. 4,000.0000	EQ. 4,000.0000	Costo unitario directo por : kg			<b>1.40</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.00	0.0020	2.68	0.01 <b>0.01</b>	
<b>Materiales</b>							
02041600020003	PLATINA DE ACERO ASTM A36 2-1/2"x3/8" PLATINA 2-1/2"x3/8"	kg		0.3467	1.36	0.47	
02041600020004	PLATINA DE ACERO ASTM A36 2-1/2"x1/4" PLATINA 2-1/2"x3/8"	kg		0.2312	1.36	0.31	
02041600020005	PLATINA DE ACERO ASTM A36 2"x1/4" PLATINA 2-1/2"x3/8"	kg		0.2203	1.36	0.30	
0204180011	PLANCHA DE ACERO ASTM A36 DE 1/2"	kg		0.0790	1.60	0.13	
0271040051	BARRA DE ACERO ASTM A36 3/4"	kg		0.1228	1.30	0.16 <b>1.37</b>	
<b>Equipos</b>							
0301160003	MONTACARGA	hm	1.00	0.0020	9.23	0.02 <b>0.02</b>	

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto **1101001 FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS PARA EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER** Fecha presupuesto **08/01/2023**

Partida **02.03.01 SUMINISTRO DE MATERIALES LIMA - AREQUIPA**  
(001)02.03.01  
Rendimiento **kg/DIA MO. 4,000.0000 EQ. 4,000.0000** Costo unitario directo por : kg **1.27**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.00	0.0020	2.68	0.01 0.01
<b>Materiales</b>						
02041600020006	PLATINA DE ACERO ASTM A36 4"x1/4"	kg		0.2031	1.36	0.28
02650600010009	PLATINA 2-1/2"x3/8" TUBO Ø 1-1/4" SCH40	kg		0.7969	1.20	0.96 1.24
<b>Equipos</b>						
0301160003	MONTACARGA	hm	1.00	0.0020	9.23	0.02 0.02

Partida **02.04.01 SUMINISTRO DE GRATING + INSTALACIÓN**  
(001)02.04.01  
Rendimiento **m2/DIA MO. 10.0000 EQ. 10.0000** Costo unitario directo por : m2 **59.70**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.05	0.0400	6.44	0.26
0101010003	OPERARIO	hh	1.00	0.8000	12.00	9.60
0101010005	PEON	hh	1.00	0.8000	2.68	2.14
01010200010009	OFICIAL MECANICO	hh	1.00	0.8000	3.59	2.87 14.87
<b>Materiales</b>						
0272050013	GRATING GALV 1 1/4" x 3/16"	m2		0.0550	96.84	5.33
0290200006	GRAPAS	und		30.0000	0.84	25.20 30.53
<b>Equipos</b>						
0301160003	MONTACARGA	hm	0.50	0.4000	9.23	3.69
03013300050004	AMOLADORA ANGULAR 7"	hm	0.25	0.2000	0.56	0.11
0304010004	TRANSPORTE LIMA - AREQUIPA	m2		1.0500	10.00	10.50 14.30

Partida **02.05.01 SUMINISTRO DE MATERIALES LIMA - AREQUIPA**  
(001)02.05.01  
Rendimiento **kg/DIA MO. 4,000.0000 EQ. 4,000.0000** Costo unitario directo por : kg **1.75**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.00	0.0020	2.68	0.01 0.01
<b>Materiales</b>						
0204180008	PLANCHA DE ACERO ASTM A36 DE 3/8"	kg		0.0500	1.51	0.08
0204180009	PLANCHA DE ACERO ASTM A36 DE 1"	kg		0.1315	1.63	0.21
0204230001	VIGA W 8"x31lbs/ft	kg		0.8185	1.63	1.33 1.62
<b>Equipos</b>						
0301160003	MONTACARGA	hm	1.00	0.0020	9.23	0.02
0304010003	TRANSPORTE LIMA - AREQUIPA	kg		1.1000	0.09	0.10 0.12

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto	1101001 FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS PARA EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER				Fecha presupuesto	08/01/2023	
Partida	<b>03.01.01 SUMINISTRO DE MATERIALES LIMA - AREQUIPA</b>						
(001)03.01.01							
Rendimiento	kg/DIA	MO. 4,000.0000	EQ. 4,000.0000	Costo unitario directo por : kg			<b>1.63</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.00	0.0020	2.68	0.01	
<b>Materiales</b>							
0204100001	CANAL C 6"x8.2 lbs/ft	kg		0.2303	1.60	0.37	
0204180008	PLANCHA DE ACERO ASTM A36 DE 3/8"	kg		0.1256	1.51	0.19	
0204230003	VIGA W 4"x13lbs/ft	kg		0.3851	1.63	0.63	
02650600010010	TUBO Ø 4" SCH40	kg		0.2091	1.20	0.25	
02650600010012	TUBO Ø 2" SCH40	kg		0.0497	1.20	0.06	
<b>Equipos</b>							
0301160003	MONTACARGA	hm	1.00	0.0020	9.23	0.02	
0304010003	TRANSPORTE LIMA - AREQUIPA	kg		1.1000	0.09	0.10	
<b>0.12</b>							
Partida	<b>06.01.01 MOVILIZACIÓN DE ESTRUCTURAS AREQUIPA CUSCO</b>						
(001)06.01.01							
Rendimiento	kg/DIA	MO. 4,000.0000	EQ. 4,000.0000	Costo unitario directo por : kg			<b>0.13</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.00	0.0020	2.68	0.01	
<b>Equipos</b>							
0301220006	CAMION GRUA 10 TN	hm	1.00	0.0020	9.23	0.02	
0304010005	TRANSPORTE AREQUIPA - CUSCO	kg		1.1000	0.09	0.10	
<b>0.12</b>							
Partida	<b>01.01.02 FABRICACION DE ESTRUCTURA PESADA</b>						
(001)01.01.02 01.02.02 01.03.02 01.04.02 02.05.02							
Rendimiento	kg/DIA	MO. 384.0000	EQ. 384.0000	Costo unitario directo por : kg			<b>1.45</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.20	0.0042	6.44	0.03	
0101010003	OPERARIO	hh	2.00	0.0417	12.00	0.50	
01010200010003	SOLDADOR 4G	hh	2.00	0.0417	4.42	0.18	
01010200010009	OFICIAL MECANICO	hh	2.00	0.0417	3.59	0.15	
01010200010010	AYUDANTE MECANICO	hh	2.00	0.0417	2.76	0.12	
<b>0.98</b>							
<b>Materiales</b>							
0255060002	OXIGENO INDUSTRIAL	m3		0.0010	38.00	0.04	
02550800010006	SOLDADURA E6011 DE 1/8"	kg		0.0100	2.80	0.03	
02550800010007	SOLDADURA E7018 DE 1/8"	kg		0.0200	2.80	0.06	
0255090003	GAS PROPANO	bal		0.0003	50.57	0.02	
0276020025	DISCO DE CORTE DE 7"	und		0.0020	2.80	0.01	
02900500060023	TINTES PENETRANTES	m		0.0075	4.80	0.04	
<b>0.20</b>							
<b>Equipos</b>							
03010000120003	EQUIPO DE MANIOBRAS LIVIANAS (TECLES , SOGAS , CABALLETES , ETC.)	he	2.00	0.0417	0.80	0.03	
0301080007	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.98	0.05	
0301210004	PUENTE GRÚA 20 TN	hm	0.50	0.0104	9.10	0.09	
03013300050004	AMOLADORA ANGULAR 7"	hm	2.00	0.0417	0.56	0.02	
0301450003	MAQUINA DE SOLDAR ELECT. TRIF. ALT/CONT. 350 AMP.	hm	3.00	0.0625	1.20	0.08	
<b>0.27</b>							

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto **1101001 FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS PARA EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER** Fecha presupuesto **08/01/2023**

Partida **02.02.02 FABRICACION DE ESTRUCTURA LIVIANA**  
(001)02.02.02 02.03.02 03.01.02  
Rendimiento **kg/DIA** MO. **256.0000** EQ. **256.0000** Costo unitario directo por : kg **1.96**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.05	0.0016	6.44	0.01
0101010003	OPERARIO	hh	2.00	0.0625	12.00	0.75
01010200010003	SOLDADOR 4G	hh	2.00	0.0625	4.42	0.28
01010200010009	OFICIAL MECANICO	hh	2.00	0.0625	3.59	0.22
01010200010010	AYUDANTE MECANICO	hh	2.00	0.0625	2.76	0.17
<b>1.43</b>						
<b>Materiales</b>						
0255060002	OXIGENO INDUSTRIAL	m3		0.0007	38.00	0.03
02550800010006	SOLDADURA E6011 DE 1/8"	kg		0.0100	2.80	0.03
02550800010007	SOLDADURA E7018 DE 1/8"	kg		0.0100	2.80	0.03
0255090003	GAS PROPANO	bal		0.0002	50.57	0.01
0276020025	DISCO DE CORTE DE 7"	und		0.0020	2.80	0.01
<b>0.11</b>						
<b>Equipos</b>						
03010000120003	EQUIPO DE MANIOBRAS LIVIANAS (TECLES , SOGAS , CABALLETES , ETC.)	he	2.00	0.0625	0.80	0.05
0301080007	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.43	0.07
0301210004	PUENTE GRÚA 20 TN	hm	0.50	0.0156	9.10	0.14
03013300050004	AMOLADORA ANGULAR 7"	hm	2.00	0.0625	0.56	0.04
0301330008	EQUIPO DE OXICORTE (INC. ACCESORIOS, MANGUERA, Y MANOMETROS)	hm	1.00	0.0313	0.24	0.01
0301450003	MAQUINA DE SOLDAR ELECT. TRIF. ALT/CONT. 350 AMP.	hm	3.00	0.0938	1.20	0.11
<b>0.42</b>						

Partida **05.02.01 PRUEBA DE ULTRASONIDO**  
(001)05.02.01  
Rendimiento **kg/DIA** MO. **576.0000** EQ. **576.0000** Costo unitario directo por : kg **0.47**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.20	0.0028	6.44	0.02
0101010003	OPERARIO	hh	1.00	0.0139	12.00	0.17
01010200010009	OFICIAL MECANICO	hh	1.00	0.0139	3.59	0.05
<b>0.24</b>						
<b>Materiales</b>						
0246060002	ULTRASONIDO	und		0.0180	10.40	0.19
02900500060023	TINTES PENETRANTES	m		0.0075	4.80	0.04
<b>0.23</b>						

Partida **05.01.01 PRUEBA DE SOLDADURA LIQUIDOS PENETRANTES**  
(001)05.01.01  
Rendimiento **kg/DIA** MO. **900.0000** EQ. **900.0000** Costo unitario directo por : kg **0.05**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.10	0.0009	6.44	0.01
<b>0.01</b>						
<b>Materiales</b>						
02900500060023	TINTES PENETRANTES	m		0.0080	4.80	0.04
<b>0.04</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		1.0000	0.01	0.00
<b>0.00</b>						

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	1101001 FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS PARA EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER					Fecha presupuesto	08/01/2023
Partida	02.01.01 SUMINISTRO DE MAQUINADOS (01 EJE Y 02 BUJES QD)						
(001)02.01.01							
Rendimiento	und/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : und		5,525.12	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U\$</b>	<b>Parcial U\$</b>	
<b>Materiales</b>							
02760200070011	01 EJE MOTRIZ Y 02 BUJES	und		1.0000	5,525.12	5,525.12	
						5,525.12	
Partida	02.06.01 SUMINISTRO DE PERNOS Y ANCLAJES						
(001)02.06.01							
Rendimiento	und/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : und		1,010.74	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U\$</b>	<b>Parcial U\$</b>	
<b>Materiales</b>							
0218020002	PERNO HEXAGONAL 3/4"x2-1/2" UNC COMPLETO	und		324.0000	0.79	255.96	
0218020003	PERNO HEXAGONAL 5/8"x1.75" UNC COMPLETO	und		10.0000	0.71	7.10	
0218020004	PERNO HEXAGONAL 5/8"x2" UNC COMPLETO	und		154.0000	0.71	109.34	
0218020005	PERNO HEXAGONAL 5/8"x2.5" UNC COMPLETO	und		144.0000	0.71	102.24	
0218020006	PERNO HEXAGONAL 3/4"x4-1/2" UNC COMPLETO	und		2.0000	0.82	1.64	
02490100010014	Tuerca Hex. 3/4" UNC	und		456.0000	0.16	72.96	
02490100010015	Tuerca Hex. 5/8" UNC	und		440.0000	0.13	57.20	
0253010009	Volanda plana 5/8"	und		880.0000	0.07	61.60	
0253010010	Volanda plana 3/4"	und		912.0000	0.10	91.20	
0270110324	Anclaje adhesivo HILTI RE 500 - SD 500ml	und		6.0000	30.00	180.00	
0271050139	Esparrago Ø 5/8"x200mm	und		64.0000	0.85	54.40	
0271050140	Esparrago Ø 3/4"x200mm	und		18.0000	0.95	17.10	
						1,010.74	
Partida	04.01.01 INGENIERIA PARA PLANOS DE FABRICACION Y MONTAJE						
(001)04.01.01							
Rendimiento	kg/DIA	MO. 4,700.0000	EQ. 4,700.0000	Costo unitario directo por : kg		0.08	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U\$</b>	<b>Parcial U\$</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
01020100000009	TECNICO DIBUJANTE AUTOCAD	hh	4.00	0.0068	6.45	0.04	
0103010013	INGENIERO MECANICO JUNIOR	hh	1.00	0.0017	14.76	0.03	
						0.07	
<b>Materiales</b>							
02902400020003	LICENCIAS DE SOFTWARE OFFICE Y AUTODESK	h		0.0089	0.90	0.01	
0292010004	MATERIALES DE ESCRITORIO	%mo		3.0000	0.07		
						0.01	
Partida	04.02.01 CALCULO ESTRUCTURAL						
(001)04.02.01							
Rendimiento	kg/DIA	MO. 4,500.0000	EQ. 4,500.0000	Costo unitario directo por : kg		0.04	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio U\$</b>	<b>Parcial U\$</b>	
<b>Mano de Obra</b>							
01020100000009	TECNICO DIBUJANTE AUTOCAD	hh	1.00	0.0018	6.45	0.01	
0103010014	INGENIERO MECANICO	hh	1.00	0.0018	18.45	0.03	
						0.04	
<b>Materiales</b>							
0292010004	MATERIALES DE ESCRITORIO	%mo		3.0000	0.04		
						0.00	

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto **1101001 FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS PARA EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER** Fecha presupuesto **08/01/2023**

Partida **06.01.02 MONTAJE DE ESTRUCTURA**  
(001)06.01.02  
Rendimiento **kg/DIA MO. 455.0000 EQ. 455.0000** Costo unitario directo por : kg **0.95**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.05	0.0009	6.44	0.01
0101010004	OFICIAL	hh	3.00	0.0527	3.69	0.19
0101010005	PEON	hh	2.00	0.0352	2.68	0.09
0101010007	OPERARIO MONTAJISTA	hh	2.00	0.0352	4.82	0.17
01010200010003	SOLDADOR 4G	hh	1.00	0.0176	4.42	0.08
<b>0.54</b>						
<b>Materiales</b>						
02550800010006	SOLDADURA E6011 DE 1/8"	kg		0.0100	2.80	0.03
02550800010007	SOLDADURA E7018 DE 1/8"	kg		0.0200	2.80	0.06
0276020025	DISCO DE CORTE DE 7"	und		0.0040	2.80	0.01
<b>0.10</b>						
<b>Equipos</b>						
03010000120003	EQUIPO DE MANIOBRAS LIVIANAS (TECLES , SOGAS , CABALLETES , ETC.)	he	4.00	0.0703	0.80	0.06
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.54	0.03
0301220006	CAMION GRUA 10 TN	hm	1.00	0.0176	9.23	0.16
03013300050004	AMOLADORA ANGULAR 7"	hm	4.00	0.0703	0.56	0.04
0301450003	MAQUINA DE SOLDAR ELECT. TRIF. ALT/CONT. 350 AMP.	hm	1.00	0.0176	1.20	0.02
<b>0.31</b>						

Partida **06.02.01 MONTAJE DE EQUIPOS**  
(001)06.02.01  
Rendimiento **und/DIA MO. 0.5000 EQ. 0.5000** Costo unitario directo por : und **1,008.40**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.20	3.2000	6.44	20.61
0101010004	OFICIAL	hh	4.00	64.0000	3.69	236.16
0101010005	PEON	hh	4.00	64.0000	2.68	171.52
0101010007	OPERARIO MONTAJISTA	hh	4.00	64.0000	4.82	308.48
<b>736.77</b>						
<b>Materiales</b>						
02550800010007	SOLDADURA E7018 DE 1/8"	kg		0.0200	2.80	0.06
0276020025	DISCO DE CORTE DE 7"	und		0.0040	2.80	0.01
<b>0.07</b>						
<b>Equipos</b>						
03010000120003	EQUIPO DE MANIOBRAS LIVIANAS (TECLES , SOGAS , CABALLETES , ETC.)	he	4.00	64.0000	0.80	51.20
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	736.77	36.84
0301220006	CAMION GRUA 10 TN	hm	1.00	16.0000	9.23	147.68
03013300050004	AMOLADORA ANGULAR 7"	hm	4.00	64.0000	0.56	35.84
<b>271.56</b>						

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto **1101001 FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS PARA EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER** Fecha presupuesto **08/01/2023**

Partida **MONTAJE Y DESMONTAJE DEL TAMBOR MOTRIZ**  
(001)  
Rendimiento **und/DIA** MO. **1.0000** EQ. **1.0000** Costo unitario directo por : und **430.33**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.20	1.6000	6.44	10.30
0101010004	OFICIAL	hh	4.00	32.0000	3.69	118.08
0101010005	PEON	hh	4.00	32.0000	2.68	85.76
0101010007	OPERARIO MONTAJISTA	hh	4.00	32.0000	4.82	154.24
<b>368.38</b>						
<b>Materiales</b>						
0276020025	DISCO DE CORTE DE 7"	und		0.0040	2.80	0.01
<b>0.01</b>						
<b>Equipos</b>						
03010000120003	EQUIPO DE MANIOBRAS LIVIANAS (TECLES , SOGAS , CABALLETES , ETC.)	he	4.00	32.0000	0.80	25.60
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	368.38	18.42
03013300050004	AMOLADORA ANGULAR 7"	hm	4.00	32.0000	0.56	17.92
<b>61.94</b>						

Partida **01.01.03 GRANALLADO COMERCIAL SSPC SP6**  
(001)01.01.03 01.02.03 01.03.03 02.02.03 02.03.03 02.05.03 03.01.03  
Rendimiento **m2/DIA** MO. **80.0000** EQ. **80.0000** Costo unitario directo por : m2 **3.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.10	0.0100	6.44	0.06
0101010003	OPERARIO	hh	1.00	0.1000	12.00	1.20
0101010005	PEON	hh	1.00	0.1000	2.68	0.27
<b>1.53</b>						
<b>Materiales</b>						
0207010011	GRANALLA	kg		0.2800	1.04	0.29
02901300090004	TRAPO INDUSTRIAL	kg		0.0100	0.57	0.01
<b>0.30</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		8.0000	1.53	0.12
0301120005	EQUIPO DE GRANALLADO (TOLVA, MANGUERAS, BOQUILLAS)	hm	1.00	0.1000	2.69	0.27
03012600010003	COMPRESORA TORNILLO DE 150 PSI C/SECADOR	hm	0.60	0.0600	9.92	0.60
0301490002	MONTACARGA	hm	0.20	0.0200	9.23	0.18
<b>1.17</b>						

Partida **01.01.04 PINTADO DE ESTRUCTURAS PRIMERA CAPA (8MILLS)**  
(001)01.01.04 01.02.04 01.03.04 02.05.04 03.01.04  
Rendimiento **m2/DIA** MO. **100.0000** EQ. **100.0000** Costo unitario directo por : m2 **5.11**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.05	0.0040	6.44	0.03
0101010004	OFICIAL	hh	1.00	0.0800	3.69	0.30
0101010005	PEON	hh	1.00	0.0800	2.68	0.21
01010200010008	OPERARIO PINTOR	hh	1.00	0.0800	4.83	0.39
<b>0.93</b>						
<b>Materiales</b>						
02380100020003	LIJA DE FIERRO #80	plg		0.0833	0.44	0.04
0240050010	PINTURA SUMADUR HS FC RAL 9003	gal		0.1033	32.00	3.31
0240080019	DISOLVENTE DE PINTURA	gal		0.0310	12.00	0.37
<b>3.72</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.93	0.05
0301120006	EQUIPO DE PINTURA (MANGUERAS, BOQUILLAS)	hm	0.40	0.0320	3.20	0.10
03012600010003	COMPRESORA TORNILLO DE 150 PSI C/SECADOR	hm	0.20	0.0160	9.92	0.16
0301490002	MONTACARGA	hm	0.20	0.0160	9.23	0.15
<b>0.46</b>						

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto **1101001 FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS PARA EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER** Fecha presupuesto **08/01/2023**

Partida **01.01.05 PINTADO DE ESTRUCTURAS SEGUNDA CAPA (2MILLS)**  
**(001)01.01.05 01.02.05 01.03.05**  
 Rendimiento **m2/DIA** MO. **100.0000** EQ. **100.0000** Costo unitario directo por : m2 **3.52**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.05	0.0040	6.44	0.03
0101010004	OFICIAL	hh	1.00	0.0800	3.69	0.30
0101010005	PEON	hh	1.00	0.0800	2.68	0.21
01010200010008	OPERARIO PINTOR	hh	1.00	0.0800	4.83	0.39
<b>0.93</b>						
<b>Materiales</b>						
02380100020003	LIJA DE FIERRO #80	plg		0.0833	0.44	0.04
0240020016	PINTURA SUMATHANE HS RAL 7004	gal		0.0338	56.00	1.89
0240080022	DILUYENTE P20	gal		0.0153	12.80	0.20
<b>2.13</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.93	0.05
0301120006	EQUIPO DE PINTURA (MANGUERAS, BOQUILLAS)	hm	0.40	0.0320	3.20	0.10
03012600010003	COMPRESORA TORNILLO DE 150 PSI C/SECADOR	hm	0.20	0.0160	9.92	0.16
0301490002	MONTACARGA	hm	0.20	0.0160	9.23	0.15
<b>0.46</b>						

Partida **02.03.04 PINTADO DE BARANDAS PRIMERA CAPA (8MILLS)**  
**(001)02.03.04**  
 Rendimiento **m2/DIA** MO. **100.0000** EQ. **100.0000** Costo unitario directo por : m2 **6.74**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.05	0.0040	6.44	0.03
0101010004	OFICIAL	hh	1.00	0.0800	3.69	0.30
0101010005	PEON	hh	1.00	0.0800	2.68	0.21
01010200010008	OPERARIO PINTOR	hh	1.00	0.0800	4.83	0.39
<b>0.93</b>						
<b>Materiales</b>						
02380100020003	LIJA DE FIERRO #80	plg		0.0833	0.44	0.04
0240050010	PINTURA SUMADUR HS FC RAL 9003	gal		0.1490	32.00	4.77
0240080019	DISOLVENTE DE PINTURA	gal		0.0447	12.00	0.54
<b>5.35</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.93	0.05
0301120006	EQUIPO DE PINTURA (MANGUERAS, BOQUILLAS)	hm	0.40	0.0320	3.20	0.10
03012600010003	COMPRESORA TORNILLO DE 150 PSI C/SECADOR	hm	0.20	0.0160	9.92	0.16
0301490002	MONTACARGA	hm	0.20	0.0160	9.23	0.15
<b>0.46</b>						

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto **1101001 FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS PARA EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER** Fecha presupuesto **08/01/2023**

Partida **02.02.05 PINTADO DE ESCALERAS SEGUNDA CAPA (2MILLS)**  
**(001)02.02.05 02.03.05 02.05.05**  
 Rendimiento **m2/DIA** MO. **100.0000** EQ. **100.0000** Costo unitario directo por : m2 **3.52**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.05	0.0040	6.44	0.03
0101010004	OFICIAL	hh	1.00	0.0800	3.69	0.30
0101010005	PEON	hh	1.00	0.0800	2.68	0.21
01010200010008	OPERARIO PINTOR	hh	1.00	0.0800	4.83	0.39
<b>0.93</b>						
<b>Materiales</b>						
02380100020003	LIJA DE FIERRO #80	plg		0.0833	0.44	0.04
0240020016	PINTURA SUMATHANE HS RAL 7004	gal		0.0338	56.00	1.89
0240080022	DILUYENTE P20	gal		0.0153	12.80	0.20
<b>2.13</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.93	0.05
0301120006	EQUIPO DE PINTURA (MANGUERAS, BOQUILLAS)	hm	0.40	0.0320	3.20	0.10
03012600010003	COMPRESORA TORNILLO DE 150 PSI C/SECADOR	hm	0.20	0.0160	9.92	0.16
0301490002	MONTACARGA	hm	0.20	0.0160	9.23	0.15
<b>0.46</b>						

Partida **02.02.04 PINTADO DE ESCALERAS PRIMERA CAPA (8MILLS)**  
**(001)02.02.04**  
 Rendimiento **m2/DIA** MO. **100.0000** EQ. **100.0000** Costo unitario directo por : m2 **6.74**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.05	0.0040	6.44	0.03
0101010004	OFICIAL	hh	1.00	0.0800	3.69	0.30
0101010005	PEON	hh	1.00	0.0800	2.68	0.21
01010200010008	OPERARIO PINTOR	hh	1.00	0.0800	4.83	0.39
<b>0.93</b>						
<b>Materiales</b>						
02380100020003	LIJA DE FIERRO #80	plg		0.0833	0.44	0.04
0240050010	PINTURA SUMADUR HS FC RAL 9003	gal		0.1490	32.00	4.77
0240080019	DISOLVENTE DE PINTURA	gal		0.0447	12.00	0.54
<b>5.35</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.93	0.05
0301120006	EQUIPO DE PINTURA (MANGUERAS, BOQUILLAS)	hm	0.40	0.0320	3.20	0.10
03012600010003	COMPRESORA TORNILLO DE 150 PSI C/SECADOR	hm	0.20	0.0160	9.92	0.16
0301490002	MONTACARGA	hm	0.20	0.0160	9.23	0.15
<b>0.46</b>						



### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra **1101001** FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS PARA EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER  
 Subpresupuesto **001** FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS PARA EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER  
 Fecha **01/01/2023**  
 Lugar **080101** CUSCO - CUSCO - CUSCO

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
<b>MANO DE OBRA</b>					
0101010002	CAPATAZ	hh	94.5516	6.44	608.91
0101010003	OPERARIO	hh	846.5718	12.00	10,158.86
0101010004	OFICIAL	hh	1,005.9248	3.69	3,711.86
0101010005	PEON	hh	905.7168	2.68	2,427.32
0101010007	OPERARIO MONTAJISTA	hh	633.5575	4.82	3,053.75
01010200010003	SOLDADOR 4G	hh	1,018.8856	4.42	4,503.47
01010200010008	OPERARIO PINTOR	hh	105.1155	4.83	507.71
01010200010009	OFICIAL MECANICO	hh	765.7366	3.59	2,748.99
01010200010010	AYUDANTE MECANICO	hh	750.1068	2.76	2,070.29
01020100000009	TECNICO DIBUJANTE AUTOCAD	hh	131.3350	6.45	847.11
0103010013	INGENIERO MECANICO JUNIOR	hh	25.9616	14.76	383.19
0103010014	INGENIERO MECANICO	hh	30.5430	18.45	563.52
					<b>31,584.98</b>
<b>MATERIALES</b>					
02030100060005	TRANSPORTE LIMA - AREQUIPA	kg	11,229.6470	0.09	1,010.67
0204100001	CANAL C 6"x8.2 lbs/ft	kg	2,568.4307	1.60	4,109.49
02041600020003	PLATINA DE ACERO ASTM A36 2-1/2"x3/8"	kg	227.4976	1.36	309.40
	PLATINA 2-1/2"x3/8"				
02041600020004	PLATINA DE ACERO ASTM A36 2-1/2"x1/4"	kg	151.7088	1.36	206.32
	PLATINA 2-1/2"x3/8"				
02041600020005	PLATINA DE ACERO ASTM A36 2"x1/4"	kg	144.5565	1.36	196.60
	PLATINA 2-1/2"x3/8"				
02041600020006	PLATINA DE ACERO ASTM A36 4"x1/4"	kg	111.4714	1.36	151.60
	PLATINA 2-1/2"x3/8"				
0204180008	PLANCHA DE ACERO ASTM A36 DE 3/8"	kg	1,306.1116	1.51	1,972.23
0204180009	PLANCHA DE ACERO ASTM A36 DE 1"	kg	129.7942	1.63	211.56
0204180010	PLANCHA DE ACERO ASTM A36 DE 3/4"	kg	340.9185	1.51	514.79
0204180011	PLANCHA DE ACERO ASTM A36 DE 1/2"	kg	51.8382	1.60	82.94
0204230001	VIGA W 8"x31lbs/ft	kg	1,885.8491	1.63	3,073.93
0204230002	VIGA W6"x15lb/ft	kg	6,205.4026	1.63	10,114.81
0204230003	VIGA W 4"x13lbs/ft	kg	1,999.2308	1.63	3,258.75
0207010011	GRANALLA	kg	119.1736	1.04	123.94
0218020002	PERNO HEXAGONAL 3/4"x2-1/2" UNC COMPLETO	und	324.0000	0.79	255.96
0218020003	PERNO HEXAGONAL 5/8"x1.75" UNC COMPLETO	und	10.0000	0.71	7.10
0218020004	PERNO HEXAGONAL 5/8"x2" UNC COMPLETO	und	154.0000	0.71	109.34
0218020005	PERNO HEXAGONAL 5/8"x2.5" UNC COMPLETO	und	144.0000	0.71	102.24
0218020006	PERNO HEXAGONAL 3/4"x4-1/2" UNC COMPLETO	und	2.0000	0.82	1.64
02380100020003	LIJA DE FIERRO #80	plg	109.4112	0.44	48.14
0240020016	PINTURA SUMATHANE HS RAL 7004	gal	19.4010	56.00	1,086.46
0240050010	PINTURA SUMADUR HS FC RAL 9003	gal	78.4211	32.00	2,509.48
0240080019	DISOLVENTE DE PINTURA	gal	23.5341	12.00	282.41
0240080022	DILUYENTE P20	gal	8.7816	12.80	112.40
0246060002	ULTRASONIDO	und	0.8132	10.40	8.46
02490100010014	Tuerca Hex. 3/4" UNC	und	456.0000	0.16	72.96
02490100010015	Tuerca Hex. 5/8" UNC	und	440.0000	0.13	57.20
0253010009	Volanda plana 5/8"	und	880.0000	0.07	61.60
0253010010	Volanda plana 3/4"	und	912.0000	0.10	91.20
0255060002	OXIGENO INDUSTRIAL	m3	13.9606	38.00	530.50
02550800010006	SOLDADURA E6011 DE 1/8"	kg	307.4470	2.80	860.85
02550800010007	SOLDADURA E7018 DE 1/8"	kg	564.4964	2.80	1,580.59
0255090003	GAS PROPANO	bal	4.1376	50.57	209.24
02650600010008	TUBO Ø 20" SCH40	kg	279.8812	1.30	363.85
02650600010009	TUBO Ø 1-1/4" SCH40	kg	437.3786	1.20	524.85
02650600010010	TUBO Ø 4" SCH40	kg	802.3272	1.20	962.79



### Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra **1101001** FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS PARA EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER  
 Subpresupuesto **001** FABRICACIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS PARA EL CAMBIO DE CADENAS DEL APRON FEEDER  
 Fecha **01/01/2023**  
 Lugar **080101** CUSCO - CUSCO - CUSCO

Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio U\$	Parcial U\$
02650600010012	TUBO Ø 2" SCH40	kg	190.7014	1.20	228.84
0270110324	Anclaje adhesivo HILTI RE 500 - SD 500ml	und	6.0000	30.00	180.00
0271040051	BARRA DE ACERO ASTM A36 3/4"	kg	80.5789	1.30	104.75
0271050139	Esparrago Ø 5/8"x200mm	und	64.0000	0.85	54.40
0271050140	Esparrago Ø 3/4"x200mm	und	18.0000	0.95	17.10
0272050013	GRATING GALV 1 1/4" x 3/16"	m2	1.0313	96.84	99.87
02760200070011	01 EJE MOTRIZ Y 02 BUJES	und	1.0000	5,525.12	5,525.12
0276020025	DISCO DE CORTE DE 7"	und	92.0405	2.80	257.71
02900500060023	TINTES PENETRANTES	m	200.7446	4.80	963.57
02901300090004	TRAPO INDUSTRIAL	kg	4.2562	0.57	2.43
0290200006	GRAPAS	und	562.5000	0.84	472.50
02902400010029	COMPUTADORA PERSONAL	hm	158.8065	0.31	49.23
02902400020003	LICENCIAS DE SOFTWARE OFFICE Y AUTODESK	h	190.8940	0.90	171.80
					<b>43,303.61</b>
<b>EQUIPOS</b>					
03010000120003	EQUIPO DE MANIOBRAS LIVIANAS (TECLES , SOGAS , CABALLETES , ETC.)	he	1,919.7015	0.80	1,535.76
0301120005	EQUIPO DE GRANALLADO (TOLVA, MANGUERAS, BOQUILLAS)	hm	42.5594	2.69	114.48
0301120006	EQUIPO DE PINTURA (MANGUERAS, BOQUILLAS)	hm	42.0479	3.20	134.55
0301160003	MONTACARGA	hm	33.4136	9.23	308.41
0301210004	PUENTE GRÚA 20 TN	hm	187.1399	9.10	1,702.97
0301220006	CAMION GRUA 10 TN	hm	315.3218	9.23	2,910.42
0301220009	CAMIONETA DE PLOTEO HASTA GARITA ANTAPACCAY	ser	4.0000	155.00	620.00
0301230002	ALQUILER DE GRÚA TELESCOPICA DE 125 TN PARA REALIZAR TRABAJOS VARIOS EN LA UNIDAD MINERA	hm	32.0000	305.00	9,760.00
03012600010003	COMPRESORA TORNILLO DE 150 PSI C/SECADOR	hm	46.5578	9.92	461.85
03013300050004	AMOLADORA ANGULAR 7"	hm	1,923.4447	0.56	1,077.13
0301330008	EQUIPO DE OXICORTE (INC. ACCESORIOS, MANGUERA, Y MANOMETROS)	hm	374.7840	0.24	89.95
0301450003	MAQUINA DE SOLDAR ELECT. TRIF. ALT/CONT. 350 AMP.	hm	1,393.6632	1.20	1,672.40
0301450004	HABILITACIÓN DE OPERADOR	día	7.0000	96.00	672.00
0301490002	MONTACARGA	hm	29.5359	9.23	272.62
0304010003	TRANSPORTE LIMA - AREQUIPA	kg	4,465.3180	0.09	401.88
0304010004	TRANSPORTE LIMA - AREQUIPA	m2	19.6875	10.00	196.88
0304010005	TRANSPORTE AREQUIPA - CUSCO	kg	16,798.6720	0.09	1,511.88
0304010006	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE GRUA	ser	2.0000	600.00	1,200.00
0304010007	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE CONTRAPESOS HASTA ANTAPACCAY	ser	2.0000	3,600.00	7,200.00
					<b>31,843.18</b>
<b>Total</b>				<b>U\$</b>	<b>106,731.77</b>



Anexo I  
Hoja técnica del recubrimiento  
industrial



Protective  
&  
Marine  
Coatings

# SUMADUR FC HS PLUS

## EPÓXI FOSFATO DE ZINCO

Comp. A 276.....  
Comp. B 276.9000

Revisado: 29 de novembro, 2021

### INFORMAÇÃO DO PRODUTO

#### DESCRIÇÃO DO PRODUTO

SUMADUR FC HS PLUS é um revestimento bicomponente a base de resina epóxi curada com poliamida de alta espessura e alto sólidos, pigmentado com fosfato de zinco como pigmento inibidor de corrosão. Tem secagem rápida, boa aplicabilidade.

Pode ser aplicado diretamente sobre superfícies de aço carbono jateado ou tratadas por limpeza mecânica.

Como parte de sistemas de pintura em conformidade com a **ISO 12944:2018, ambiente C5-M**

#### CARACTERÍSTICAS DO PRODUTO

Aspecto:	Semi-brilhante
Cor:	Branco, cores ou alumínio
Sólidos por volume:	81 ± 2%, mistura
Sólidos por peso:	90 ± 2%, mistura
VOC (Met. EPA 24):	<135g/L
Proporção de Mistura:	1 : 1 em volume 0,9 : 1 em peso

#### Espessura Recomendada por Demão:

	Min.	Máx.
Úmido micrometros (mils):	125 (5,0)	370 (14,6)
Seco micrometros (mils):	100 (4,0)	300 (12,0)

Nota: Para a cor branca, recomenda-se no mínimo 200 micrometros.

Rend. Teórico (m<sup>2</sup>/L)

@ 100 µm de espessura: 8,1

NOTA: O rendimento teórico é calculado com base no teor de sólidos por volume e não inclui fatores de perda na aplicação devido a irregularidades, rugosidade ou porosidade da superfície, geometria das peças, método de aplicação, habilidade e técnica do aplicador, perdas de material durante a preparação, derrames, respingos, diluição além do especificado, condições climáticas e camada excessiva do filme aplicado. Considerar todas as perdas para calcular a quantidade de tinta a ser utilizada.

#### Tempos de Secagem a @ 250 micrometros, 50%UR

	16°C	25°C	32°C
Toque:	1 hora	30 minutos	20 minutos
Manuseio:	4 horas	3 horas	2,5 horas
Repintura:			
mínimo:	4 horas	3 horas	2 horas
máximo:	8 dias	7 dias	4 dias
Cura Final:	10 dias	7 dias	5 dias

Os tempos de secagem dependem das condições de temperatura, umidade e espessura do filme.

Vida útil da mistura: --- 3 horas ---

Tempo de Indução: --- 15 minutos ---

Observação: A temperatura mais alta reduz a vida útil da mistura.

Armazenamento: Comp. A: 24 meses, sem abrir.  
Comp. B: 24 meses, sem abrir.

Condições de armazenagem: Conservar o material em lata fechada e ao abrigo das intempéries, e de umidade, sob temperaturas que não ultrapassem 40°C

Diluição/Limpeza: Diluente 198.908

#### USOS RECOMENDADOS

Pode ser utilizado como primer, intermediário e/ou acabamento, na pintura de superfícies metálicas jateadas exposta em ambiente de média agressividade C5-M conforme a ISO 12944:2018 para segmentos de:

- Parte externa de tubulações;
- Estruturas metálicas;
- Pontes;
- Parte externa de tanques;
- Bombas;
- Guindastes.

Pode ser utilizado para proteção anticorrosiva de equipamentos e estruturas de aço carbono tratada por limpeza desde que não haja carepa de laminação, ou superfícies de concreto com o respectivo primer selador epóxi.

Não é recomendado para exposições à solventes, a soluções ácidas ou outros serviços de imersão.

#### CARACTERÍSTICAS DE DESEMPENHO

Resistência ao calor seco:

Temperatura máxima de 120°C

Nota: Revestimentos orgânicos podem sofrer alteração de cor quando expostos ao calor, em temperaturas superiores a 60 °C.

Como qualquer tinta epóxi, SUMADUR FC HS PLUS sofre calcinação alteração de brilho e cor quando exposta ao intemperismo (ação do sol e da chuva).

#### PRECAUÇÕES DE SEGURANÇA

Consulte a FISPQ antes de usar.

Os dados técnicos e instruções publicadas estão sujeitos a alterações sem aviso prévio. Entre em contato com o representante da Sherwin-Williams para obter dados técnicos e instruções adicionais.

#### RESPONSABILIDADE

As informações contidas nesta ficha decorrem de dados compilados para sua ajuda e orientação e são baseados em nossa experiência e conhecimento. Tendo em vista, porém, que fatores como preparação de superfície e aplicação nem sempre estão sob nosso controle e subordinam-se à obediência rigorosa das especificações estabelecidas, eximimo-nos de qualquer responsabilidade relativa a rendimento, desempenho ou danos de qualquer natureza.

#### GARANTIA

A Sherwin-Williams garante que nossos produtos estão livres de defeitos de fabricação de acordo com os procedimentos de controle de qualidade aplicáveis da Sherwin-Williams. A responsabilidade por produtos comprovadamente defeituosos, se houver, é limitada à substituição do produto defeituoso ou ao reembolso do preço de compra pago pelo produto defeituoso conforme determinado por Sherwin-Williams. NENHUMA OUTRA GARANTIA OU GARANTIA DE QUALQUER TIPO É FEITA POR SHERWIN-WILLIAMS, EXPRESSA OU IMPLÍCITA, ESTATUTÁRIA, POR OPERAÇÃO DE LEI OU DE OUTRA FORMA, INCLUINDO COMERCIALIZAÇÃO E APTIDÃO PARA UM PROPÓSITO PARTICULAR.

#### INSTRUÇÃO DE DESCARTE DE EMBALAGENS

Descontamine a embalagem vazia, lavando-a com o mesmo solvente utilizado na limpeza dos equipamentos. Após a descontaminação, envie para reciclagem.



Protective  
&  
Marine  
Coatings

# SUMADUR FC HS PLUS

## EPÓXI FOSFATO DE ZINCO

Comp. A 276.....  
Comp. B 276.9000

### BOLETIM DE APLICAÇÃO

#### PREPARAÇÃO DE SUPERFÍCIES

A superfície deverá estar íntegra e em condições perfeitas. É necessária a remoção completa de óleos, pós, graxas, sujeiras, ferrugens soltas e materiais estranhos, para assegurar a aderência satisfatória

Para remover a oleosidade da superfície use solução de SUMACLEAN WB ou panos limpos embebidos em DILUENTE NR 905

#### Aço Carbono:

O preparo de superfície mínimo necessário é Jato ao metal quase branco – Norma SSPC SP- 10

Padrão visual Sa 2 ½ Norma SIS 05 59 00-67

Perfil de rugosidade: 25 a 50 micrometros.

#### Aço Carbono Enferrujado, Grau C :

Limpeza com ferramenta mecânica - Norma SSPC SP-3

Padrão visual St 3 Norma ISO 8501-1

#### Concreto:

Aplicar sobre concreto perfeitamente limpo e seco de preferência com jato abrasivo para remover a nata do cimento. Selar a superfície com Sher Tile Clear BR ou Sher Tile Clear HS BR. A superfície deve estar totalmente limpa e seca. O concreto e a argamassa deverão estar curados pelo menos por 28 dias a 25°C.

#### Siga os métodos padrões indicados quando correspondente:

ASTM D4258 Prática Padrão para Limpar Concreto

ASTM D4259 Prática Padrão para Raspar Concreto

ASTM D4260 Prática Padrão para ataque ácido de Concreto

ASTM F1869 Método de Prova Padrão para Medir Proporção de Emissão de Vapor do Concreto

SSPC-SP 13/NACE 6 Preparação de Superfície de Concreto

ICRI N° 03732 Preparação de Superfície de Concreto

#### Siga os métodos padrões indicados quando correspondente:

Preparação Padrão de Superfícies

	Condição da Superfície	Preparação Padrão de Superfícies			
		ISO 8501-1 SIS 05 5900	SSPC	NACE	ABNT NBR 7348 ABNT NBR 15239
Metal Branco	Graus A,B,C e D	Sa 3	SP 5	1	Sa 3
Metal Quase Branco	Graus A,B,C e D	Sa 2 ½	SP 10	2	Sa 2 ½
Jato Comercial	Graus B,C e D	Sa 2	SP 6	3	Sa 2
Jato Brush-Off	Graus B,C e D	Sa 1	SP 7	4	Sa 1
Limpeza Manual	Ferrugem	C St 2	SP 2	-	C St 2
	Ferrugem e Pites	D St 2	SP 2	-	D St 2
Limpeza Mecânica	Ferrugem	C St 3	SP 3	-	C St 3
	Ferrugem e Pites	D St 3	SP 3	-	D St 3

#### CONDIÇÕES PARA APLICAÇÃO

**Temperatura:** 5°C mínimo, 50°C máximo (ar, superfície).  
Superfície deve estar no mínimo 3°C acima da temperatura de orvalho.

**Temperatura da Tinta:** mínima 5°C e máxima 35°C

**Umidade relativa:** 10% a 85% máxima.

#### EQUIPAMENTOS PARA APLICAÇÃO

Os dados abaixo servem como guia. Podem ser utilizados equipamentos similares. Mudanças nas pressões e nos tamanhos dos bicos podem ser necessárias para melhorar as características da pulverização.

Antes da aplicação esteja seguro de que os equipamentos e respectivos componentes estejam limpos e nas melhores condições. Purgue a linha de ar comprimido para evitar contaminação do produto. Se houver necessidade de alguma diluição, verificar a legislação regional de VOC e compatibilidade com meio ambiente e condições de aplicação do produto.

**Diluição/ Limpeza** ..... Diluente 198.908

#### Equipamento Airless

Pressão ..... 2800 – 3000 psi

Mangueira ..... 1/4" Diâmetro interno

Bico ..... 017" – .023"

Filtro ..... Malha 60

Diluição ..... Se necessário, até 5% em volume

#### Equipamento Convencional

*Se recomenda filtro de óleo e umidade na linha de ar*

Pistola ..... JGA 502/3 Devilbiss

Bico / Capa ..... EX / 704

Pressão de atomização ..... 60 a 65 psi

Pressão Fluido ..... 20 a 30 psi

Diluição ..... Se necessário, até 10% em volume

#### Trincha

Usar trincha com 75 a 100 mm de largura para superfícies maiores e com 25 a 38 mm para parafusos, porcas, cordões de solda e retoques.

Diluição ..... Se necessário, até 5% em volume

#### Rolo

Não recomendado

#### PREPARAÇÃO PARA APLICAÇÃO

#### Mistura:

Agite o conteúdo de cada um dos componentes, vigorosamente, se possível com agitador mecânico. Assegure-se de que nenhum pigmento fique retido no fundo da lata. Adicione o componente B ao componente A, respeitando a relação de mistura. Misture vigorosamente, se possível com agitador mecânico. Adicione o diluente somente após a mistura dos componentes estiver completa.

**Nota:** Para aplicação por trincha, preparar apenas a quantidade a ser usada durante o período de vida útil da mistura do produto.

#### Aplicação:

Reforce todos os cantos vivos, fendas e cordões de soldas, com trincha, para evitar falhas prematuras nestas áreas.

Faça uma sobreposição de 50% de cada passe da pistola, para evitar que fiquem áreas descobertas e desprotegidas, terminando com repasse cruzado.

Excessiva diluição da tinta pode afetar a formação e o aspecto do filme e dificultar a obtenção da espessura especificada.

Não aplique a tinta após o tempo de vida útil da mistura



**Industrial  
&  
Marine  
Coatings**

# 5.1 SUMATANE HS BRILLANTE

POLIURETANO ACRÍLICO ALIFÁTICO

## INFORMACION DEL PRODUCTO

Rev. 09/08

### DESCRIPCION DEL PRODUCTO

**SUMATANE HS BRILLANTE** es un poliuretano acrílico alifático, bicomponente de 70% de sólidos (bajo contenido de solventes) que proporciona bajo costo por m<sup>2</sup>. El diseño de este producto contempla características extraordinarias de durabilidad superior a otros poliuretanos. SUMATANE HS BRILLANTE se recomienda como acabado de sistemas industriales. Cuando se requiere protección y estética por muchos años. Puede ser aplicada con espesores de 2 a 3 mils, sin problemas de cubrimiento. Excelente resistencia a la corrosión y a la intemperie. Excelente retención del color y brillo por períodos de tiempo mayores que los poliuretanos alifáticos convencionales. Superior resistencia química. Fácilmente aplicable por pulverizado, tiene óptimo cubrimiento y apariencia final excelente.

### USOS RECOMENDADOS

Aplicación sobre superficies pintadas con primers o pinturas epóxicas intermedias en:

Estructuras y tuberías  
Exterior de tanques  
Plantas químicas  
Fábricas de Papel y Celulosa  
Refinería de petróleo  
Offshore Plataformas  
Equipo y maquinaria pesada

Para usos específicos consultar con nuestro Departamento de Asistencia Técnica

## CARACTERÍSTICAS DEL PRODUCTO

**Color** : Blanco y otros colores  
**Acabado** : Brillante  
**Sólidos por volumen** : 70% + 2  
**Espesor seco recomendado** : 2 a 3 mils  
**Rendimiento teórico por galón:** 50 m<sup>2</sup> / gal (a 2mils película seca)

**Importante:** El rendimiento teórico es calculado sobre la base de los sólidos por volumen y no incluye pérdidas debidas a la textura de la superficie, geometría de los elementos, métodos de aplicación, técnica del aplicador, irregularidades de superficies, pérdidas de material durante la preparación, dilución en exceso, condiciones climáticas y espesores excesivos de la película aplicada.

**Peso específico de la mezcla** : 1,45 + 0,05 kg/lit

**Peso aproximado por galón :**

Componente A 4,450 kg  
Componente B 0,720 kg

**Vida útil de la mezcla** : 2 horas a 25°C.

Observación: A temperatura mas alta se reduce la vida útil de la mezcla.

**Vida útil en stock** : Componente A 36 meses  
Componente B 12 meses

Condiciones de almacenamiento: Conservar la pintura con el envase cerrado, en un lugar seco y ventilado con temperatura que no sobrepasen los 40°C.

**Nota:** La Contaminación con humedad causa problemas de curado y gelamiento del componente B (endurecedor). Si el envase es abierto debe ser utilizado en su totalidad

### Proporción de la mezcla en volumen:

Componente A - 2,950 Litros

Componente B - 0,650 Litros

**Diluyente recomendado** : P-20

**Proporción de dilución** : hasta 25%, en volumen.

**Nota :** La cantidad de diluyente puede variar dependiendo de las condiciones del ambiente durante la aplicación y del tipo de equipo usado.

### Tiempo de secado:

	12°C	25°C	32°C
<b>Libre de huella</b> :	12 horas	6 horas	4 horas
<b>Manipulación</b> :	36 horas	14 horas	12 horas
<b>Curado final</b> :	4 días	3 días	2 días

Los tiempos de secado depende de la temperatura ambiental y de la superficie, de la humedad relativa del aire y del espesor de la película. En condiciones diferentes a lo indicado, consultar con el Departamento de Asistencia Técnica.

### Intervalo entre capas:

Cuando es necesario aplicar una segunda mano o para aplicación de la capa siguiente del producto recomendado en el esquema de pintado, deben observarse los intervalos entre capas mínimo y máximo indicados abajo.

Temperatura	Mínimo	Máximo
12°C	12 horas	36 horas
25°C	9 horas	24 horas
32°C	6 horas	16 horas

En caso de sobrepasar el tiempo limite máximo indicado para aplicación de la capa siguiente, es necesario lijar la superficie para obtener una adherencia satisfactoria entre capas.

### Resistencia al calor seco:

Temperatura máxima de 90°C, intermitente 120°C.

**Nota:** Los revestimientos orgánicos pueden sufrir alteración de color y brillo cuando son expuestos al calor, en temperaturas superiores a 60° C.



**Industrial  
&  
Marine  
Coatings**

# 5.1 SUMATANE HS BRILLANTE

POLIURETANO ACRÍLICO ALIFÁTICO

## INFORMACION DEL PRODUCTO

### SISTEMAS RECOMENDADOS

**Acero :**  
2 capas de Macropoxy 646      4 - 10 mils eps./capa  
1 capa de Sumatane HS Brillante 2 - 3 mils eps.

**Acero :**  
1 capa de Sher Tile HS Primer BR      4 mils eps.  
1 capa de Sher Tile HS Enamel BR      4 - 5 mils eps.  
1 capa de Sumatane HS Brillante      2 mils eps.

**Aluminio :**  
1 capa de Iponlac HS Primer Verde      0.5 - 1 mils eps.  
1 capa de Sumatane HS Brillante      2 mils eps.

**Galvanizado :**  
1 capa de Iponlac HS Primer Verde      0.5 - 1 mils eps.  
1 capa de Macropoxy 646      4 - 10 mils eps.  
1 capa de Sumatane HS Brillante      2 mils eps.

Los sistemas detallados son representativos y pueden servir como guía de uso del producto. Otros sistemas pueden también ser apropiados, para cualquier consulta de sistemas dirigirse al departamento técnico de Sherwin Williams-

### PREPARACION DE LA SUPERFICIE

La superficie en su totalidad debe estar en condiciones perfectas. Es necesaria la remoción completa de aceites, polvo, grasa y materiales extraños, para asegurar una adherencia óptima.

Para remover aceites y grasas de la superficie usar una solución de desengrasante industrial o paños limpios humedecidos con thinner.

Aplicar sobre el primer o sistema epóxico recomendado. Para mayor información consulte a nuestro Departamento de Asistencia Técnica.

### DISPONIBILIDAD DE COLOR / ENTINTADO

Disponible en varios colores.  
Para color especial Consultar a SW

### CONDICIONES DE APLICACION

#### Temperatura de la superficie:

Mínima : 5° C  
Máxima : 50° C

La temperatura de la superficie deberá estar como mínimo 3°C por arriba de la temperatura del punto de rocío.

#### Temperatura de la pintura:

Mínima : 5° C  
Máxima : 35° C

#### Humedad relativa ambiente

Mínima : 10%  
Máxima : 85%

Para mayores detalles remitirse al boletín de aplicación.

### INFORMACION PARA PEDIDOS

#### Envases :

Parte A : envase de 1 galón  
Parte B : envase de ¼ galón.

**Peso por galón aproximado :** 4.45 kg de A  
0.72 kg de B

### PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

Referirse a Hoja de Seguridad del producto (MSDS).

Las instrucciones e información técnica puede ser cambiada sin previo aviso. Contactar a su asesor técnico Sherwin-Williams para obtener información técnica e instrucciones adicionales.



**Industrial  
&  
Marine  
Coatings**

# 5.1 SUMATANE HS BRILLANTE

POLIURETANO ACRÍLICO ALIFÁTICO

## BOLETÍN DE APLICACION

### PREPARACIÓN DE SUPERFICIE

#### Preparación de superficie general:

La superficie debe estar perfectamente limpia y seca, libre de contaminantes. Para asegurar una buena adherencia es necesario la remoción completa de aceites, grasas, herrumbre suelta y otras materia extrañas en el sustrato.

#### Acero :

Sumatane HS Brillante es la capa de terminación la cual debe ser aplicada sobre los sistemas recomendados.

Antes de aplicar Sumatane HS Brillante asegurarse de que el tiempo de repintabilidad de la capa previa esté de acuerdo con el tiempo que se va a aplicar la capa de Sumatane HS Brillante

Si la capa anterior estuviera mucho tiempo expuesto al medio ambiente y dentro del tiempo de repintabilidad, considerar una limpieza previa para remover materias extrañas de la superficie para asegurar la adhesión.

### CONDICIONES DE APLICACION

#### Temperatura de la superficie:

Mínima : 5° C  
Máxima : 50° C

La temperatura de la superficie deberá estar como mínimo 3°C por arriba de la temperatura del punto de rocío.

#### Temperatura de la pintura:

Mínima : 5° C  
Máxima : 35° C

#### Humedad relativa ambiente

Mínima : 10%  
Máxima : 85%

*Cuando se aplica los poliuretanos en el límite máximo de humedad relativa o por arriba, puede presentarse una pérdida de brillo.*

### EQUIPOS DE APLICACION

Los datos de equipos indicados en esta hoja técnica sirven como guía. Pueden utilizarse equipos similares. De ser necesario variar las presiones y el tamaños de las boquillas para mejorar las características de la pulverización.

Antes de la aplicación se debe estar seguro de que los equipos y sus respectivos componentes estén limpios y en las mejores condiciones. Purgar la línea de aire comprimido para evitar contaminación de la pintura.

#### Pistola airless :

Presión... 2000 - 2500 psi  
Manguera. ... ¼ de diámetro interno  
Boquilla... 0,015" a 0,019 "  
Filtro ... malla 60  
Dilución... 20 % Para espesores ≤ de 2 mils

#### Pistola convencional :

Pistola ... JGA 502/3 Devilbiss  
Boquilla de fluido ... FX - FF  
Casquillo de aire... 704  
Presión de atomización ... 50 psi  
Presión de fluido (en el tanque). 20 - 30 psi  
Dilución ... hasta 25%, en volumen

#### Brocha :

Recomendado para pequeñas áreas y/o retoques

#### Rodillo :

Recomendado para pequeñas áreas y/o retoques.

**Limpieza de equipos :** Utilizar DILUYENTE P-20.



**Industrial  
&  
Marine  
Coatings**

# 5.1 SUMATANE HS BRILLANTE

POLIURETANO ACRÍLICO ALIFÁTICO

## BOLETIN DE APLICACION

### PROCEDIMIENTO DE APLICACION

#### Mezcla:

Agitar el contenido de los envases por separado si es posible con agitador mecánico. Asegúrese que ningún pigmento quede retenido en el fondo de la lata.

Adicione el componente B al componente A, respetando la relación de mezcla. Mezcle vigorosamente, si fuera posible con agitación mecánica hasta obtener una mezcla homogénea y sin grumos.

Agregue el diluyente solamente después de que la mezcla de ambos componentes esté terminada.

#### Aplicación:

A fin de evitar fallas prematuras debe reforzarse con brocha los cantos, vértices, aristas y cordones de soldadura.

Cuando se aplica por pulverización, debe traslaparse la pasada anterior en un 50%, para evitar áreas descubiertas y desprotegidas, culminando con un pase cruzado, hasta completar el espesor recomendado.

El exceso en la dilución puede afectar la formación y aspecto de la película, dificultando la obtención del espesor especificado.

No se debe usar pintura con la vida útil de la mezcla cumplida.

Si excede el tiempo de repintado máximo de la capa anterior lije la superficie o use el Preparador de Superficie 903 antes de recubrir.

El tiempo de secado depende de la temperatura, la humedad y el espesor de la película.

La aplicación del recubrimiento por arriba del máximo o por debajo del mínimo espesor de aplicación recomendado puede afectar adversamente el desempeño del recubrimiento.

### RECOMENDACIONES

Aplicar una capa extra (refuerzo) a todas las imperfecciones, cordones de soldadura y aristas para prevenir fallas prematuras en esas áreas.

Cuando use equipos de aplicación "spray", use un traslape de 50% con cada pasada de la pistola para evitar poros y superficies sin pintar. Si es necesario cruce la pistola en el ángulo correcto.

Los rendimientos y espesores están calculados con el volumen de sólidos correspondiente y no incluyen los factores de pérdida de la aplicación debido al perfil de granallado, rugosidad y porosidad de la superficie, experiencia y técnica del aplicador, método de aplicación, irregularidades de la superficie, pérdida de material durante la mezcla, derrames, sobre-dilución, condiciones climáticas y excesivo espesor de la capa de pintura.

La excesiva dilución del producto puede afectar en el espesor de la capa, apariencia y adherencia.

No mezclar material catalizado con una nueva mezcla.

No utilizar el material por tiempo mayor a la vida útil de la mezcla.

Para evitar bloqueo en equipo spray de aplicación, limpiar el equipo antes de usar o de periodos largos de detención utilizando solvente P-20 de limpieza.

Remitirse a la hoja de información del producto para características de comportamiento y propiedades adicionales

### INSTRUCCIONES DE LIMPIEZA

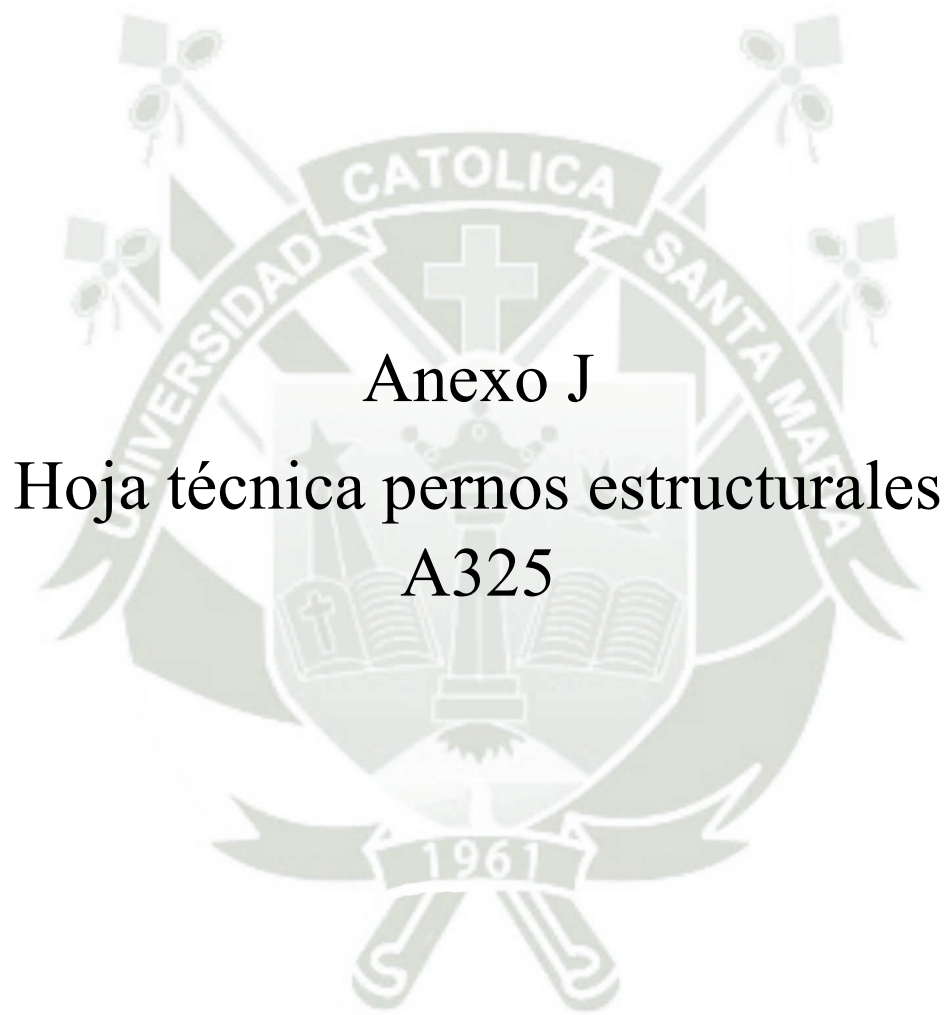
Limpiar derrames y salpicaduras inmediatamente con solvente P-20. Limpiar inmediatamente después de su uso equipos y herramientas con solvente P-20.

Seguir instrucciones de seguridad del fabricante del solvente.

### NOTAS IMPORTANTES

• Dado que no tenemos control sobre las condiciones de aplicación o servicio de los productos, no aceptamos responsabilidad alguna por los resultados que pueden obtenerse en cada caso particular. En ningún caso el fabricante podrá ser responsabilizado por daños incidentales o consecuenciales, que puedan derivarse del uso inadecuado del producto. Recomendamos consultar folleto sobre Normas de Seguridad personal e industrial en el trabajo con pinturas.

• Esta información técnica reemplaza todas las publicaciones anteriores.



Anexo J

Hoja técnica pernos estructurales

A325

# FICHA TECNICA

## PERNOS ESTRUCTURALES A-325



### ASTM F3125 GRADO A325 PERNOS ESTRUCTURALES PESADOS

**ESTÁNDARES REGULADORES:**

<b>ASTM F3125</b>	Cubre los requerimientos de material para pernos estructurales hexagonales pesados de alta resistencia de 1/2 "de diámetro a 1-1 / 2" de diámetro.
<b>ASME B18.2.6</b>	Cubre los datos generales y dimensionales completos para sujetadores utilizados en aplicaciones estructurales.
<b>ASME B1.1 UNC y UNF Clase 2A</b>	Especifica el formulario de rosca, la serie, la clase, la tolerancia y la designación para los hilos de rosca unificados.

**APLICACIONES:**

Destinado para uso en conexiones estructurales de acero a acero. Tornillo hexagonal de alta resistencia con cabeza de patrón pesada para aumentar la superficie de apoyo y distribuir la carga de sujeción sobre un área mayor.

**VARIACIONES:**

Disponible en Tipo 1 y Tipo 3 (el Tipo 2 fue retirado de la norma en 1991). Los tornillos A325 tipo 3 están fabricados en acero resistente a la corrosión y sólo están disponibles en acabado plano. A325-T especifica un perno completamente roscado. A325M especifica las dimensiones métricas.

**TIPOS DE CONEXION:**

<b>CAROLINA DEL SUR</b> Resbale la conexión crítica	<b>norte</b> Conexión tipo cojinete con roscas en el plano de corte.	<b>X</b> Conexión del tipo de cojinete sin roscas en el plano de corte.
--	---	--

**PROPIEDADES MATERIALES:**

De carbono medio, de boro o de aleación de carbono medio

DIÁMETRO	CARGA DE PRUEBA	RENDIMIENTO DE RENDIMIENTO	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN	Dureza
1/2 "a 1"	85.000 psi	92.000 psi	120.000 psi	C24 a C35
1-1 / 8 "a 1-1 / 2"	74.000 psi	81.000 psi	105.000 psi	C19 a C31
Alargamiento	14% Mínimo (Todos los diámetros)			
Reducción del área	35% Mínimo (Todos los diámetros)			

Las resistencias de los materiales enumerados son mínimamente aceptables por norma de gobierno. Dureza del núcleo basada en la escala de Rockwell.

<b>A325 Tipo 1</b> De carbono medio, de boro o de aleación de carbono medio	
<b>A325 Tipo 3</b> Acero inoxidable	
<b>A325T</b> Completamente roscado	

Producto que se marcará con la marca del fabricante como se indica en la X.

**TUERCAS RECOMENDADAS**

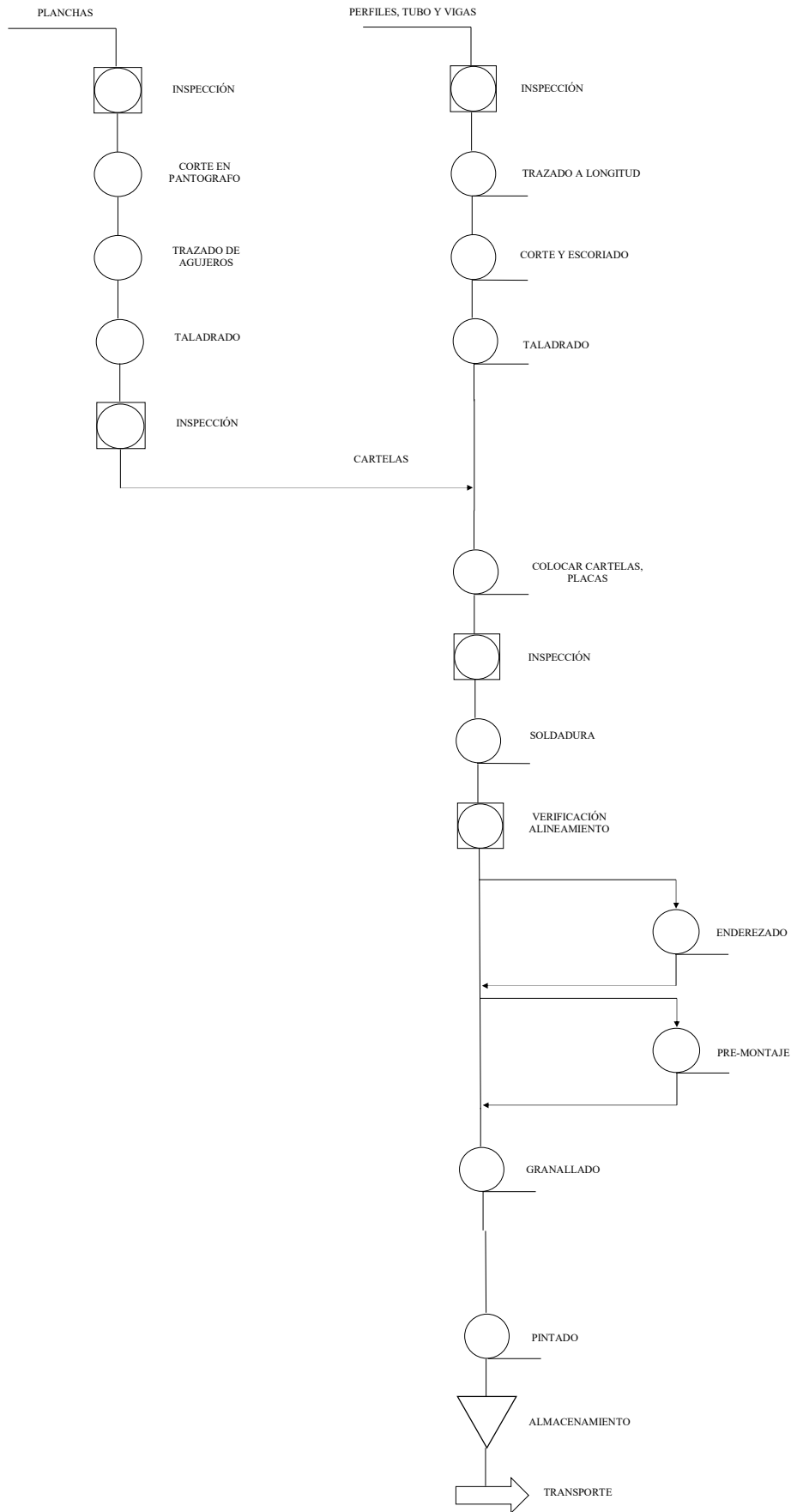
A325 Plain	ASTM A563 Grado DH
A325 Galvanizado por inmersión en caliente	ASTM A563 Grado DH Galvanizado
A325 Tipo 3	ASTM A563 Grado DH-3
ASTM A194 Grade 2H Las tuercas pueden ser suministradas en lugar de tuercas DH a elección del fabricante.	

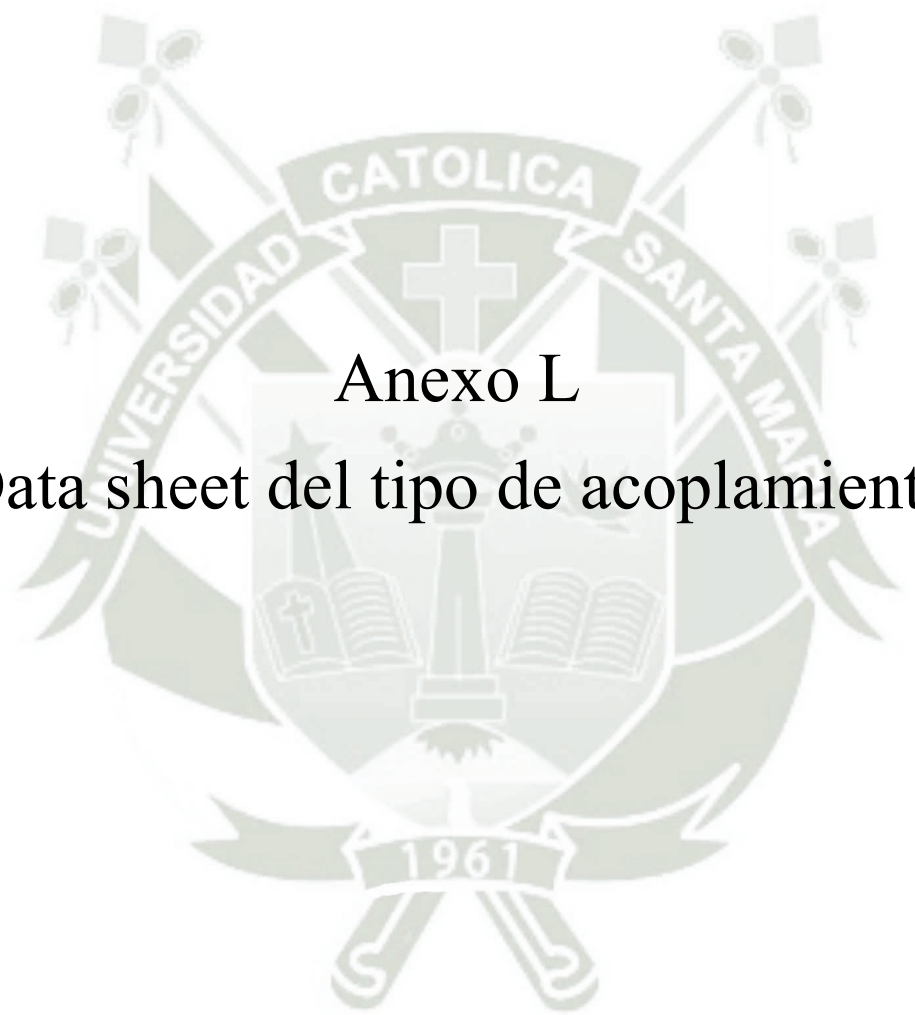




## Anexo K

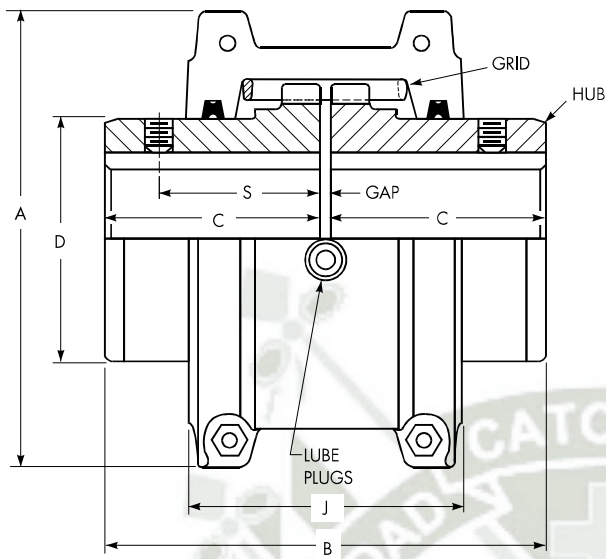
# Diagrama de flujo de fabricación



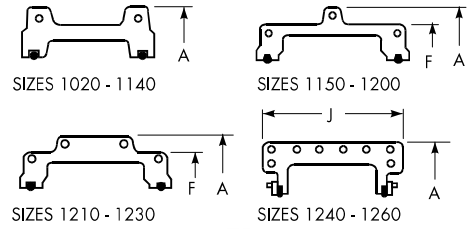
The logo of Universidad Católica Santa María is a circular emblem. It features a central shield with a cross at the top, a book on the left, and another book on the right. Below the shield is a banner with the year '1961'. The shield is flanked by two crossed keys. The entire emblem is surrounded by a wreath and a banner at the top that reads 'UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA'.

Anexo L  
Data sheet del tipo de acoplamiento

## Close-Coupled Type T10



COVER PROFILES – HORIZONTAL SPLIT



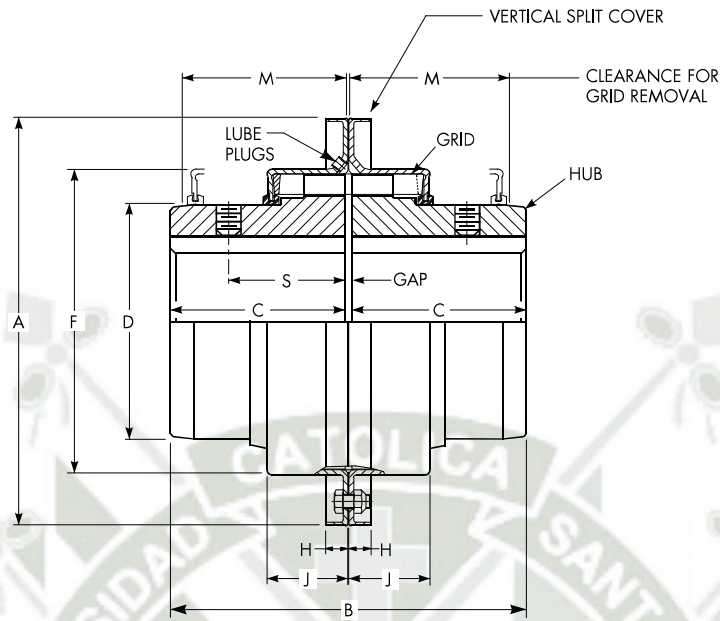
Sizes 1020 thru 1230T10 covers are cast aluminum alloy;  
 Sizes 1240 thru 1260T10 are fabricated steel.

### Dimensions (mm)

Size ①	Torque Rating (Nm) ②	Allow Speed RPM ③	Max Bore (mm) ④	Min Bore (mm) ⑤	Cplg Wt with No Bore (kg)	Lube Wt (kg)	A	B	C	D	F	J	S	GAP
1020T	52	4500	28	13	1,92	0,0272	97,0	98,2	47,6	39,7	–	66,7	39,1	3
1030T	149	4500	35	13	2,58	0,0408	105,7	98,2	47,6	49,2	–	68,3	39,1	3
1040T	249	4500	43	13	3,34	0,0544	114,3	104,6	50,8	57,2	–	69,9	40,1	3
1050T	435	4500	50	13	5,44	0,068	135,1	123,6	60,3	66,7	–	80,9	44,7	3
1060T	684	4350	56	20	7,44	0,0862	147,8	130,0	63,5	76,2	–	93,5	52,3	3
1070T	994	4125	67	20	10,4	0,113	158,8	155,4	76,2	87,3	–	96,8	53,8	3
1080T	2 050	3600	80	27	17,9	0,172	190,5	180,8	88,9	104,8	–	115,6	64,5	3
1090T	3 730	3600	95	27	25,6	0,254	211,1	199,8	98,4	123,8	–	122,2	71,6	3
1100T	6 280	2440	110	42	42,0	0,426	251,0	246,2	120,6	142,1	–	155,4	–	5
1110T	9 320	2250	120	42	54,3	0,508	269,7	259,0	127,0	160,3	–	161,5	–	5
1120T	13 700	2025	140	61	81,2	0,735	307,8	304,4	149,2	179,4	–	191,5	–	6
1130T	19 900	1800	170	67	121	0,907	345,9	329,8	161,9	217,5	–	195,1	–	6
1140T	28 600	1650	200	67	178	1,13	384,0	374,4	184,2	254,0	–	201,2	–	6
1150T	39 800	1500	215	108	234	1,95	453,1	371,8	182,9	269,2	391,2	271,5	–	6
1160T	55 900	1350	240	121	317	2,81	501,9	402,2	198,1	304,8	436,9	278,4	–	6
1170T	74 600	1225	280	134	448	3,49	566,9	437,8	215,9	355,6	487,2	307,3	–	6
1180T	103 000	1100	300	153	619	3,76	629,9	483,6	238,8	393,7	554,7	321,1	–	6
1190T	137 000	1050	335	153	776	4,4	675,6	524,2	259,1	436,9	607,8	325,1	–	6
1200T	186 000	900	360	178	1058	5,62	756,9	564,8	279,4	497,8	660,4	355,6	–	6
1210T	249 000	820	390	178	1424	10,5	844,6	622,6	304,8	533,4	750,8	431,8	–	13
1220T	336 000	730	420	203	1785	16,1	920,8	663,2	325,1	571,5	822,2	490,2	–	13
1230T	435 000	680	450	203	2267	24,0	1003,3	703,8	345,4	609,6	904,7	546,1	–	13
1240T	559 000	630	480	254	2950	33,8	1087,1	749,6	368,3	647,7	–	647,7	–	13
1250T	746 000	580	⑥	254	3833	50,1	1181,1	815,6	401,3	711,2	–	698,5	–	13
1260T	932 000	540	⑥	254	4682	67,2	1260,9	876,6	431,8	762,0	–	762,0	–	13

- ① Refer to **page 10** for General Information.
- ② Peak torque capacity is two times the published rating. Torque ratings for hubs with Taper-Lock® bushings differ from those shown, refer to **Table 18, page 36**.
- ③ Consult Factory for higher speeds.
- ④ Maximum bores are reduced for hubs furnished with an interference fit and a setscrew over the keyway. Refer to Rexnord Engineering Sheet 427-105 for details.
- ⑤ Minimum bore is the smallest bore to which a Rough Stock Bore (RSB) hub can be bored. Depending upon coupling size, RSB hubs may have only a blind centering hole or a through hole that will permit remachining of the hubs to the minimum bores specified.
- ⑥ Refer to Rexnord.

## Close-Coupled Type T20



Dimensions (mm)

Size ①	Torque Rating (Nm) ③	Allow Speed RPM ④	Max Bore (mm) ⑤	Min Bore (mm) ⑥	Cplg Wt w/o Bore (kg)	Lube Wt (kg)	A	B	C	D	F	H	J	M	S	GAP
1020T	52	6000	28	13	1,94	0,0272	112,3	98,2	47,6	39,7	64,3	9,7	23,9	47,8	39,1	3
1030T	149	6000	35	13	2,58	0,0408	121,8	98,2	47,6	49,2	73,8	9,7	24,9	47,8	39,1	3
1040T	249	6000	43	13	3,35	0,0544	129,8	104,6	50,8	57,2	81,8	9,7	25,9	50,8	40,1	3
1050T	435	6000	50	13	5,32	0,068	148,8	123,6	60,3	66,7	97,6	11,9	30,5	60,5	44,7	3
1060T	684	6000	56	20	7,01	0,0862	163,1	130,0	63,5	76,2	111,1	12,7	31,8	63,5	52,3	3
1070T	994	5500	67	20	10,2	0,113	174,2	155,4	76,2	87,3	122,3	12,7	33,0	66,5	53,8	3
1080T	2 050	4750	80	27	17,6	0,172	201,2	180,8	88,9	104,8	149,2	12,7	43,7	88,9	64,5	3
1090T	3 730	4000	95	27	25,4	0,254	232,9	199,8	98,4	123,8	168,3	12,7	47,0	95,2	71,6	3
1100T	6 280	3600	110	42	42,0	0,426	267,9	246,2	120,6	142,1	198,0	15,7	59,7	120,7	—	5
1110T	9 320	3000	120	42	54,4	0,508	286,9	259,0	127,0	160,3	216,3	16,0	62,7	124,0	—	5
1120T	13 700	2700	140	61	81,8	0,735	320,2	304,4	149,2	179,4	245,5	17,5	73,7	142,7	—	6
1130T	19 900	2400	170	67	122	0,907	379,0	329,8	161,9	217,5	283,8	20,6	74,9	146,0	—	6
1140T	28 600	2200	200	67	180	1,13	417,1	374,4	184,2	254,0	321,9	20,6	78,2	155,4	—	6
1150T	39 800	2000	215	108	230	1,95	476,2	371,8	182,9	269,2	374,4	19,3 ②	107,3	203,2	—	6
1160T	55 900	1750	240	121	321	2,81	533,4	402,2	198,1	304,8	423,9	30,0 ②	115,3	215,9	—	6
1170T	74 600	1600	280	134	448	3,49	584,2	437,8	215,9	355,6	474,7	30,0 ②	120,1	226,1	—	6

① Refer to page 10 for General Information.

② Dimension "H" is to the end of the bolt on Sizes 1150 thru 1170. Bolts are not shrouded.

③ Peak torque capacity is two times the published rating. Torque ratings for hubs with Taper-Lock bushings differ from those shown, refer to Table 18, page 36.

④ Consult Factory for higher speeds.

⑤ Maximum bores are reduced for hubs furnished with an interference fit and a setscrew over the keyway. Refer to Rexnord Engineering Sheet 427-105 for details.

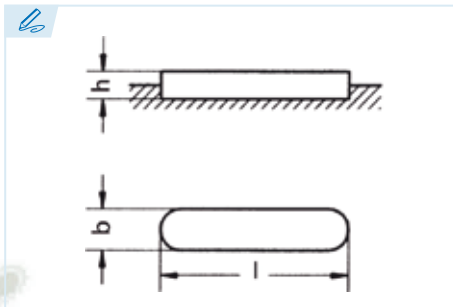
⑥ Minimum bore is the smallest bore to which a Rough Stock Bore (RSB) hub can be bored. Depending upon coupling size, RSB hubs may have only a blind centering hole or a through hole that will permit remachining of the hubs to the minimum bores specified.



Anexo M  
Data sheet del cuñero empleado



DIN 6885 A



Chaveta paralela de ajuste

Parallel keys  
Clavette parallèle d'ajustage  
Chaveta paralela de ajuste

Acero C45+C (F-114)

Steel C45+C (F-114)  
Acier C45+C (F-114)  
Aço C45+C (F-114)

Tolerancia b: h9

b Tolerance: h9  
Tolérance b: h9  
Tolerância b: h9

Tolerancia h: h9 o h11 según DIN 6880

h Tolerance: h9 or h11 according DIN 6880  
Tolérance h: h9 ou h11 suivant DIN 6880  
Tolerância h: h9 ou h11 conforme a norma DIN 6880

Resistencia mínima a la tracción: 600 N/mm²

Minimum tensile strength: 600 N/mm²  
Résistance minimum à la rupture: 600 N/mm²  
Resistência mínima à tração: 600 N/mm²

• Medidas fuera de norma DIN.  
Dimensions outside DIN standard.  
Dimensions hors norme DIN  
Medidas fora da norma DIN.

• INOX También disponibles en stock en acero inoxidable.  
We also have stainless steel available in stock.  
Également disponible sur stock en inox.  
Também disponíveis em estoque em aço inoxidável.

• Otras medidas bajo consulta y en stock.  
Other dimensions in stock and on request.  
Autres dimensions sur demande et en stock.  
Outras medidas, disponíveis sob consulta e em estoque.

! Las longitudes en negrita son las más utilizadas.  
Bold numbers represent the most commonly used lengths.  
En noir les dimensions les plus utilisées.  
Os comprimentos em negrito são os mais utilizados.

Ref: ?

ejemplo  
example  
exemple  
exemplo

Ref. = 51A - XX - XX - XXX  
          b      h      l

DIN 6885 A 8x7x50

Ref. = 51A-8-7-50

b	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22										
h	2	3	4	3	5	4	6	5	7	6	8	6	8	6	9	7	10	7	11	8	12	9	14
06	06	08	12	10	14	•10	18	•12	22	•14	28	•20	36	•25	45	•30	50	•45	56	•55	63	•60	
08	08	10	14	12	16	•12	20	•14	25	•15	32	•22	40	•28	50	•32	56	•50	63	•56	70	•63	
10	10	12	16	14	18	14	22	•15	28	•16	36	•25	45	•30	56	•35	63	•55	70	•60	80	•65	
12	12	14	18	•15	20	•15	25	•16	32	•18	40	•28	50	•32	63	•36	70	•56	80	•63	90	•70	
14	14	•15	20	16	22	16	28	18	36	•20	45	•30	56	•35	70	•40	80	•60	90	•65	100	•75	
•15	•15	16	22	18	25	18	32	20	40	22	50	32	63	36	80	45	90	63	100	70	110	80	
16	16	18	25	20	28	20	36	22	45	25	56	•35	70	40	90	50	100	•65	110	•75	125	•85	
18	18	20	28	22	32	22	40	25	50	28	63	36	80	45	100	•55	110	70	125	80	140	90	
20	20	22	32	25	36	25	45	28	56	•30	70	40	90	50	110	56	125	•75	140	•85	160	•95	
•22	22	25	36	28	40	28	50	•30	63	32	80	45	100	•55	125	•60	140	80	160	90	180	100	
•25	25	28	40	•30	45	•30	56	32	70	•35	90	50	110	56	140	63	160	•85	180	•95	200	110	
•28	28	•30	45	32	50	32	63	•35	80	36	100	•55	125	•60	160	•65	180	90	200	100	220	•120	
•30	•30	32	50	•35	56	•35	70	36	90	40	110	56	140	63	180	70	200	•95	220	110	250	125	
•32	32	•35	56	36	63	36	80	40	100	45	125	•60	160	•65		•75		100		•120		•130	
•35	•35	36		40	70	40	90	45	110	50	140	63		70	80		110		125		140		
•36	36	40		45		45		50		•55		•65		•75		•85		•120		•130		•150	
		45		50		50		•55		56		70		80		90		125		140		160	
		•50		•55		•55		56		•60		•75		•85		•95		•130		•150		•170	
				56		56		•60		63		80		90		100		140		160		180	
				•60		•60		63		•65		•85		•95		110		•150		•170		200	
				•63		63		•65		70		90		100		•120		160		180		220	
				•65		•65		70		•75		•95		110		125		•170		200		250	
						70		•75		80		100		•120		•130		180		220			
						•75		80		•85		110		125		140		200					
								•85		90		•120		•130		•150							
								90		•95		125		140		160							
								•95		100		•130		•150		180							
										•100		110		140		•200							
										•110		•120		•150		•180							
										•120		•125		•160		•200							
										•125		•130		•180									
										•130		•140											
										•140		•150											
										•150		•160											
										•180		•200											

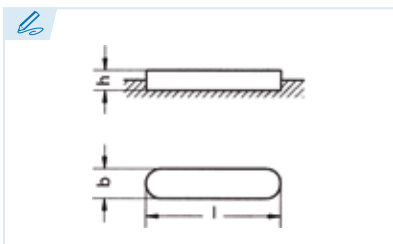


b h	25		28		32		36		40	45	50	56	63	70	80	90	100
	9	14	10	16	11	18	12	20	22	25	28	32	32	36	40	45	50
I	70	• 65	80	• 75	90	• 85	100	• 95	110	• 120	140	160	180	200	220	250	280
	80	70	90	80	100	90	110	100	• 120	125	160	180	200	220	250	280	320
	90	• 75	100	• 85	110	• 95	125	110	125	• 130	180	200	220	250	280	320	360
	100	80	110	90	125	100	140	• 120	• 130	140	200	220	250	280	320	360	400
	110	• 85	125	• 95	140	110	160	125	140	• 150	220	250	280	320	360	400	
	125	90	140	100	160	• 120	180	• 130	• 150	160	250	280	320	360	400		
	140	• 95	160	110	180	125	200	140	160	• 170	280	320	360	400			
	160	100	180	• 120	200	140	220	• 150	• 170	180	320	360	400				
	180	110	200	125	220	• 150	250	160	180	200	360	400					
	200	• 120	220	• 130	250	160	280	• 170	200	220	400						
	220	125	250	140	280	• 170	315	180	220	250							
	250	• 130	280	• 150	315	180	355	200	250	280							
	280	140	315	160	355	200	400	220	280	• 320							
		• 150		• 170		220		250	• 320	• 360							
		160		180		250		280	• 360	400							
		• 170		200		280		320	400								
		180		220		320		360									
		200		250		360		400									
	220		280														
	250		320														
	280																





DIN 6885 / DIN 6886



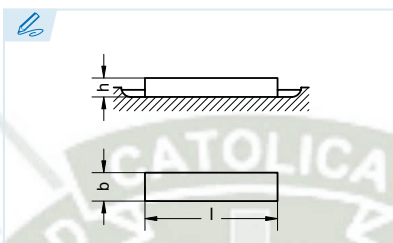
DIN 6885 A

**Chaveta paralela - Forma A**

Parallel Key - Form A  
Clavette parallèle - Forme A  
Chaveta paralela - Forma A

**Extremos redondeados (2)**

Round Ends (2)  
Bouts ronds (2)  
Extremidades arredondadas (2)



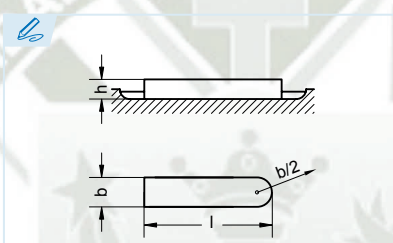
DIN 6885 B

**Chaveta paralela - Forma B**

Parallel Key - Form B  
Clavette parallèle - Forme B  
Chaveta paralela - Forma B

**Extremos rectos (2)**

Square Ends (2)  
Bouts droits (2)  
Extremidades retas (2)



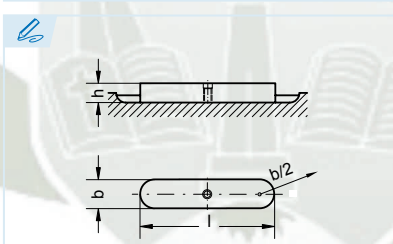
DIN 6885 AB

**Chaveta paralela - Forma AB**

Parallel Key - Form AB  
Clavette parallèle - Forme AB  
Chaveta paralela - Forma AB

**Extremo redondeado (1) y extremo recto (1)**

Round End (1) and Square End (1)  
Bout rond (1) et bout droit (1)  
Extremidade arredondada (1) e extremidade reta (1)



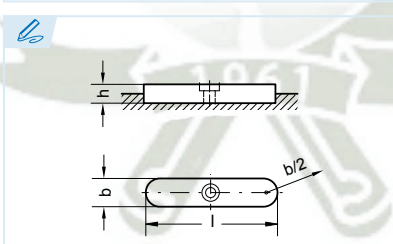
DIN 6885 AE

**Chaveta paralela - Forma AE**

Parallel Key - Form AE  
Clavette parallèle - Forme AE  
Chaveta paralela - Forma AE

**Extremos redondeados (2) y agujero para extracción**

Round Ends (2) and a Hole for Extraction  
Bouts ronds (2) et trou pour démontage  
Extremidades arredondadas (2) e furo para extração



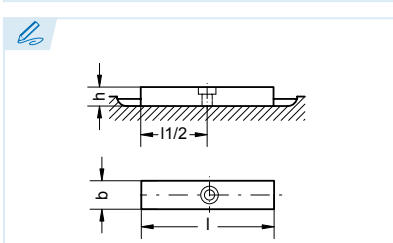
DIN 6885 C

**Chaveta paralela - Forma C**

Parallel Key - Form C  
Clavette parallèle - Forme C  
Chaveta paralela - Forma C

**Extremos redondeados (2) y tornillo de retención**

Round Ends (2) and a Retention Bolt  
Bouts ronds (2) et taraudage pour vis de retenue  
Extremidades arredondadas (2) e parafuso de retenção



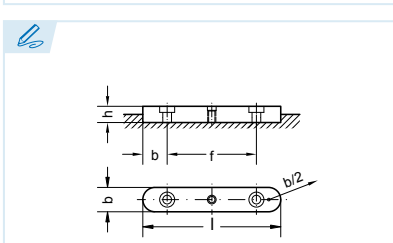
DIN 6885 D

**Chaveta paralela - Forma D**

Parallel Key - Form D  
Clavette parallèle - Forme D  
Chaveta paralela - Forma D

**Extremos rectos (2) y tornillo de retención**

Square Ends (2) and a Retention Bolt  
Bouts droits (2) et taraudage pour vis de retenue  
Extremidades retas (2) e parafuso de retenção



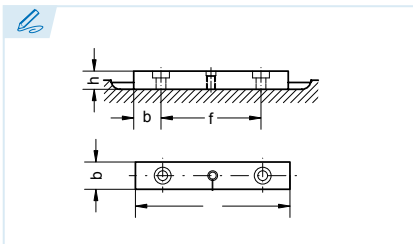
DIN 6885 E

**Chaveta paralela - Forma E**

Parallel Key - Form E  
Clavette parallèle - Forme E  
Chaveta paralela - Forma E

**Extremos redondeados (2), tornillos de retención (2) y extractor (1)**

Round Ends (2), Retention Bolts (2) and an Extractor (1)  
Bouts ronds (2), taraudages pour vis de retenue (2) et trou pour démontage (1)  
Extremidades arredondadas (2), parafusos de retenção (2) e extrator (1)

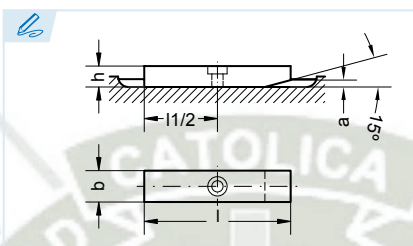


**DIN 6885 F**

**Chaveta paralela - Forma F**

Parallel Key - Form F  
Clavette parallèle - Forme F  
Chaveta paralela - Forma F

**Extremos rectos (2), tornillos de retención (2) y extractor (1)**  
Square Ends (2), Retention Bolts (2) and an Extractor (1)  
Bouts droits (2), taraudages pour vis de retenue (2) et trou pour démontage (1)  
Extremidades retas (2), parafusos de retenção (2) e extrator (1)

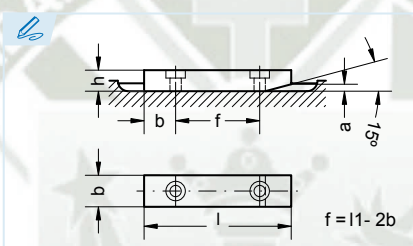


**DIN 6885 G**

**Chaveta paralela - Forma G**

Parallel Key - Form G  
Clavette parallèle - Forme G  
Chaveta paralela - Forma G

**Extremos rectos (2), tornillo de retención (1) y chaflán (1)**  
Square Ends (2), Retention Bolts (1) and a Chamfer (1)  
Bouts droits (2), taraudage pour vis de retenue (1) et chanfrein d'entrée (1)  
Extremidades retas (2), parafusos de retenção (1) e chanfro (1)

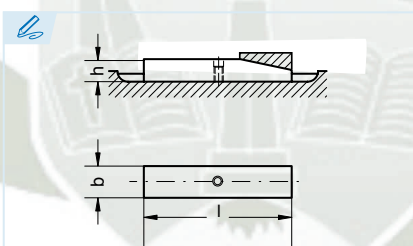


**DIN 6885 H**

**Chaveta paralela - Forma H**

Parallel Key - Form H  
Clavette parallèle - Forme H  
Chaveta paralela - Forma H

**Extremos rectos (2), tornillos de retención (2) y chaflán (1)**  
Square Ends (2), Retention Bolts (2) and a Chamfer (1)  
Bouts droits (2), taraudages pour vis de retenue (2) et chanfrein d'entrée (1)  
Extremidades retas (2), parafusos de retenção (2) e chanfro (1)

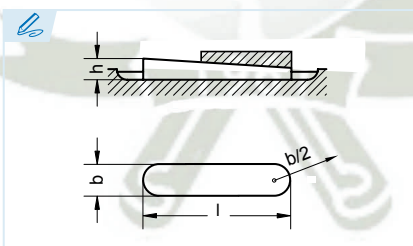


**DIN 6885 J**

**Chaveta paralela - Forma J**

Parallel Key - Form J  
Clavette parallèle - Forme J  
Chaveta paralela - Forma J

**Extremos rectos (2), agujero para pasador elástico (1) y chaflán (1)**  
Square Ends (2), Spring Pin Hole (1) and a Chamfer (1)  
Bouts droits (2), trou central pour goupille élastique (1) et chanfrein d'entrée (1)  
Extremidades retas (2), furo para passador elástico (1) e chanfro (1)

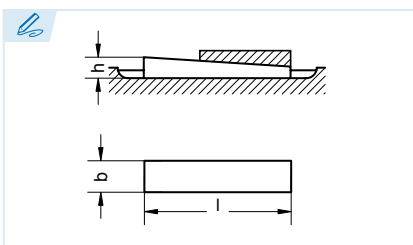


**DIN 6886 A**

**Chaveta plana inclinada - Forma A**

Taper Key - Form A  
Clavette inclinée - Forme A  
Chaveta plana inclinada - Forma A

**Extremos redondeados (2)**  
Round Ends (2)  
Bouts ronds (2)  
Extremidades arredondadas (2)



**DIN 6886 B**

**Chaveta plana inclinada - Forma B**

Taper Key - Form B  
Clavette inclinée - Forme B  
Chaveta plana inclinada - Forma B

**Extremos rectos (2)**  
Square Ends (2)  
Bouts droits (2)  
Extremidades retas (2)



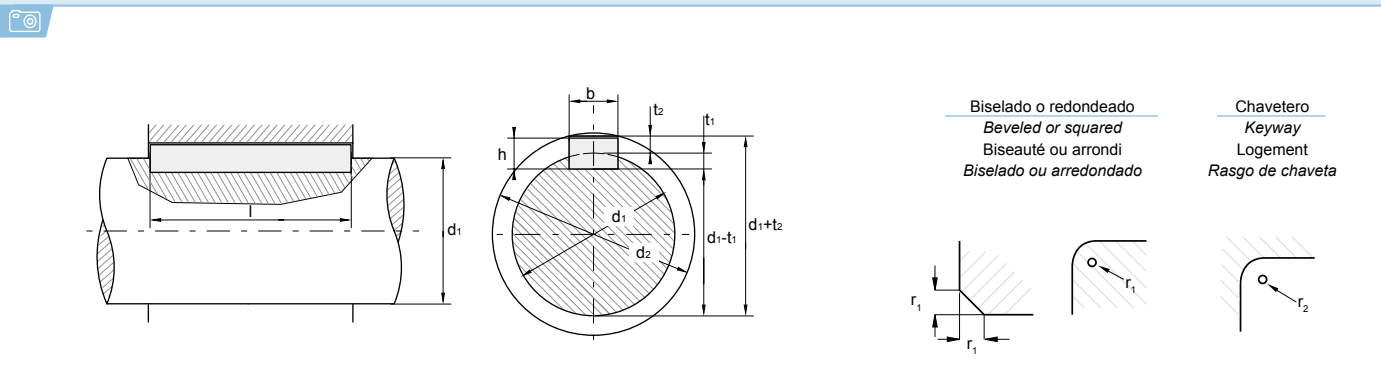
**Chavetas especiales**

Special Keys  
Clavettes spéciales  
Chavetas especiais

**Podemos ofrecer chavetas especiales en distintas formas y materiales, desde una unidad a largas series.**  
We can offer special keys in different forms and materials that range from one unit to large series.  
Sur demande clavettes spéciales ou sur plan, de l'unité à la grande série.  
Podemos oferecer chavetas especiais em diferentes formas e materiais, desde uma única unidade até grandes séries.



**i** **Selección de la chaveta paralela DIN 6885**  
*Selection criteria for parallel key DIN 6885*  
*Élection de la clavette parallèle DIN 6885*  
*Seleção da chaveta paralela DIN 6885*



(ES) (EN) (FR) (PT)

**Chavetero del eje**

*Shaft Keyway*  
*Logement de l'arbre*  
*Rasgo de chaveta do eixo*

**Chavetero del cubo**

*Hub Keyway*  
*Logement du moyeu*  
*Rasgo de chaveta do cubo*

**Asiento fijo**

*Tight fit*  
*Ajustement serré*  
*Assento fixo*

**Asiento ligero**

*Loose fit*  
*Ajustement libre*  
*Assento ligeiro*

**Con juego en el lomo o aprieto**

*With a set in the groove or blockage*  
*Avec jeu dans la largeur de la rainure ou blocage*  
*Com folga no dorso ou aperto*

**Con juego en el lomo**

*With a set in the groove*  
*Avec jeu dans la largeur de la rainure*  
*Com folga no dorso*

**Con aprieto**

*With pressure*  
*Avec blocage*  
*Com aperto*

**dif. adm. Diferencia admisible**

*Acceptable Difference*  
*Écart accepté*  
*Diferença admissível*

b	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100																	
h	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100																	
d1	>	6	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110	130	150	170	200	230	260	290	330	380	440																
	≤	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95	110	130	150	170	200	230	260	290	330	380	440	500																
Chavetero del eje	b* asiento fijo P9	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100																
	b* asiento ligero N9	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100																
	t1 con juego en el lomo o aprieto	1,2	1,8	2,5	1,9	3	2,5	3,5	3,1	4	3,7	5	3,9	5	4	5,5	4,7	6	4,8	7	5,4	7,5	6	9	6,2	9	6,9	10	7,6	11	8,3	12	13	15	17	20	20	22	25	28	31		
	dif. adm.	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3			
Chavetero del cubo	b* asiento fijo P9	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100																
	b* asiento ligero JS9	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100																
	t2 con juego en el lomo	1	1,4	1,8	1,2	2,3	1,6	2,8	2	3,3	2,4	3,3	2,2	3,3	2,1	3,8	2,4	4,3	2,3	4,4	2,7	4,9	3,1	5,4	2,9	5,4	3,2	6,4	3,5	7,4	3,8	8,4	9,4	10,4	11,4	12,4	12,4	14,4	15,4	17,4	19,5		
	dif. adm.	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	
	con aprieto	0,5	0,9	1,2	0,8	1,7	1,1	2,2	1,4	2,4	1,8	2,4	1,6	2,4	1,4	2,9	1,7	3,4	1,6	3,4	2	3,9	2,4	4,4	2,2	4,4	2,4	5,4	2,7	6,4	3,0	7,1	8,1	9,1	10,1	11,1	11,1	13,1	14,1	16,1	18,1		
	dif. adm.	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2	+0,1	+0,2
a	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	3	-	3	-	3,5	-	4	-	4,5	-	5	-	5,5	-	5,5	-	6,5	-	7	-	8	9	10	11	13	13	14	16	18	20			
d2 min.	d1 +	2,5	3,5	4	3	5	4	6	5	8	6	8	6	8	6	9	7	11	7	11	8	12	9	14	9	14	10	16	11	18	11,5	21	23	26	28	32	32	36	40	45	50		
r1	min.	0,16	0,16	0,16	0,20	0,25	0,40	0,25	0,40	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,80	0,60	0,80	0,60	1,00	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	2,5		
	max.	0,25	0,25	0,25	0,30	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,60	0,70	0,60	0,70	0,60	0,70	0,60	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	1,10	0,80	1,10	0,80	1,30	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	2	2	2	3	3	3		
r2	max.	0,16	0,16	0,16	0,20	0,25	0,40	0,25	0,40	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,80	0,60	0,80	0,60	1,00	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	2,5			
	min.	0,08	0,08	0,08	0,10	0,16	0,20	0,16	0,20	0,16	0,20	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,30	0,25	0,30		

**b\* Se recomienda para anchuras de chaveteros entallados atenerse a la calidad ISA IT8 en lugar de IT9 (es decir P8 en lugar de P9, N8 en lugar de N9 y JS8 en lugar de JS9).**  
*b\* For carved keyway widths, adhering to quality ISA IT8 instead of IT9 (P8 instead of P9, N8 instead of N9 and JS8 instead of JS9) is the recommended practice.*  
*b\* Nous conseillons pour les largeurs des logements usinés d'utiliser la qualité ISA IT8 au lieu de IT9 (c'est-à-dire P8 plutôt que P9, N8 plutôt que N9 et JS8 plutôt que JS9).*  
*b\* Para larguras de rasgos de chaveta entalhados, recomendamos a utilização da qualidade ISA IT8 em vez de IT9 (ou seja, P8 em vez de P9, N8 em vez de N9 e JS8 em vez de JS9).*

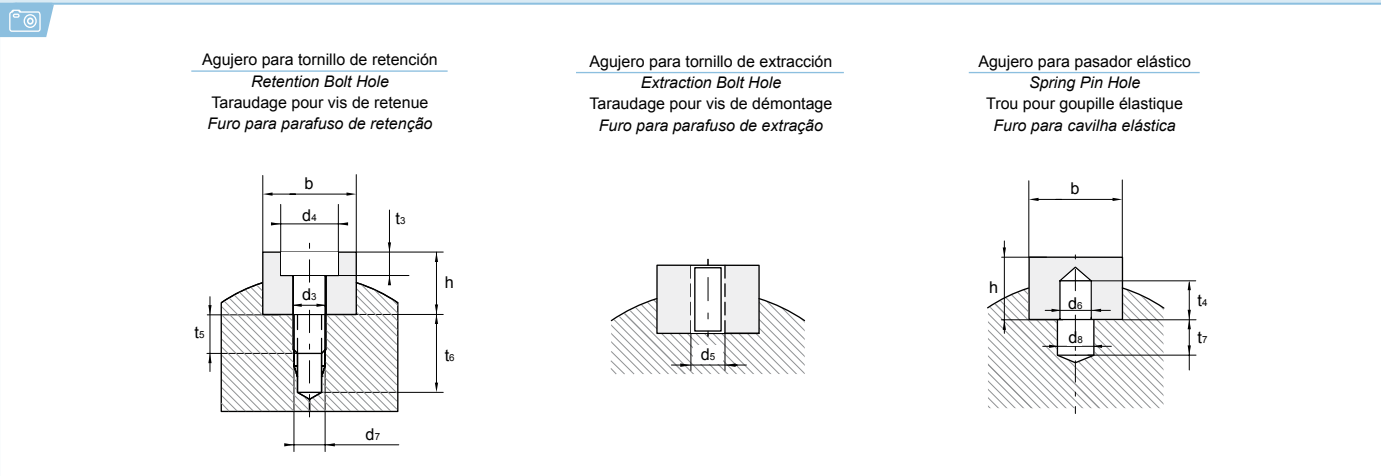
	6 - 28	32 - 80	90 - 400
Tolerancia de la longitud de la chaveta (l) Key Length Tolerance (l) Tolérance de la longueur de la clavette Tolerância do comprimento da chaveta (l)	-0,2	-0,3	-0,5

	6 - 28	32 - 80	90 - 400
Tolerancia de la longitud del chavetero Keyway Length Tolerance Tolérance de la longueur du logement Tolerância do comprimento do rasgo de chaveta	+0,2	+0,3	+0,5



**i** DIN 6885: Agujero para tornillo de retención, agujero para tornillo de extracción y agujero para pasador elástico

DIN 6885: Retention Bolt Hole, Extraction Bolt Hole and Spring Pin Hole  
 DIN 6885: Taraudage pour vis de retenue, trous pour démontage et pour goupille élastique  
 DIN 6885: Furo para parafuso de retenção, furo para parafuso de extração e furo para cavilha elástica



ES EN FR PT

**Ajuste para tornillos de retención, tornillos de presión y pasadores elásticos**

Adjustment for retention bolts, pressure screws and spring pins  
 Ajustements pour vis de retenue, vis de pression et goupilles élastiques  
 Ajuste para parafusos de retenção, parafusos de pressão e cavilhas elásticas

**Agujero de la chaveta**

Keyhole  
 Perçage dans la clavette  
 Furo da chaveta

**Agujero del eje**

Shaft Hole  
 Perçage de l'arbre  
 Furo do eixo

**Tornillo de retención**

Retention Bolt  
 Vis de retenue  
 Parafuso de retenção

**Pasador elástico**

Spring Pin  
 Goupille élastique  
 Cavilha elástica

b	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100																
h	5	7	6	8	6	8	9	7	10	7	11	8	12	9	14	9	14	10	16	11	18	12	20	22	25	28	32	32	36	40	45	50					
Agujero de la chaveta	d3	3,2	3,4	3,2	3,4	4,3	4,5	5,3	5,5	5,3	5,5	6,4	6,6	6,4	6,6	6,4	6,6	6,4	6,6	8,4	9	10,5	11	10,5	11	13	14	14	14	14	14	14	18	18	22	22	
	d4	5,9	6	5,9	6	7,4	8	9,4	10	9,4	10	10,4	11	10,4	11	10,4	11	13,5	15	16,5	18	16,5	18	19	20	20	20	20	20	20	20	20	20	26	26	33	33
	d5	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M20	M20
	d6 H12	-	4	-	4	-	5	-	6	-	6	-	8	-	8	-	8	-	10	-	12	-	12	-	16	16	16	16	16	16	16	20	20	25	25		
Ajuste para tornillos de retención, tornillos de presión y pasadores elásticos	t3	2,2	2,4	2,2	2,4	3,0	3,2	3,7	4,1	3,7	4,1	4,2	4,8	4,2	4,8	4,2	4,8	4,8	5,3	6	6,3	7,3	6,3	7,3	7,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3	11,5	11,5	13,5	13,5	
	t4	-	4	-	4	-	5	-	6	-	6	-	7	-	8	-	8	-	10	-	10	-	12	-	14	16	16	16	16	16	16	20	20	25	25		
	d7	-	M3	-	M3	-	M4	-	M5	-	M5	-	M6	-	M6	-	M6	-	M8	-	M10	-	M10	-	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20	
	d8	-	4,5	-	4,5	-	5,5	-	6,5	-	6,5	-	9	-	9	-	9	-	11	-	13	-	13	-	17	17	17	17	17	17	17	21	21	26	26		
Agujero del eje	t5	-	4	-	5	-	6	-	6	-	6	-	7	-	6	-	8	-	9	-	9	-	11	-	15	13	15	12	13	13	17	18	20	20			
	t6	7	7	8	8	10	10	10	10	10	10	12	12	12	11	13	13	14	15	17	15	17	17	19	22	20	22	19	20	20	24	25	28	28			
	t7	-	5	-	5	-	7	-	8	-	8	-	11	-	10	-	10	-	12	-	18	-	16	-	20	18	18	18	18	18	24	24	30	30			
Tornillo de retención (DIN 84, DIN 7984, DIN 6912)	-	M3 x8	-	M3 x10	-	M4 x10	-	M5 x10	-	M5 x10	-	M6 x12	-	M6 x12	-	M6 x16	-	M8 x16	-	M10 x16	-	M10 x20	-	M10 x20	-	M12 x25	M12 x25	M12 x30	M12 x30	M12 x35	M12 x35	M16 x40	M16 x45	M20 x50	M20 x55		
Tornillo de retención (DIN 84)	M3 x8	-	M3 x10	-	M4 x10	-	M5 x10	-	M5 x10	-	M6 x12	-	M6 x12	-	M6 x15	-	M8 x15	-	M10 x18	-	M10 x20	-	M10 x20	-	M12 x22	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Pasador elástico DIN 1481	-	4 x8	-	4 x8	-	5 x10	-	6 x12	-	6 x12	-	8 x16	-	8 x16	-	8 x16	-	10 x20	-	12 x24	-	12 x24	-	16 x30	16 x30	16 x30	16 x32	16 x32	16 x32	16 x40	16 x40	20 x50	20 x50				

The logo of Universidad Católica Santa María is a circular emblem. It features a central shield with a cross at the top, a book on the left, and another book on the right. Below the shield is a banner with the year '1961'. The shield is flanked by two palm trees. The text 'UNIVERSIDAD CATOLICA SANTA MARIA' is written around the top and sides of the emblem.

Anexo N

Análisis de soldadura en conexiones

Project:  
 Project no:  
 Author:

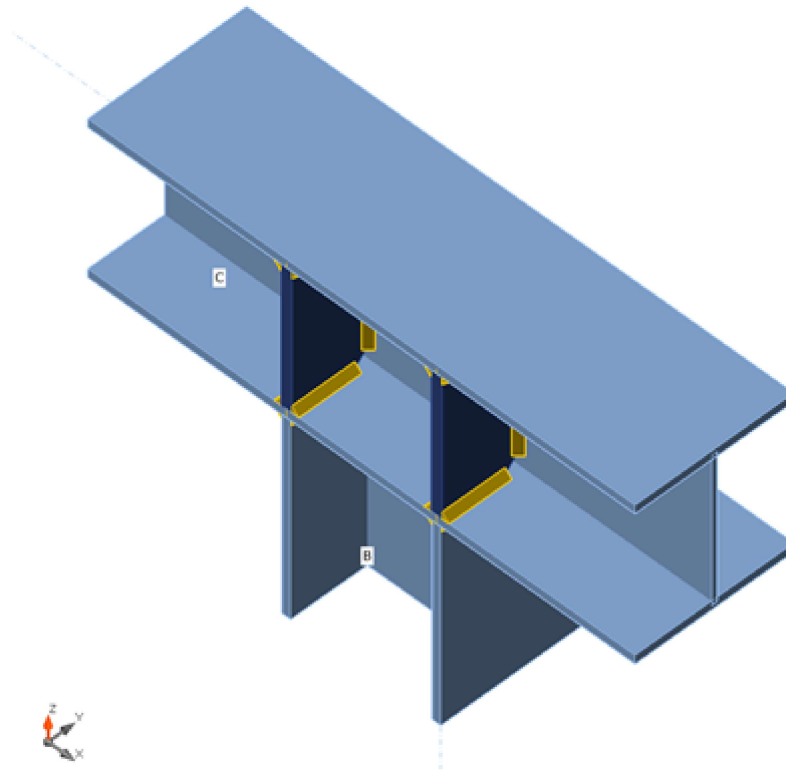
## Project item CON1

### Design

Name: CON1  
 Description:  
 Analysis: Stress, strain/ simplified loading  
 Design code: AISC - LRFD 2016

### Beams and columns

Name	Cross-section	$\beta$ - Direction [°]	$\gamma$ - Pitch [°]	$\alpha$ - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]	Forces in
C	1 - CON1(W8X31)	0.0	0.0	0.0	0	0	0	Node
B	1 - CON1(W8X31)	0.0	90.0	0.0	0	0	0	Node



### Cross-sections

Name	Material
1 - CON1(W8X31)	A36

### Load effects (equilibrium not required)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	C	-19.1	0.0	-4.2	0.0	-0.8	0.0
	C	18.3	0.0	-4.2	0.0	5.3	0.0

Project:  
Project no:  
Author:

## Check

### Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Welds	9.6 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

### Plates

Name	$f_y$ [MPa]	Thickness [mm]	Loads	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{Pl}$ [%]	$\sigma_{CEd}$ [MPa]	Check status
C-bfl 1	248.2	11.0	LE1	20.2	0.0	0.0	OK
C-tfl 1	248.2	11.0	LE1	22.8	0.0	0.0	OK
C-w 1	248.2	7.2	LE1	30.7	0.0	0.0	OK
B-bfl 1	248.2	11.0	LE1	14.6	0.0	0.0	OK
B-tfl 1	248.2	11.0	LE1	22.6	0.0	0.0	OK
B-w 1	248.2	7.2	LE1	13.8	0.0	0.0	OK
STIFF1a	248.2	14.0	LE1	12.1	0.0	0.0	OK
STIFF1b	248.2	14.0	LE1	12.1	0.0	0.0	OK
STIFF1c	248.2	14.0	LE1	15.0	0.0	0.0	OK
STIFF1d	248.2	14.0	LE1	15.0	0.0	0.0	OK

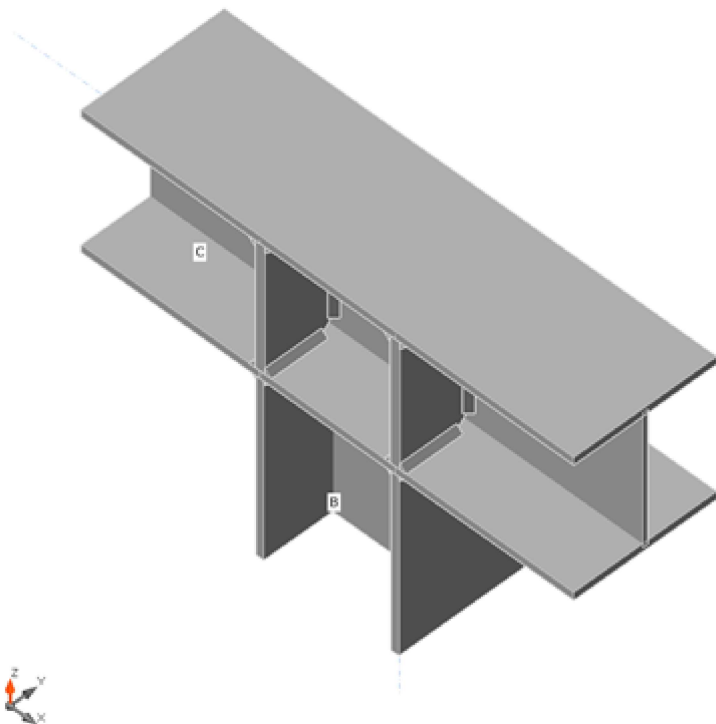
### Design data

Material	$f_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
A36	248.2	5.0

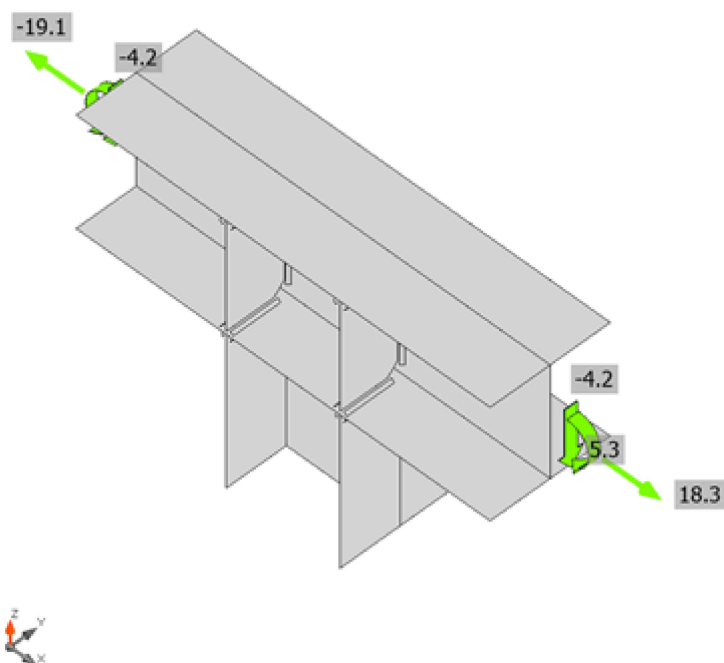
### Symbol explanation

$\epsilon_{Pl}$	Plastic strain
$\sigma_{CEd}$	Contact stress
$\sigma_{Ed}$	Eq. stress
$f_y$	Yield strength
$\epsilon_{lim}$	Limit of plastic strain

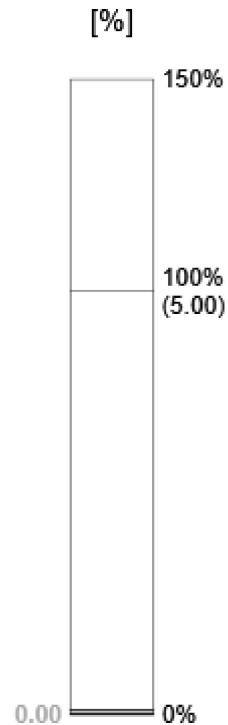
Project:  
Project no:  
Author:



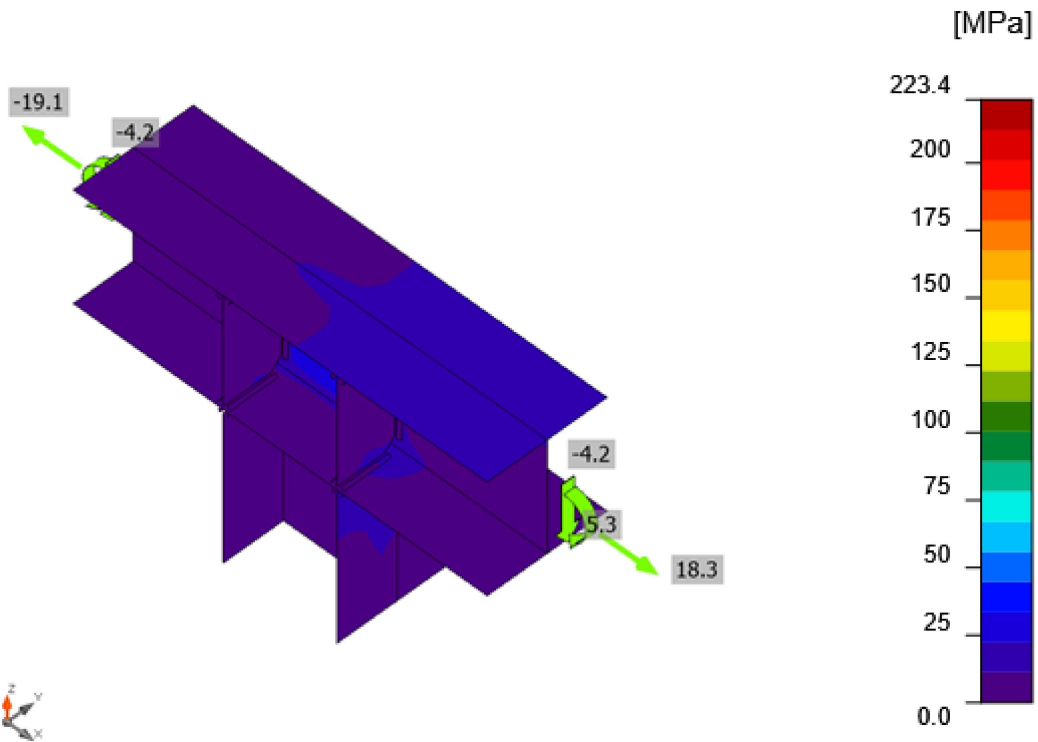
Overall check, LE1



Strain check, LE1



Project:  
Project no:  
Author:



*Equivalent stress, LE1*

Project:  
Project no:  
Author:

## Weld sections

Item	Edge	Xu	T <sub>h</sub> [mm]	L <sub>s</sub> [mm]	L [mm]	L <sub>c</sub> [mm]	Loads	F <sub>n</sub> [kN]	φR <sub>n</sub> [kN]	Ut [%]	Status
C-bfl 1	STIFF1a	E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	80	20	LE1	0.7	38.1	1.8	OK
		E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	80	20	LE1	1.6	40.8	3.9	OK
C-w 1	STIFF1a	E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	146	24	LE1	0.6	36.4	1.7	OK
		E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	146	24	LE1	0.7	41.3	1.6	OK
C-tfl 1	STIFF1a	E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	80	20	LE1	0.6	38.6	1.6	OK
		E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	80	20	LE1	0.5	34.9	1.3	OK
C-bfl 1	STIFF1b	E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	80	20	LE1	1.6	40.8	3.9	OK
		E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	80	20	LE1	0.7	38.1	1.8	OK
C-w 1	STIFF1b	E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	146	24	LE1	0.7	41.3	1.6	OK
		E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	146	24	LE1	0.6	36.4	1.7	OK
C-tfl 1	STIFF1b	E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	80	20	LE1	0.5	34.9	1.3	OK
		E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	80	20	LE1	0.6	38.6	1.6	OK
C-bfl 1	STIFF1c	E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	80	20	LE1	2.1	40.6	5.2	OK
		E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	80	20	LE1	1.2	39.1	3.2	OK
C-w 1	STIFF1c	E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	146	24	LE1	1.3	42.3	3.0	OK
		E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	146	24	LE1	1.1	38.4	3.0	OK
C-tfl 1	STIFF1c	E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	80	20	LE1	0.8	28.5	2.7	OK
		E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	80	20	LE1	1.0	34.7	2.8	OK
C-bfl 1	STIFF1d	E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	80	20	LE1	1.2	39.0	3.2	OK
		E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	80	20	LE1	2.1	40.6	5.2	OK
C-w 1	STIFF1d	E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	146	24	LE1	1.1	38.4	3.0	OK
		E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	146	24	LE1	1.3	42.3	3.0	OK
C-tfl 1	STIFF1d	E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	80	20	LE1	1.0	34.7	2.8	OK
		E70xx	▲6.4▲	▲9.0▲	80	20	LE1	0.8	28.5	2.7	OK
C-bfl 1	B-bfl 1	E70xx	▲4.2▲	▲6.0▲	202	25	LE1	1.6	32.6	4.9	OK
		E70xx	▲4.2▲	▲6.0▲	202	25	LE1	2.1	34.7	6.1	OK
C-bfl 1	B-tfl 1	E70xx	▲4.2▲	▲6.0▲	202	25	LE1	3.3	34.8	9.6	OK
		E70xx	▲4.2▲	▲6.0▲	202	25	LE1	2.3	32.5	7.0	OK
C-bfl 1	B-w 1	E70xx	▲3.5▲	▲5.0▲	191	24	LE1	0.7	24.3	2.7	OK
		E70xx	▲3.5▲	▲5.0▲	191	24	LE1	0.7	24.4	2.7	OK

## Symbol explanation

T <sub>h</sub>	Throat thickness of weld
L <sub>s</sub>	Leg size of weld
L	Length of weld
L <sub>c</sub>	Length of weld critical element
F <sub>n</sub>	Force in weld critical element
φR <sub>n</sub>	Weld resistance AISC 360-16 J2.4
Ut	Utilization

Project:  
Project no:  
Author:

## Buckling

Buckling analysis was not calculated.

## Code settings

Item	Value	Unit	Reference
Friction coefficient - concrete	0.40	-	ACI 349 – B.6.1.4
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	AISC 360-16 J3.8
Limit plastic strain	0.05	-	
Weld stress evaluation	Plastic redistribution		
Detailing	No		
Distance between bolts [d]	2.66	-	AISC 360-16 – J3.3
Distance between bolts and edge [d]	1.25	-	AISC 360-16 – J.3.4
Concrete breakout resistance check	Both		
Base metal capacity check at weld fusion face	No		AISC 360-16: J2-2
Cracked concrete	Yes		ACI 318-14 – Chapter 17
Local deformation check	No		
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 - 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints



# Anexo O

## Norma SSPC

## NORMATIVA SSPC PARA PREPARACION DE SUPERFICIE

**Tabla 1**

*Clasificación de la preparación de superficie según la exigencia del trabajo*

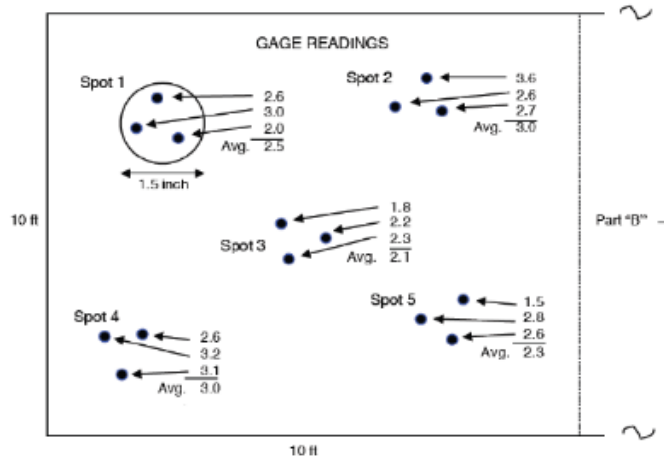
Norma SSPC	Descripción		Ultima revisión
SSPC-SP COM	Comentarios sobre Preparación de superficie para acero y sustratos de hormigón		Mar 2015
SSPC-SP 1	Limpieza con Solventes		Abr. 2015
SSPC-SP 2	Limpieza con herramientas manuales	Cepillos, lijas, etc	Nov. 2014
SSPC-SP 3	Limpieza con herramientas manuales mecánicas	Herramientas eléctricas o neumáticas	Nov. 2014
SSPC-SP 5 / NACE N° 1	Limpieza con Chorro de abrasivo	Granallado Metal Blanco	Ene. 2007
SSPC-SP 6 / NACE N° 3	Limpieza con Chorro de abrasivo	Granallado Comercial	Ene. 2007
SSPC-SP 7 / NACE N° 4	Limpieza con Chorro de abrasivo	Granallado Ligero	Ene. 2007
SSPC-SP 8	Decapado químico		Nov. 2014
SSPC-SP 10 / NACE N° 2	Limpieza con Chorro de abrasivo	Granallado Semi-Blanco	Ene. 2007
SSPC-SP 11	Limpieza Manual con herramientas mecánicas	Limpieza metal limpio o desnudo c/ rugosidad mínima de 25 micrones	Jul. 2012
SSPC-SP 12 / NACE N° 5	Limpieza con Agua presión - Waterjetting	Reescrita en Julio 2012 y reemplazadas por las normas SSPC-SP WJ-1,2,3, y 4	Jul. 2002
SSPC-SP 13 / NACE N° 6	Limpieza de concreto		Mar. 2003
SSPC-SP 14 / NACE N° 8	Granallado industrial		Ene 2007
SSPC-SP 15	Limpieza Manual con herramientas mecánicas	Limpieza comercial con rugosidad mínima de 25 micrones	Jul. 2012
SSPC-SP 16	Limpieza metales no ferrosos	Galvanizado, Acero Inoxidable, cobre aluminio, latón, etc.	Abr. 2010

### NORMATIVA SSPC STANDARD N° 2 PROCEDIMIENTO DE CONFORMIDAD DE ESPESOR DE PELICULA SECA (EPS)

Haciendo referencia a la norma ASTM D7091 para la empleabilidad de medidores no destructivos de película seca; se hace la medición en 5 spots en un área parcial, una vez recopilada dicha información se hace el promedio general para determinar el valor del espesor de película seca promedio tal como se muestra en la figura.

**Figura 1**

*Medición del Spot en un área parcial*



Dentro de la norma hace referencia a los niveles de aceptación con respecto al valor promedio de medición obtenido por el Spot tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 2**

*Niveles de aceptación con respecto a la medición del Spot en un área parcial*

ESPEJOR	LECTURA DE EQUIPO	MEDICIÓN DE SPOT	MEDICIÓN DE AREA
LEVEL 1			
Minimo	No restringido	Según especificación	Según especificación
Maximo	No restringido	Según especificación	Según especificación
LEVEL 2			
Minimo	No restringido	Según especificación	Según especificación
Maximo	No restringido	120% del maximo	Según especificación
LEVEL 3			
Minimo	No restringido	80% del minimo	Según especificación
Maximo	No restringido	120% del maximo	Según especificación
LEVEL 4			
Minimo	No restringido	80% del minimo	Según especificación
Maximo	No restringido	150% del maximo	Según especificación
LEVEL 5			
Minimo	No restringido	80% del minimo	Según especificación
Maximo	No restringido	No restringido	No restringido

## APENDICE DE ECUACIONES

**Apéndice A:** Leyes de Movimiento

**Apéndice B:** Resistencia de Materiales

**Apéndice C:** Diseño de ejes

**Apéndice D:** Conexiones atornilladas y soldadas



## Apéndice A

### Leyes de movimiento

#### A.1. Condiciones de equilibrio

Para conseguir el equilibrio en un cuerpo rígido este requiere de un balance de fuerzas para impedir que el cuerpo se traslade o tenga un movimiento constante con respecto a la trayectoria que siga; para evitar que el cuerpo gire también se requiere de un balance de momentos haciendo; haciendo también énfasis a la 2 da ley de newton: “Ley de la inercia”; donde hace referente a la **Ecuación 8** donde las condiciones de equilibrio se mantienen en los 3 ejes.

$$\sum F : \text{Sumatoria de fuerzas con respecto a los ejes "X", "Y" y "Z"}$$

$$\sum M : \text{Sumatoria de momentos con respecto a los ejes "X", "Y" y "Z"}$$

#### A.2. Fuerzas de fricción

Cuando se hace referencia a un objeto en movimiento en un medio viscoso como agua y aire o sobre una superficie de cualquier naturaleza, se hace presente una resistencia al movimiento, ya que el objeto esta interactuando con el entorno que lo rodea.

Los valores que tiene la magnitud de la fuerza de fricción estática entre dos superficies dan origen a la **Ecuación 1**.

Donde:

- $\mu_s$ : Es un coeficiente de fricción estática (Adimensional)
- N: Fuerza normal que se efectúa una superficie sobre otra. La igualdad da como origen a la **Ecuación 1**.

La magnitud de la fuerza de fricción cinemática que está presente entre dos superficies se representa de la siguiente manera ( $F_k = \mu_k n$ )

Donde:

- $\mu_k$ : coeficiente de fricción cinemática; cabe destacar que está en función de la rapidez (Adimensional)
- N: Fuerza normal que se efectúa una superficie sobre otra.

Se tiene como referencia la **Tabla 38** donde están presentes algunos coeficientes de fricción ya sean estáticos o dinámicos según sea la superficie.



## APENDICE B

### RESISTENCIA DE MATERIALES

#### B.1. Momento por flexión:

Cuando una viga está sometida a un esfuerzo este puede ser calculado a partir de que el momento  $M$  sea comprado con el esfuerzo producido en el contorno del eje neutro; ya que:

$$M = \frac{\sigma_{m\acute{a}x}}{c} * \int_A y^2 dA$$

Teniendo en cuenta que  $\bar{y}$  es la distancia hacia el eje neutro de la sección transversal; la integral representa el momento de inercia del área de la sección transversal con referente al eje neutro por ende se obtiene la **Ecuación 4**.

Donde:

- $\sigma_{m\acute{a}x}$ : Esfuerzo normal máximo en el elemento con referente al punto más alejado al eje neutro/
- $M$ : Momento interno resultante
- $C$ : distancia dese el punto más alejado hacia el eje neutro
- $I$ : Momento de inercia alrededor del eje neutro

#### B.2 Diseño de Esfuerzo Permisible

Con la finalidad de especificar la carga permisible sobre un elemento, se emplea un coeficiente de seguridad (FS) el cual describe la razón entre la carga de falla  $F_{falla}$  sobre la carga permisible  $F_{perm}$  como se muestra en la **Ecuación 5** donde hace referencia que un elemento sea permisible según sus condiciones cuando dicho factor sea mayor a la unidad.

#### B.3. Pande de Columnas

Es la carga máxima que pue soporte una pieza para garantizar su estabilidad; es un indicador, es decir que una vez que se supere la pieza comenzara a pandear a lo largo de su longitud.

Para determinar esa expresión se toma como referencia la teoría de Euler.

La ecuación de pandeo para una columna que se encuentra sostenida por medio y pasadores bajo condiciones de ser una columna delgada hace mención a la **Ecuación 6**.

Donde:

- $P_{cr}$ : Carga Axial crítica(N)
- $E$ : Modulo de elasticidad del material (GPa)
- $I$ : Momento de inercia( $m^4$ )
- $K$ : Factor de longitud efectiva; para nuestro caso  $K = 1$  extremos articulados
- $L$ : Longitud (m)

Para los cálculos de diseño y realizar una comparación con respecto a un factor de seguridad se emplea el esfuerzo crítico por pandeo, tal como se muestra en la **Ecuación 7**.

Donde:

- $\sigma_{cr}$ : Esfuerzo crítico(Pa)
- $E$ : Modulo de elasticidad del material (GPa)
- $r$ : Radio de giro ;  $r = \sqrt{I/A}$
- $K$ : Factor de longitud efectiva; para nuestro caso  $K = 2$  extremos articulados
- $L$ : Longitud (m)

### B.3 Torque

El par es una medida de la fuerza que puede hacer que un objeto gire alrededor de un eje. La fuerza es lo que hace que un objeto acelere en cinemática lineal. Asimismo, el par es la causa de la aceleración angular. Por tanto, el par se puede definir como el equivalente rotacional de una fuerza lineal como se muestra en la **Ecuación 11**.

Donde:

- *T*: Torque ( $N * m$ )
- *F*: Fuerza de arrastre ( $N$ )
- *d*: Brazo ( $m$ )



## APENDICE C

### DISEÑO DE EJES

La **Ecuación 12** se denota a la ecuación mostrada en (Mott, 2006) y a su vez en compatible con la norma ANSI-ASME-B106-1-1985

Donde:

- $D$ : *Diametro de eje (m)*
- $N$ : *Factor de seguridad*
- $K_t$ : *Factor de concentración de esfuerzos*
- $M$ : *Momento flector (N.m)*
- $S'_n$ : *Esfuerzo a la Fatiga (N/m<sup>2</sup>)*
- $T$ : *Momento torsor (N.m)*
- $S_\gamma$ : *Esfuerzo a la fluencia*

Dentro de esta ecuación solo se considera para el diseño de ejes sometidos solo a flexión y torsión.

#### C.1. Resistencia a la fatiga modificada ejes

La resistencia mecánica de un material disminuye cuando sobre él actúan cargas cíclicas o fluctuantes, de modo que, tras un determinado número de ciclos de acción de la carga, la pieza puede romperse. El número de ciclos necesarios para generar la rotura de la pieza dependerá de distintos factores, tales como la amplitud de la carga aplicada, la presencia de muescas, micro fisuras e irregularidades en la pieza, etc. Tal como se muestra en la **Ecuación 13**:

Donde:

- $S'_n$ : *Resistencia a la fatiga modificada*
- $S_n$ : *Resistencia a la fatiga*
- $C_m$ : *Factor de material*

- $(C_{St})$ : Factor de tipo de esfuerzo
- $(C_R)$  Factor de confiabilidad (**Tabla 58**)
- $(C_S)$ : Factor de tamaño (**Tabla 57**)

## C.2. Funciones de Macaulay

En el caso de deflexión de un eje o viga, existe la posibilidad de emplear las funciones de Macaulay con el fin de describir las cargas distribuidas; s puede expresar de la siguiente forma

$$\langle x - a \rangle^n = \begin{cases} 0 & ; \text{para } x < a \\ (x - a)^n & \geq a \end{cases} \quad (\text{C.2.1})$$

Donde:

X: Posición a lo largo de la viga

a: Ubicación donde inicia la carga distribuida

La cuando la larga distribuida sea del tipo rectangular o triangular como se muestra en la tabla donde la carga de Macaulay cambia de exponente según sea el caso ; con la primera integración de la función de maculay obtenemos la fuerza cortante como se denota en la **Ecuación 2** ; y con la integración de la función fuerza cortante obtenemos el momento cortante como se muestra en la **Ecuación 3**.

## APENDICE C

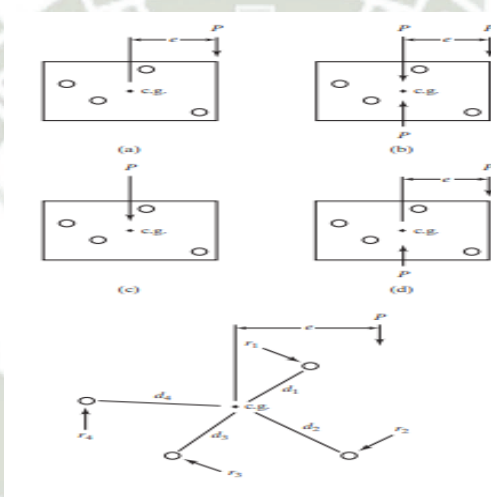
### CONEXIONES ATORNILLADAS Y SOLDADAS

#### C.1 CONEXIONES ATORNILLADAS

Cuando en una unión atornilla y se emplea el método Vectorial AISC, la carga es excéntrica se traslada al centro de las uniones atornillas; se hace presente el siguiente procedimiento según como se muestra en la figura

**Figura C.1.1.**

*Posicionamiento de fuerza excéntrica en un arreglo de pernos*



**Nota:** Se muestra en la figura C.1.1. donde denota las distintas posiciones que puede encontrarse una carga excéntrica sobre el centroide del arreglo de pernos según sea el caso y el comportamiento perpendicular hacia su brazo de palanca, extraído (Especificación del AISC, 2010)

Dentro de la ubicación de los puntos de unión se procede a encontrar el centro del arreglo previamente mostrado; la traslación de las cargas a sus equivalentes aplicadas sobre el centroide del arreglo de pernos; para determinar las cargas que actúan sobre cada perno.

Las cargas directas como representa  $P$  generan fuerzas cortantes o de tracción primarias idénticas de valor sobre cada perno

Los momentos dan como resultado el traslado de la fuerza en cada punto de unión por lo que genera fuerzas cortantes secundarias cuya magnitud y orientación depende la ubicación de cada perno que hace referencia a la **Ecuación 14**.

Donde:

- $F_{ci}$ : Fuerza cortante primaria.
- $W_c$ : Carga total
- $A_i$ : Área del agujero indicado
- $A_j$ : Área de los agujeros presentes

Fuerza cortante secundaria en pernos como se muestra en la **Ecuación 15**.

Donde:

- $F_{cii}$ : Fuerza cortante secundaria
- $T$ : Torque
- $A_i$ : Área del agujero indicado
- $A_j$ : Área de los agujeros presentes
- $r_j$ : Brazo de palanca

La Fuerza de tracción primaria en pernos como se muestra en la **Ecuación 16**.

Donde:

- $F_{ti}$ : Fuerza de tracción primaria.
- $W_t$ : Carga total de tracción
- $A_i$ : Área del agujero indicado
- $A_j$ : Área de los agujeros presentes

La Fuerza de tracción secundaria en pernos cuando aparece los momentos flectores como se muestra en la **Ecuación 17**.

Donde:

- $F_{tii}$ : Fuerza de tracción secundaria
- $M$ : Momento flector
- $A_i$ : Área del agujero indicado
- $A_j$ : Área de los agujeros presentes
- $r_j$ : Brazo de palanca

## C.2 Conexiones soldadas

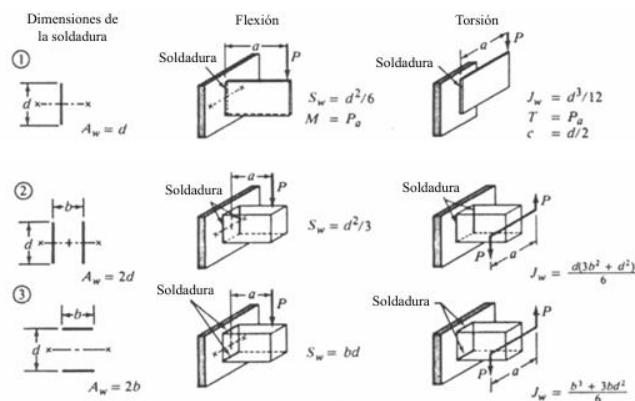
Generalmente el diseñador hace la suposición acerca del tamaño requerido para la dimensión de la soldadura con referente a la longitud y sección transversal según sea la carga que se le aplique.

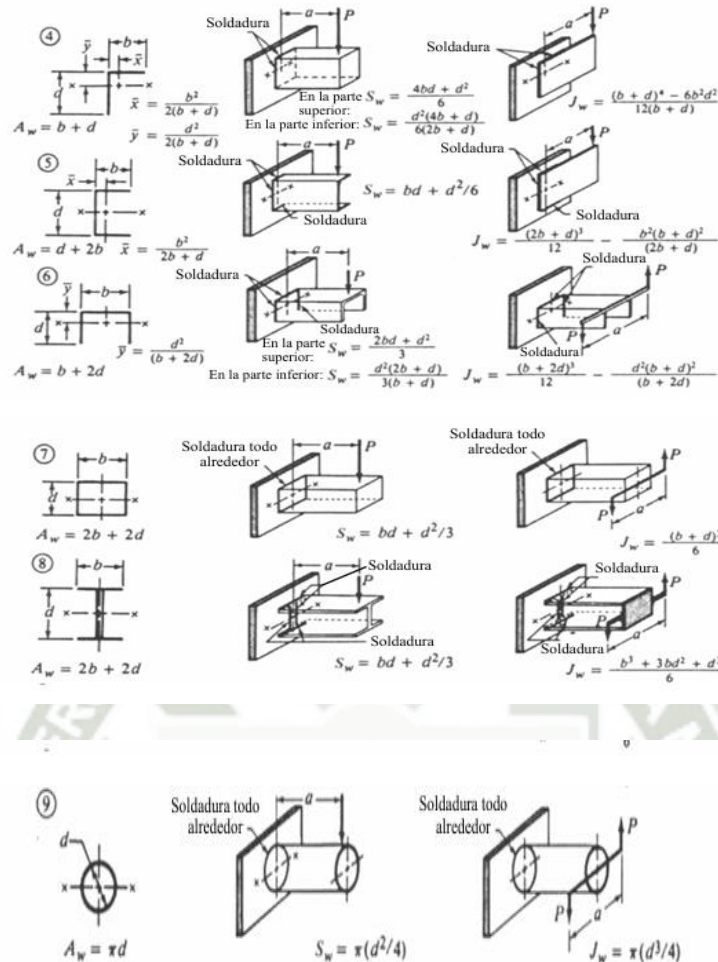
Lo rutinario es asignar un supuesto tamaño de soldadura y posteriormente calcular un factor de seguridad y de ser el caso volver a recalcular este proceso hasta quedar conforme con el resultado.

El otro método más directo lo definió Blodgett; consiste en tratar a la soldadura como una línea, por lo que, en lugar de esfuerzo, este cálculo hace referente a un número carga/ Long. (N/m o Lb/ft), porque se puede transformar en un área de sección transversal, con un esfuerzo permisible de la soldadura

**Figura C.2.1.**

*Factores Geométricos para utilizar la soldadura como una línea*





**Nota:** Se muestra en la figura C.2.1. donde denota los factores geométricos para emplear la soldadura como una línea m extraído de (Norton, 2011)

Típicamente el tipo de carga situado en la soldadura es una de tipo combinada de compresión o tensión directa, flexión, torsión y corte directo; asimismo las ecuaciones de esfuerzo se pueden transformar a cargas por longitud de "t" de la garganta como se muestra en las **Ecuaciones 18,19,20,21.**

tensión o compresión directa	$f_n = \frac{P}{A_w}$
cortante directo	$f_s = \frac{V}{A_w}$
flexión	$f_b = \frac{M}{S_w}$
torsión	$f_t = \frac{Tc}{J_w}$

Las unidades de  $A_w$  son  $\text{área}/\text{longitud} = \text{longitud}$ .  $S_w$  es el **módulo de sección**  $Z/\text{longitud} = \text{longitud}^2$  y  $J_w$  es el **momento polar de inercia de área**  $J/\text{longitud} = \text{longitud}^3$ . Lo anterior hace a  $f_x = \text{carga por longitud}$  de la garganta de la soldadura en todos los casos.





# PLANOS

MANIOBRA CAMBIO DE CADENA		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ARMADO / MESA DE BELT-WINDER		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
CHW-01	ASTM A36 - BELT WINDER	1
ESC-01	ASTM A36 - ESCALERA DE GATO	4
ESC-02	ASTM A36 - ESCALERA DE GATO	4
MSB-01	ASTM A36 - MESA DE BELT WINDER	1
MSB-02	BELT WINDER	1
MK-05	ASTM A36 - C6x8.2	4
MK-06	ASTM A36 - C6x8.2	2
MK-07	ASTM A36 - C6x8.2	2
SPY-01	ASTM A36 - SUPLE DE MESA	2
MODIFICACION DE ESTRUCTURAS Y EQUIPOS		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
BRR-01	ASTM A53 - POSTE DE BARANDA	2
BRR-02	ASTM A53 - BARANDA	1
MDE-01	MODIFICACION DE EQUIPO	1
PTF-01	ASTM A36 - ARMADO DE PLATAFORMA 1	1
ARMADO - ZONA POSTERIOR DE FEEDER		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
BAR-01	ASTM A53 - BARANDA #01	2
BAR-02	ASTM A53 - BARANDA #02	4
BAR-03	ASTM A53 - BARANDA #03	2
BAR-04	ASTM A53 - PUERTA	2
PLP-01	ASTM A36 - PLATAFORMA #01	2
PLP-02	ASTM A36 - PLATAFORMA #02	2
PLP-03	ASTM A36 - PLATAFORMA #03	2
TIRO DE CADENA Y BANDEJAS - WINCHES		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
WDS-02	WINCHE ELECTRICO - CAP. 10T	2
WSD-01	ASTM A36 - BASE DE WINCHE	2
RETIRO DE MAGNETO Y RODILLOS		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
SPC-01	ASTM A36 - BASE DESLIZANTE	18
SPC-03	ASTM A36 - CARRO MAGNETO	1
FEEDER - OPEN HOLE		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
SPC-02	ASTM A36 - PLATAFORMA OPEN-HOLE 4	4
W-1	W4x13 A36	3
ESTRUCTURAS FIJAS Y PERMANENTES		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
FJ-01	ASTM A36 - SOPORTE FIJO #01	4
FJ-02	ASTM A36 - SOPORTE FIJO #02	6

**ESPECIFICACIONES TECNICAS:**

**MATERIALES:**

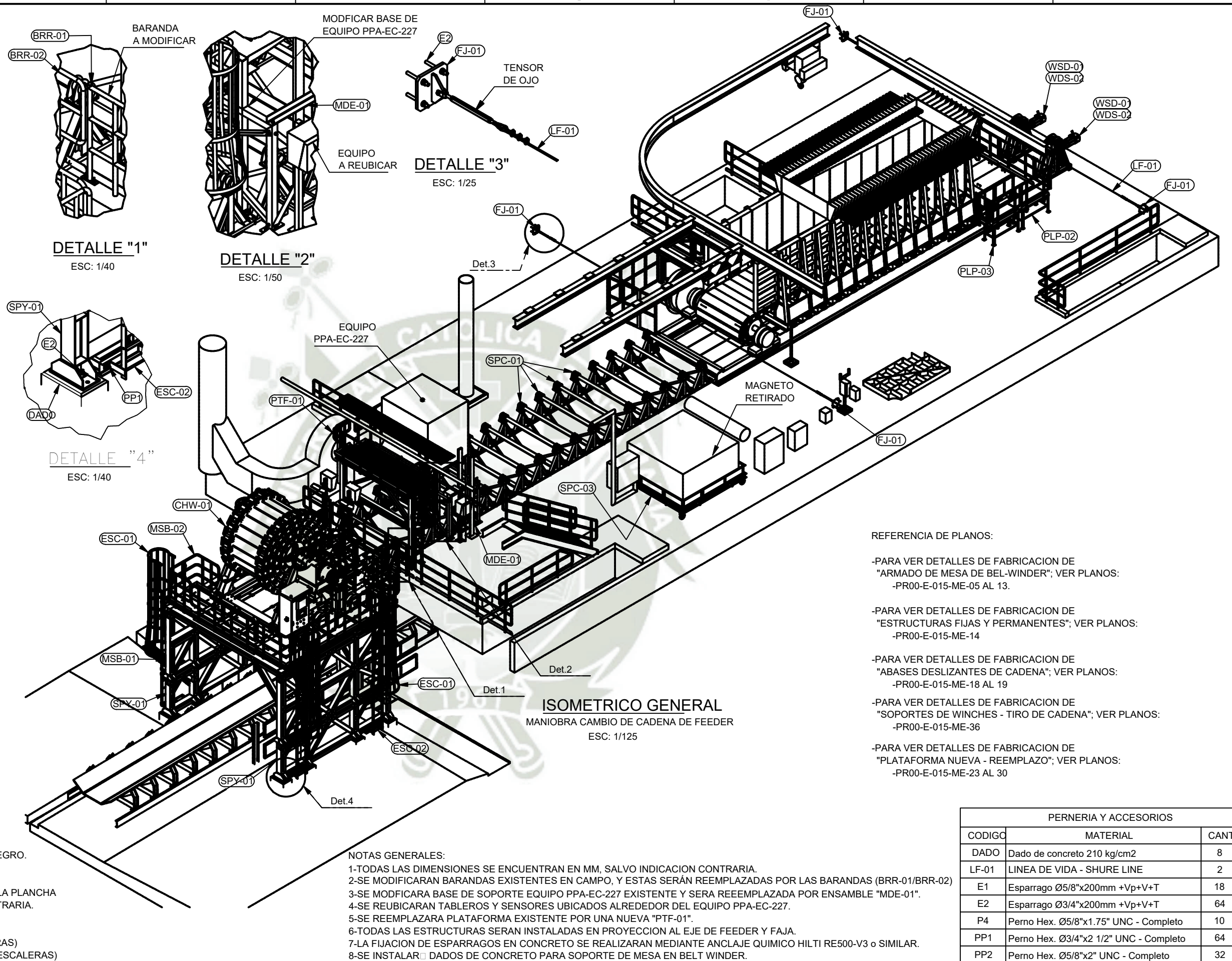
- PERFILES SEGUN NORMA ASTM A36.
- PERNOS HEXAGONALES SEGUN NORMA ASTM A325-NEGRO.

**SOLDADURA:**

- SOLDADURA CONFORME A A.W.S. D.1.1
- LA SOLDADURA SERA COMO MINIMO EL ESPESOR DE LA PLANCHA DE ACUERDO AL ESTANDAR, SALVO INDICACION CONTRARIA.

**ACABADO SUPERFICIAL:**

- PREPARACION SUPERFICIAL SSPC-SP3.
- PINTURA GRIS NIEBLA - RAL 1680 (6MILS). (ESTRUCTURAS)
- PINTURA AMARILLA - RAL 1317 (6 MILS). (BARANDAS Y ESCALERAS)



**NOTAS GENERALES:**

- 1-TODAS LAS DIMENSIONES SE ENCUENTRAN EN MM, SALVO INDICACION CONTRARIA.
- 2-SE MODIFICARAN BARANDAS EXISTENTES EN CAMPO, Y ESTAS SERAN REEMPLAZADAS POR LAS BARANDAS (BRR-01/BRR-02)
- 3-SE MODIFICARA BASE DE SOPORTE EQUIPO PPA-EC-227 EXISTENTE Y SERA REEMPLAZADA POR ENSAMBLE "MDE-01".
- 4-SE REUBICARAN TABLEROS Y SENSORES UBICADOS ALREDEDOR DEL EQUIPO PPA-EC-227.
- 5-SE REEMPLAZARA PLATAFORMA EXISTENTE POR UNA NUEVA "PTF-01".
- 6-TODAS LAS ESTRUCTURAS SERAN INSTALADAS EN PROYECCION AL EJE DE FEEDER Y FAJA.
- 7-LA FIJACION DE ESPARRAGOS EN CONCRETO SE REALIZARAN MEDIANTE ANCLAJE QUIMICO HILTI RE500-V3 o SIMILAR.
- 8-SE INSTALARA DADOS DE CONCRETO PARA SOPORTE DE MESA EN BELT WINDER.

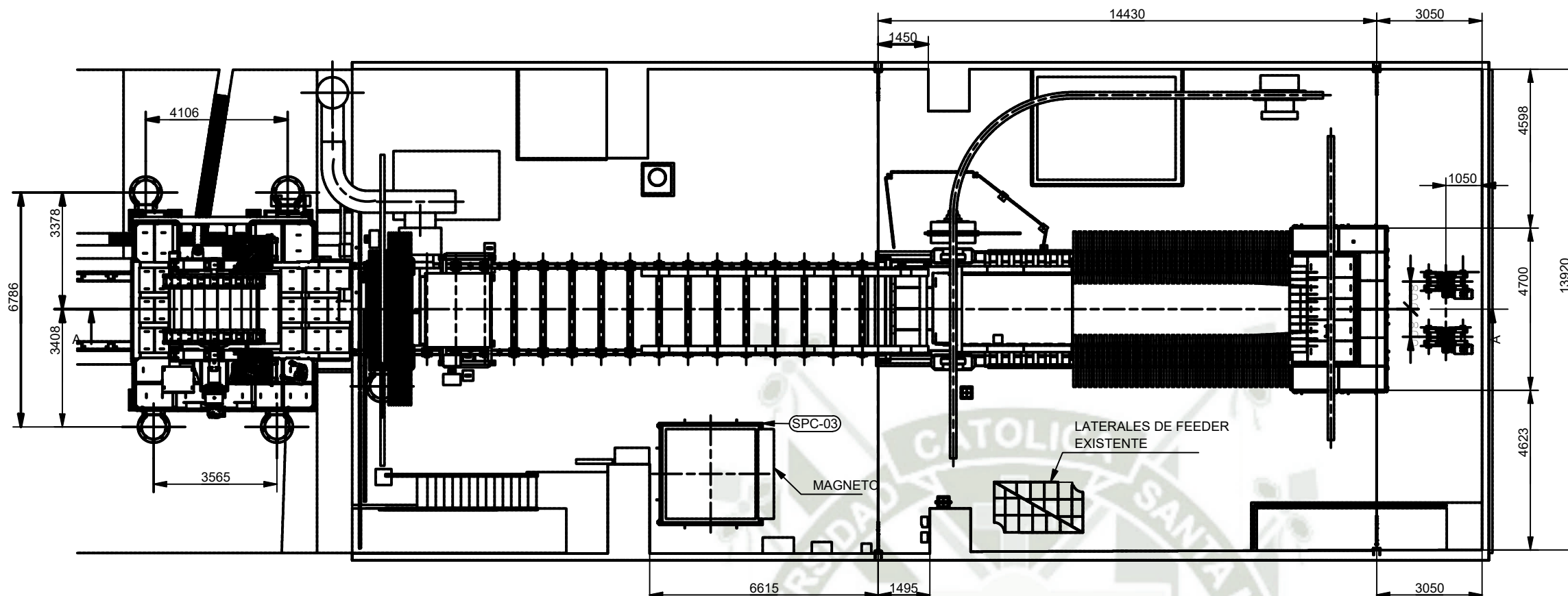
**REFERENCIA DE PLANOS:**

- PARA VER DETALLES DE FABRICACION DE "ARMADO DE MESA DE BEL-WINDER"; VER PLANOS: -PR00-E-015-ME-05 AL 13.
- PARA VER DETALLES DE FABRICACION DE "ESTRUCTURAS FIJAS Y PERMANENTES"; VER PLANOS: -PR00-E-015-ME-14
- PARA VER DETALLES DE FABRICACION DE "ABASES DESLIZANTES DE CADENA"; VER PLANOS: -PR00-E-015-ME-18 AL 19
- PARA VER DETALLES DE FABRICACION DE "SOPORTES DE WINCHES - TIRO DE CADENA"; VER PLANOS: -PR00-E-015-ME-36
- PARA VER DETALLES DE FABRICACION DE "PLATAFORMA NUEVA - REEMPLAZO"; VER PLANOS: -PR00-E-015-ME-23 AL 30

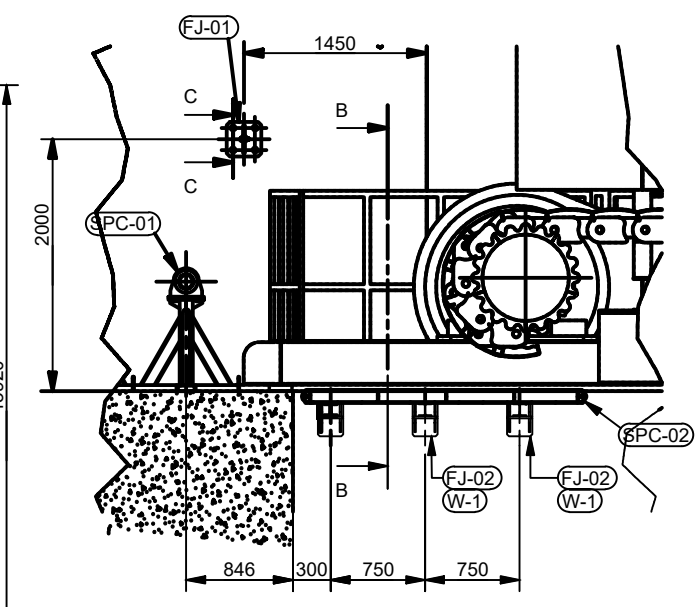
PERNERIA Y ACCESORIOS		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
DADO	Dado de concreto 210 kg/cm2	8
LF-01	LINEA DE VIDA - SHURE LINE	2
E1	Esparrago Ø5/8"x200mm +Vp+V+T	18
E2	Esparrago Ø3/4"x200mm +Vp+V+T	64
P4	Perno Hex. Ø5/8"x1.75" UNC - Completo	10
PP1	Perno Hex. Ø3/4"x2 1/2" UNC - Completo	64
PP2	Perno Hex. Ø5/8"x2" UNC - Completo	32

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

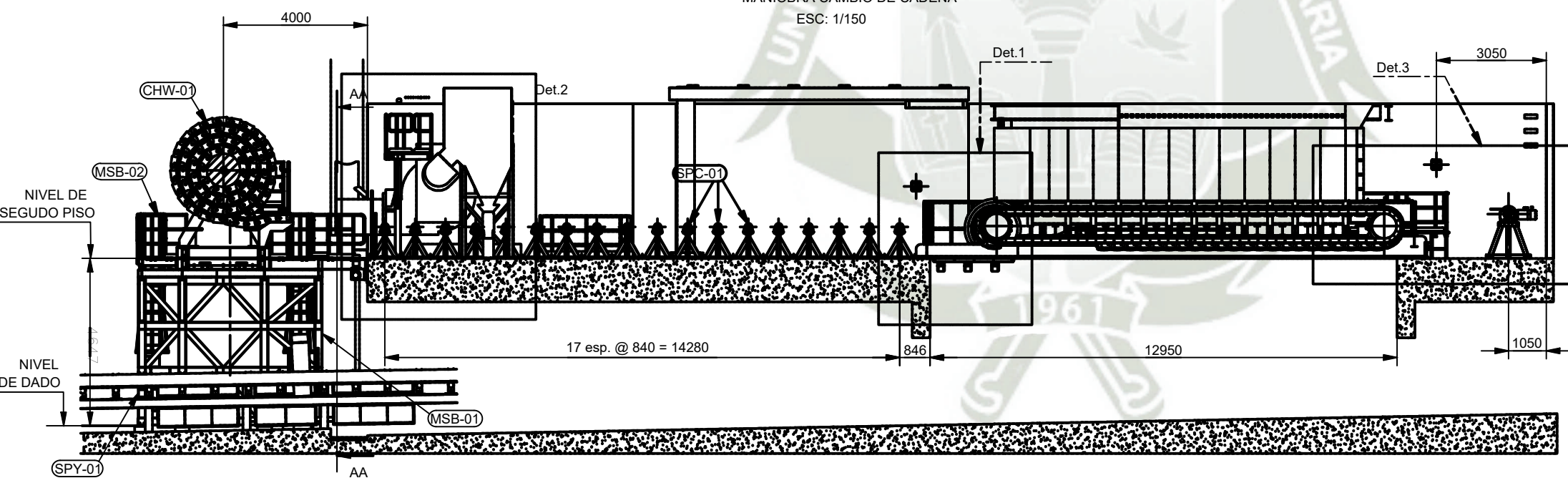
	APROBADO DISEÑADO POR: E. HUANCA DIBUJADO POR: E. HUANCA REVISADO POR: E. HUANCA APROBADO POR: M. VALENCIA JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA CLIENTE:	FECHA: 13/08/2022 13/08/2022 13/08/2022 13/08/2022 13/08/2022	PROYECTO: COMPANIA MINERA EN SUR DEL PERU PLANTA CONCENTRADORA INGENIERIA Y MANTENIMIENTO	
	ESCALA: INDICADAS	PLANO: ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY ARREGLO GENERAL	NUMERO DE PLANO: PR00-E-015-ME-01	



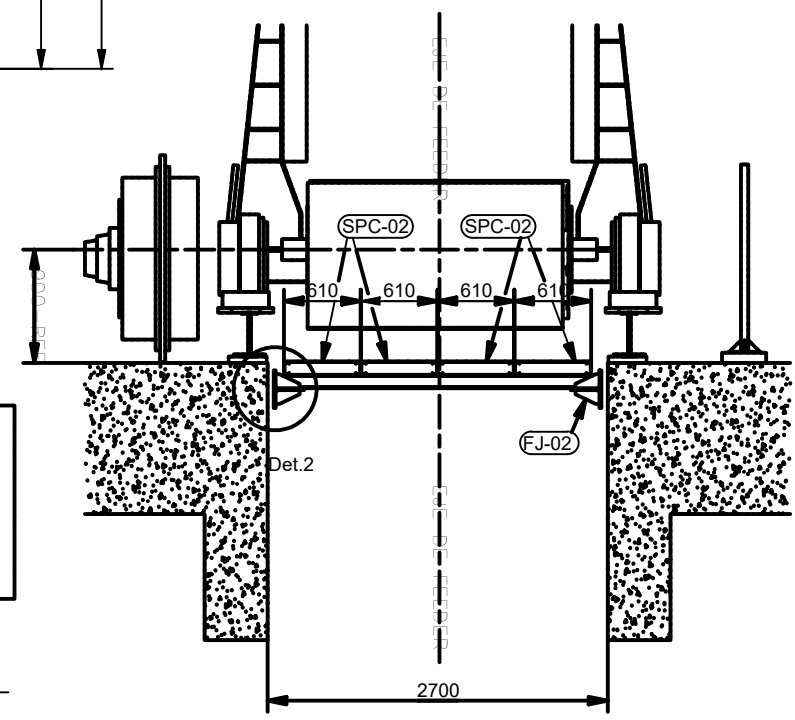
**VISTA DE PLANTA**  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA  
ESC: 1/150



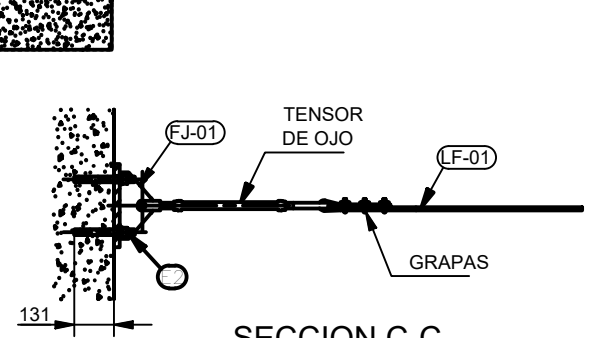
**DETALLE "1"**  
ESC: 1/60



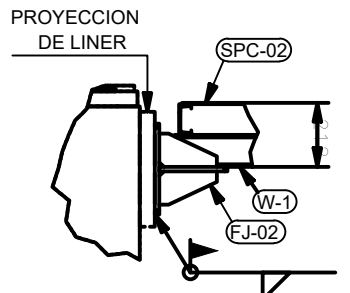
**SECCION A-A**  
ESC: 1/150



**SECCION B-B**  
ESC: 1/60



**SECCION C-C**  
ESC: 1/25



**DETALLE "2"**  
ESC: 1/25

**NOTAS GENERALES:**

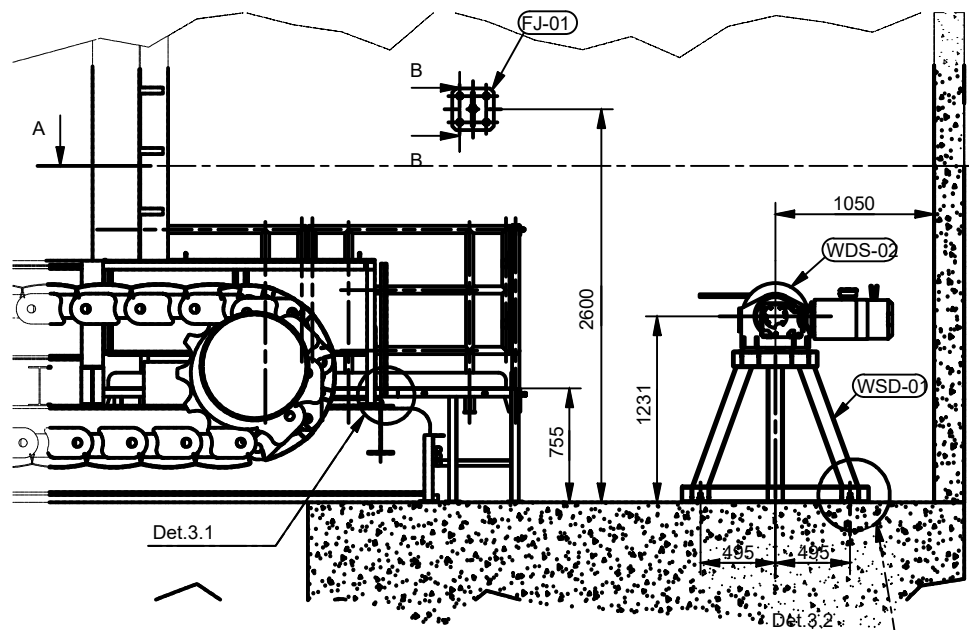
- 1-TODAS LAS DIMENSIONES SE ENCUENTRAN EN MM, SALVO INDICACION CONTRARIA.
- 2-SE MODIFICARAN BARANDAS EXISTENTES EN CAMPO, Y ESTAS SERAN REEMPLAZADAS POR LAS BARANDAS "BRR-01" Y "BRR-02".
- 3-SE MODIFICARA BASE DE SOPORTE EQUIPO PPA-EC-227 EXISTENTE Y SERA REEMPLAZADA POR ENSAMBLE "MDE-01".
- 4-SE REUBICARAN TABLEROS Y SENSORES UBICADOS ALREDEDOR DEL EQUIPO PPA-EC-227.
- 5-SE REEMPLAZARA PLATAFORMA EXISTENTE POR UNA NUEVA "PTF-01".
- 6-TODAS LAS ESTRUCTURAS SERAN INSTALADAS EN PROYECCION AL EJE DE FEEDER Y FAJA.
- 7-LA FIJACION DE ESPARRAGOS EN CONCRETO SE REALIZARAN MEDIANTE ANCLAJE QUIMICO HILTI RE500-V3 o SIMILAR.
- 8-SE INSTALARAN DATOS DE CONCRETO PARA SOPORTE DE MESA EN BELT WINDER.

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

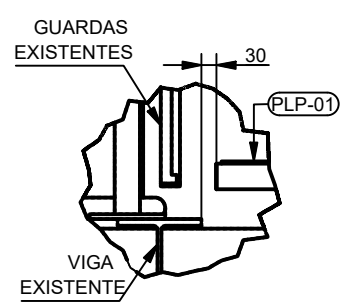
APROBADO	
DISEÑADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
DIBUJADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
REVISADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
APROBADO POR: M. VALENCIA	FECHA: 13/08/2022
JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA	FECHA: 13/08/2022
CLIENTE:	FECHA:

PROYECTO:	
COMPAÑIA EN EL SUR DEL PERU PLANTA CONCENTRADORA INGENIERIA Y MANTENIMIENTO	
PLANO	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY ELEVACIONES Y SECCIONES	
ESCALA	NUMERO DE PLANO
INDICADAS	PR00-E-015-ME-02

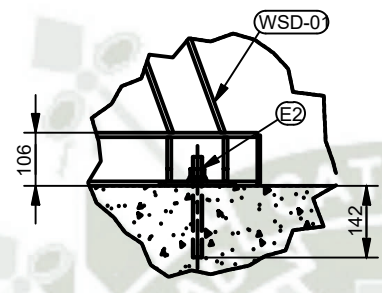
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica



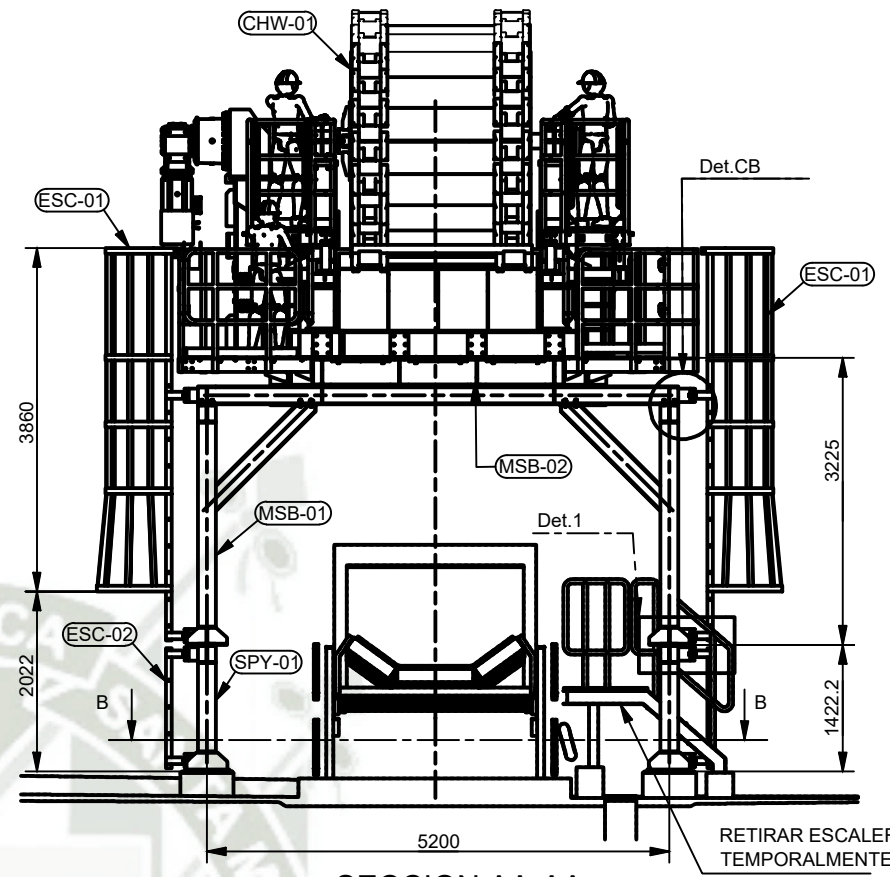
**DETALLE "3"**  
 ESC: 1/50  
 VIENE DE PLANO: PR00-E-015-ME-02



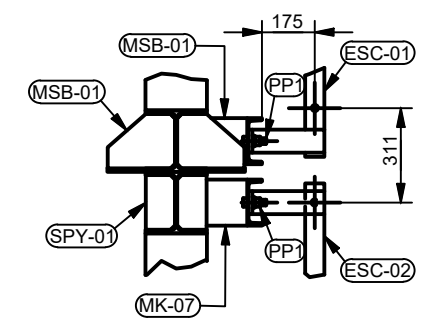
**DETALLE "3.1"**  
 ESC: 1/15



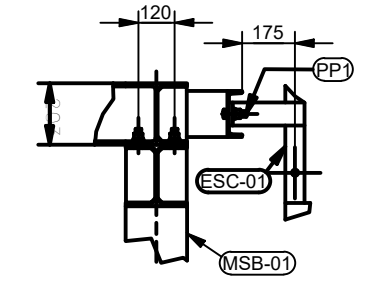
**DETALLE "3.2"**  
 ESC: 1/15



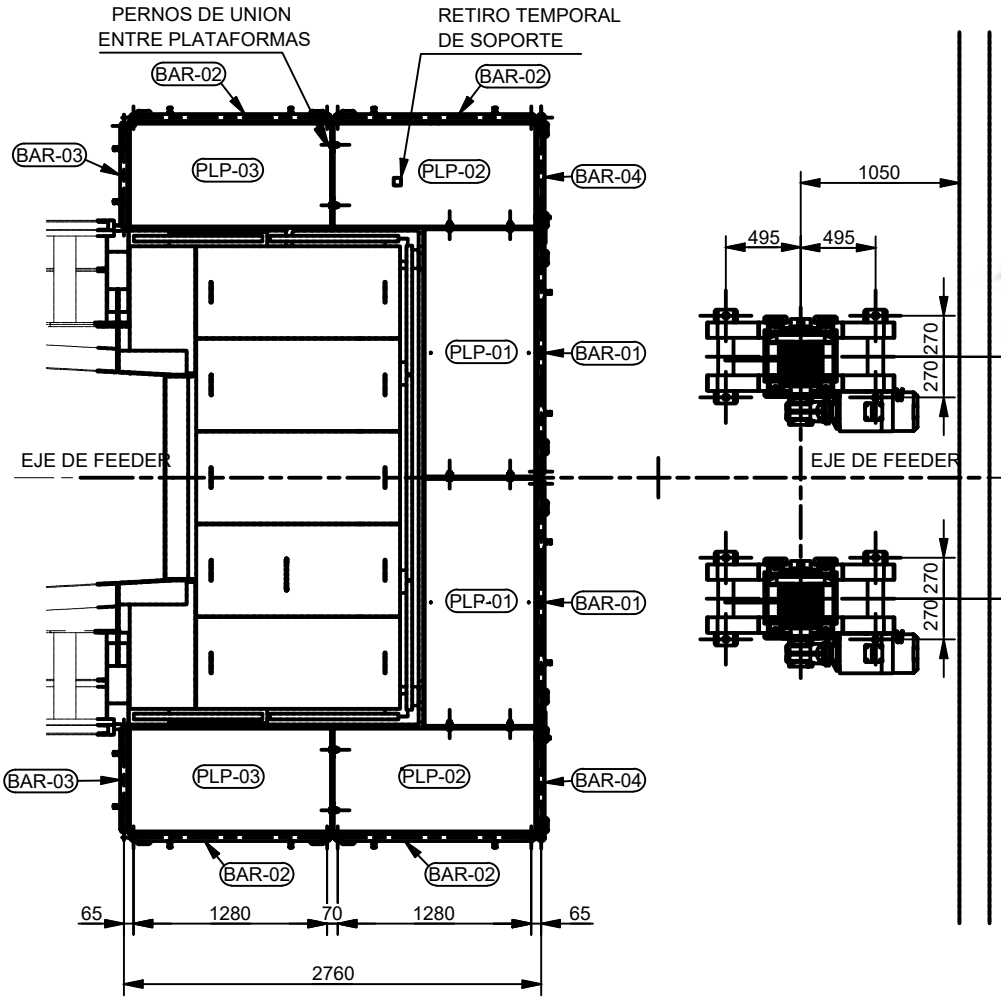
**SECCION AA-AA**  
 ESC: 1/85  
 VIENE DE PLANO: PR00-E-015-ME-02



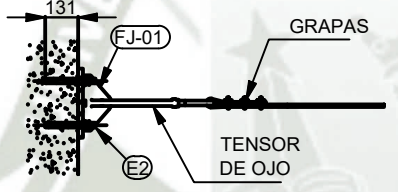
**DETALLE "1"**  
 ESC: 1/25



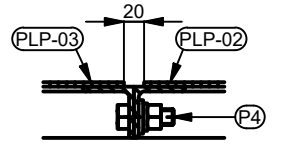
**DETALLE "CB"**  
 ESC: 1/25



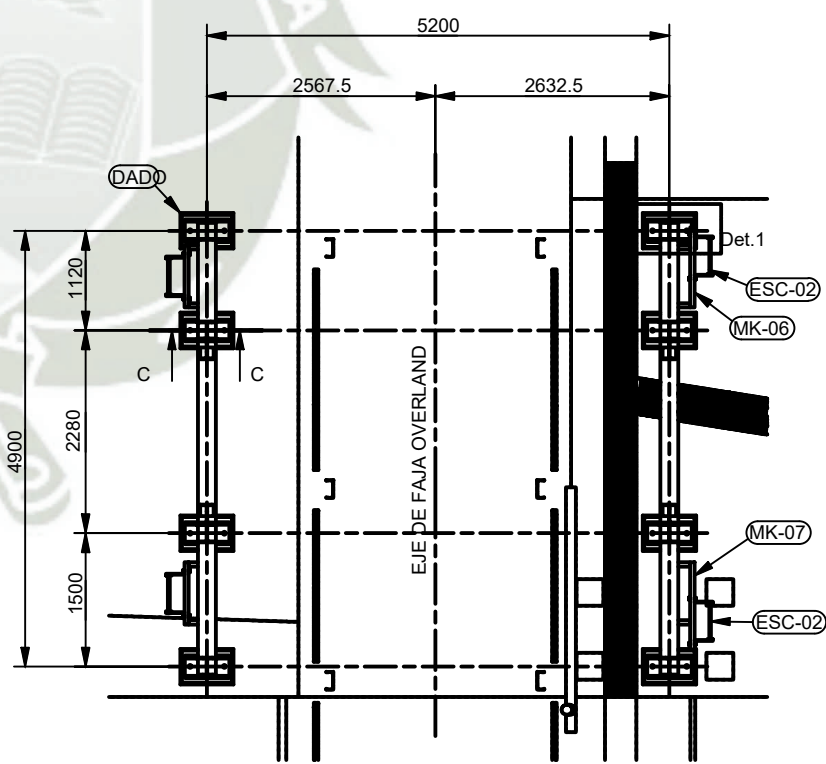
**SECCION A-A**  
 ESC: 1/50



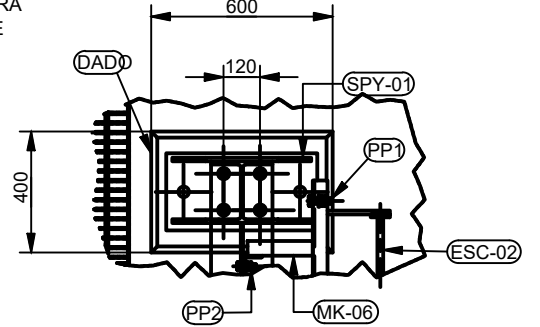
**SECCION B-B**  
 ESC: 1/30



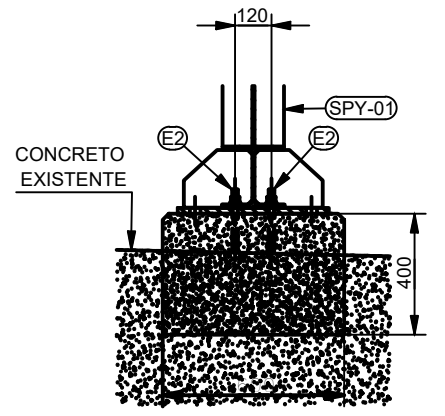
**DETALLE DE UNION DE PLATAFORMAS**  
 ESC: 1/7.5



**SECCION B-B**  
 DISTRIBUCION DE DADO DE CONCRETO  
 ESC: 1/85



**DETALLE "1"**  
 ESC: 1/25



**SECCION C-C (TIP.)**  
 ESC: 1/25

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
 Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica y Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica

APROBADO

DISEÑADO POR: E. HUANCA  
 FECHA: 13/08/2022

DIBUJADO POR: E. HUANCA  
 FECHA: 13/08/2022

REVISADO POR: E. HUANCA  
 FECHA: 13/08/2022

APROBADO POR: M. VALENCIA  
 FECHA: 13/08/2022

JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA  
 FECHA: 13/08/2022

CLIENTE: 13/08/2022

PROYECTO:

COMPAÑIA MINERA EN SUR DEL PERÚ  
 PLANTA CONCENTRADORA  
 INGENIERIA Y MANTENIMIENTO

PLANO

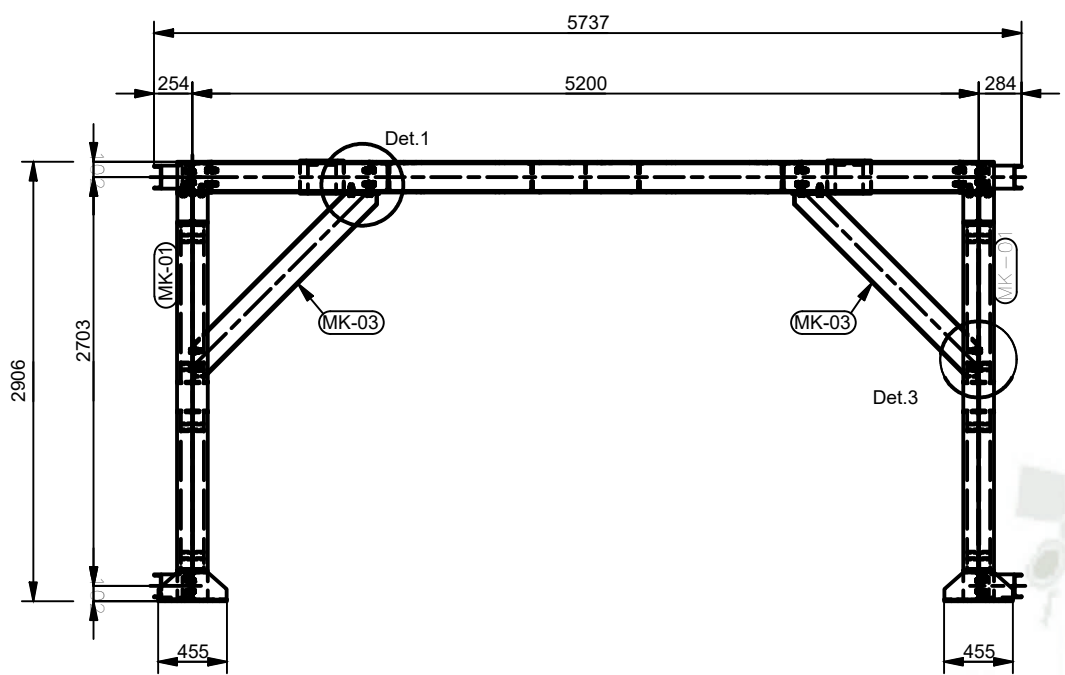
ESTRUCTURAL  
 MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY  
 DETALLES, ELEVACIONES Y SECCIONES

ESCALA

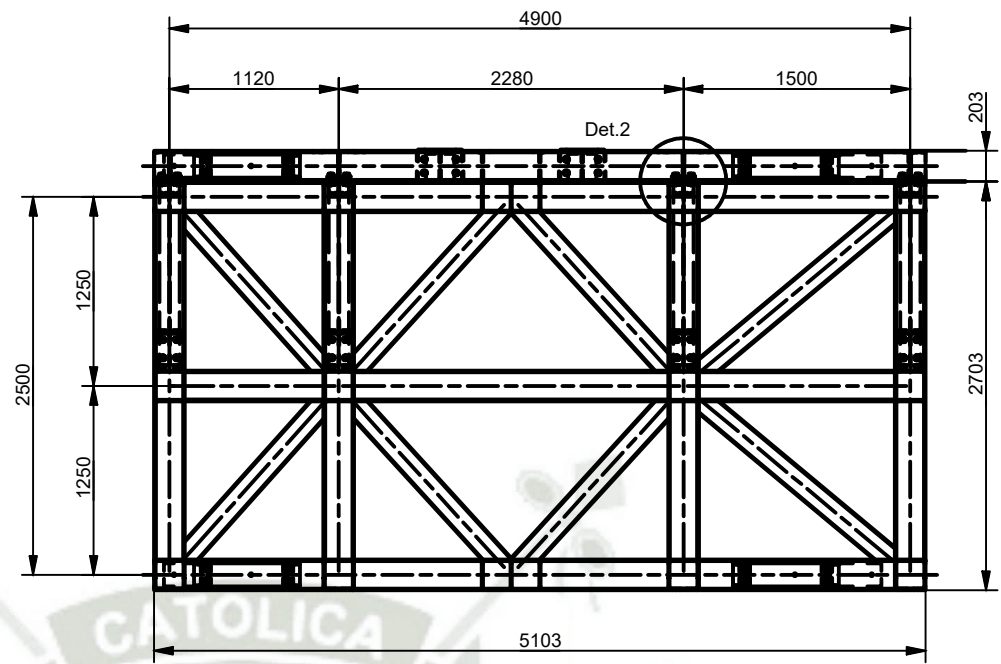
INDICADAS

NUMERO DE PLANO

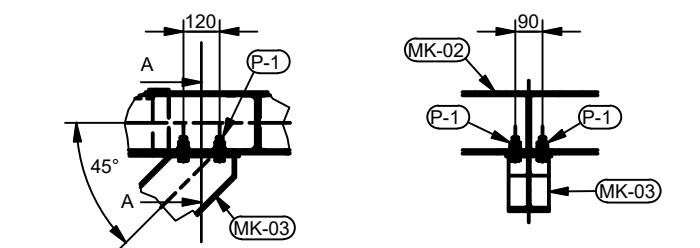
PR00-E-015-ME-03



**ELEVACION/MSB-01**  
Esc. 1/50

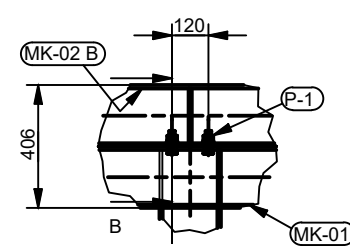


**LATERAL**  
Esc. 1/50



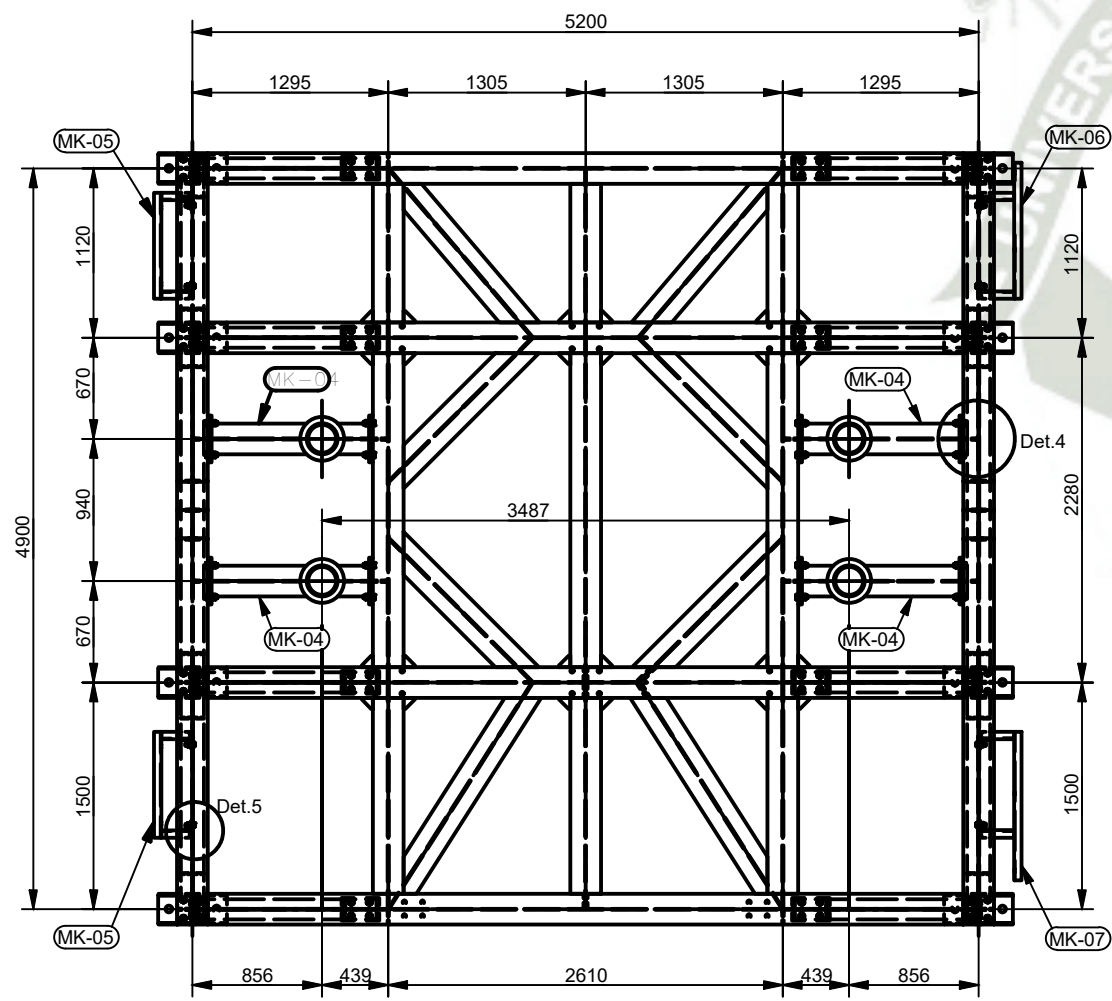
**DETALLE "1"**  
Esc. 1/25

**SECCION A-A**  
ESC: 1/25

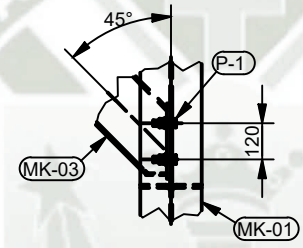


**DETALLE "2"**  
Esc. 1/25

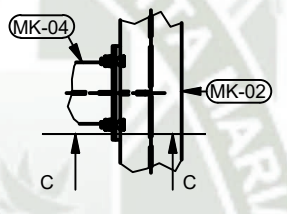
**SECCION B-B**  
ESC: 1/25



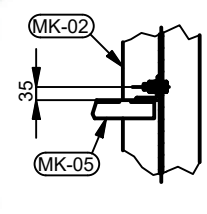
**PLANTA**  
Esc. 1/50



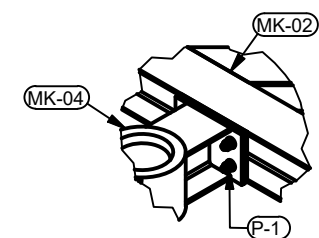
**DETALLE "3"**  
Esc. 1/25



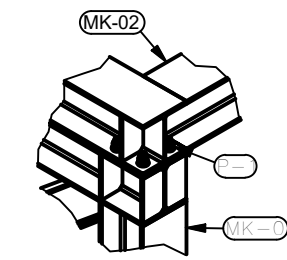
**DETALLE "4"**  
Esc. 1/25



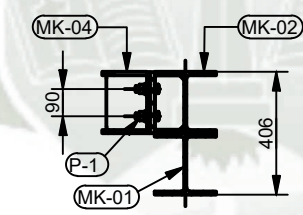
**DETALLE "5"**  
Esc. 1/20  
(TIP. PARA "MK-05", "MK-06" y "MK-07")



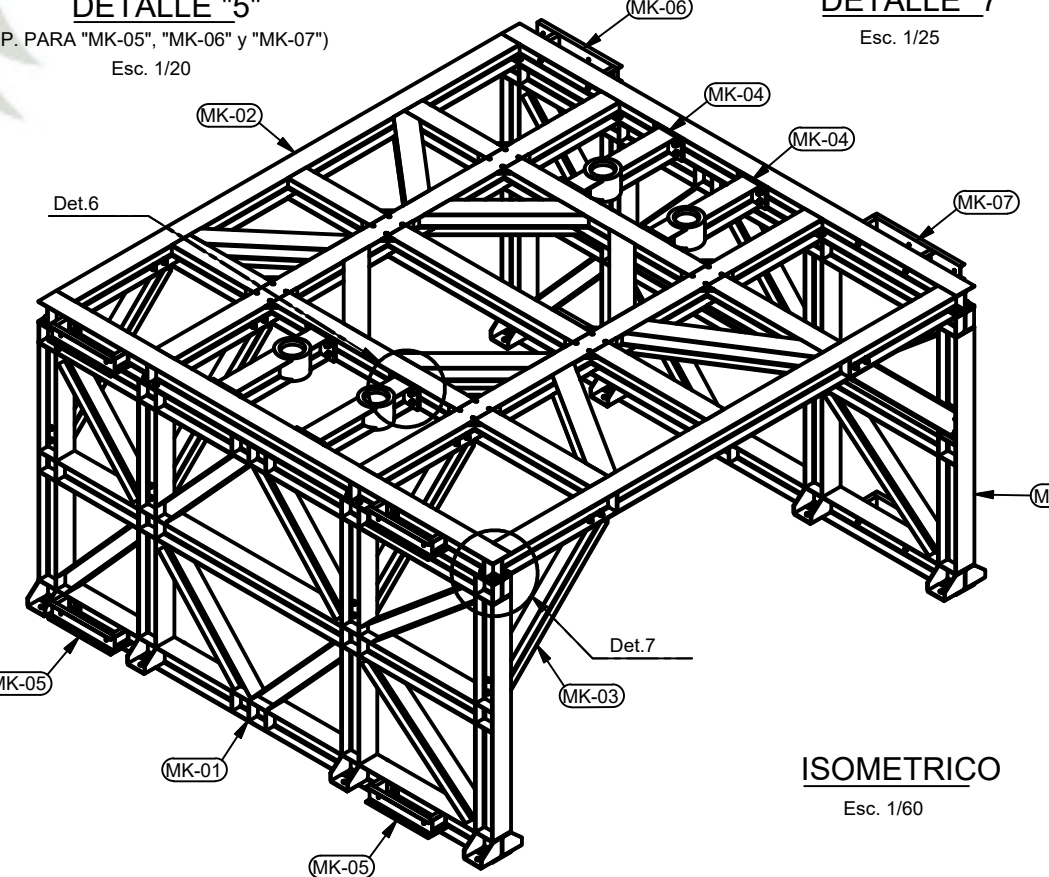
**DETALLE "6"**  
ESC: 1/25



**DETALLE "7"**  
Esc. 1/25



**SECCION C-C**  
ESC: 1/25



**ISOMETRICO**  
Esc. 1/60

MSB-01 / 01 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
MK-01	ASTM A36 - W8x31	2
MK-02	ASTM A36 - W8x31	1
MK-03	ASTM A36 - W8x18	8
MK-04	ASTM A36 - W8x21	4
MK-05	ASTM A36 - C6x8.2	4
MK-06	ASTM A36 - C6x8.2	2
MK-07	ASTM A36 - C6x8.2	2

PERNERIA		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
P-1	Perno Hex. 3/4"x2 1/2" UNC - Completo	128
P-2	Perno Hex. 5/8"x2" UNC - Completo	32

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

APROBADO

DISEÑADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

DIBUJADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

REVISADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

APROBADO POR: M. VALENCIA  
FECHA: 13/08/2022

JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA  
FECHA: 13/08/2022

CLIENTE: 13/08/2022

PROYECTO:

COMPANIA MINERA EN EL SUR DEL PERU  
PLANTA CONCENTRADORA  
INGENIERIA Y MANTENIMIENTO

PLANO

ESTRUCTURAL  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY  
MESA BELT WINDER - ARMADO MSB-01

ESCALA

INDICADAS

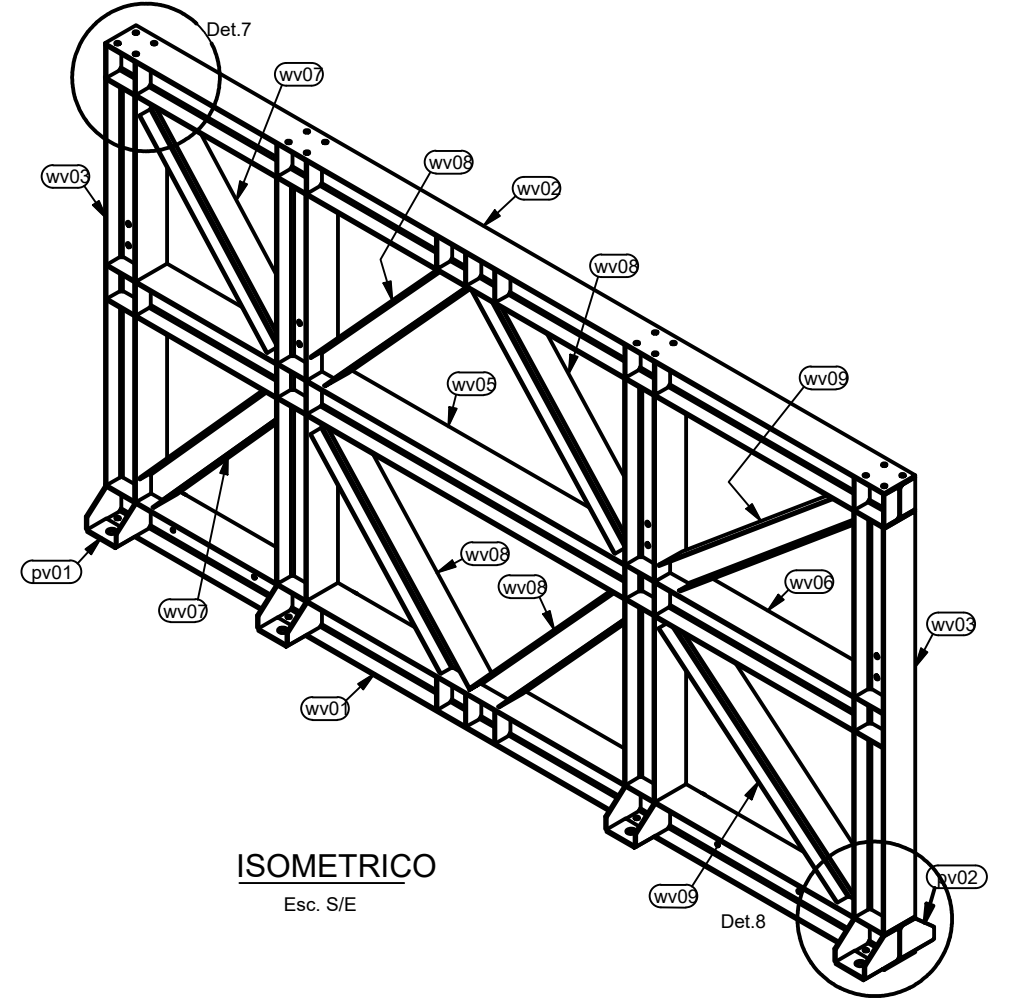
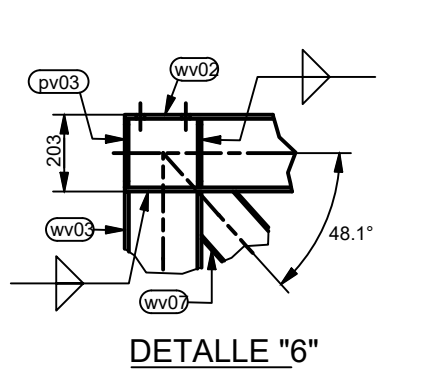
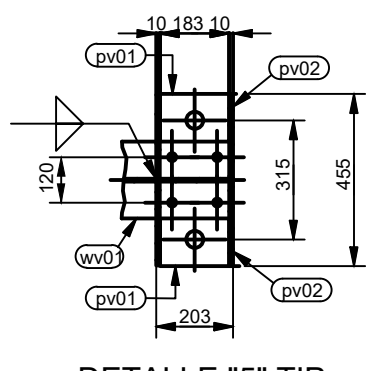
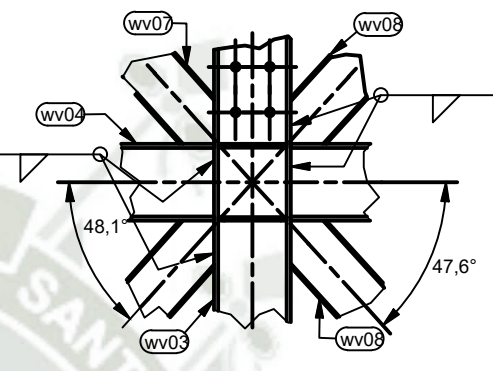
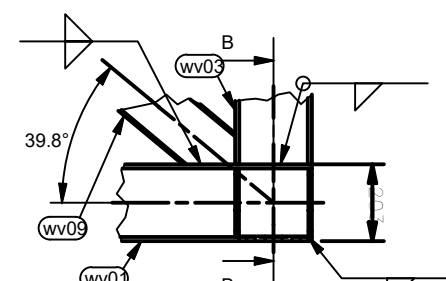
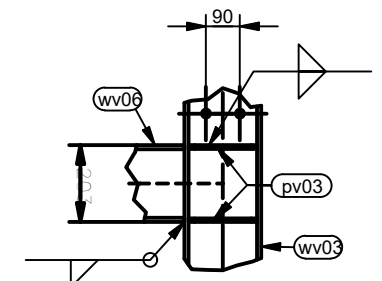
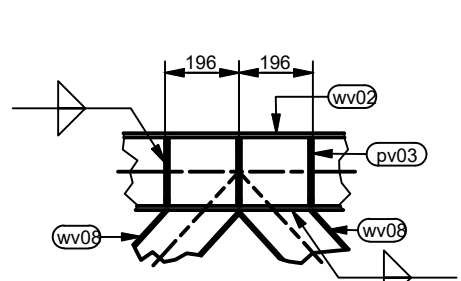
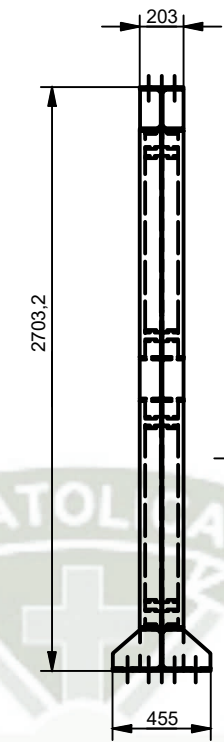
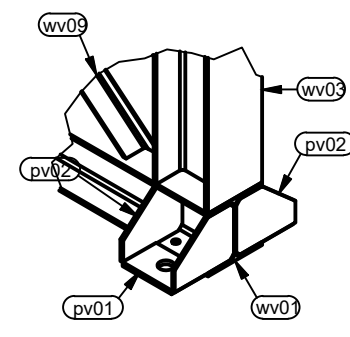
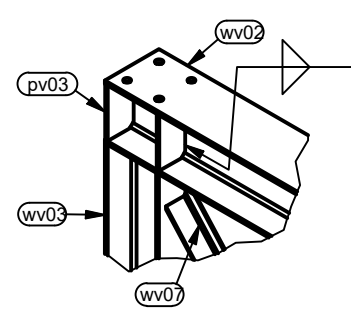
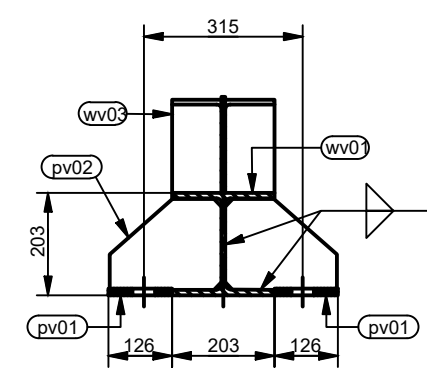
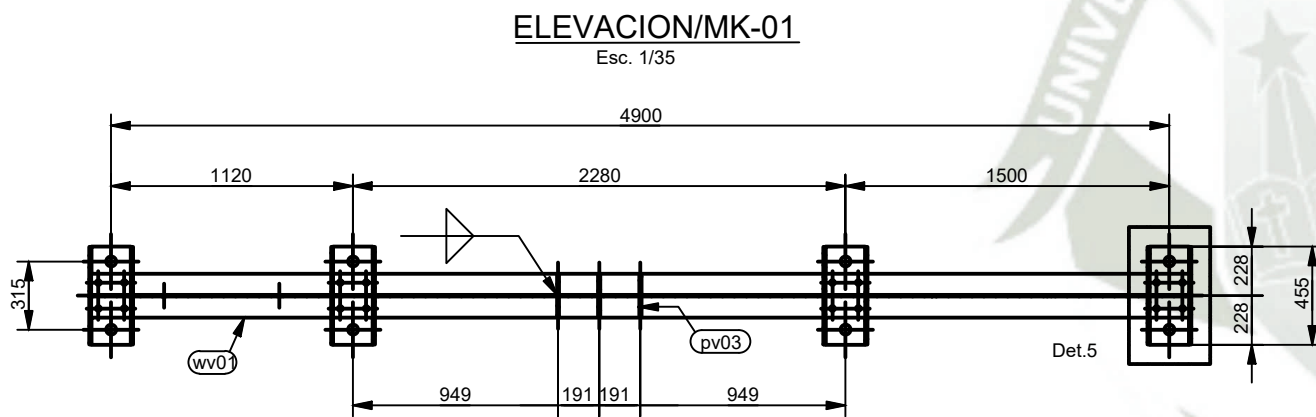
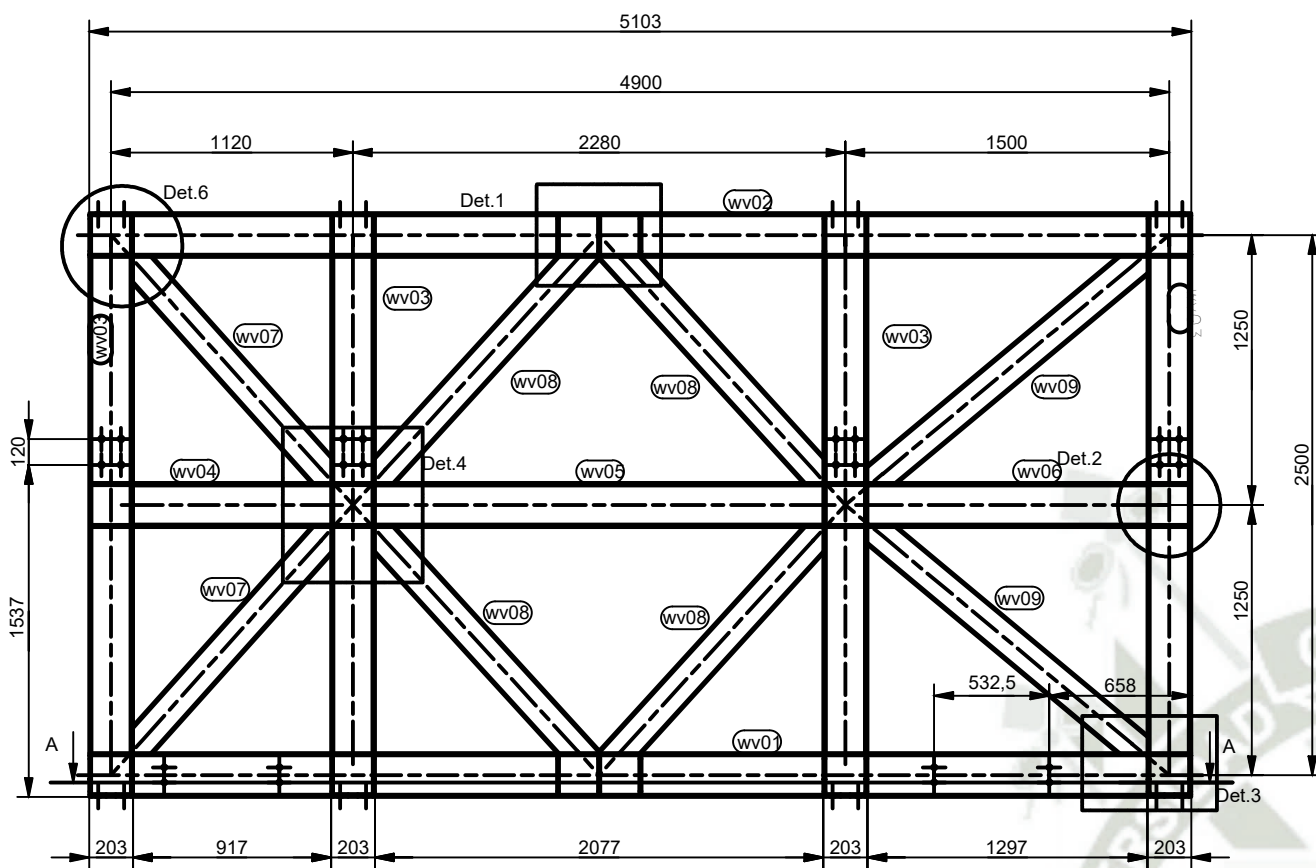
UNIVERSIDAD CATOLICA  
DE SANTA MARIA  
Escuela Profesional de  
Ingeniería Mecánica,  
Mecánica - Eléctrica y  
Mecatrónica

PROYECTO: COMPANIA MINERA EN EL SUR DEL PERU PLANTA CONCENTRADORA INGENIERIA Y MANTENIMIENTO

PLANO: ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY MESA BELT WINDER - ARMADO MSB-01

ESCALA: INDICADAS

NÚMERO DE PLANO: PR00-E-015-ME-04



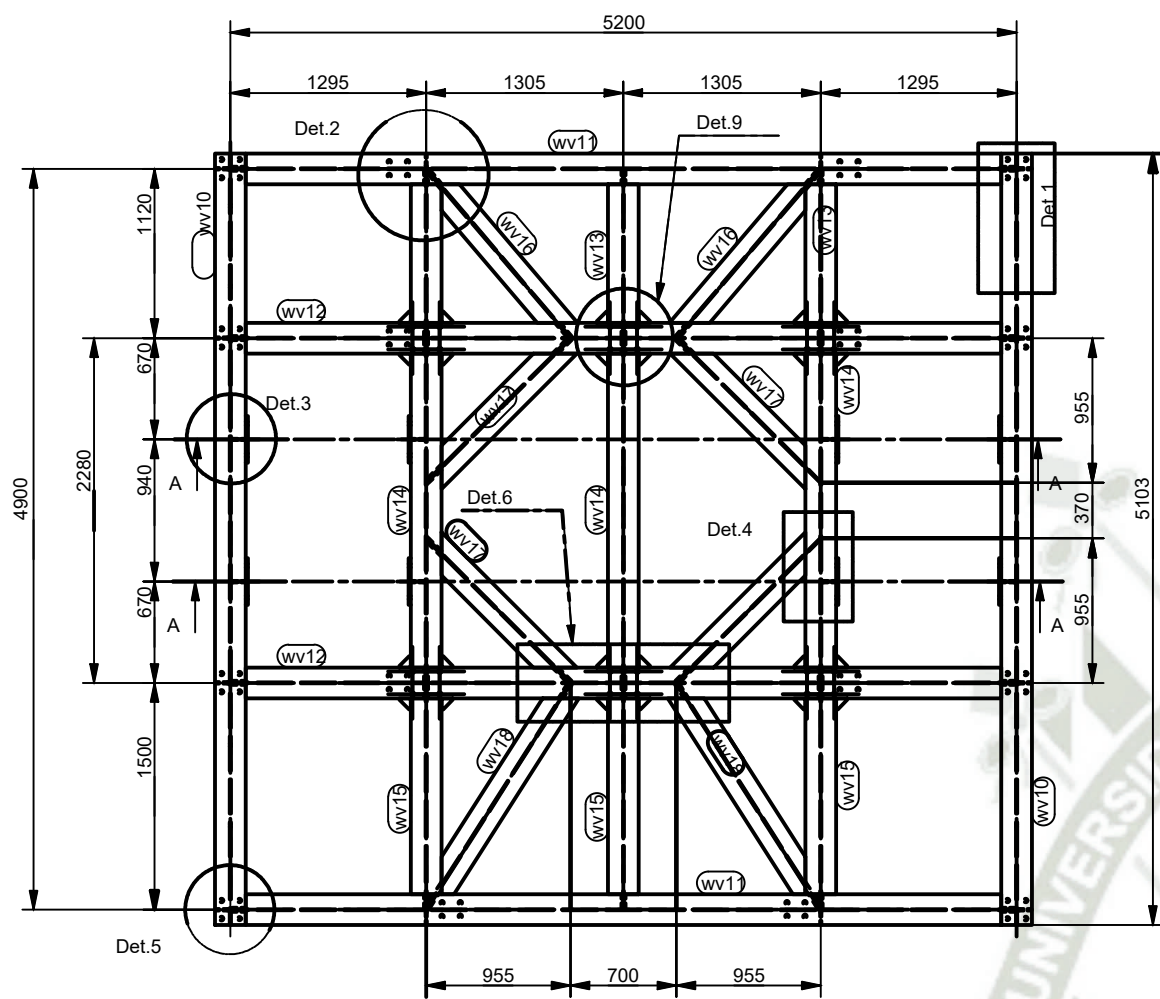
MK-01 / 02 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pv01	PL. de 1/2" A36	8
pv02	PL. de 3/8" A36	16
pv03	PL. de 3/8" A36	44
wv01	W8x31 A36	1
wv02	W8x31 A36	1
wv03	W8x31 A36	4
wv04	W8x31 A36	1
wv05	W8x31 A36	1
wv06	W8x31 A36	1
wv07	W6x15 A36	2
wv08	W6x15 A36	4
wv09	W6x15 A36	2

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

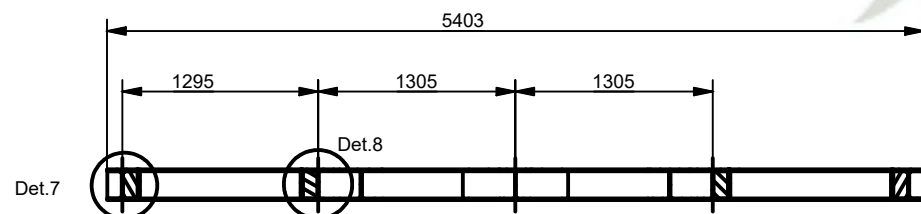
**APROBADO**  
 DISEÑADO POR: E. HUANCA 13/08/2022  
 DIBUJADO POR: E. HUANCA 13/08/2022  
 REVISADO POR: E. HUANCA 13/08/2022  
 APROBADO POR: M. VALENCIA 13/08/2022  
 JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA 13/08/2022  
 CLIENTE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

PROYECTO: **COMPAÑIA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ**  
**PLANTA CONCENTRADORA**  
**INGENIERIA Y MANTENIMIENTO**  
 PLANO: **ESTRUCTURAL**  
**MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCA Y**  
**MESA BELT WINDER - ENSAMBLE MK-01**  
 ESCALA: \_\_\_\_\_  
 INDICADAS: \_\_\_\_\_  
 NUMERO DE PLANO: **PR00-E-015-ME-05**

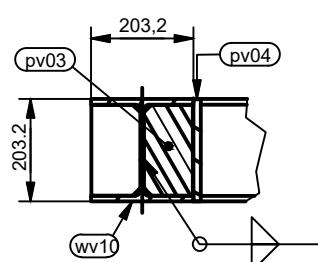
**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
**DE SANTA MARÍA**  
 Escuela Profesional de  
 Ingeniería Mecánica,  
 Mecánica - Eléctrica y  
 Mecatrónica



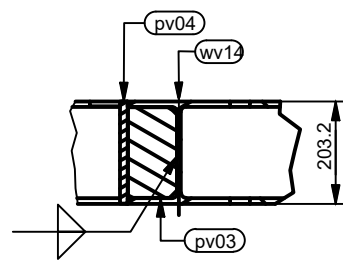
VISTA DE PLANTA/MK-02  
Esc. 1/50



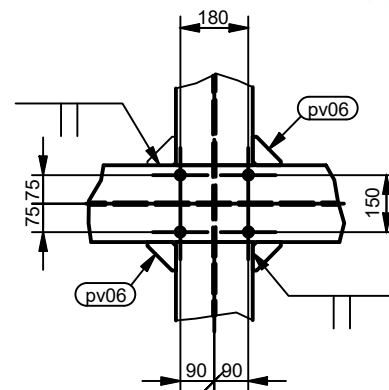
SECCION A-A  
Esc. 1/50



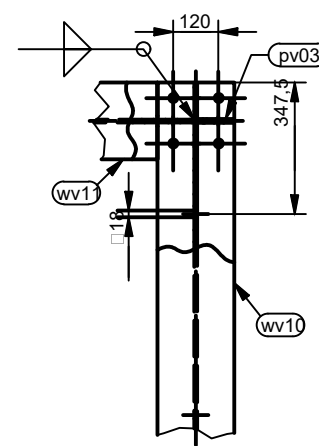
DETALLE "7"  
Esc. 1/15



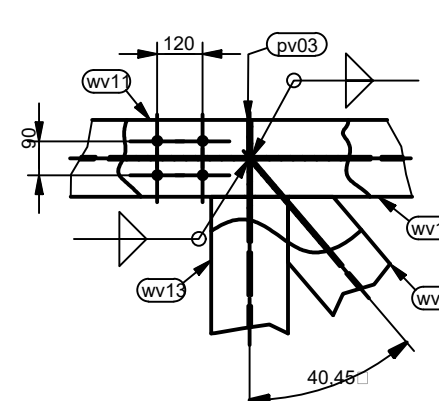
DETALLE "8"  
Esc. 1/15



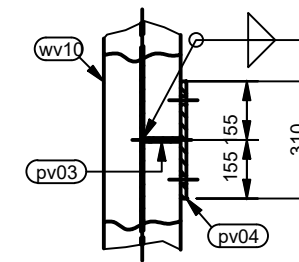
DETALLE "9" (TIP.)  
Esc. 1/20



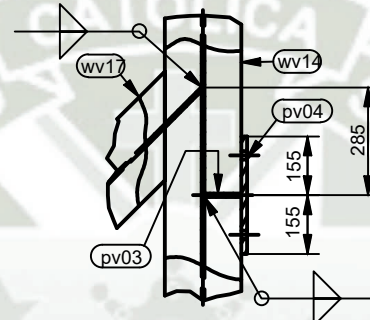
DETALLE "1"  
Esc. 1/20



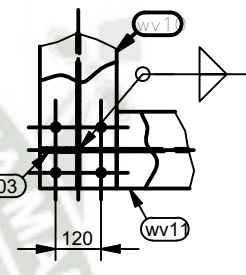
DETALLE "2"  
Esc. 1/20



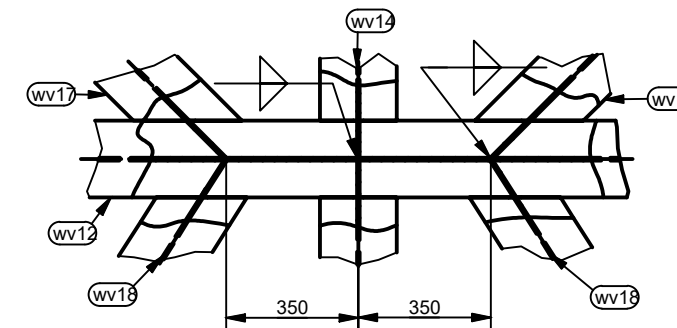
DETALLE "3"  
Esc. 1/20



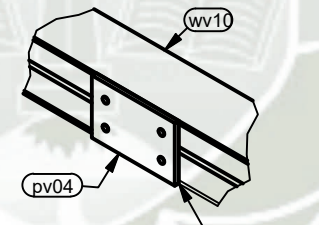
DETALLE "4"  
Esc. 1/20



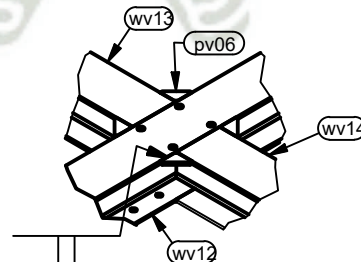
DETALLE "5"  
Esc. 1/20



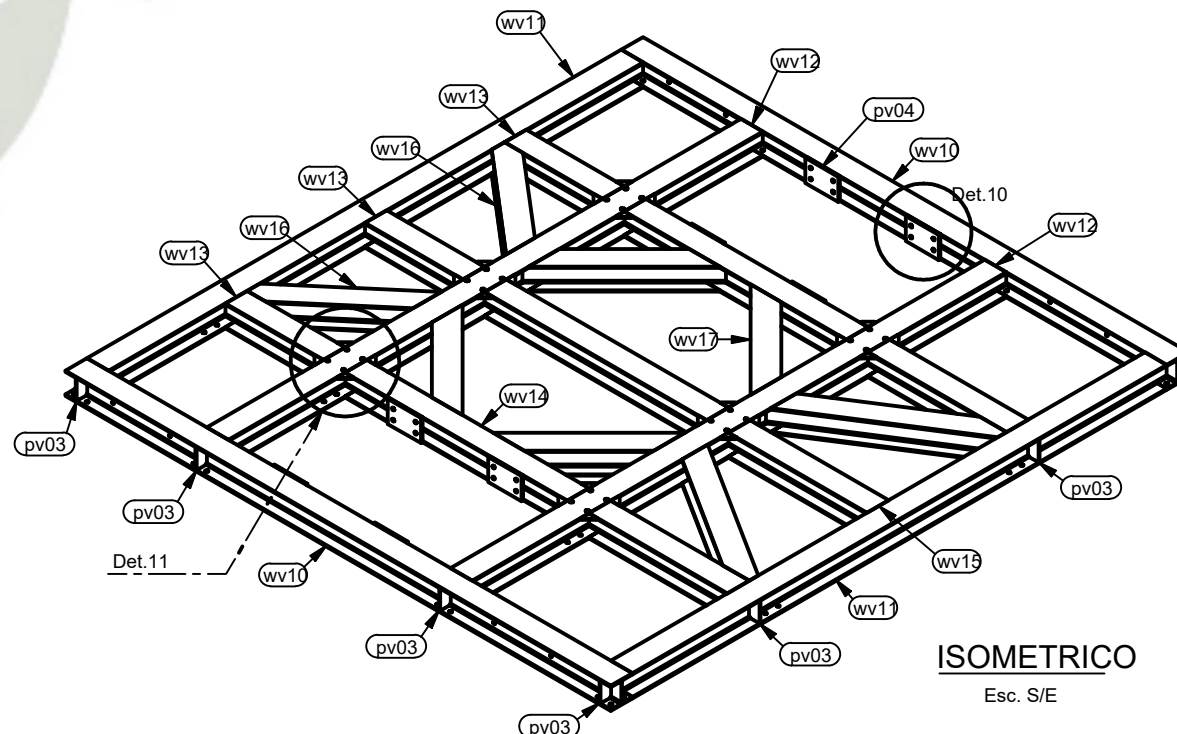
DETALLE "6"  
Esc. 1/20



DETALLE "10"  
Esc. 1/20



DETALLE "11"  
Esc. 1/25



ISOMETRICO  
Esc. S/E

MK-02 / 01 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pv03	PL. de 3/8" A36	20
pv04	PL. de 5/8" A36	8
pv06	PL. de 3/8" A36	24
wv10	W8x31 A36	2
wv11	W8x31 A36	2
wv12	W8x31 A36	2
wv13	W8x31 A36	3
wv14	W8x31 A36	3
wv15	W8x31 A36	3
wv16	W8x31 A36	2
wv17	W8x31 A36	4
wv18	W8x31 A36	2

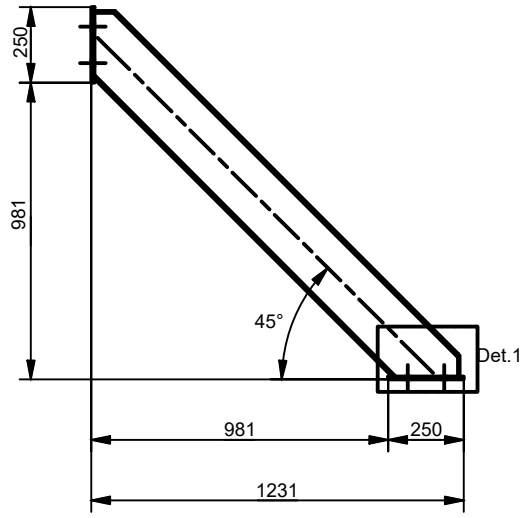
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

A INGENIERIA MECANICA  
 MECANICA ELECTRICA Y INSTRUMENTACION

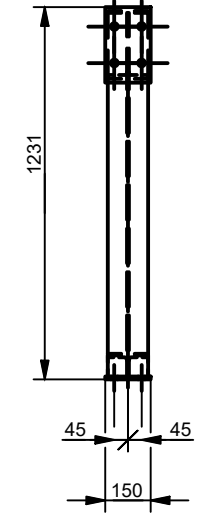
APROBADO	
DISEÑADO POR:	FECHA:
E. HUANCA	13/08/2022
DIBUJADO POR:	FECHA:
E. HUANCA	13/08/2022
REVISADO POR:	FECHA:
E. HUANCA	13/08/2022
APROBADO POR:	FECHA:
M. VALENCIA	13/08/2022
JEFE DE PROYECTO:	FECHA:
M. VALENCIA	13/08/2022
CLIENTE:	FECHA:
	13/08/2022

PROYECTO:	
COMPAÑIA MINERA EN SUR DEL PERU PLANTA CONCENTRADORA INGENIERIA Y MANTENIMIENTO	
PLANO	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY MESA BELT WINDER - ENSAMBLE MK-02	
ESCALA	NUMERO DE PLANO
INDICADAS	PR00-E-015-ME-06

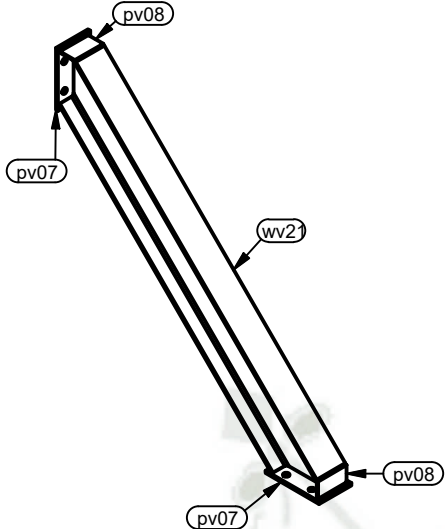
UNIVERSIDAD CATOLICA  
 DE SANTA MARIA  
 Escuela Profesional de  
 Ingeniería Mecánica,  
 Mecánica - Eléctrica y  
 Mecatrónica



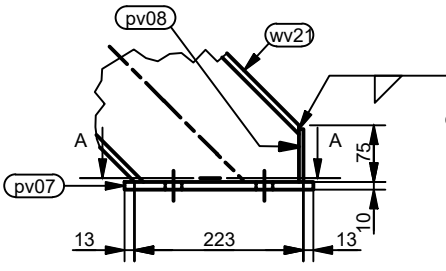
**ELEVACION/MK-03**  
Esc. 1/25



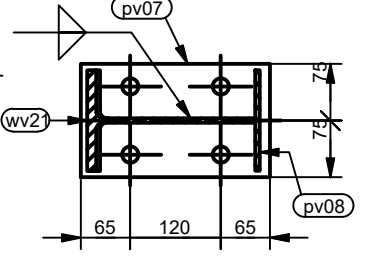
**LATERAL**  
Esc. 1/25



**ISOMETRICO**  
Esc. 1/25

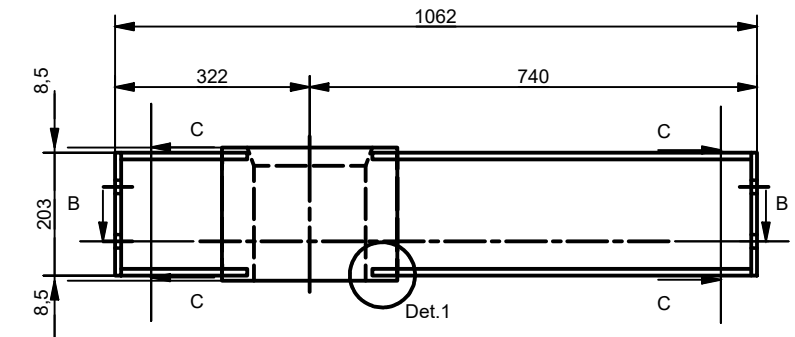


**DETALLE "1" (TIP.)**  
Esc. 1/10

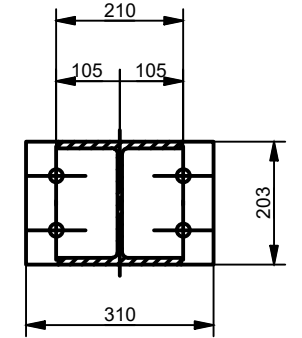


**SECCION A-A**  
Esc. 1/10

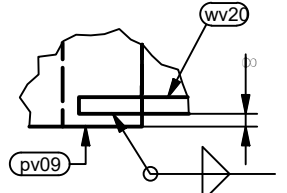
MK-03 / 08 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pv07	PL. de 3/8" A36	2
pv08	PL. de 1/4" A36	2
wv21	W8x18 A36	1



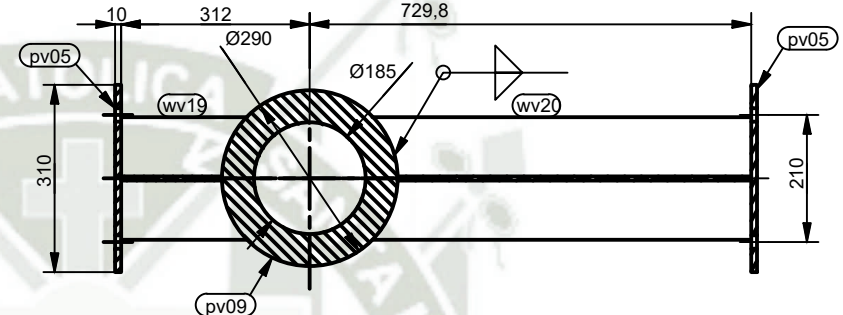
**ELEVACION/MK-04**  
Esc. 1/12.5



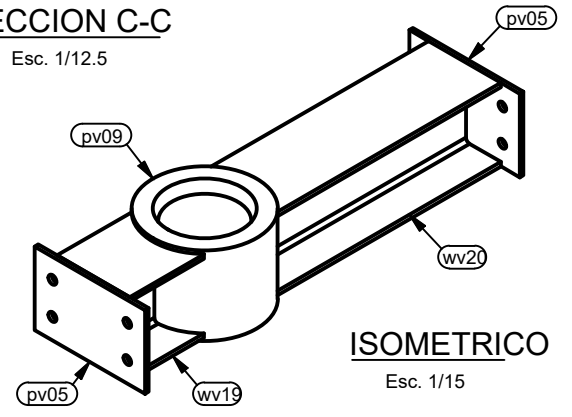
**SECCION C-C**  
Esc. 1/12.5



**DETALLE "1"**  
Esc. 1/5

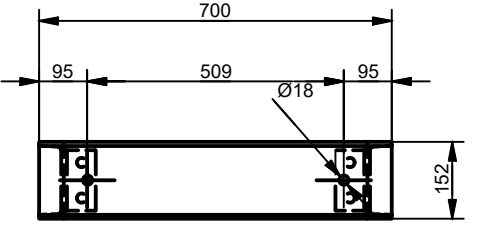


**SECCION B-B**  
Esc. 1/12.5

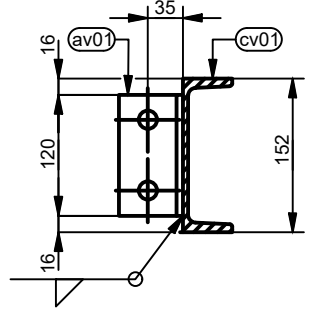


**ISOMETRICO**  
Esc. 1/15

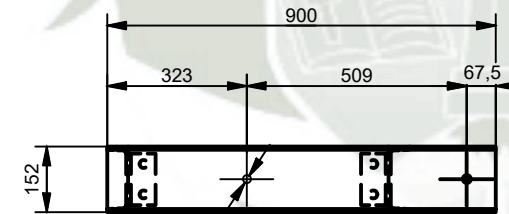
MK-04 / 04 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pv05	PL. de 3/8" A36	2
pv09	ASTM A36	1
wv19	W8x31 A36	1
wv20	W8x31 A36	1



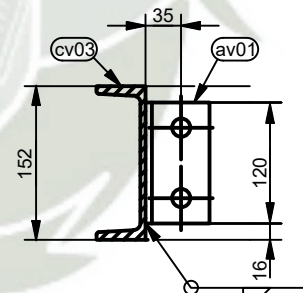
**ELEVACION/MK-05**  
Esc. 1/15



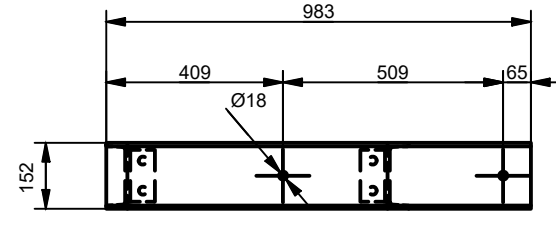
**SECCION D-D**  
Esc. 1/7.5



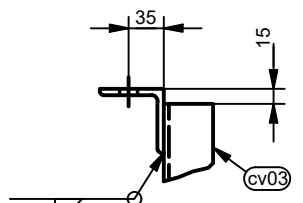
**ELEVACION/MK-06**  
Esc. 1/17.5



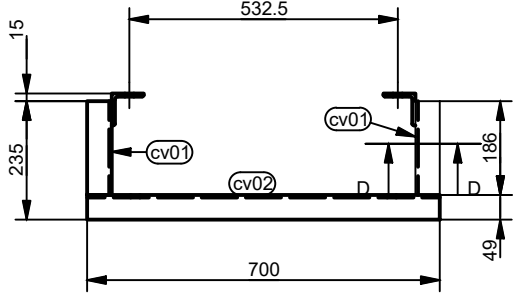
**SECCION D-D**  
Esc. 1/7.5



**ELEVACION/MK-07**  
Esc. 1/17.5

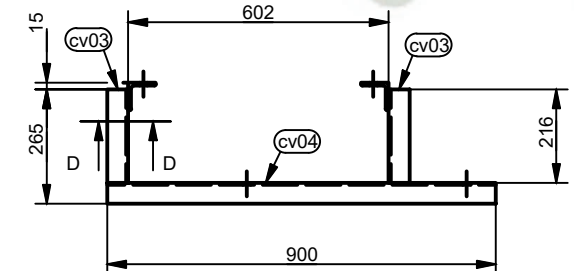


**DETALLE "2"**  
Esc. 1/7.5



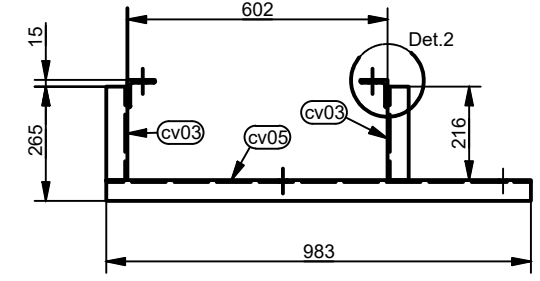
**PLANTA**  
Esc. 1/15

MK-05 / 08 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
av01	L 2 1/2"x1/4" A36	2
cv01	C6x8,2 A36	2
cv02	C6x8,2 A36	1



**PLANTA**  
Esc. 1/17.5

MK-06 / 04 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
av01	L 2 1/2"x1/4" A36	2
cv03	C6x8,2 A36	2
cv04	C6x8,2 A36	1



**PLANTA**  
Esc. 1/17.5

MK-07 / 04 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
av01	L 2 1/2"x1/4" A36	2
cv03	C6x8,2 A36	2
cv05	C6x8,2 A36	1

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION			
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION			

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

APROBADO

DISEÑADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

DIBUJADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

REVISADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

APROBADO POR: M. VALENCIA  
FECHA: 13/08/2022

JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA  
FECHA: 13/08/2022

CLIENTE:   
FECHA: 13/08/2022

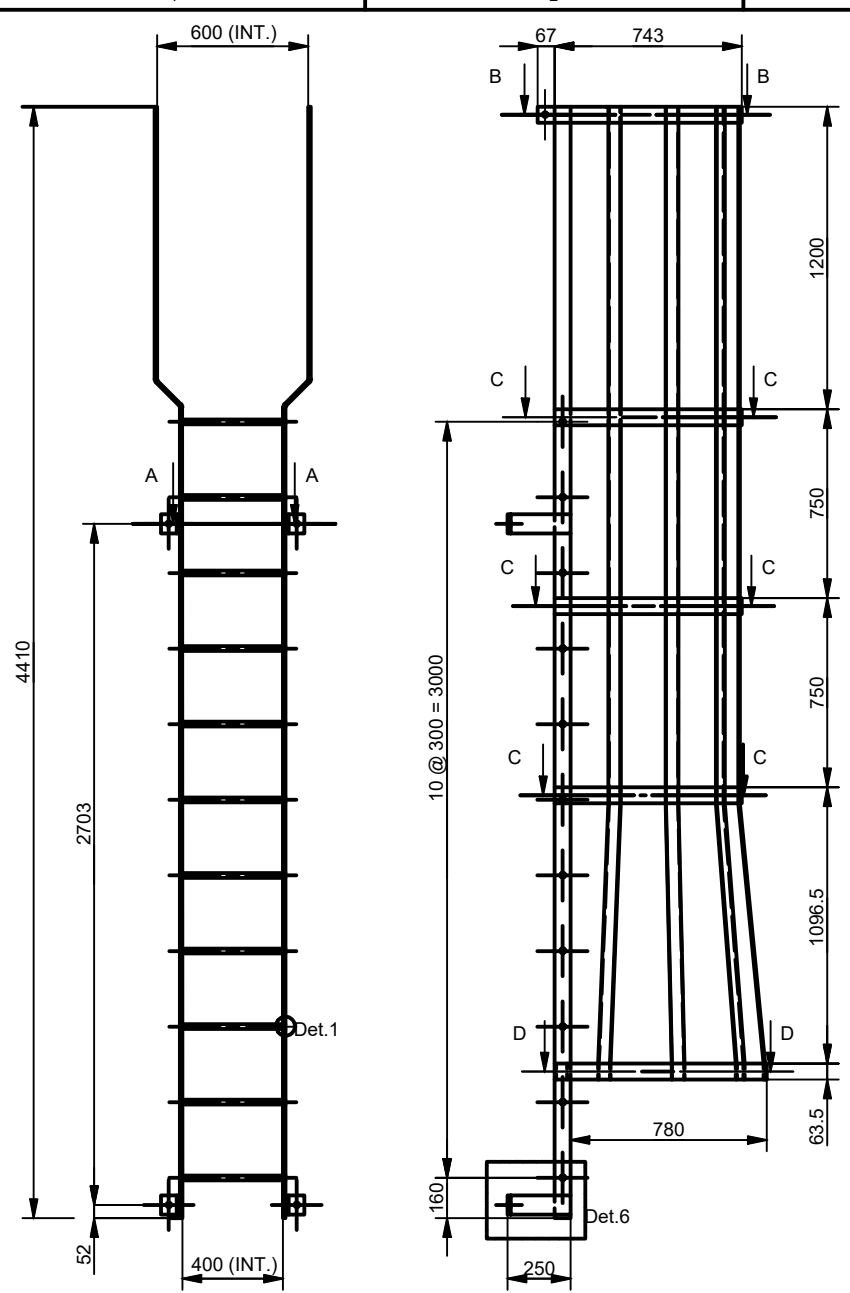
PROYECTO: COMPAÑÍA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ  
PLANTA CONCENTRADORA  
INGENIERIA Y MANTENIMIENTO

PLANO: ESTRUCTURAL  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY  
MESA BELT WINDER - ENSAMBLE MK-03 AL MK-07

ESCALA: INDICADAS  
NÚMERO DE PLANO: PR00-E-015-ME-07

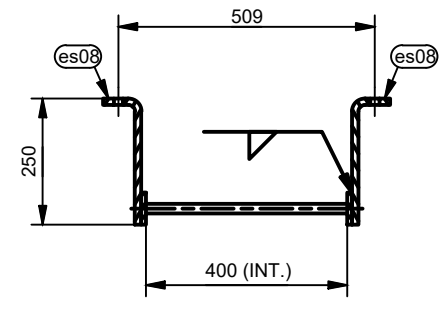
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica

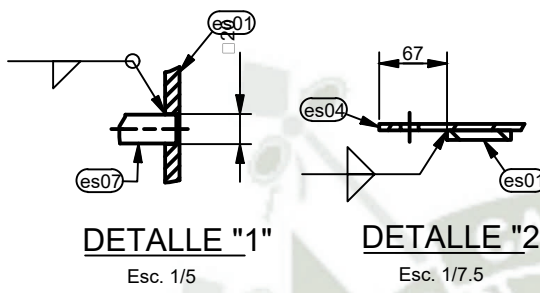


**ELEVACION/ESC-01**  
(SIN JAULA)  
Esc. 1/30

**LATERAL**  
(CON JAULA)  
Esc. 1/30

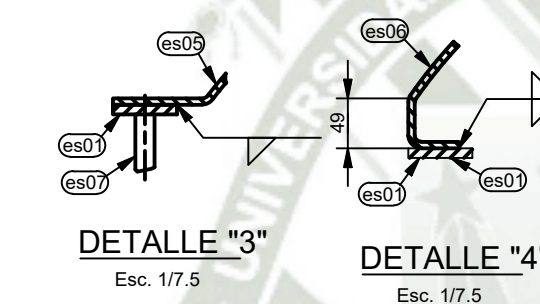


**SECCION A-A**  
Esc. 1/15



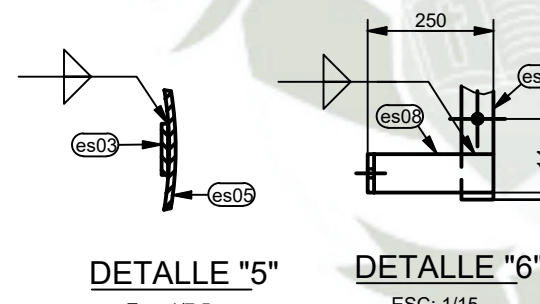
**DETALLE "1"**  
Esc. 1/5

**DETALLE "2"**  
Esc. 1/7.5



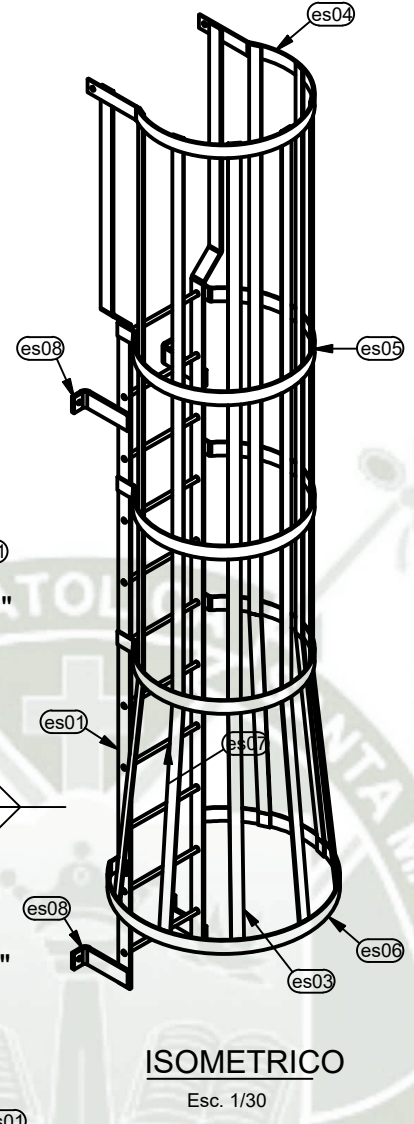
**DETALLE "3"**  
Esc. 1/7.5

**DETALLE "4"**  
Esc. 1/7.5

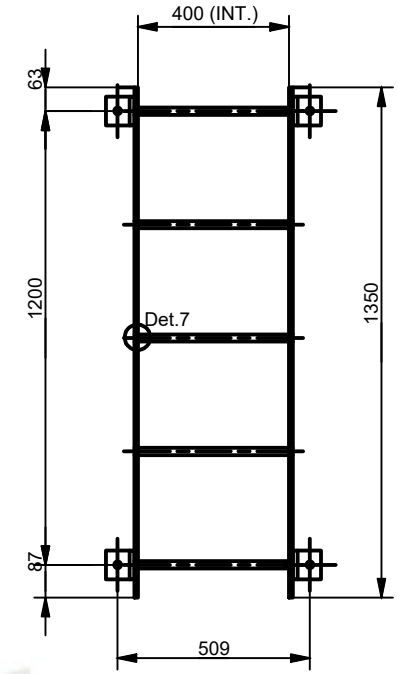


**DETALLE "5"**  
Esc. 1/7.5

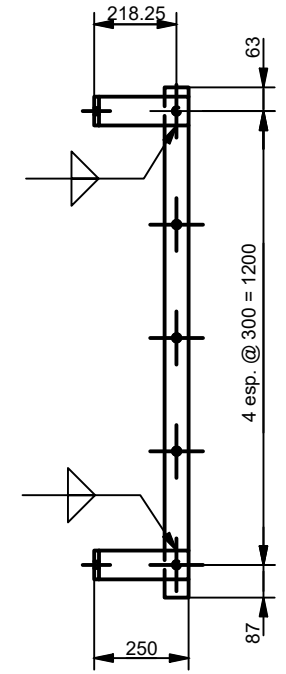
**DETALLE "6"**  
Esc. 1/15



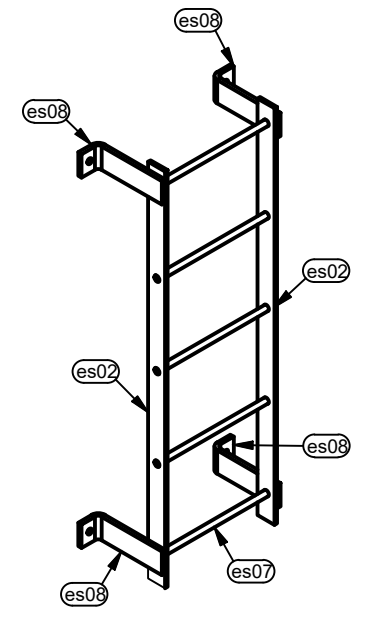
**ISOMETRICO**  
Esc. 1/30



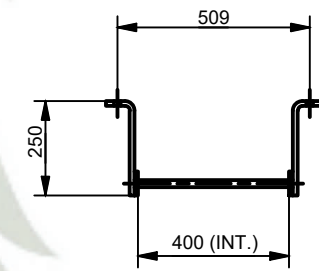
**ELEVACION/ESC-02**  
ESC: 1/20



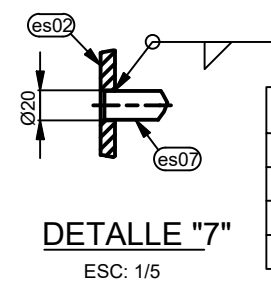
**LATERAL**  
ESC: 1/20



**ISOMETRICO**  
ESC: 1/20

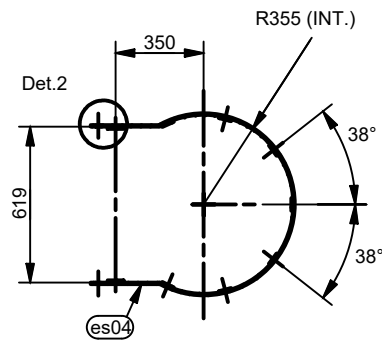


**PLANTA**  
ESC: 1/20

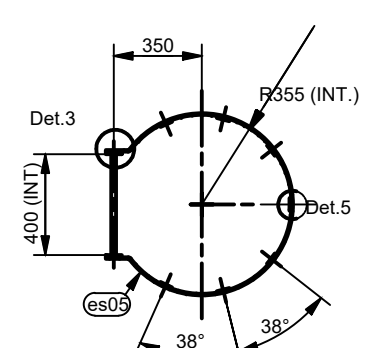


**DETALLE "7"**  
ESC: 1/5

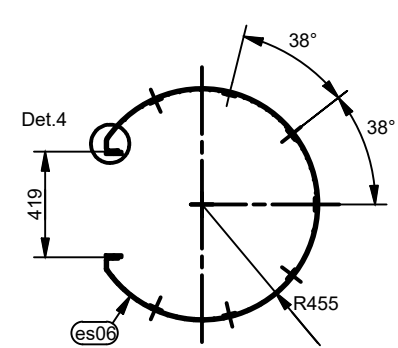
ESC-02 / 04 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
es02	Plat. de 2 1/2"x3/8" A36	2
es07	Barra de 3/4" A36	5
es08	PL. de 1/2" A36	4



**SECCION B-B**  
Esc. 1/30



**SECCION C-C**  
Esc. 1/30



**SECCION D-D**  
Esc. 1/30

ESC-01 / 04 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
es01	Plat. 2 1/2"x3/8" A36	2
es04	Plat. de 2 1/2"x1/4" A36	1
es05	Plat. de 2 1/2"x1/4" A36	3
es06	Plat. de 2 1/2"x1/4" A36	1
es07	Barra de 3/4" A36	11
es03	Plat. de 2"x1/4" A36	7
es08	PL. de 1/2" A36	4

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

**APROBADO**  
 DISEÑADO POR: E. HUANCA  
 DIBUJADO POR: E. HUANCA  
 REVISADO POR: E. HUANCA  
 APROBADO POR: M. VALENCIA  
 JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA  
 CLIENTE:

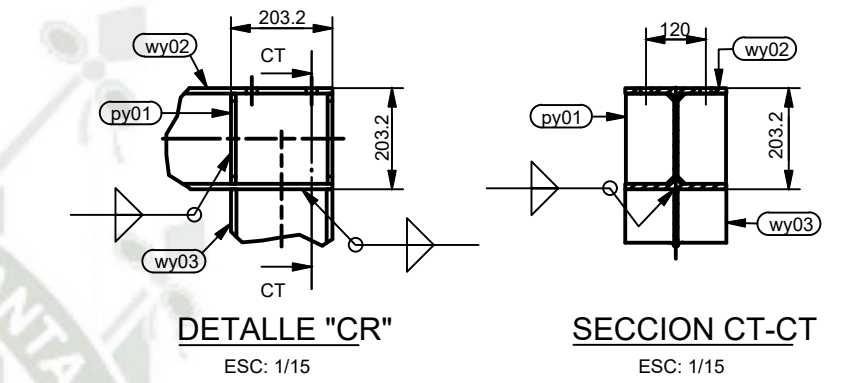
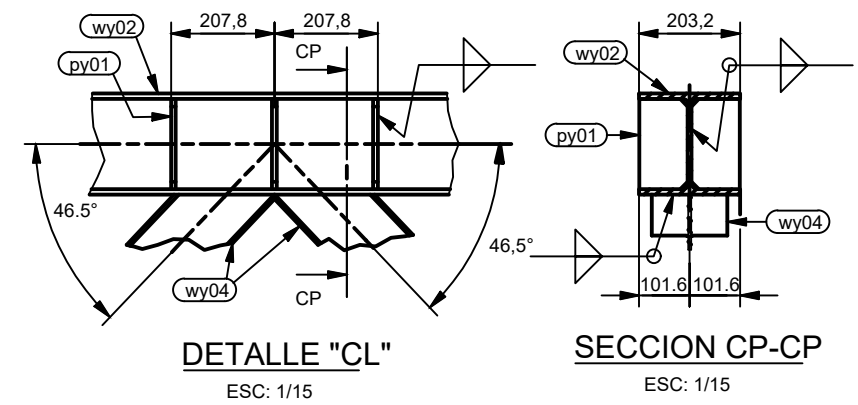
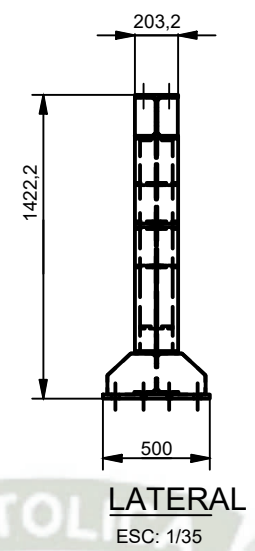
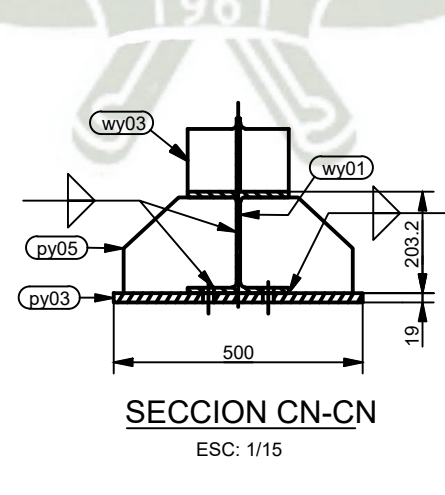
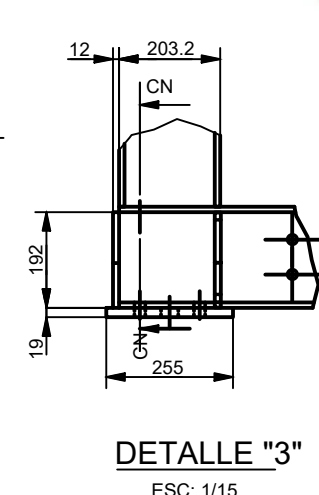
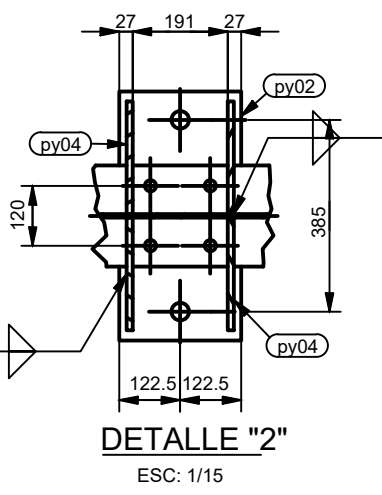
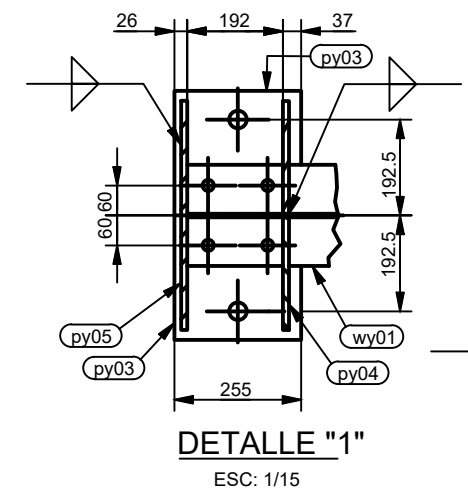
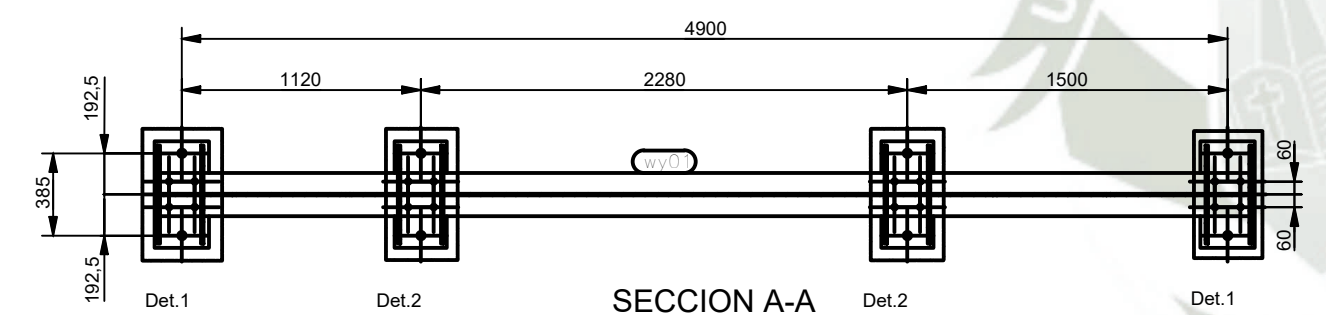
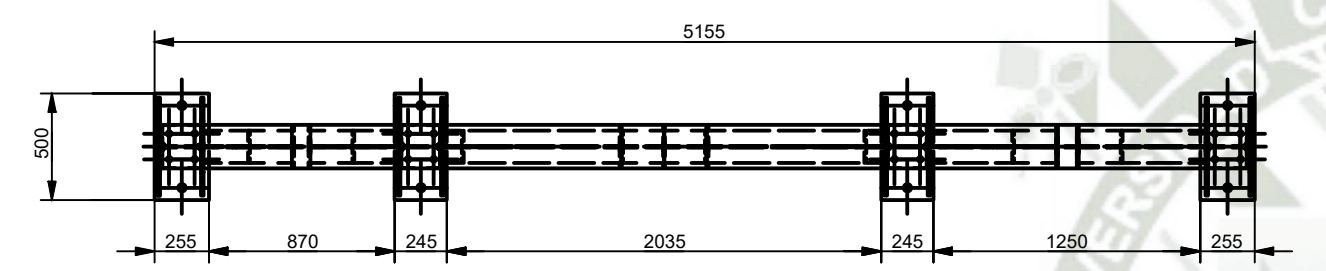
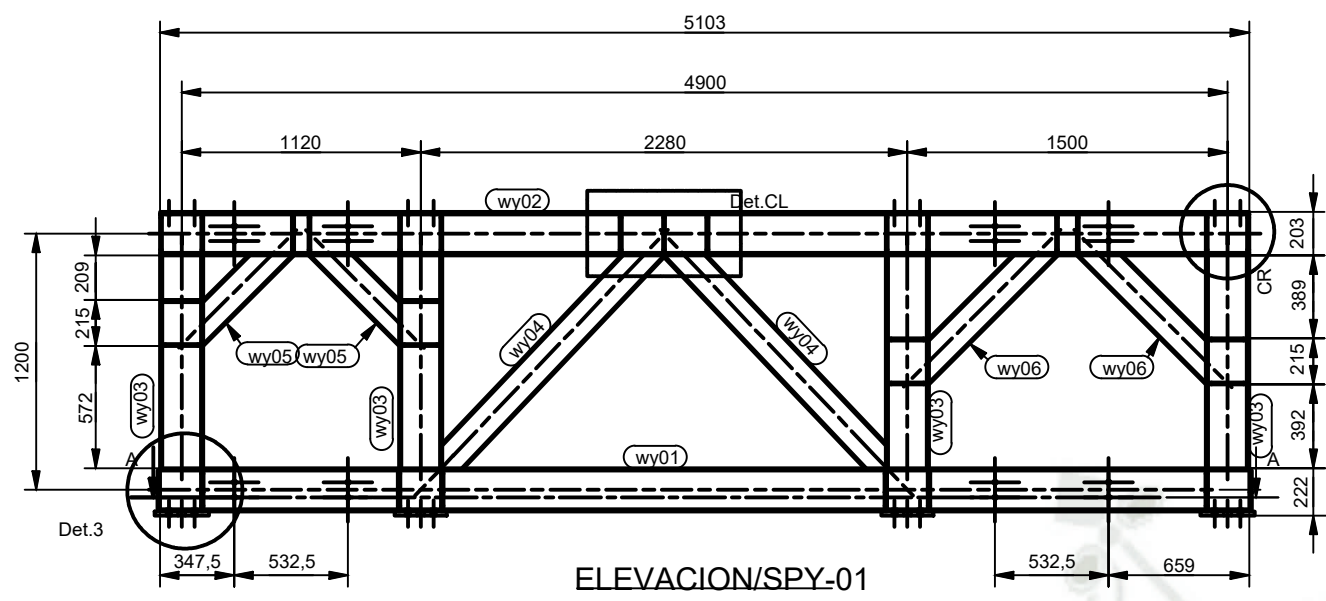
FECHA: 13/08/2022  
 FECHA: 13/08/2022  
 FECHA: 13/08/2022  
 FECHA: 13/08/2022  
 FECHA: 13/08/2022

ESCALA: INDICADAS  
 NUMERO DE PLANO: PR00-E-015-ME-08

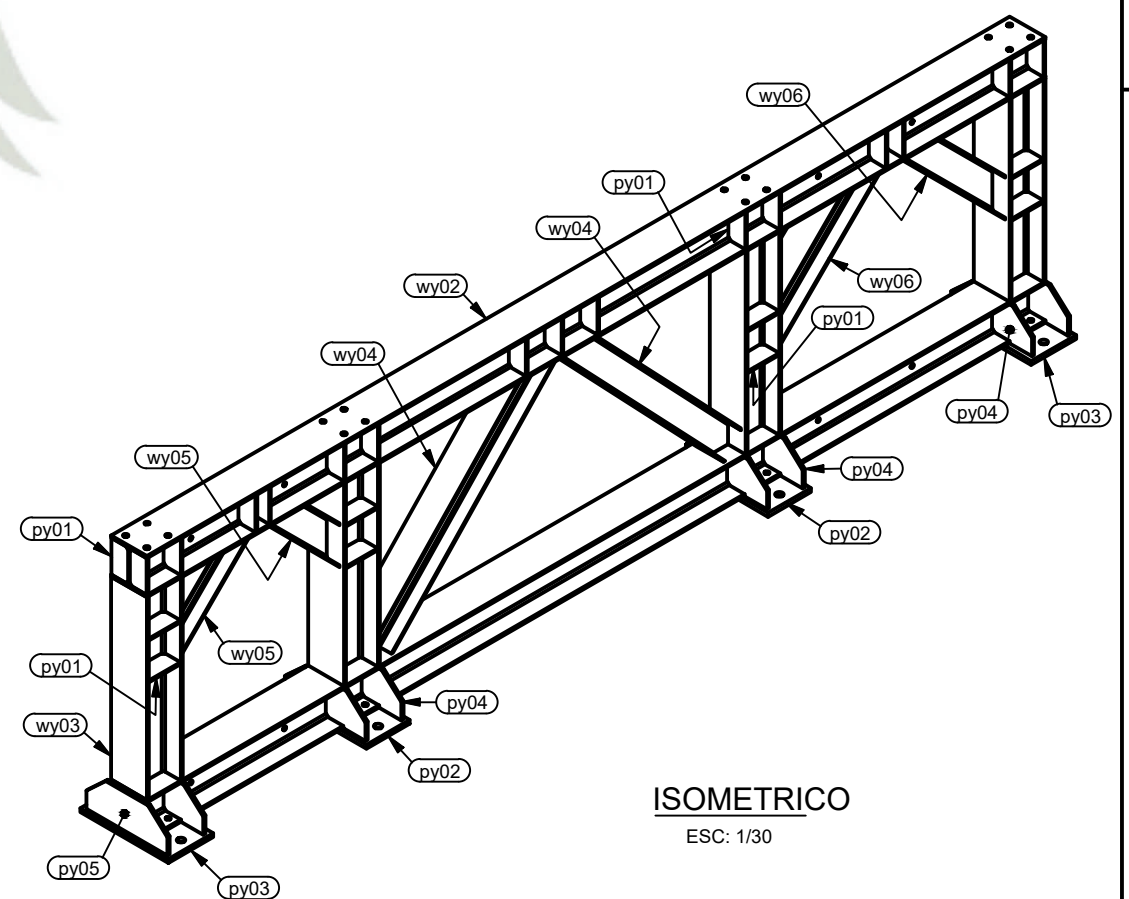
PROYECTO: **COMPañIA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ**  
**PLANTA CONCENTRADORA**  
**INGENIERIA Y MANTENIMIENTO**

PLANO: **ESTRUCTURAL**  
**MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY**  
**MESA BELTWINDER - ESCALERA ESC-01 & ESC-02**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
**DE SANTA MARÍA**  
 Escuela Profesional de  
 Ingeniería Mecánica,  
 Mecánica - Eléctrica y  
 Mecatrónica



SPY-01 / 02 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
py01	PL. de 3/8" A36	47
py02	PL. de 3/4" A36	2
py03	PL. de 3/4" A36	2
py04	PL. de 1/2" A36	12
py05	PL. de 1/2" A36	2
wy01	W 8x31 A36	1
wy02	W 8x31 A36	1
wy03	W 8x31 A36	4
wy04	W 6x15 A36	2
wy05	W 6x15 A36	2
wy06	W 6x15 A36	2



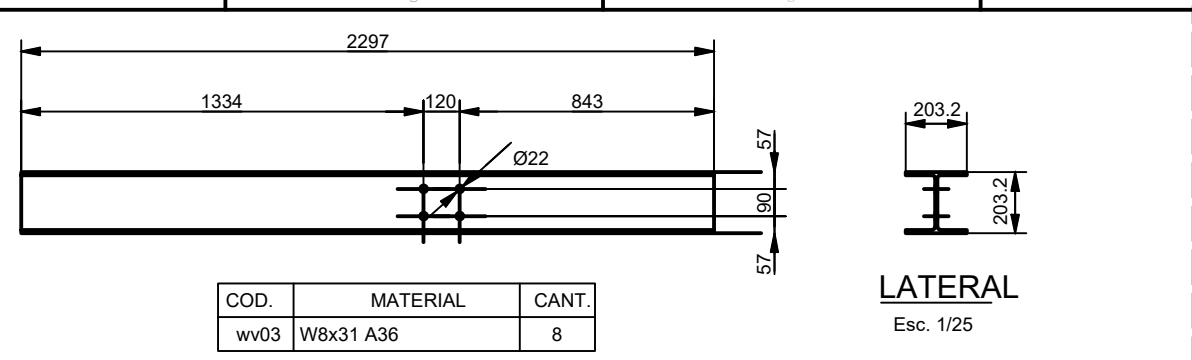
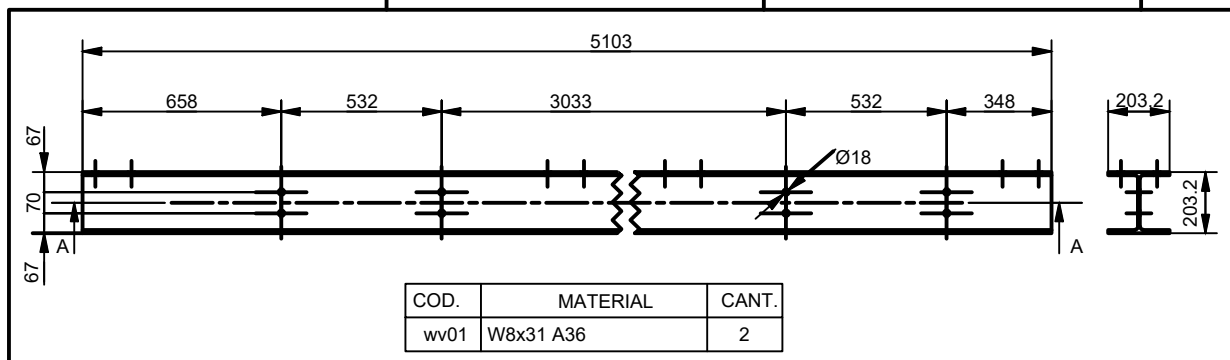
REV.	FECHA	DESCRIPCION	APROBADO	Nº DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/2022	EMITIDO PARA REVISION			
B	13/08/2022	EMITIDO PARA APROBACION			

© ESTA BARRA NO MIDE PENTONEROS  
ESTE DIBUJO NO ESTA A ESCALA

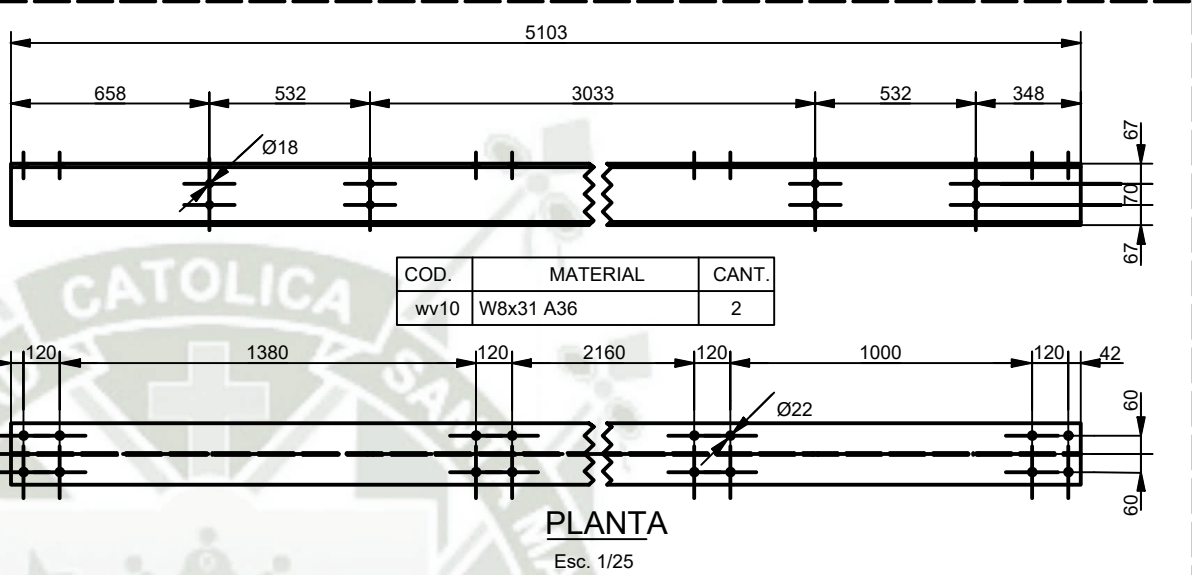
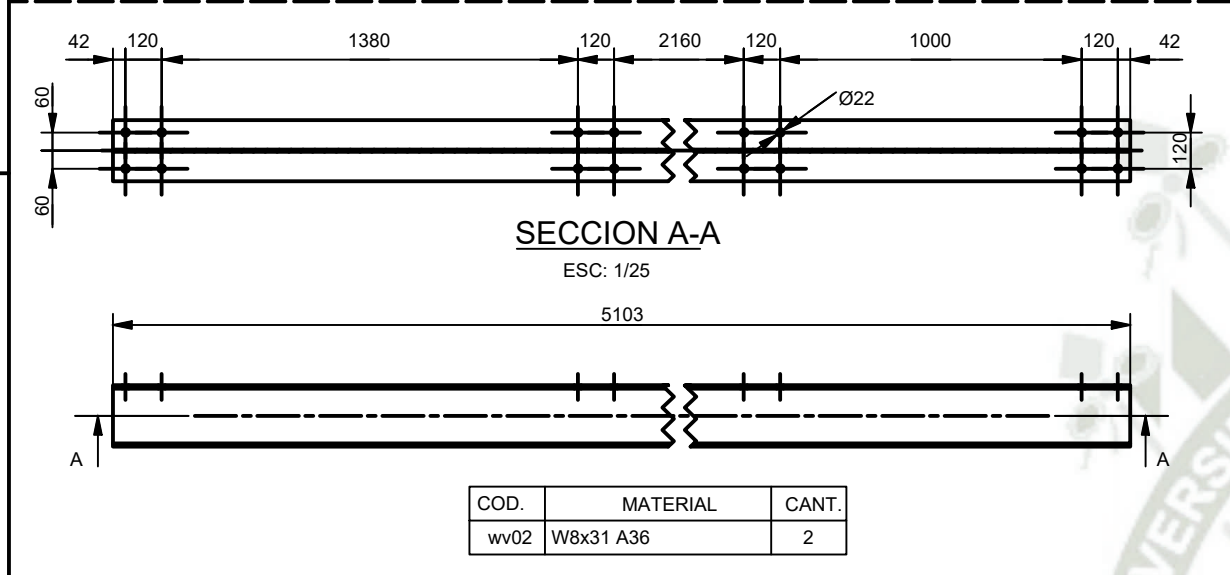
APROBADO	
DISEÑADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
DIBUJADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
REVISADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
APROBADO POR: M. VALENCIA	FECHA: 13/08/2022
JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA	FECHA: 13/08/2022
CLIENTE:	FECHA:

PROYECTO:	
COMPAÑÍA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ PLANTA CONCENTRADORA INGENIERIA Y MANTENIMIENTO	
PLANO:	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY MESA BELTWINDER - SUPLE SPY-01	
ESCALA	NUMERO DE PLANO
INDICADAS	PR00-E-015-ME-09

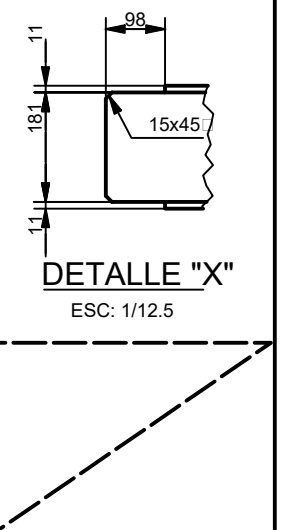
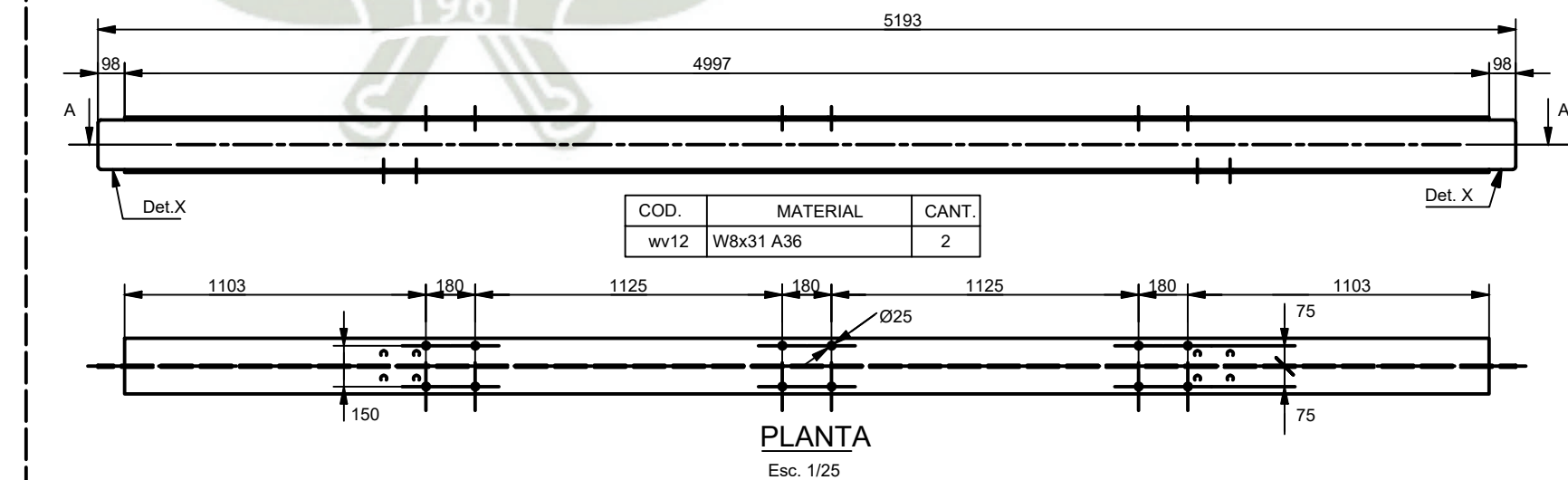
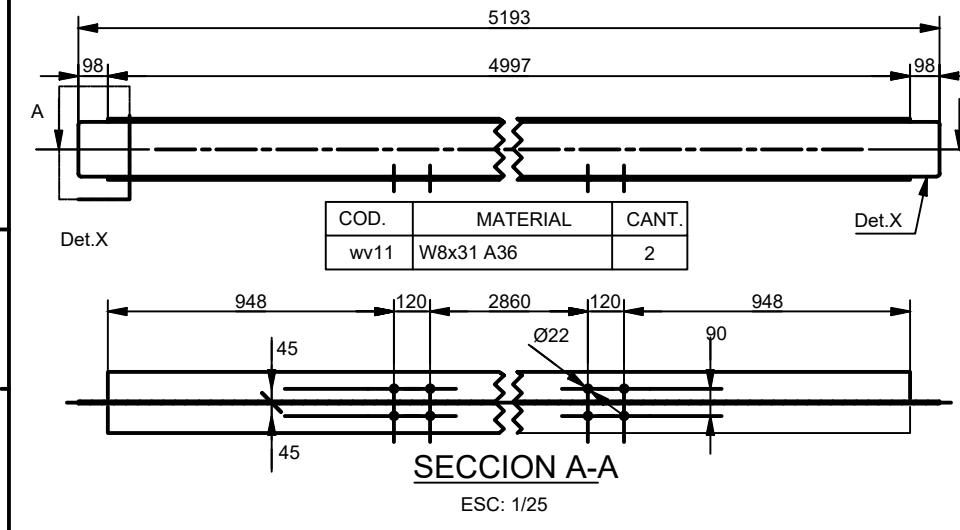
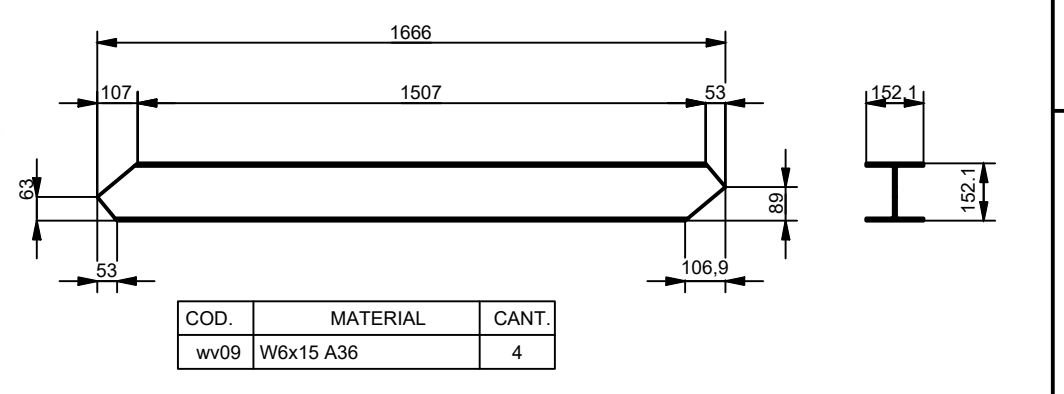
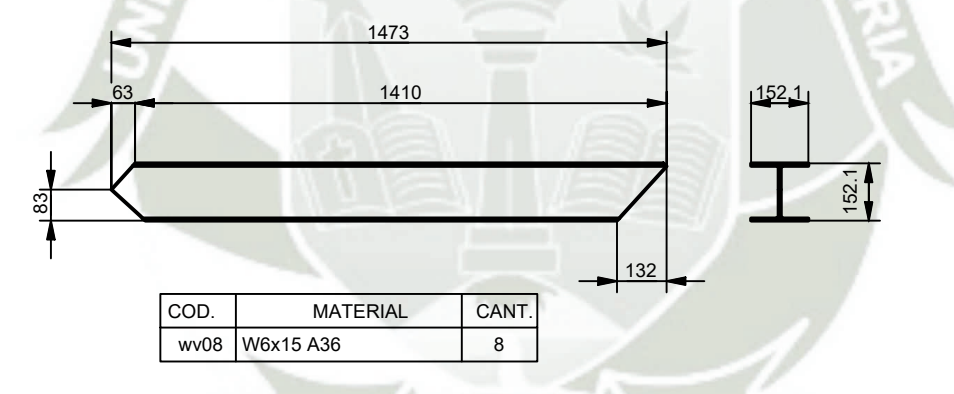
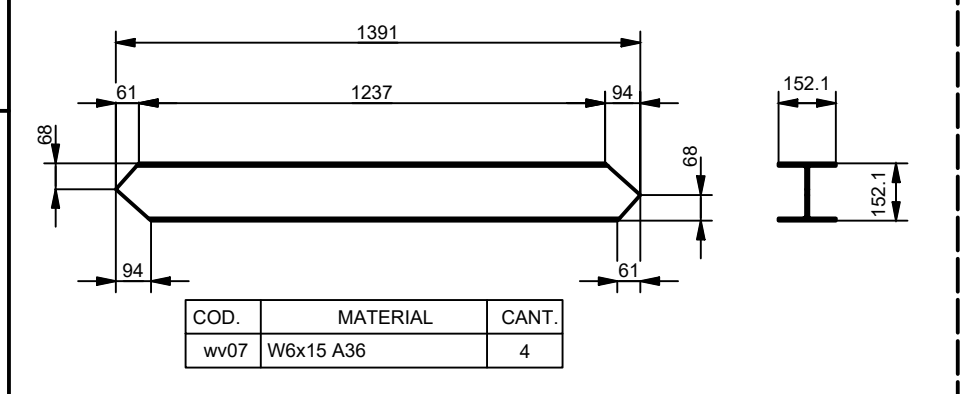
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTA MARÍA  
Escuela Profesional de  
Ingeniería Mecánica,  
Mecánica - Eléctrica y  
Mecatrónica



COD.	MATERIAL	Long. "A"	CANT.
ww04	W8x31 A36	917 mm	2
ww05	W8x31 A36	2077 mm	2
ww06	W8x31 A36	1297 mm	2



COD.	MATERIAL	Long. "A"	CANT.
ww13	W8x31 A36	1112 mm	2
ww14	W8x31 A36	2272 mm	2
ww15	W8x31 A36	1492 mm	2



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

**APROBADO**

DISEÑADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
DIBUJADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
REVISADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
APROBADO POR: M. VALENCIA	FECHA: 13/08/2022
JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA	FECHA: 13/08/2022
CLIENTE:	FECHA:

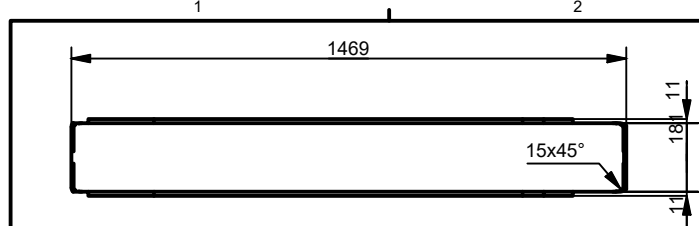
PROYECTO:  
**COMPAÑÍA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ  
PLANTA CONCENTRADORA  
INGENIERIA Y MANTENIMIENTO**

PLANO:  
**ESTRUCTURAL  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY  
MESA BELTWINDER - HABILITADO 01**

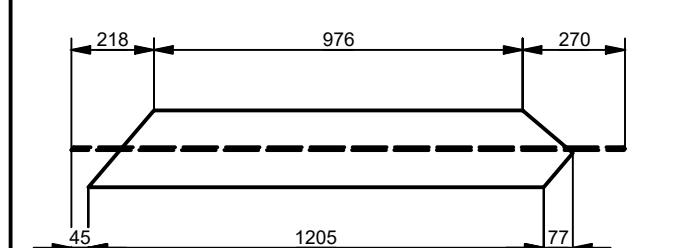
ESCALA:  
INDICADAS

NUMERO DE PLANO:  
**PR00-E-015-ME-010**

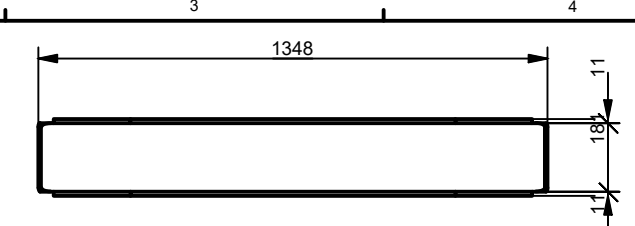
**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTA MARÍA**  
Escuela Profesional de  
Ingeniería Mecánica,  
Mecánica - Eléctrica y  
Mecatrónica



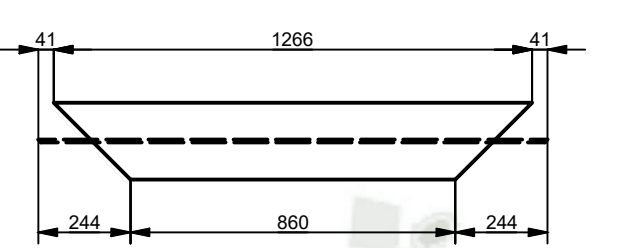
COD.	MATERIAL	CANT.
wv16	W8x31 A36	2



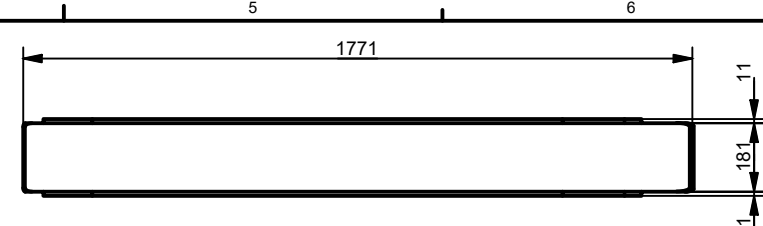
**PLANTA**  
Esc. 1/20



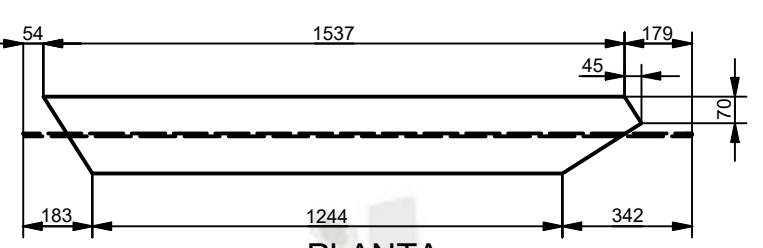
COD.	MATERIAL	CANT.
wv17	W8x31 A36	4



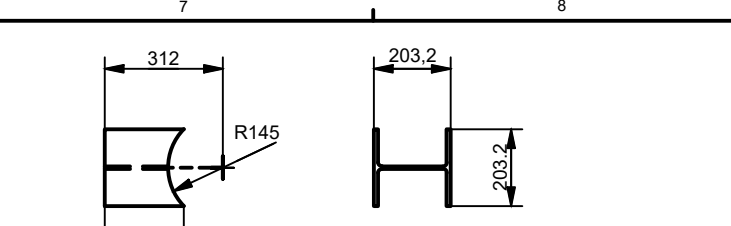
**PLANTA**  
Esc. 1/20



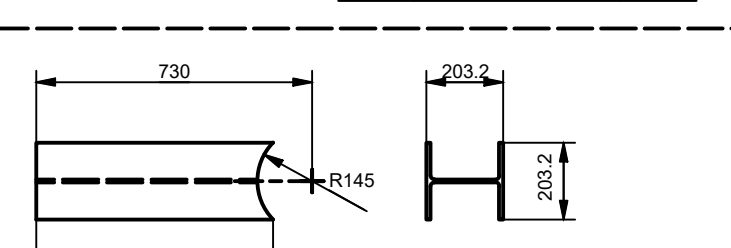
COD.	MATERIAL	CANT.
wv18	W8x31 A36	2



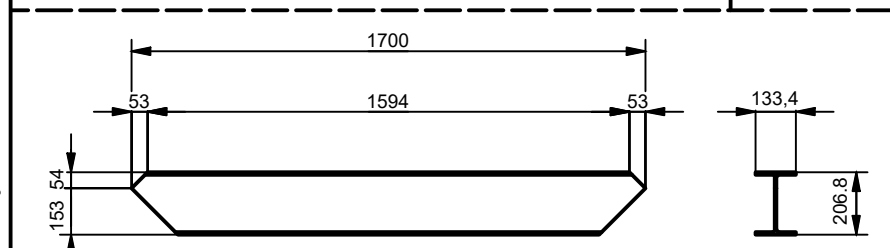
**PLANTA**  
Esc. 1/20



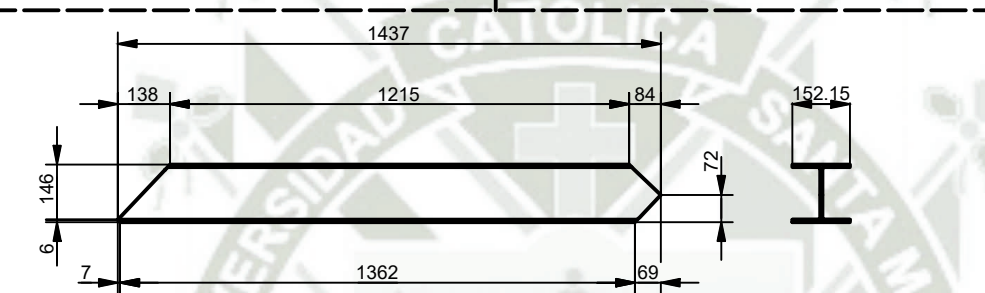
COD.	MATERIAL	CANT.
wv19	W8x31 A36	4



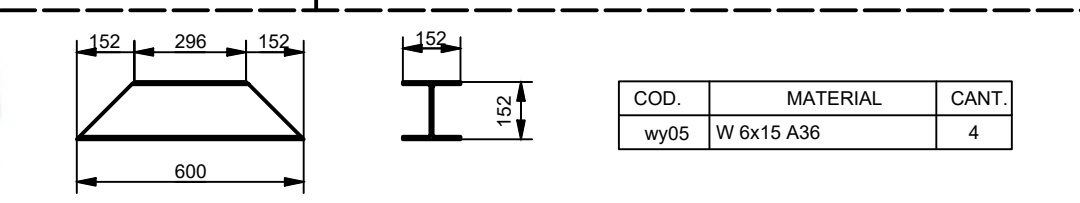
COD.	MATERIAL	CANT.
wv20	W8x31 A36	4



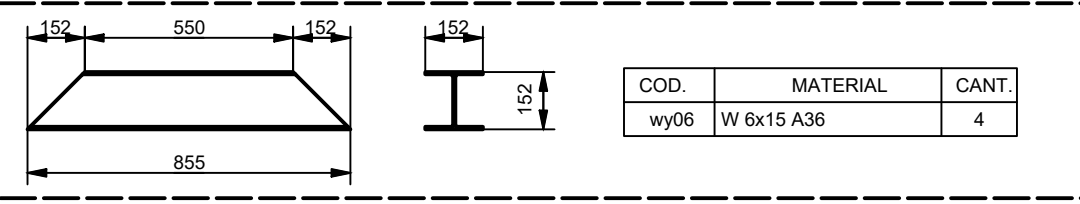
COD.	MATERIAL	CANT.
wy21	W8x18 A36	8



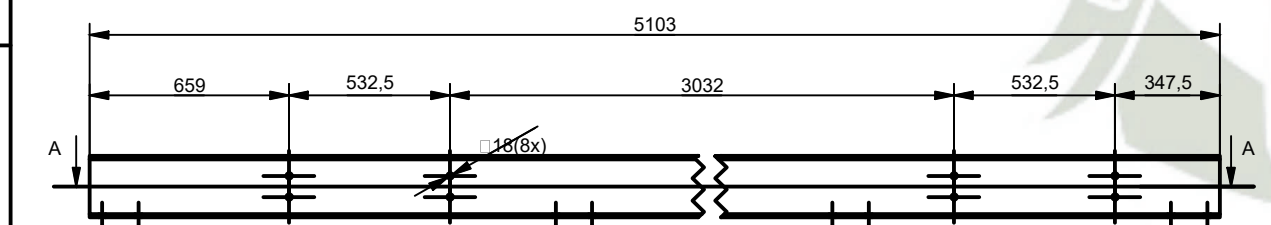
COD.	MATERIAL	CANT.
wy04	W 6x15 A36	4



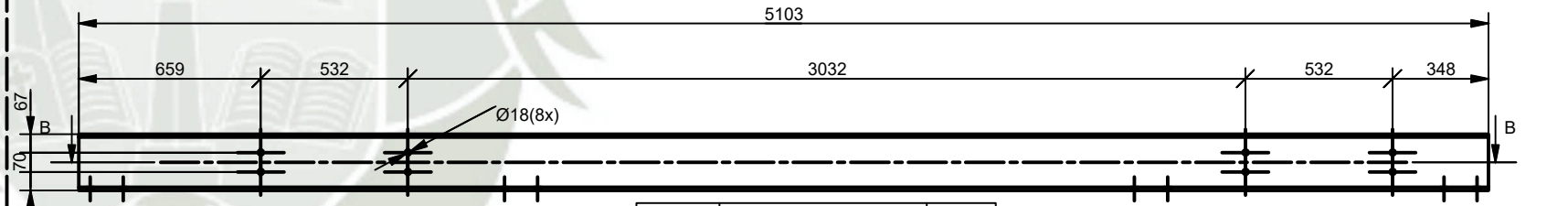
COD.	MATERIAL	CANT.
wy05	W 6x15 A36	4



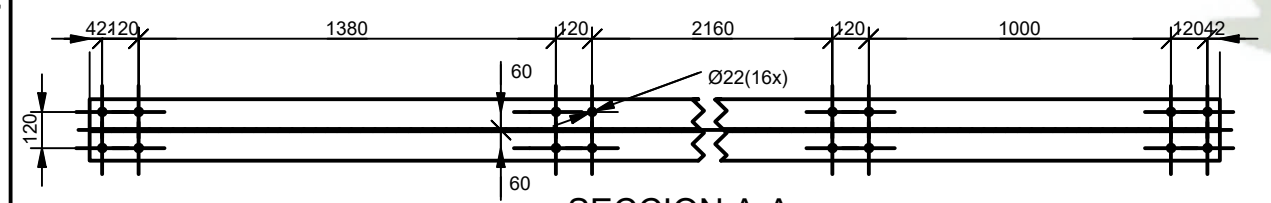
COD.	MATERIAL	CANT.
wy06	W 6x15 A36	4



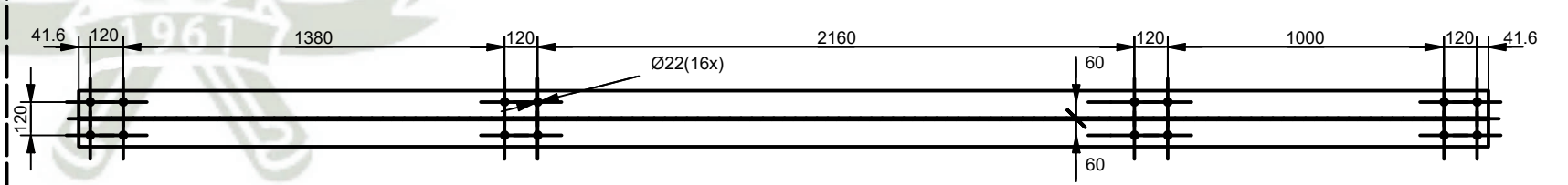
COD.	MATERIAL	CANT.
wy01	W 8x31 A36	2



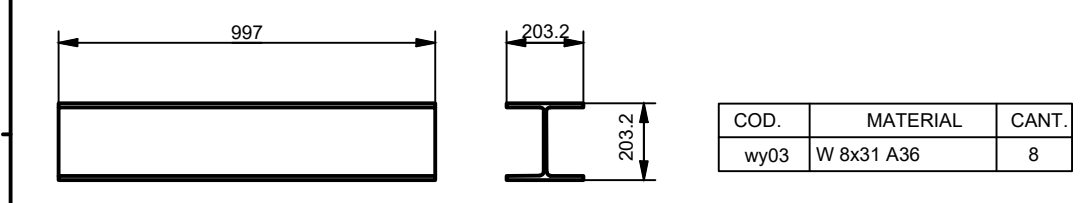
COD.	MATERIAL	CANT.
wy02	W 8x31 A36	2



**SECCION A-A**  
ESC: 1/25



**SECCION B-B**  
ESC: 1/25



COD.	MATERIAL	CANT.
wy03	W 8x31 A36	8

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS. REV.	APROBADO	Nº DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

**APROBADO**

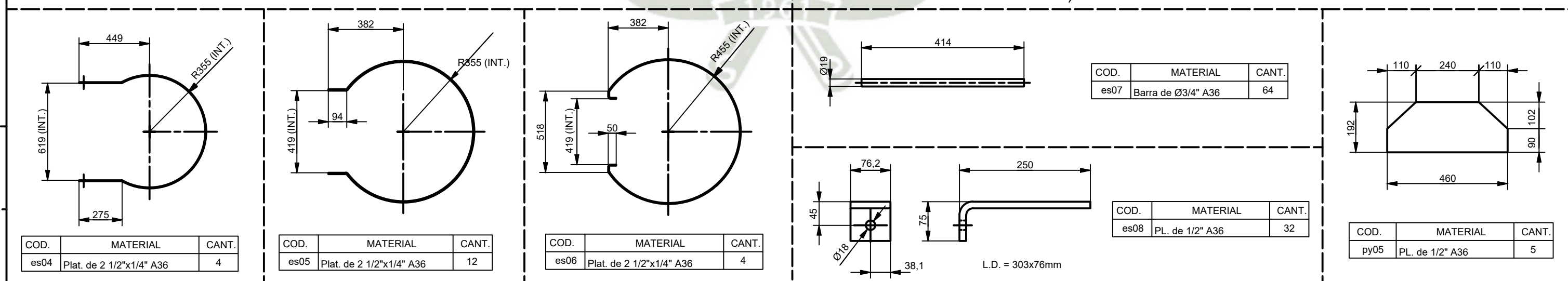
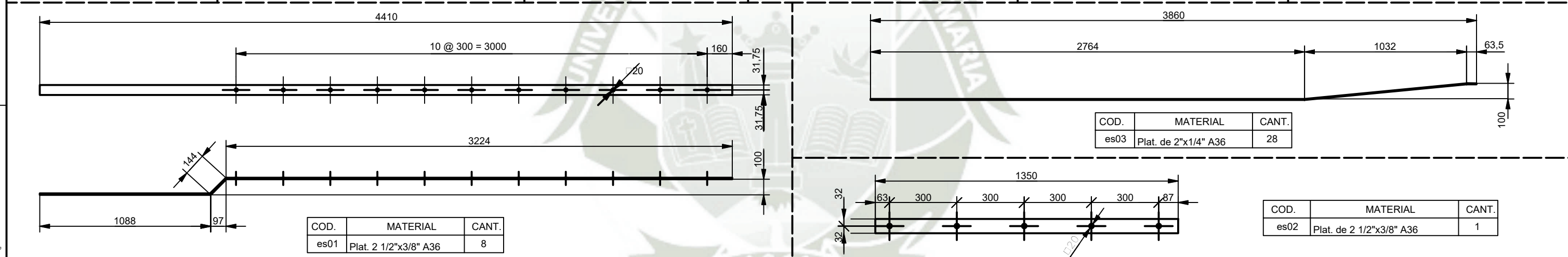
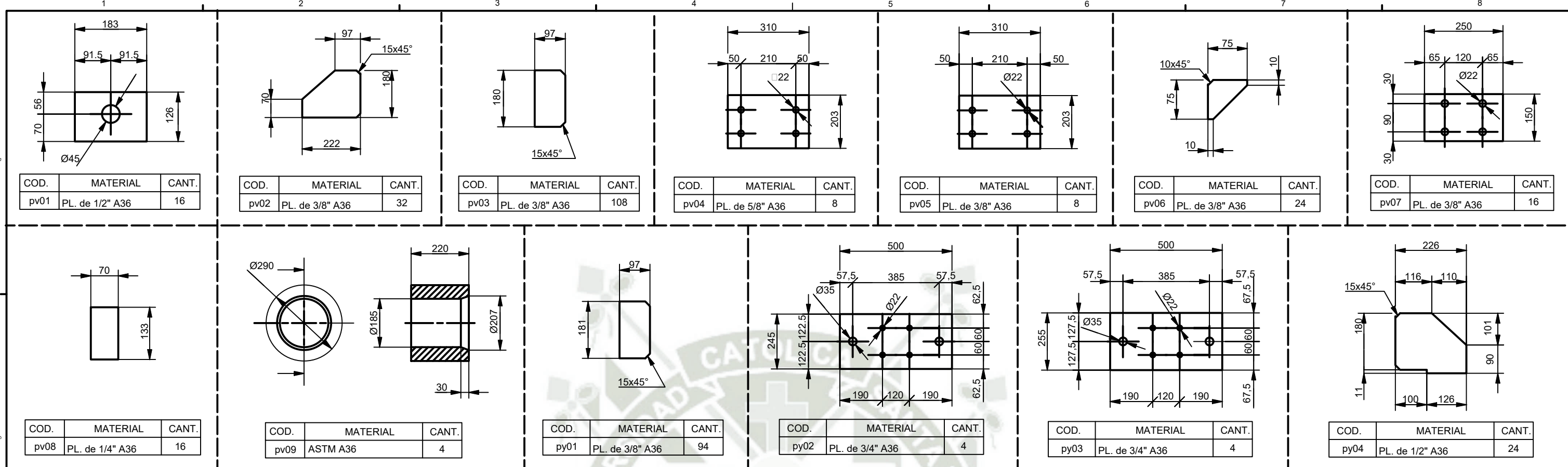
DISEÑADO POR:	E. HUANCA	FECHA:	13/08/2022
DIBUJADO POR:	E. HUANCA	FECHA:	13/08/2022
REVISADO POR:	E. HUANCA	FECHA:	13/08/2022
APROBADO POR:	M. VALENCIA	FECHA:	13/08/2022
JEFE DE PROYECTO:	M. VALENCIA	FECHA:	13/08/2022
CLIENTE:		FECHA:	

PROYECTO: **COMPAÑIA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ PLANTA CONCENTRADORA INGENIERIA Y MANTENIMIENTO**

PLANO: **ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCA Y MESA BELTWINDER - HABILITADO 02**

ESCALA: **INDICADAS** NUMERO DE PLANO: **PR00-E-015-ME-011**

**UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARÍA**  
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO N. DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION			
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION			

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica

APROBADO

DISEÑADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

DIBUJADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

REVISADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

APROBADO POR: M. VALENCIA  
FECHA: 13/08/2022

JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA  
FECHA: 13/08/2022

CLIENTE: \_\_\_\_\_

PROYECTO:

COMPañIA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ  
PLANTA CONCENTRADORA  
INGENIERIA Y MANTENIMIENTO

PLANO:

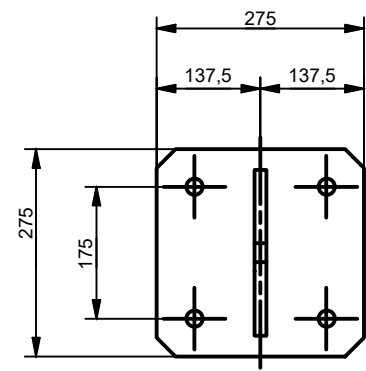
ESTRUCTURAL  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY  
MESA BELT WINDER - HABILITADO 03

ESCALA:

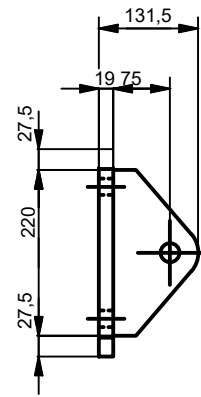
INDICADAS

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

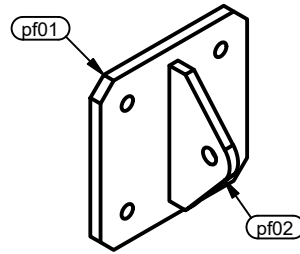
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica



**ELEVACION/EJ-01**  
Esc. 1/10

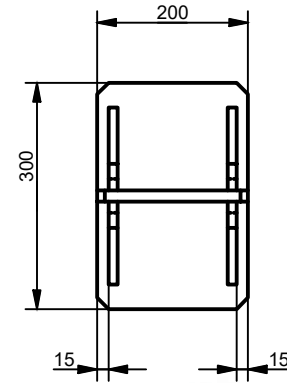


**LATERAL**  
Esc. 1/10

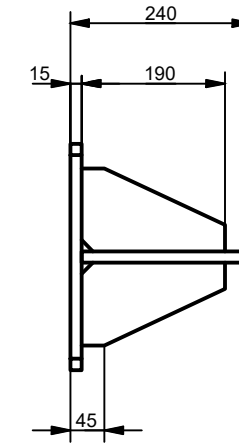


**ISOMETRICO**  
Esc. 1/10

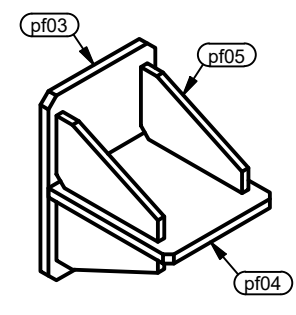
FJ-01 / 04 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf01	PL. de 3/4" A36	1
pf02	PL. de 5/8" A36	1



**ELEVACION/EJ-02**  
Esc. 1/10

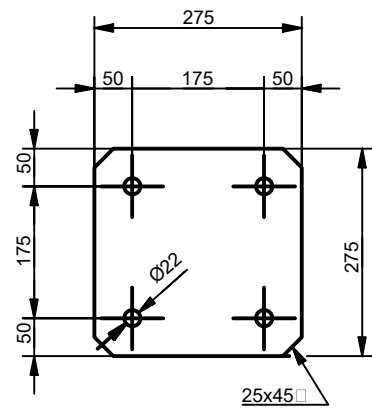


**LATERAL**  
Esc. 1/10

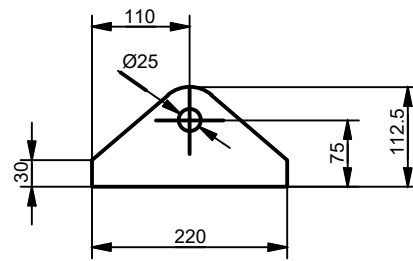


**ISOMETRICO**  
Esc. 1/10

FJ-02 / 06 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf03	PL. de 5/8" A36	1
pf04	PL. de 5/8" A36	1
pf05	PL. de 1/2" A36	4



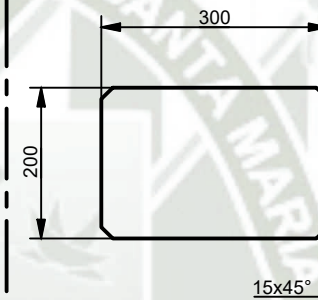
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf01	PL. de 3/4" A36	4



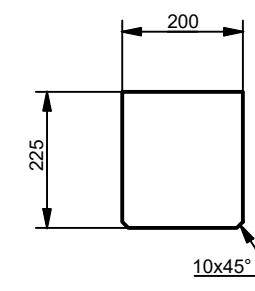
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf02	PL. de 5/8" A36	8

**ESPECIFICACIONES TECNICAS:**

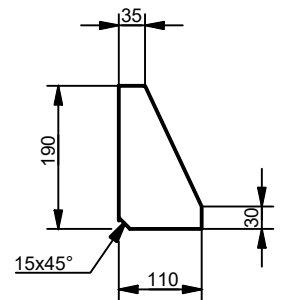
- MATERIALES:**  
-PLANCHAS ESTRUCTURALES Y/O LAMINADAS SEGUN NORMA ASTM A36.
- SOLDADURA:**  
-SOLDADURA CONFORME A A.W.S. D1.1  
-LA SOLDADURA SERA COMO MINIMO EL ESPESOR DE LA PLANCHA DE ACUERDO AL ESTANDAR, SALVO INDICACION CONTRARIA.
- ACABADO SUPERFICIAL:**  
-PREPARACION SUPERFICIAL SSPC-SP3.  
-PINTURA GRIS NIEBLA - RAL 1680 (6MILS).  
- "FJ-02" y "FJ-03"  
-PINTURA AMARILLA - RAL 1317 (6 MILS).  
- "FJ-012"



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf03	PL. de 5/8" A36	6



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf04	PL. de 5/8" A36	6



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pf05	PL. de 1/2" A36	24

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

**APROBADO**

DISEÑADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

DIBUJADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

REVISADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

APROBADO POR: M. VALENCIA  
FECHA: 13/08/2022

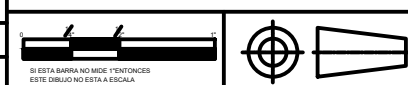
JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA  
FECHA: 13/08/2022

CLIENTE:

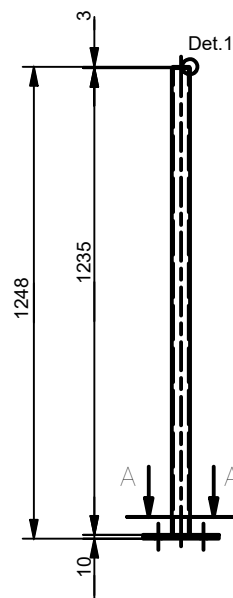
PROYECTO:
COMPAÑIA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ PLANTA CONCENTRADORA INGENIERIA Y MANTENIMIENTO

PLANO:
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCA Y ESTRUCTURAS FIJAS

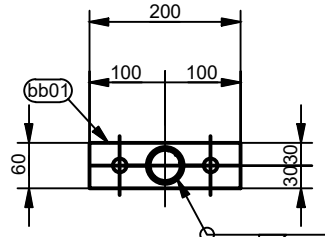
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica



ESCALA INDICADAS:	NUMERO DE PLANO:
	PR00-E-015-ME-013



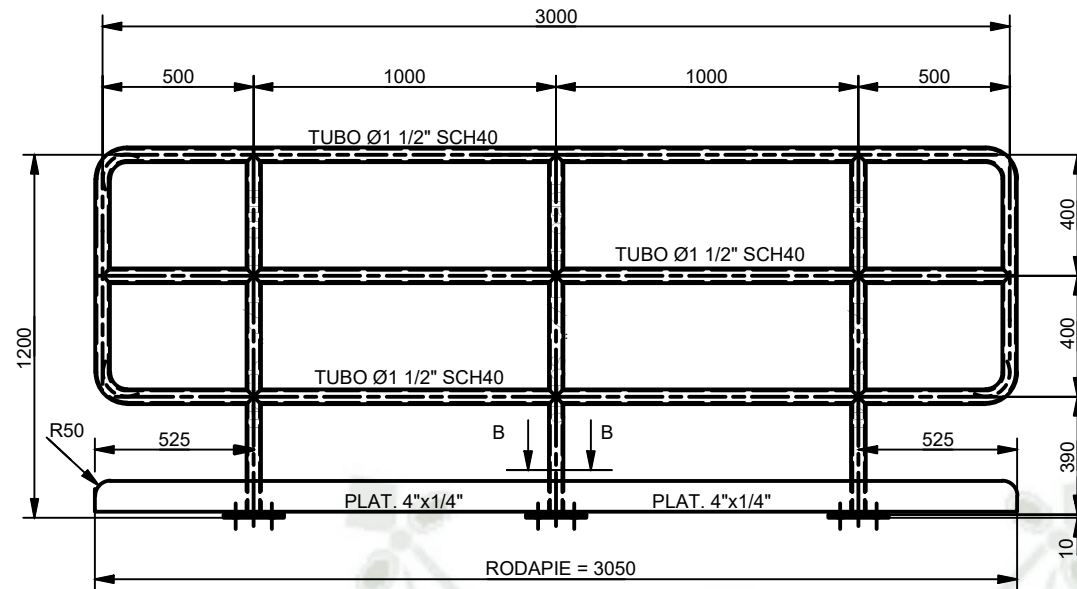
**DETALLE "1"**  
ESC: 1/5



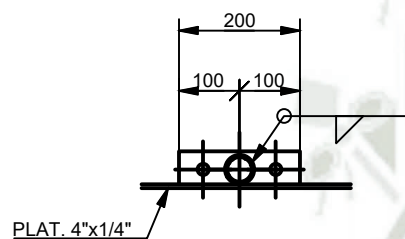
**SECCION A-A**  
ESC: 1/10

**ELEVACION/BRR-01**  
ESC: 1/20

BRR-01 / 02 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
Tubo	Tubo $\square$ 1 1/2" SCH40 A53	1
bb01	PL. de 3/8" A36	1
bb02	PL. de 1/8" A36	1

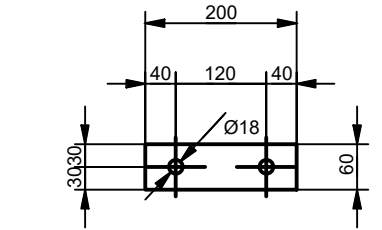


**ELEVACION/BRR-02**  
ESC: 1/25

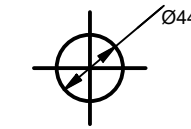


**SECCION B-B (TIP.)**  
ESC: 1/12.5

BRR-02 / 01 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
Tubo	Tubo $\square$ 1 1/2" SCH40 A53	1
bb01	PL. de 3/8" A36	3



CODIGO	MATERIAL	CANT.
bb01	PL. de 3/8" A36	5



CODIGO	MATERIAL	CANT.
bb02	PL. de 1/8" A36	2

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	Nº DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

**INSTITUTO VASCO DE LANA**  
E.A. INGENIERIA MECANICA, MECANICA ELECTRICA Y MECATRONICA

APROBADO POR: M. VALENCIA  
FECHA: 13/08/2022

DISEÑADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

DIBUJADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

REVISADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA  
FECHA: 13/08/2022

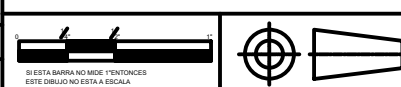
CLIENTE:

PROYECTO:
COMPAÑIA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ PLANTA CONCENTRADORA INGENIERIA Y MANTENIMIENTO
PLANO:
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY MODIFICACION EN CAMPO - BARANDAS
ESCALA:
INDICADAS
NUMERO DE PLANO:
PR00-E-015-ME-014

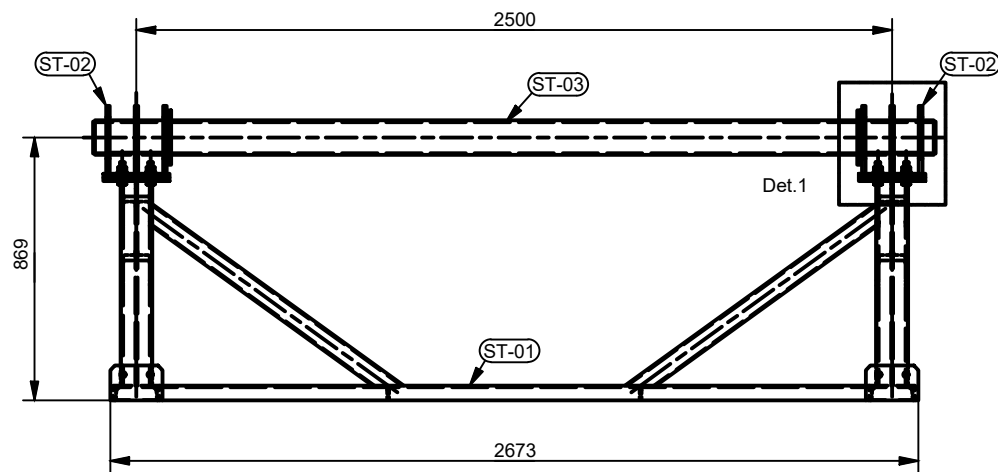
**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**  
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica



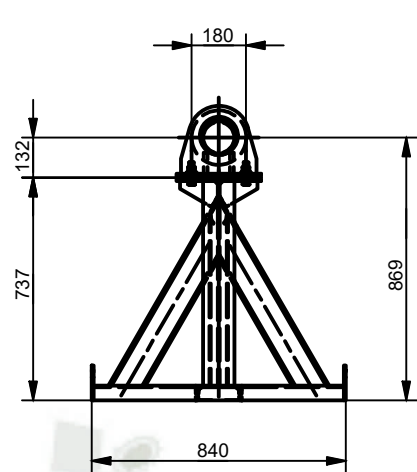
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica



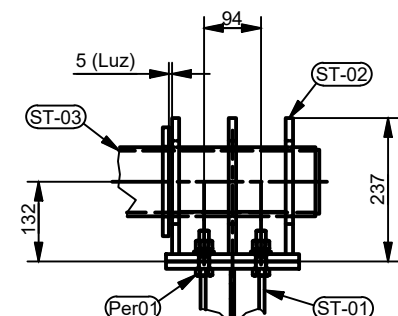
ESCALA METRICA 1:75



**ELEVACION/SPC-01**  
Esc. 1/25

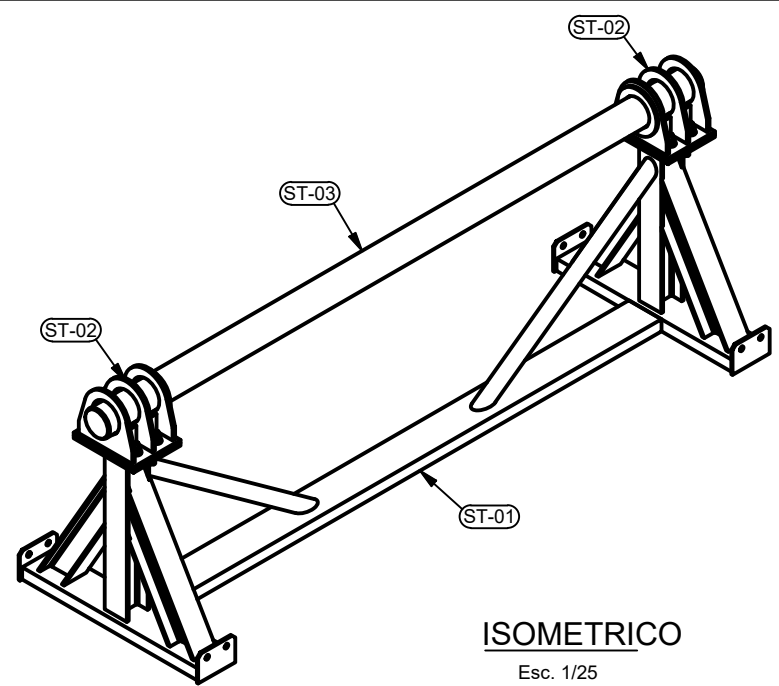


**LATERAL**  
Esc. 1/25

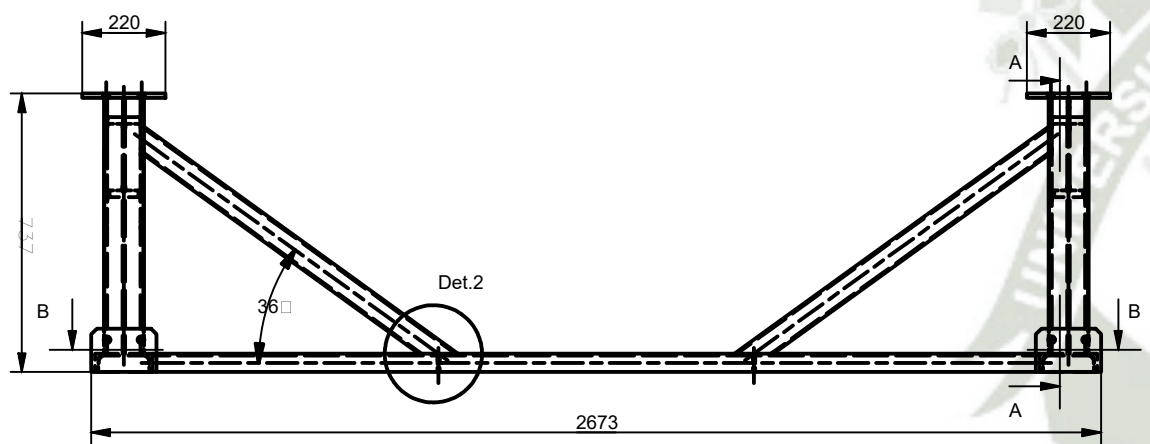


**DETALLE "1"**  
Esc. 1/12.5

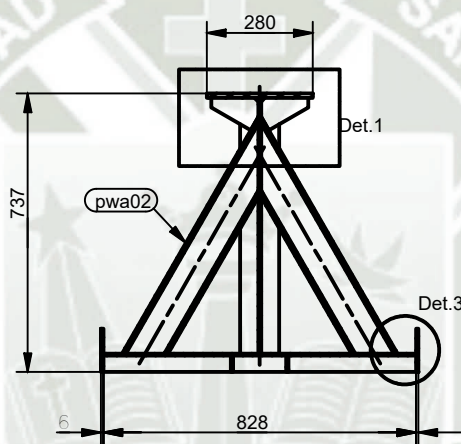
SPC-01 / 18 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ST-01	ASTM A36 - BASE PRINCIPAL	1
ST-02	ASTM A36 - MENSULA	2
ST-03	ASTM A53 - EJE PIVOTANTE	1
Per01	Perno Hex. 5/8"x2.5" UNC - Completo	8



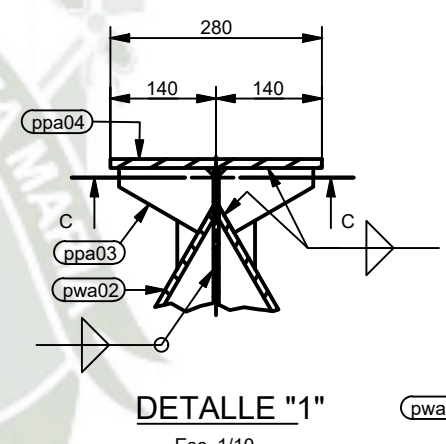
**ISOMETRICO**  
Esc. 1/25



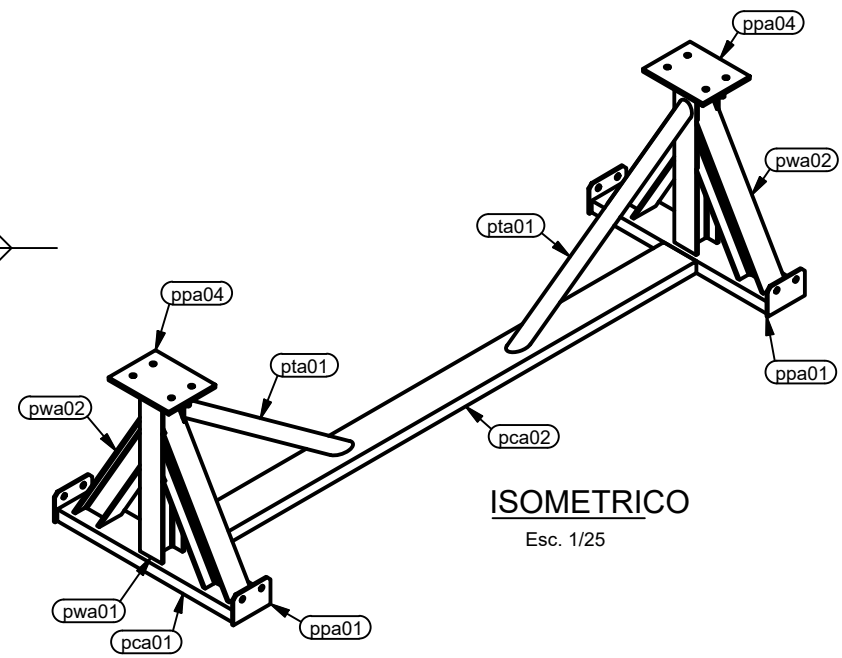
**ELEVACION/ST-01**  
Esc. 1/20



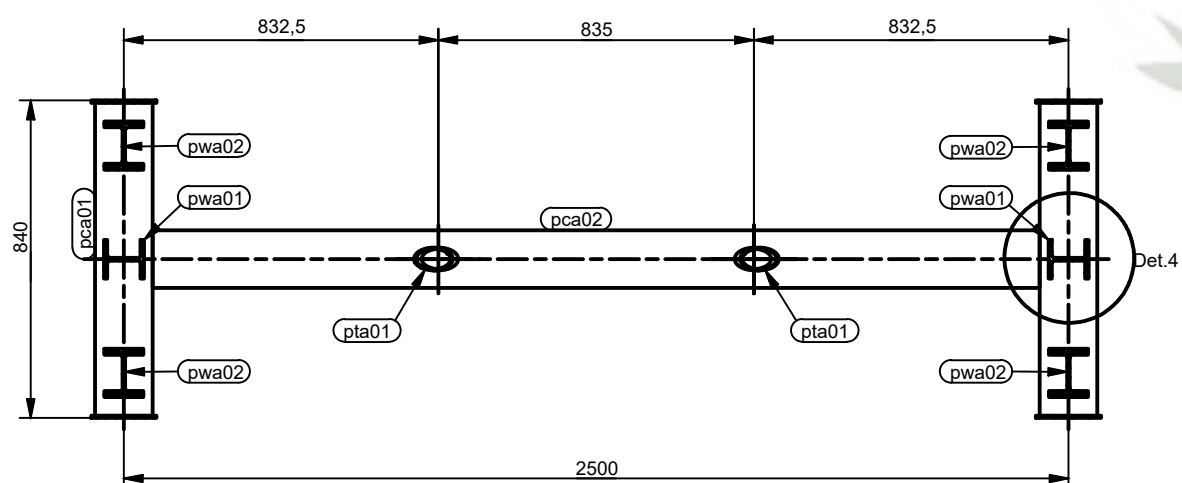
**SECCION A-A**  
Esc. 1/20



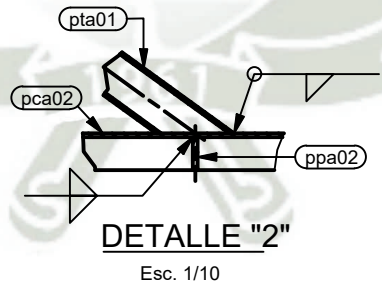
**DETALLE "1"**  
Esc. 1/10



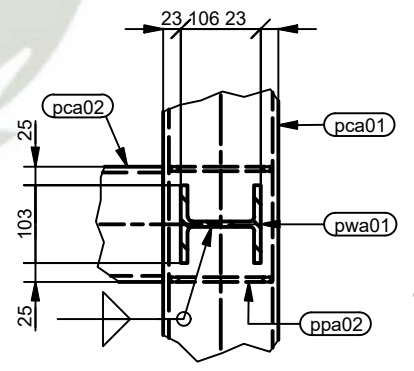
**ISOMETRICO**  
Esc. 1/25



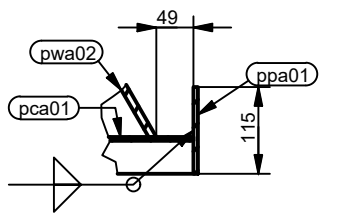
**SECCION B-B**  
Esc. 1/20



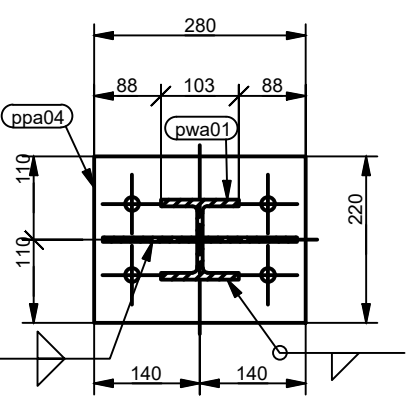
**DETALLE "2"**  
Esc. 1/10



**DETALLE "4"**  
Esc. 1/10



**DETALLE "3"**  
Esc. 1/10



**SECCION C-C**  
Esc. 1/10

ST-01 / 18 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pca01	C6x8.2 A36	2
pca02	C6x8.2 A36	1
ppa01	PL. de 1/4" A36	4
ppa02	PL. de 1/4" A36	6
ppa03	PL. de 1/4" A36	4
ppa04	PL. de 1/2" A36	2
pta01	Tubo 2" SCH40 A53	2
pwa01	W4x13 A36	2
pwa02	W4x13 A36	4

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

APROBADO	
DISEÑADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
DIBUJADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
REVISADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
APROBADO POR: M. VALECIA	FECHA: 13/08/2022
JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA	FECHA: 13/08/2022
CLIENTE:	FECHA:

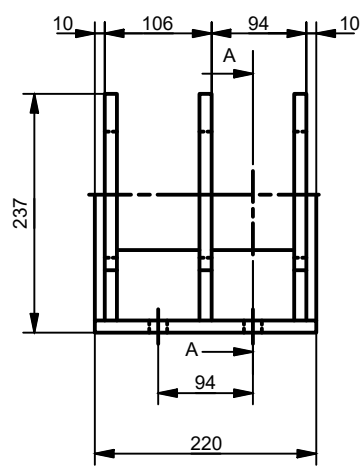
PROYECTO:  
**COMPAÑIA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ  
PLANTA CONCENTRADORA  
INGENIERIA Y MANTENIMIENTO**

PLANO:  
**ESTRUCTURAL  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACAY  
BASTIDOR DESLIZANTE - ENSAMBLES**

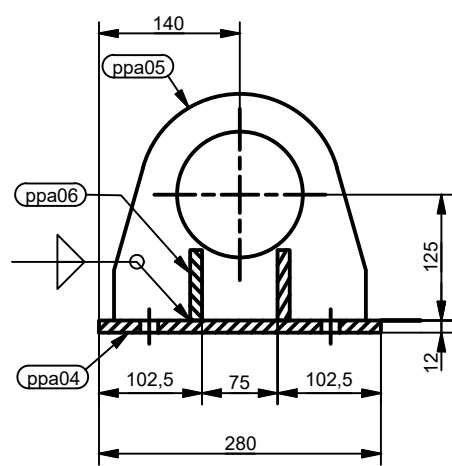
ESCALA:  
INDICADAS

NUMERO DE PLANO:  
**PR00-E-015-ME-015**

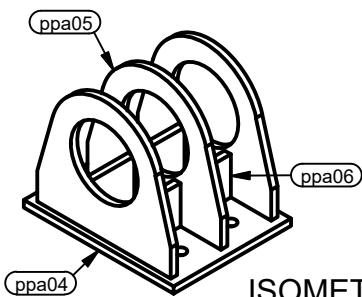
**UNIVERSIDAD CATOLICA  
DE SANTA MARIA**  
Escuela Profesional de  
Ingeniería Mecánica,  
Mecánica - Eléctrica y  
Mecatrónica



ELEVACION/ST-02  
Esc. 1/7.5

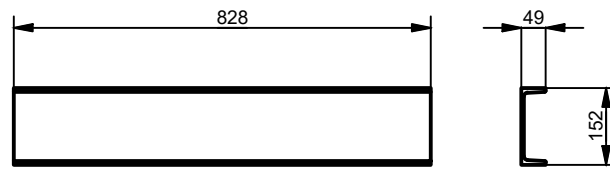


SECCION A-A  
Esc. 1/7.5

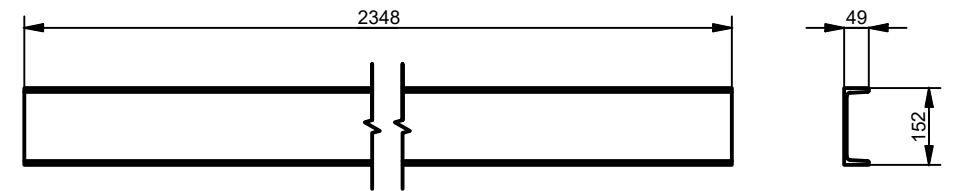


ISOMETRICO  
Esc. 1/10

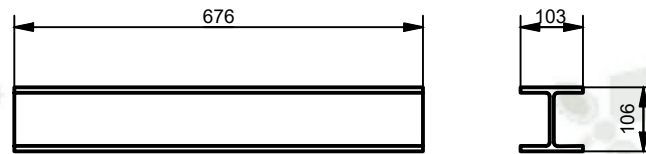
ST-02 / 36 UND. / LISTA PARA 01		
COD.	MATERIAL	CANT.
ppa04	PL. de 1/2" A36	1
ppa05	PL. de 1/2" A36	3
ppa06	PL. de 1/2" A36	4



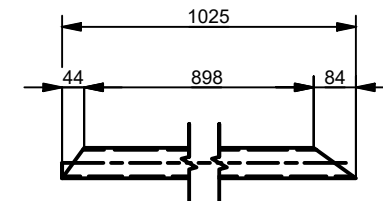
COD.	MATERIAL	CANT.
pca01	C6x8.2 A36	36



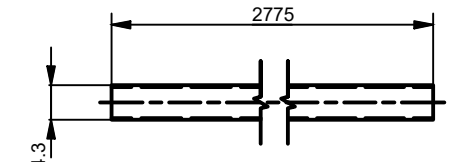
COD.	MATERIAL	CANT.
pca02	C6x8.2 A36	18



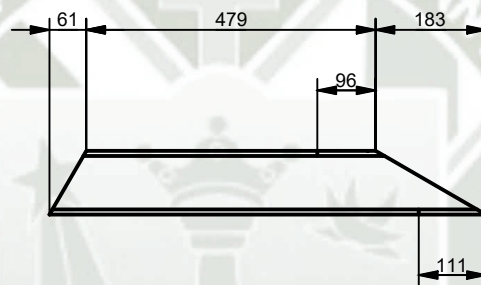
COD.	MATERIAL	CANT.
pwa01	W4x13 A36	36



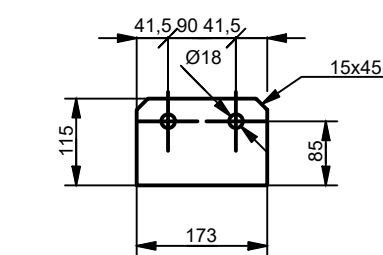
COD.	MATERIAL	CANT.
pta01	Tubo 2" SCH40 A53	22



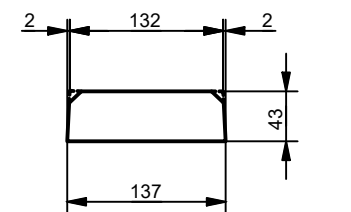
COD.	MATERIAL	CANT.
pta02	Tubo Ø4" SCH40 A53	11



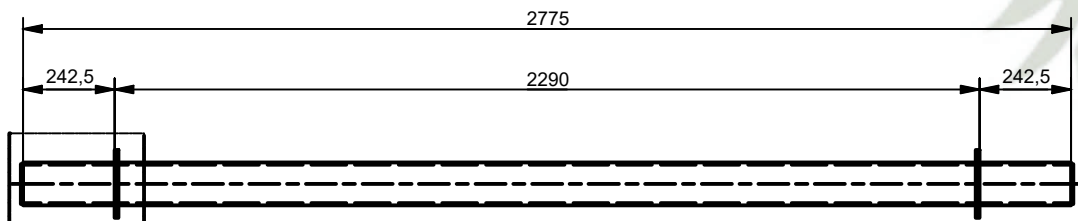
COD.	MATERIAL	CANT.
pwa02	W4x13 A36	72



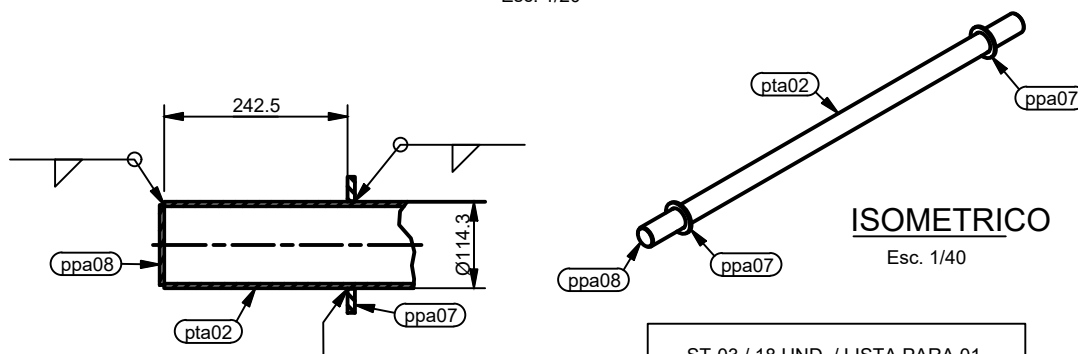
COD.	MATERIAL	CANT.
ppa01	PL. de 1/4" A36	72



COD.	MATERIAL	CANT.
ppa02	PL. de 1/4" A36	108

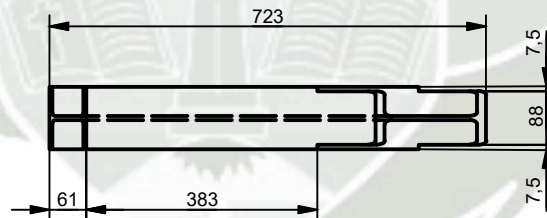


Det.1  
ELEVACION/ST-03  
Esc. 1/20

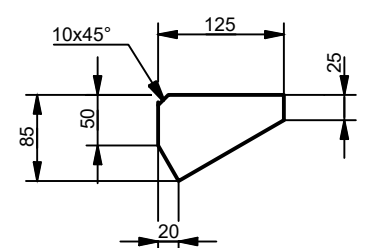


DETALLE "1"  
Esc. 1/10

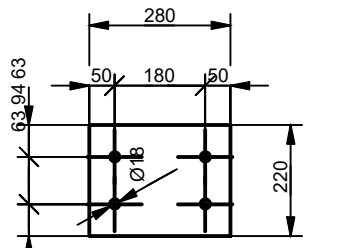
ST-03 / 18 UND. / LISTA PARA 01		
COD.	MATERIAL	CANT.
pta02	Tubo 4" SCH40 A53	1
ppa07	PL. de 3/8" A36	2
ppa08	PL. de 1/4" A36	2



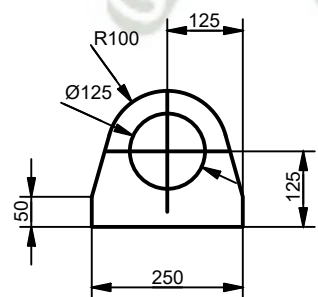
COD.	MATERIAL	CANT.
ppa05	PL. de 1/2" A36	108



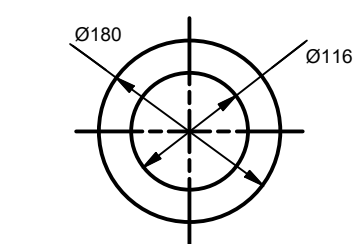
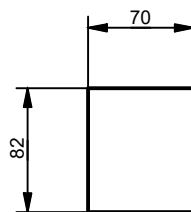
COD.	MATERIAL	CANT.
ppa03	PL. de 1/4" A36	72



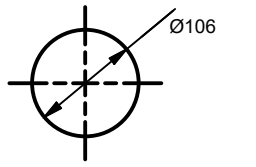
COD.	MATERIAL	CANT.
ppa04	PL. de 1/2" A36	72



COD.	MATERIAL	CANT.
ppa06	PL. de 1/2" A36	144



COD.	MATERIAL	CANT.
ppa07	PL. de 3/8" A36	36

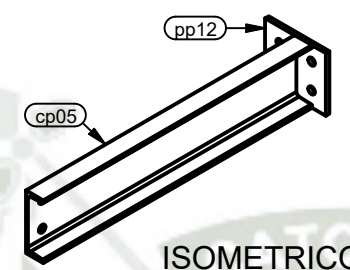
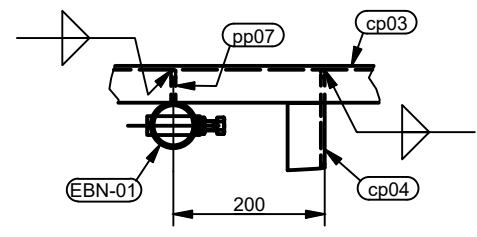
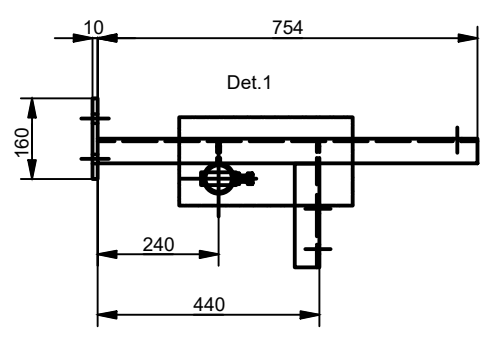
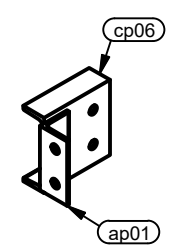
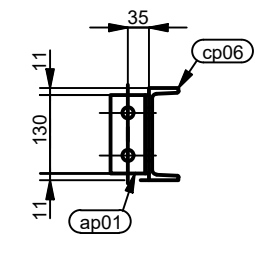
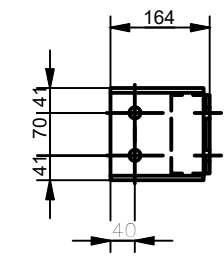
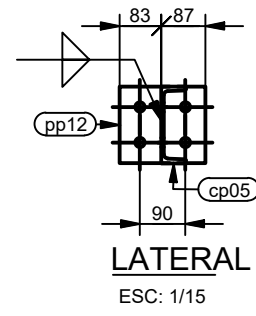
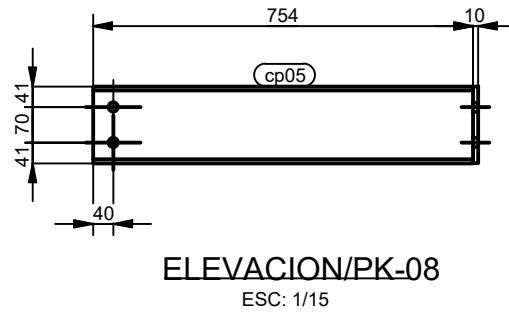
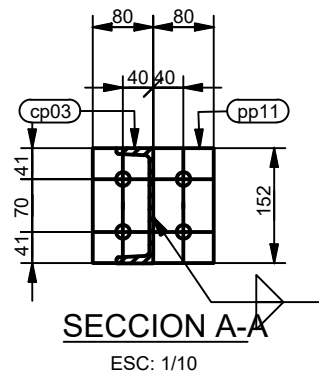
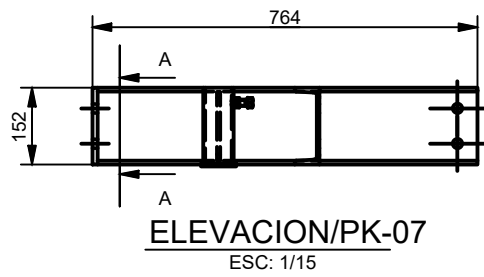


COD.	MATERIAL	CANT.
ppa08	PL. de 1/4" A36	36

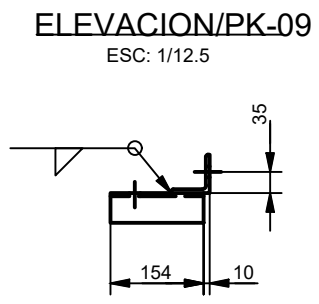
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN	DIS. REV.	APROBADO	DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

APROBADO	
DESIGNADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
DIBUJADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
REVISADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
APROBADO POR: M. VALENCIA	FECHA: 13/08/2022
JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA	FECHA: 13/08/2022
CLIENTE:	FECHA:

PROYECTO:	
COMPAÑIA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ PLANTA CONCENTRADORA INGENIERIA Y MANTENIMIENTO	
PLANO	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY BASTIDOR DESLIZANTE - ENSAMBLES Y HABILITADO	
ESCALA	NUMERO DE PLANO
INDICADAS	PR00-E-015-ME-016

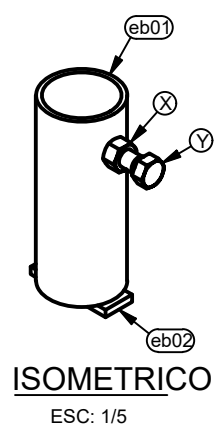
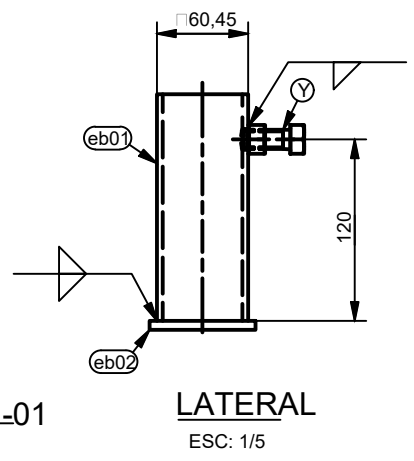
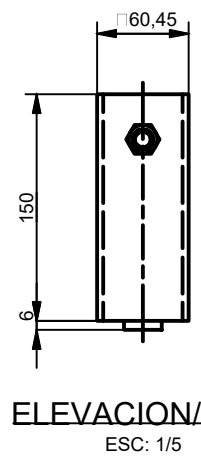
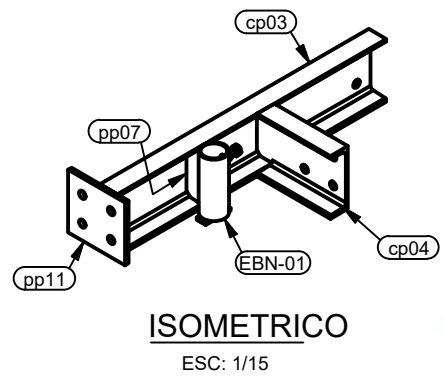


PK-08 / 04 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
cp05	C6x8,2 A36	1
pp12	PL. de 3/8" A36	1

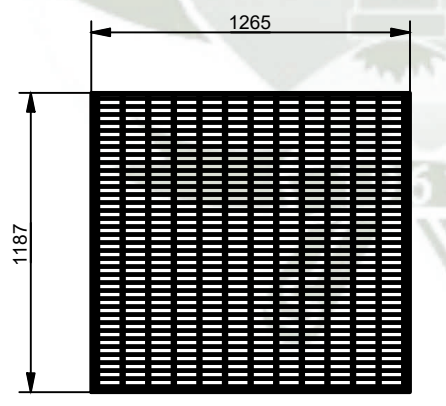


PK-09 / 05 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
cp06	C6x8,2 A36	1
ap01	Ang. 2 1/2"x1/4" A36	1

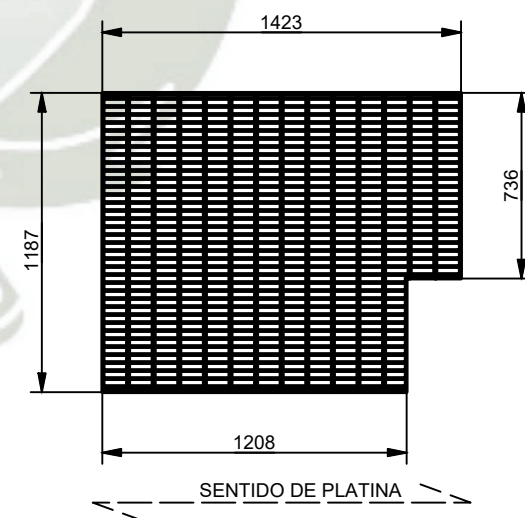
PK-07 / 01 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
EBN-01	ASTM A53 - EMBONE	1
cp03	C6x8,2 A36	1
cp04	C6x8,2 A36	1
pp07	PL. de 1/4" A36	1
pp11	PL. de 3/8" A36	1



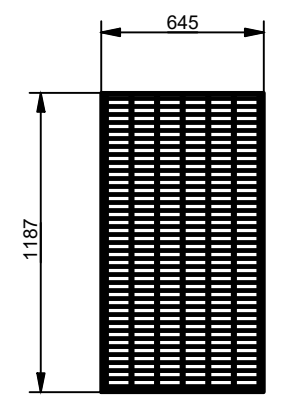
EBN-01 / 10 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
eb01	Tubo 2" SCH40 A53	1
eb02	Plat. de 1"x1/4" A36	1
X	Tuerca Hex. 1/2" UNC	1
Y	Perno Hex. 1"x1 1/4" UNC	1



CODIGO	MATERIAL	CANT.
GK-01	Grating STD - 1 1/4"x3/16"	1



CODIGO	MATERIAL	CANT.
GK-02	Grating STD - 1 1/4"x3/16"	1



CODIGO	MATERIAL	CANT.
GK-03	Grating STD - 1 1/4"x3/16"	1

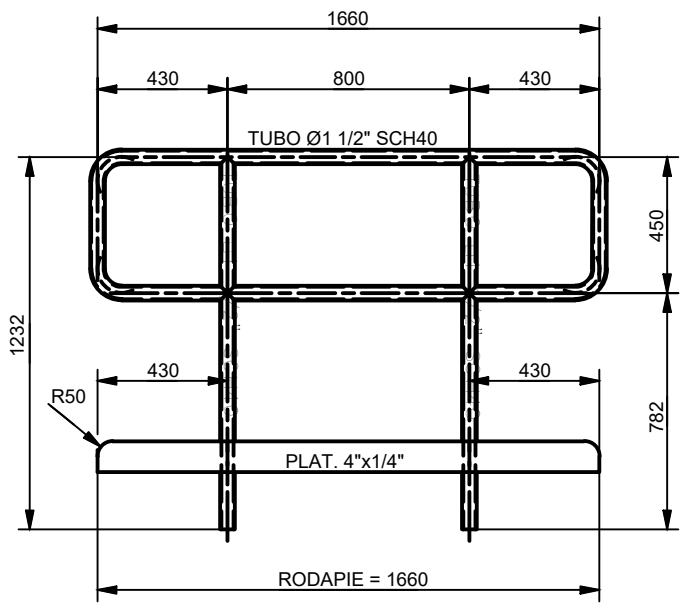
REV.	FECHA	DESCRIPCION	APROBADO	N.º DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/2022	EMITIDO PARA REVISION			
B	13/08/2022	EMITIDO PARA APROBACION			

ESCALA INDICADAS

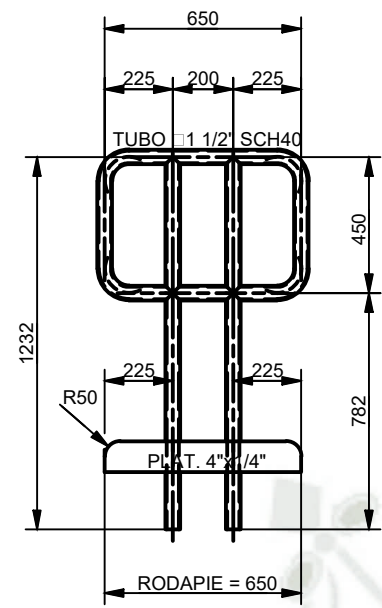
APROBADO	
DISEÑADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
DIBUJADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
REVISADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
APROBADO POR: M. VALENCIA	FECHA: 13/08/2022
JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA	FECHA: 13/08/2022
CLIENTE:	FECHA:

PROYECTO:	
COMPAÑIA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ PLANTA CONCENTRADORA INGENIERIA Y MANTENIMIENTO	
PLANO	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY PLATAFORMA NUEVA - ENSAMBLE 03	
ESCALA	NUMERO DE PLANO
INDICADAS	PR00-E-015-ME-17

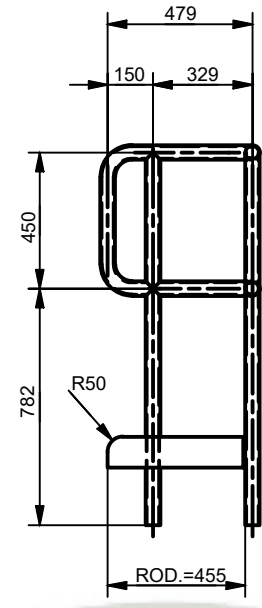
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA  
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica



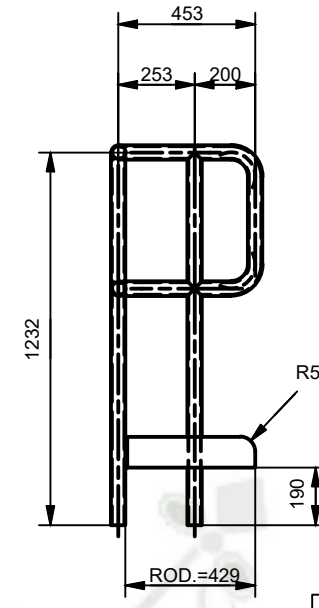
CODIGO	MATERIAL	CANT.
BK-01	Tubo Ø1 1/2" SCH40 A53	2



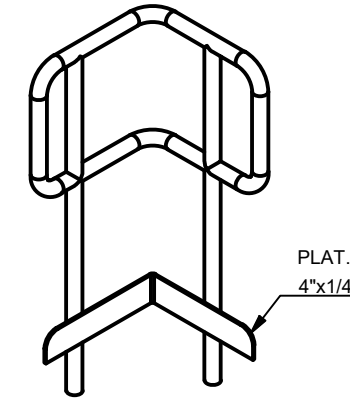
CODIGO	MATERIAL	CANT.
BK-02	Tubo Ø1 1/2" SCH40 A53	1



ELEVACION/BK-04  
ESC: 1/25

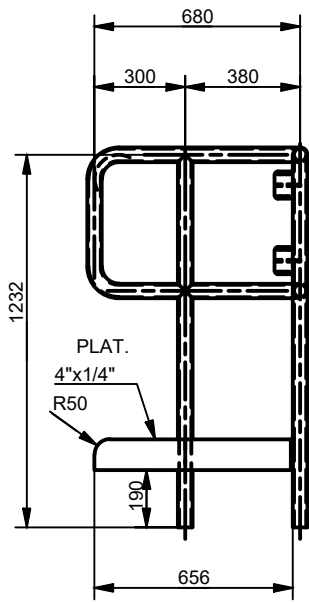


LATERAL  
ESC: 1/25

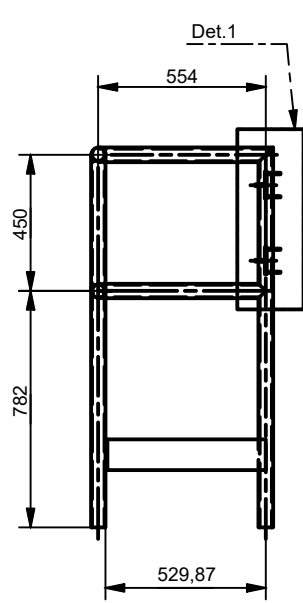


ISOMETRICO  
ESC: S/E

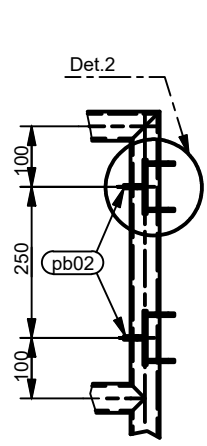
CODIGO	MATERIAL	CANT.
BK-04	Tubo Ø1 1/2" SCH40 A53	1



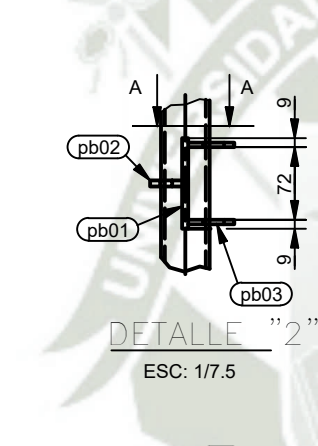
ELEVACION/BK-03  
ESC: 1/25



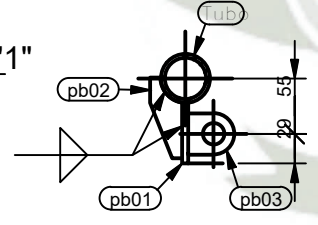
LATERAL  
ESC: 1/25



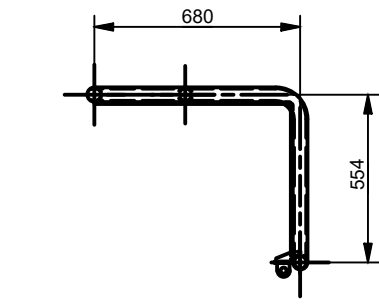
DETALLE "1"  
ESC: 1/12.5



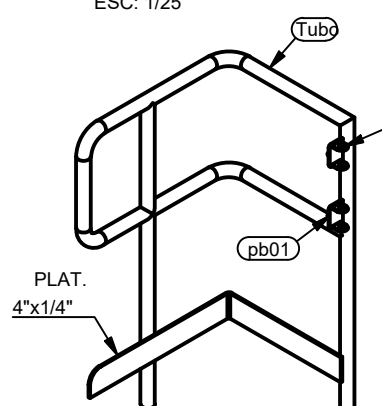
DETALLE "2"  
ESC: 1/7.5



SECCION A-A  
ESC: 1/7.5

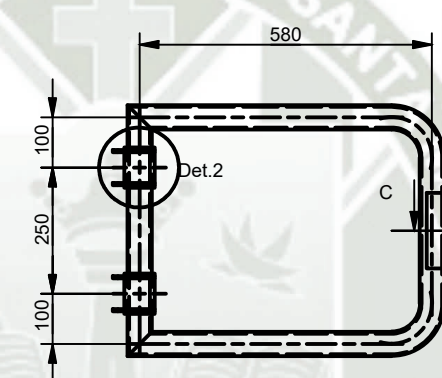


PLANTA  
ESC: 1/25

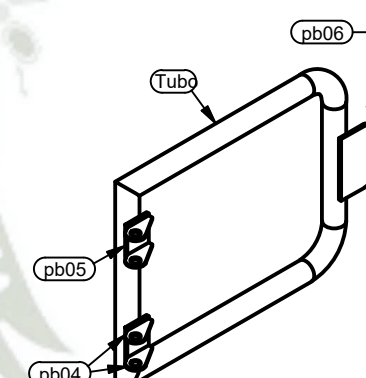


ISOMETRICO  
ESC: 1/25

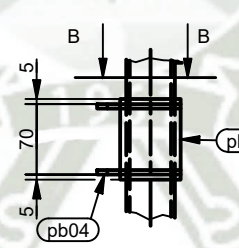
BK-03 / 01 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
Tubo	Tubo Ø1 1/2" SCH40 A53	1
pb01	Pl. de 1/4" A36	2
pb02	Pl. de 1/4" A36	2
pb03	Pl. de 3/16" A36	4



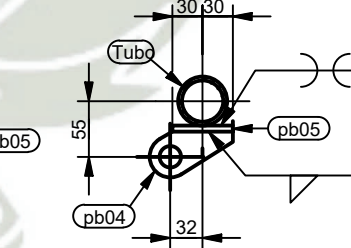
ELEVACION/BK-05  
ESC: 1/15



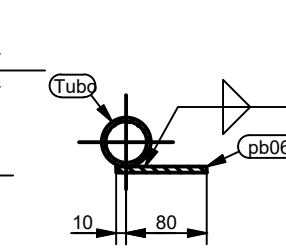
ISOMETRICO  
ESC: 1/15



DETALLE "2"  
ESC: 1/7.5



SECCION B-B  
ESC: 1/7.5



SECCION C-C  
ESC: 1/7.5

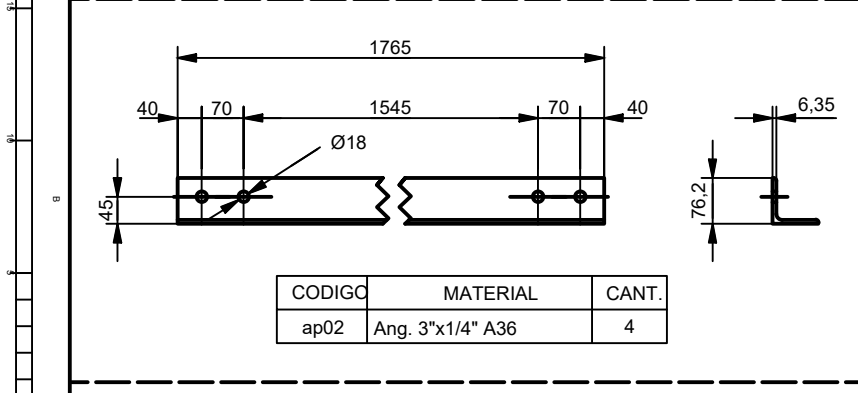
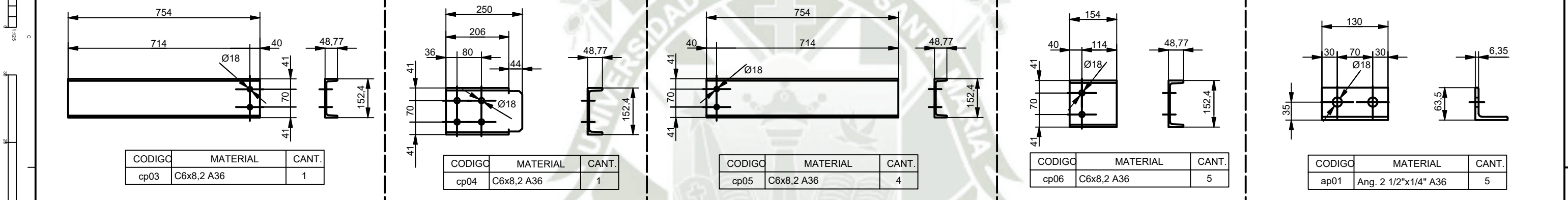
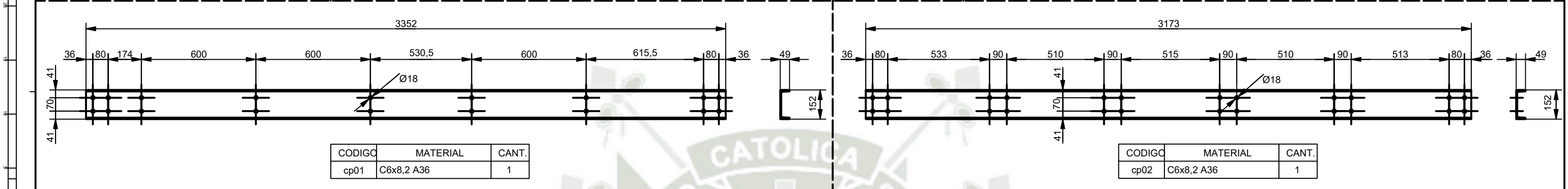
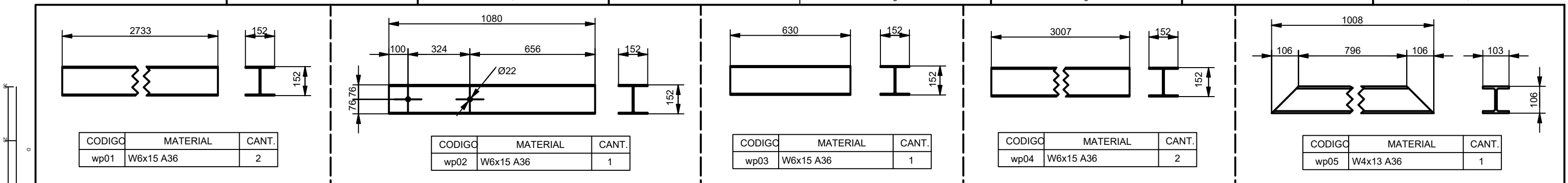
BK-05 / 01 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
Tubo	Tubo Ø1 1/2" SCH40 A53	1
pb04	Pl. de 3/16" A36	4
pb05	Pl. de 1/4" A36	2
pb06	Pl. de 1/4" A36	1

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

APROBADO: E. HUANCA, 13/08/2022  
 DISEÑADO POR: E. HUANCA, 13/08/2022  
 DIBUJADO POR: E. HUANCA, 13/08/2022  
 REVISADO POR: E. HUANCA, 13/08/2022  
 APROBADO POR: M. VALENCIA, 13/08/2022  
 JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA, 13/08/2022  
 CLIENTE:

PROYECTO: COMPAÑIA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ  
 PLANTA CONCENTRADORA  
 INGENIERIA Y MANTENIMIENTO  
 PLANO: ESTRUCTURAL  
 MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCA Y  
 PLATAFORMA NUEVA - BARANDAS  
 ESCALA: INDICADAS  
 NUMERO DE PLANO: PR00-E-015-ME-018

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
 DE SANTA MARÍA  
 Escuela Profesional de  
 Ingeniería Mecánica,  
 Mecánica - Eléctrica y  
 Mecatrónica



REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	NUM. DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

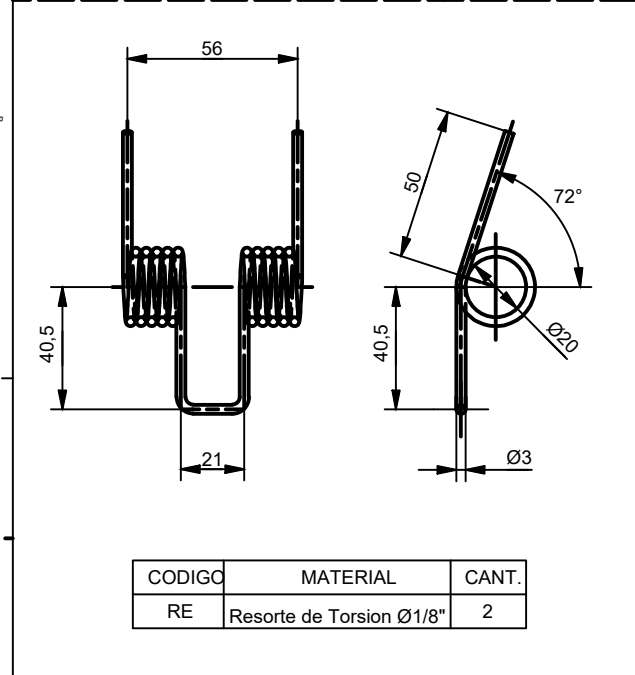
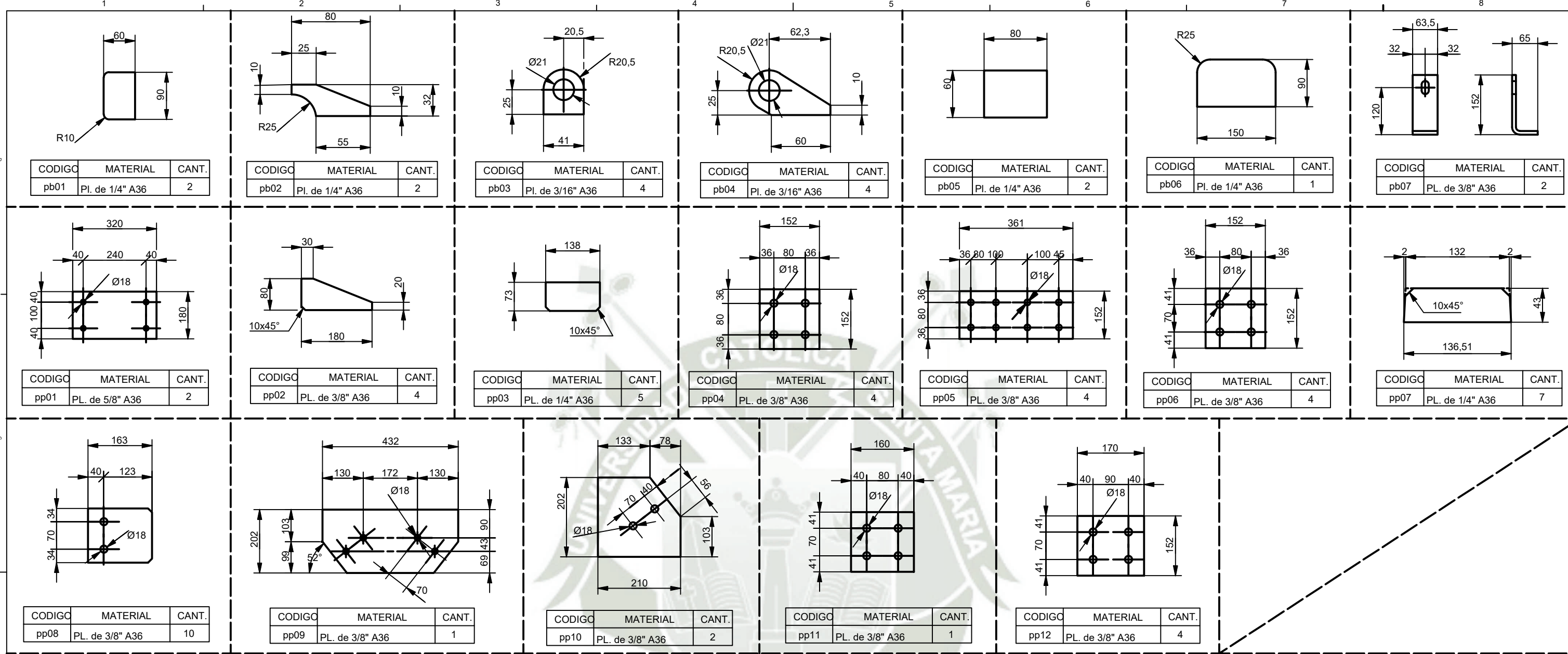
1961

ESCALA: 1:1  
SI ESTA BARRA NO MIDE TENCIONES ESTE DIBUJO NO ESTA A ESCALA

APROBADO	
DISENADO POR:	FECHA:
DISEÑADO POR:	FECHA:
REVISADO POR:	FECHA:
APROBADO POR:	FECHA:
JEFE DE PROYECTO:	FECHA:
CLIENTE:	FECHA:

PROYECTO:	
COMPAÑIA MINERA EN ELSUR DEL PERÚ PLANTA CONCENTRADORA INGENIERIA Y MANTENIMIENTO	
PLANO:	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY PLATAFORMA NUEVA - HABILITADOS 01	
ESCALA	NUMERO DE PLANO
INDICADAS	PR00-E-015-ME-019





REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

INGENIERIA MECANICA  
MECANICA ELCTRICA Y MECATRONICA

APROBADO

DISEÑADO POR:	E. HUANCA	FECHA:	13/08/2022
DIBUJADO POR:	E. HUANCA	FECHA:	13/08/2022
REVISADO POR:	E. HUANCA	FECHA:	13/08/2022
APROBADO POR:	M. VALENCIA	FECHA:	13/08/2022
JEFE DE PROYECTO:	M. VALENCIA	FECHA:	13/08/2022
CLIENTE:		FECHA:	

PROYECTO:

COMPANIA MINERA EN EL SUR DEL PERU  
PLANTA CONCENTRADORA  
INGENIERIA Y MANTENIMIENTO

PLANO:

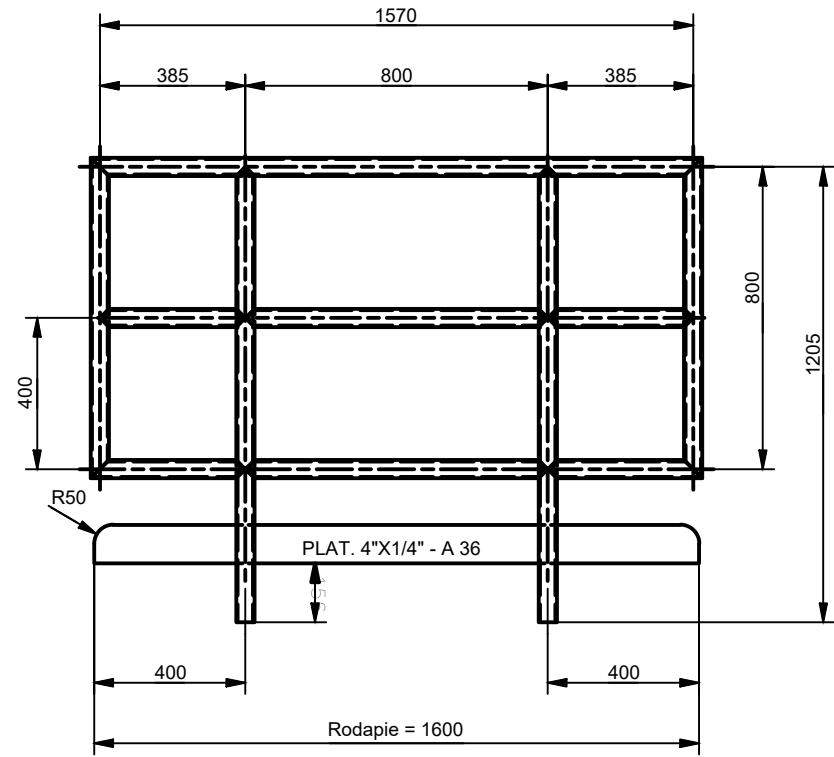
ESTRUCTURAL  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAI  
PLATAFORMA NUEVA - HABILITADOS 02

ESCALA:

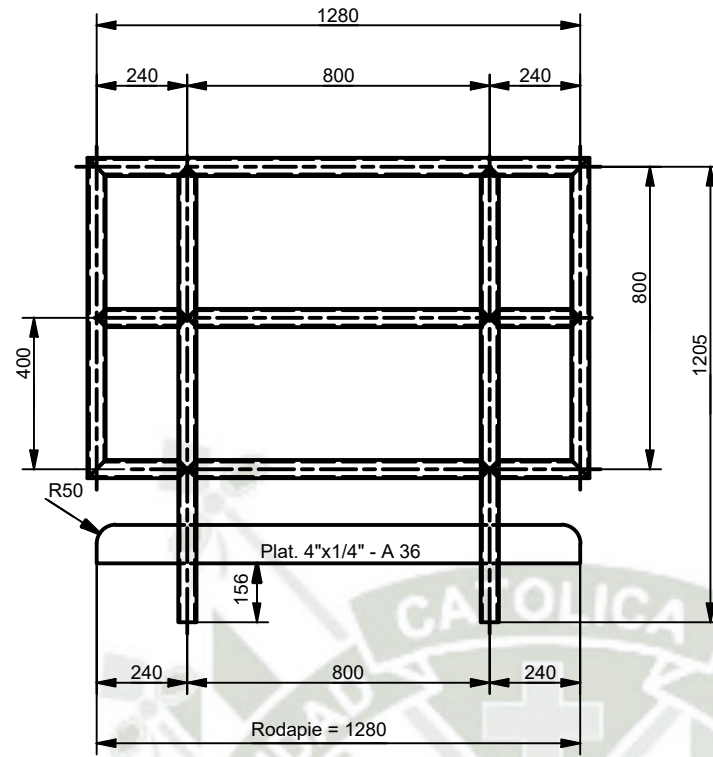
INDICADAS

UNIVERSIDAD CATOLICA  
DE SANTA MARIA  
Escuela Profesional de  
Ingeniería Mecánica,  
Mecánica - Eléctrica y  
Mecatrónica

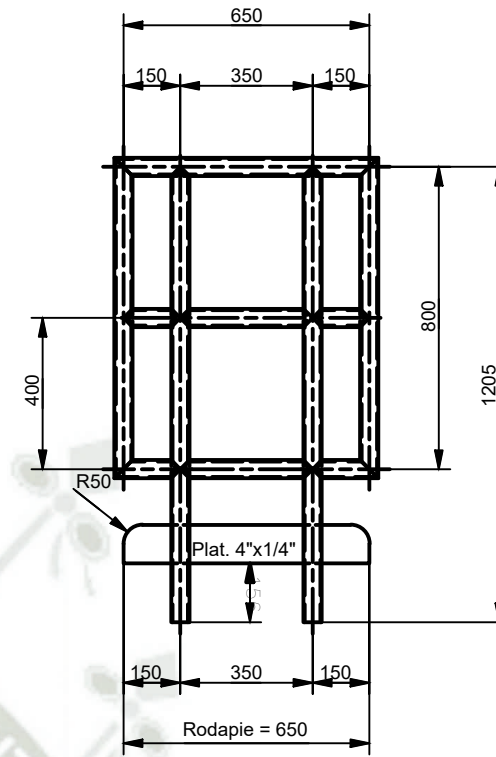
NUMERO DE PLANO: PR00-E-015-ME-020



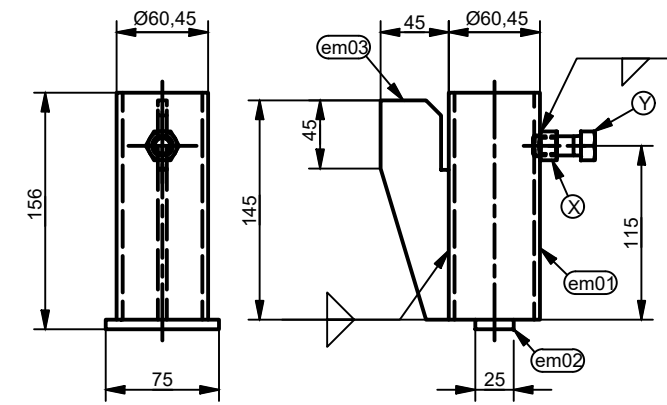
CODIGO	MATERIAL	CANT.
BAR-01	Tubo de 1 1/2" SCH40 A53	2



CODIGO	MATERIAL	CANT.
BAR-02	Tubo de 1 1/2" SCH40 A53	4

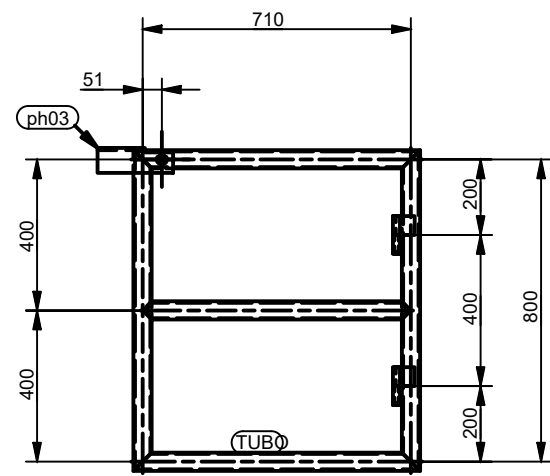


CODIGO	MATERIAL	CANT.
BAR-03	Tubo de 1 1/2" SCH40 A53	2

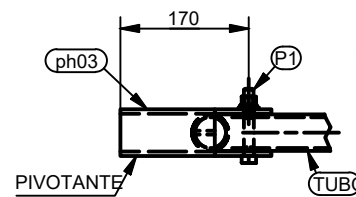


ELEVACION/EM-02 LATERAL  
Esc. 1/5 Esc. 1/5

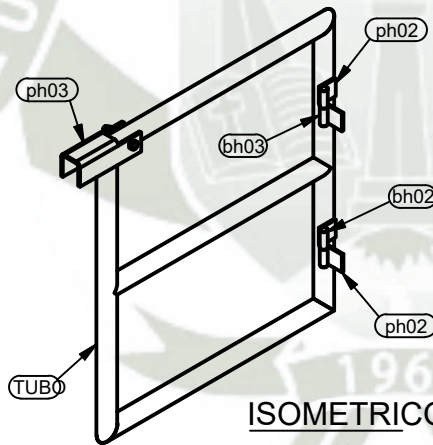
EM-02 / 16 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
em01	Tubo 2" SCH40 A53	1
em02	Plat. 1"x1/4" A36	1
em03	PL. de 1/4" A36	1
X	Tuerca Hex. 1/2" UNC	1
Y	Perno Hex. 1/2"x1.25" UNC	1



ELEVACION/BAR-04  
ESCALA: 1/20



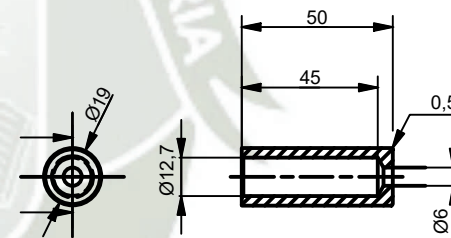
DETALLE "1"  
ESCALA: 1/10



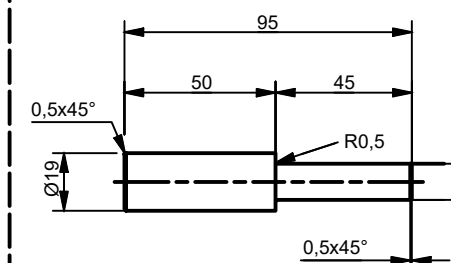
ISOMETRICO  
Esc. S/E

BAR-04 / 02 UND. (01 Der. y 01 Izq.) / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
TUBO	Tubo 1 1/2" SCH 40	1
bh02	Barra de 3/4" A36	2
bh03	Barra de 3/4" A36	2
ph02	PL. de 3/16" A36	4
ph03	PL. de 1/4" A36	1

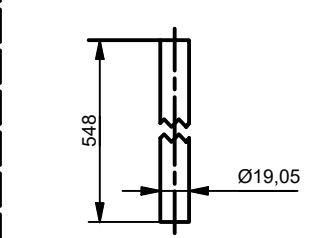
PERNERIA		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
P1	Perno Hex. 5/8"x3 1/2" UNC - Completo	1



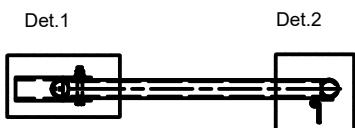
CODIGO	MATERIAL	CANT.
bh03	Barra de 3/4" A36	2



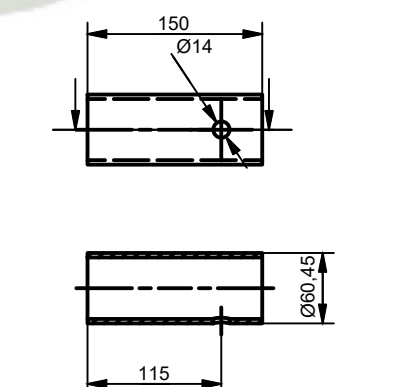
CODIGO	MATERIAL	CANT.
bh02	Barra de 3/4" A36	2



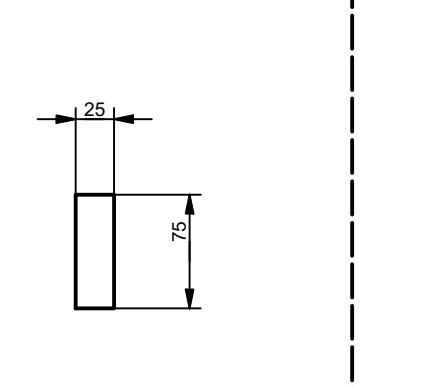
CODIGO	MATERIAL	CANT.
bh01	Barra de 3/4" A36	4



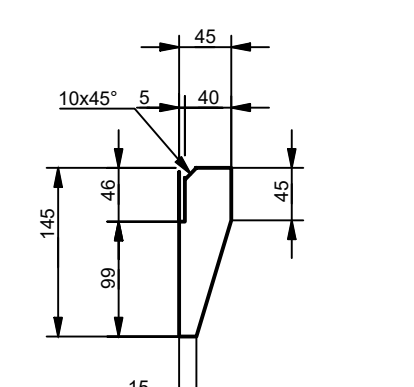
PLANTA  
ESCALA: 1/20



CODIGO	MATERIAL	CANT.
em01	Tubo 2" SCH40 A53	16



CODIGO	MATERIAL	CANT.
em02	Plat. 1"x1/4" A36	16



CODIGO	MATERIAL	CANT.
em03	PL. de 1/4" A36	1

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				



APROBADO	
DISEÑADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
DIBUJADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
REVISADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
APROBADO POR: M. VALENCIA	FECHA: 13/08/2022
JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA	FECHA: 13/08/2022
CLIENTE:	FECHA:

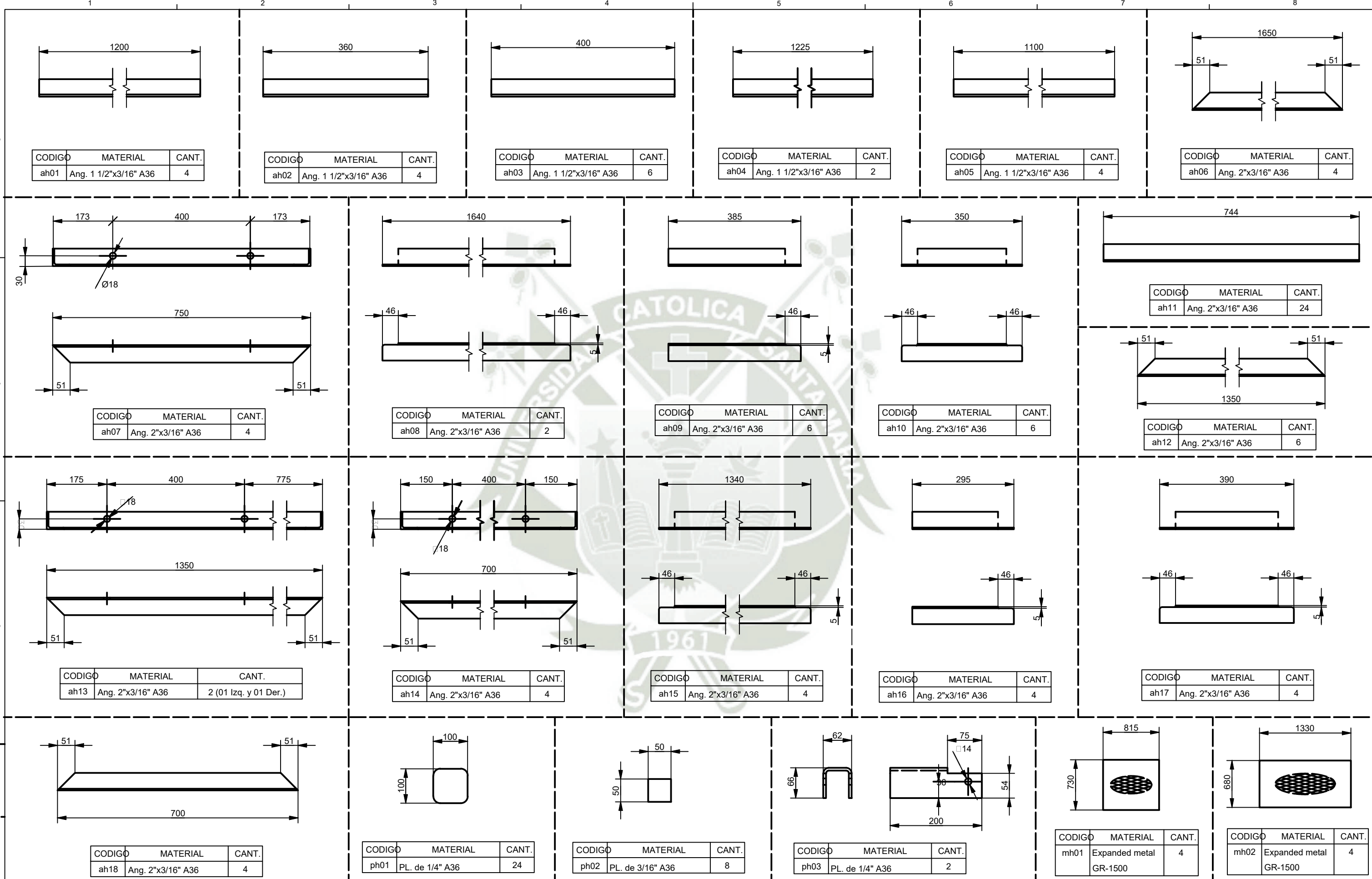
PROYECTO:  
COMPAÑIA MINERA EN EL SUR DEL PERU  
PLANTA CONCENTRADORA  
INGENIERIA Y MANTENIMIENTO

PLANO:  
ESTRUCTURAL  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY  
PLATAFORMAS FEEDER - BARANDAS

ESCALA:  
INDICADAS

NUMERO DE PLANO:  
PR00-E-015-ME-021





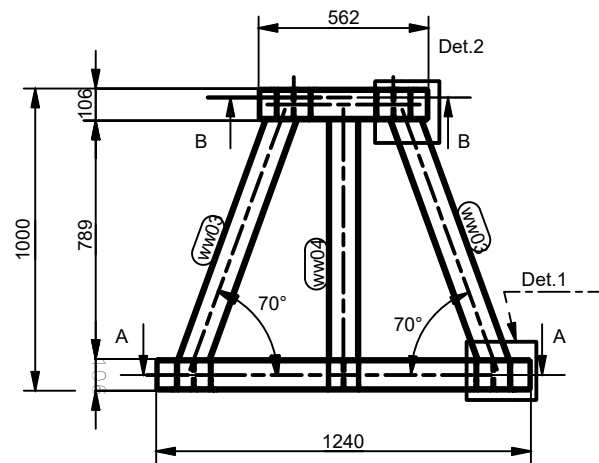
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

APROBADO: E. HUANCA, 13/08/2022  
 DISEÑADO POR: E. HUANCA, 13/08/2022  
 DIBUJADO POR: E. HUANCA, 13/08/2022  
 REVISADO POR: E. HUANCA, 13/08/2022  
 APROBADO POR: M. VALENCIA, 13/08/2022  
 JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA, 13/08/2022  
 CLIENTE: M. VALENCIA, 13/08/2022

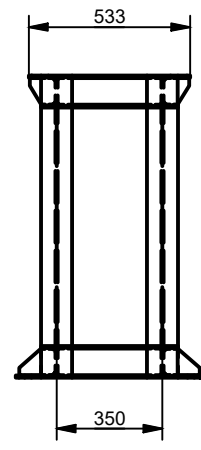
PROYECTO: COMPAÑIA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ  
 PLANTA CONCENTRADORA  
 INGENIERIA Y MANTENIMIENTO  
 PLANO: ESTRUCTURAL  
 MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCA Y  
 PLATAFORMA FEEDER - HABILITADOS  
 ESCALA: INDICADAS  
 NUMERO DE PLANO: PR00-E-015-ME-022

UNIVERSIDAD CATÓLICA  
 DE SANTA MARÍA  
 Escuela Profesional de  
 Ingeniería Mecánica,  
 Mecánica - Eléctrica y  
 Mecatrónica

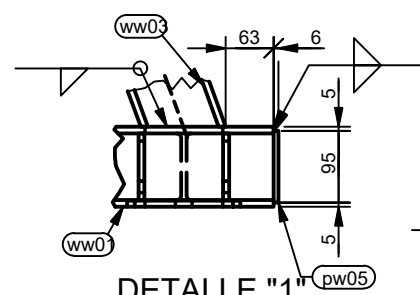
ESCALA: 1:1  
 0  
 1  
 2  
 3  
 4  
 5  
 6  
 7  
 8  
 9  
 10  
 11  
 12  
 13  
 14  
 15  
 16  
 17  
 18  
 19  
 20  
 21  
 22  
 23  
 24  
 25  
 26  
 27  
 28  
 29  
 30  
 31  
 32  
 33  
 34  
 35  
 36  
 37  
 38  
 39  
 40  
 41  
 42  
 43  
 44  
 45  
 46  
 47  
 48  
 49  
 50  
 51  
 52  
 53  
 54  
 55  
 56  
 57  
 58  
 59  
 60  
 61  
 62  
 63  
 64  
 65  
 66  
 67  
 68  
 69  
 70  
 71  
 72  
 73  
 74  
 75  
 76  
 77  
 78  
 79  
 80  
 81  
 82  
 83  
 84  
 85  
 86  
 87  
 88  
 89  
 90  
 91  
 92  
 93  
 94  
 95  
 96  
 97  
 98  
 99  
 100



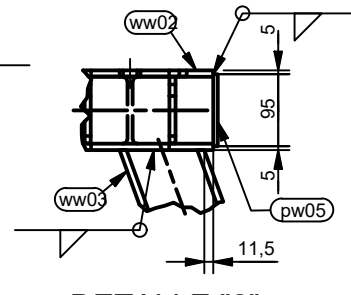
**ELEVACION/WSD-01**  
ESC: 1/25



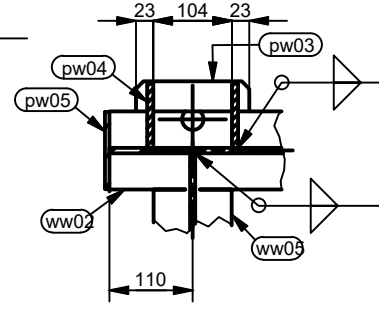
**LATERAL**  
ESC: 1/25



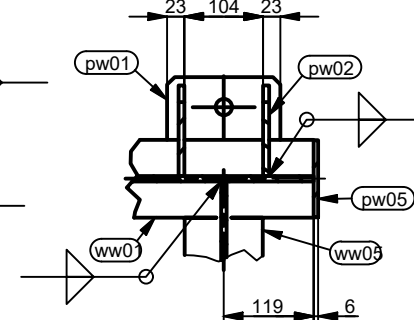
**DETALLE "1"**  
ESC: 1/10



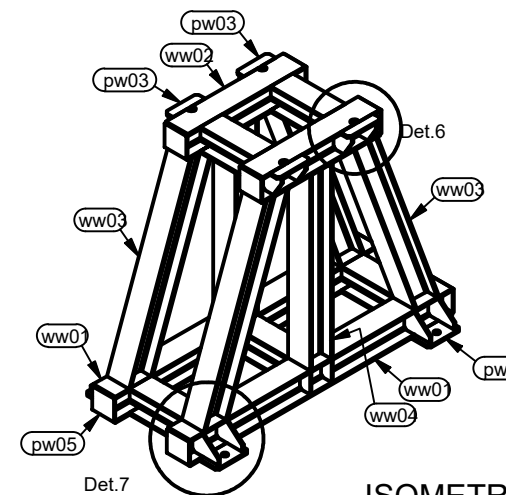
**DETALLE "2"**  
ESC: 1/10



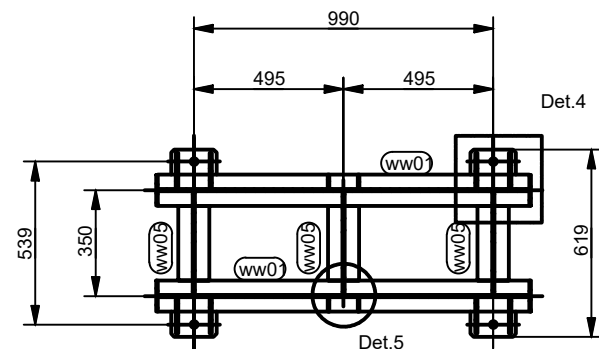
**DETALLE "3"**  
ESC: 1/10



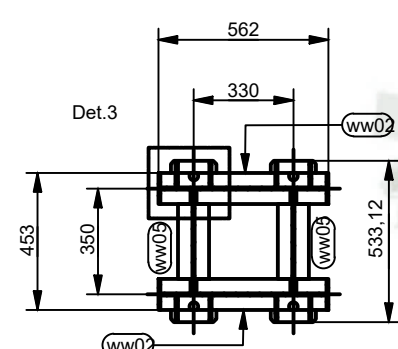
**DETALLE "4"**  
ESC: 1/10



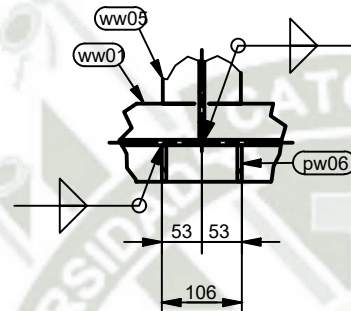
**ISOMETRICO**  
ESC: 1/25



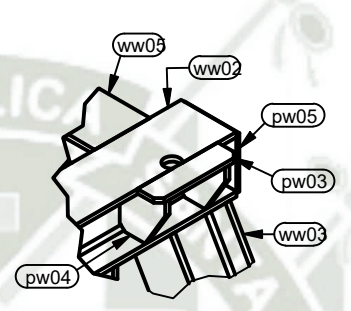
**SECCION A-A**  
ESC: 1/25



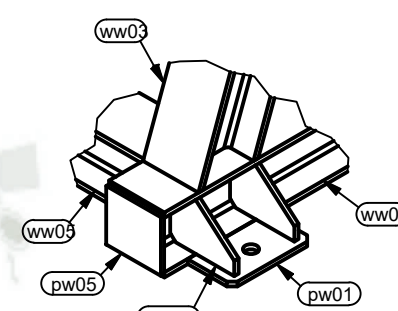
**SECCION B-B**  
ESC: 1/25



**DETALLE "5"**  
ESC: 1/10

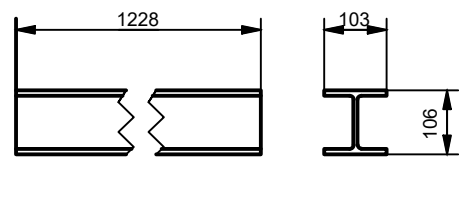


**DETALLE "6"**  
ESC: 1/10

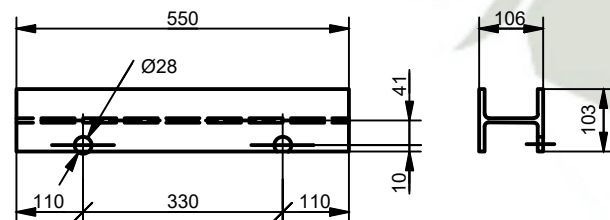


**DETALLE "7"**  
ESC: 1/10

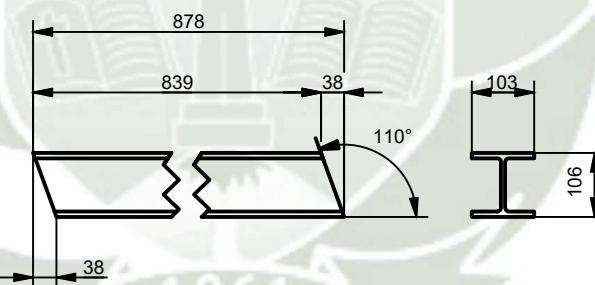
WSD-01 / 02 UND. / LISTA PARA 01		
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pw01	PL. de 5/16" A36	4
pw02	PL. de 5/16" A36	8
pw03	PL. de 5/16" A36	4
pw04	PL. de 5/16" A36	8
pw05	PL. de 1/4" A36	8
pw06	PL. de 5/16" A36	4
ww01	W4x13 A36	2
ww02	W4x13 A36	2
ww03	W4x13 A36	4
ww04	W4x13 A36	2
ww05	W4x13 A36	5



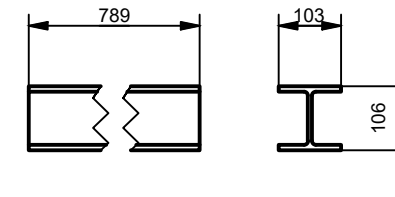
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ww01	W4x13 A36	4



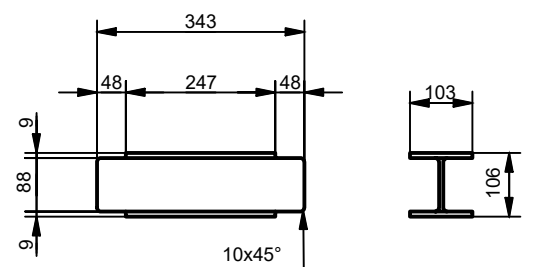
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ww02	W4x13 A36	4



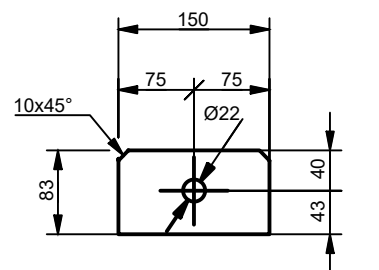
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ww03	W4x13 A36	8



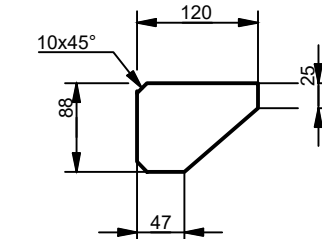
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ww04	W4x13 A36	4



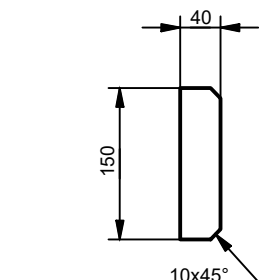
CODIGO	MATERIAL	CANT.
ww05	W4x13 A36	10



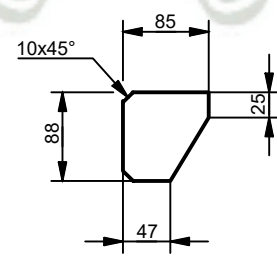
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pw01	PL. de 5/16" A36	8



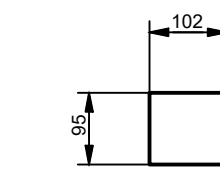
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pw02	PL. de 5/16" A36	16



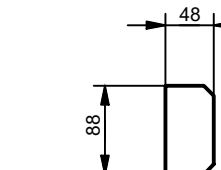
CODIGO	MATERIAL	CANT.
pw03	PL. de 5/16" A36	8



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pw04	PL. de 5/16" A36	16



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pw05	PL. de 1/4" A36	16



CODIGO	MATERIAL	CANT.
pw06	PL. de 5/16" A36	8

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

**APROBADO**

DISEÑADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

DIBUJADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

REVISADO POR: E. HUANCA  
FECHA: 13/08/2022

APROBADO POR: M. VALENCIA  
FECHA: 13/08/2022

JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA  
FECHA: 13/08/2022

CLIENTE: \_\_\_\_\_

PROYECTO: COMPAÑIA MINERA EN EL SUR DEL PERU  
PLANTA CONCENTRADORA  
INGENIERIA Y MANTENIMIENTO

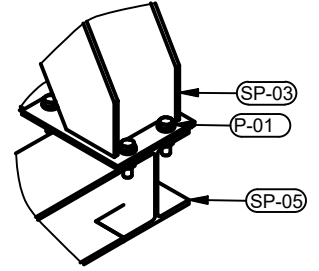
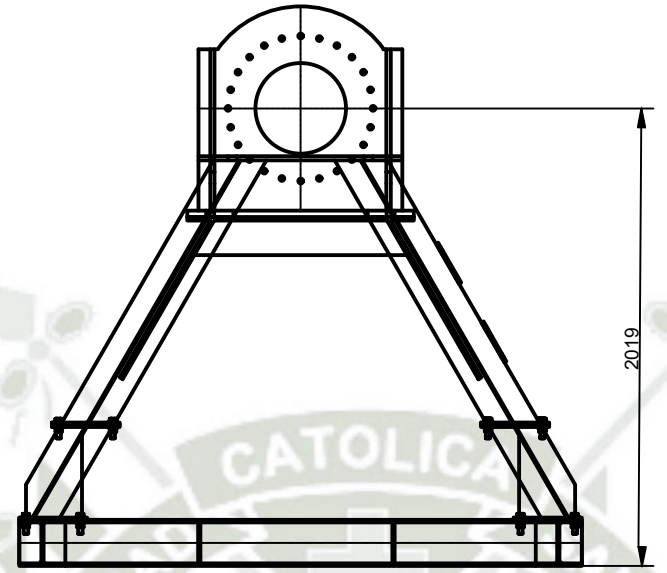
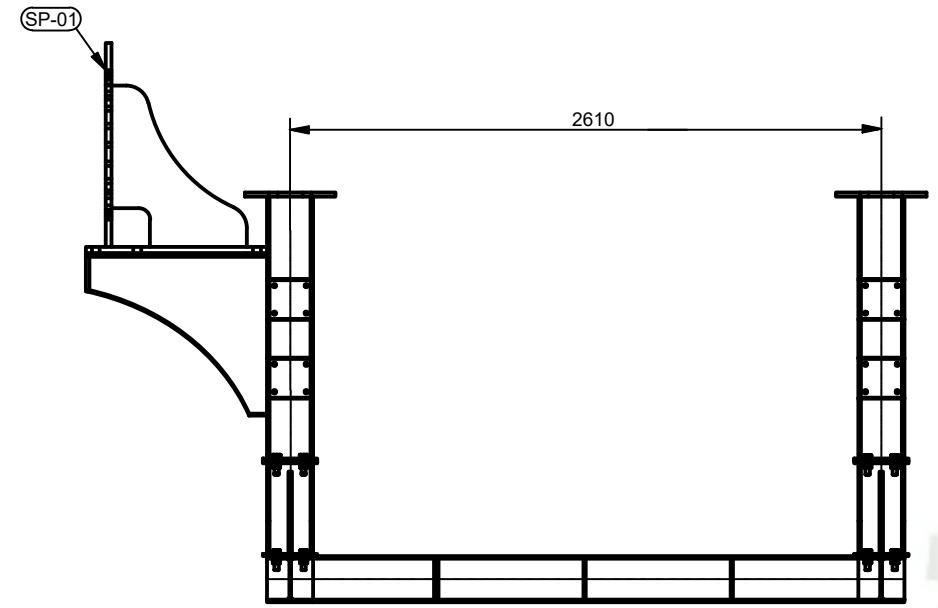
PLANO: ESTRUCTURAL  
MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY  
SOPORTE DE WINCHE - ENSAMBLES Y HABILITADO

ESCALA: INDICADAS  
NUMERO DE PLANO: PR00-E-015-ME-023

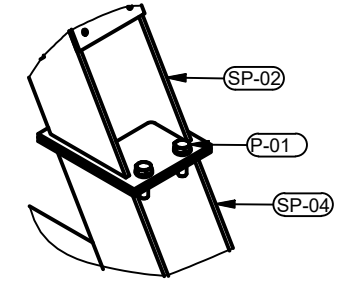
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica



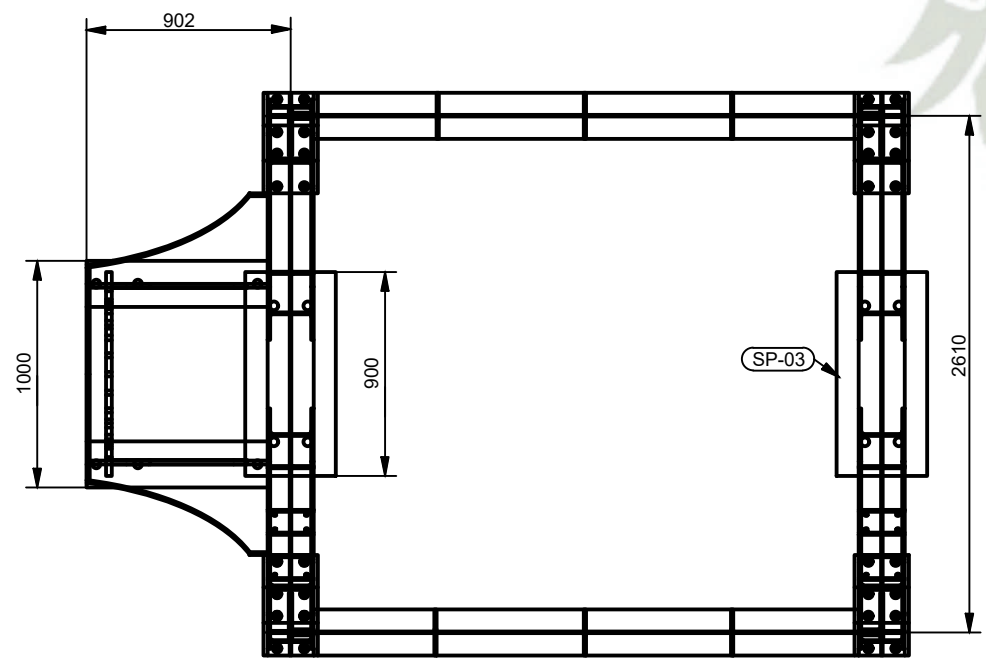
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica



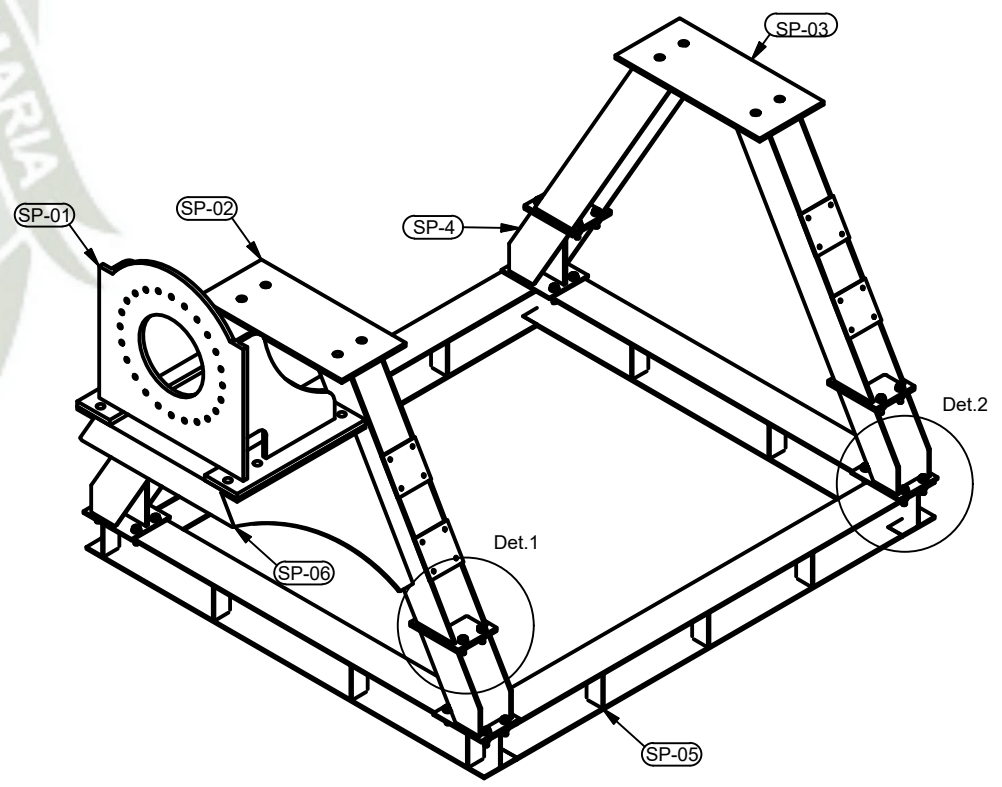
**DETALLE "2"**  
Esc. 1/25



**DETALLE "1"**  
Esc. 1/25



SPT-01 / LISTA PARA 01		
COD.	MATERIAL	CANT.
SP-01	ASTM A36 - SOPORTE DE MOTOR	1
SP-02	ASTM A36 - SOPORTE DE CHUMACERA	1
SP-03	ASTM A36 - SOPORTE DE CHUMACERA	1
SP-04	ASTM A36 - BASE DE SOPORTE	4
SP-05	ASTM A36 - BASE PRINCIPAL	1
ST-06	ASTM A36 - BASE SOPORTE MOTOR	1
P-01	Perno Hex. 5/8"x2.5" UNC - Completo	48



**ISOMETRICO**  
Esc. 1/60

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

APROBADO  
 DISEÑADO POR: E. HUANCA  
 DIBUJADO POR: E. HUANCA  
 REVISADO POR: E. HUANCA  
 APROBADO POR: M. VALECIA  
 JEFE DE PROYECTO: M. VALECIA  
 CLIENTE:

ESCALA: INDICADAS  
 NUMERO DE PLANO: PR00-E-015-ME-024

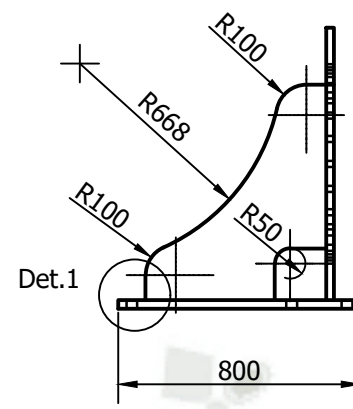
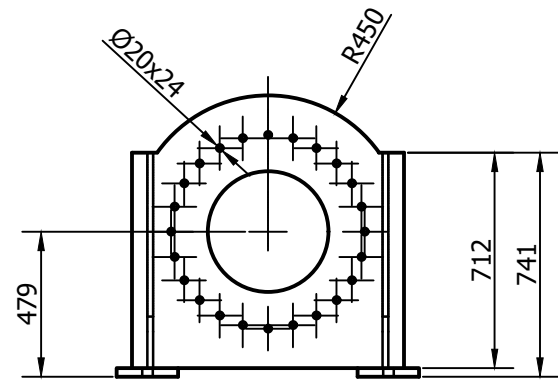
APROBADO  
 DISEÑADO POR: E. HUANCA  
 DIBUJADO POR: E. HUANCA  
 REVISADO POR: E. HUANCA  
 APROBADO POR: M. VALECIA  
 JEFE DE PROYECTO: M. VALECIA  
 CLIENTE:

PROYECTO: COMPAÑIA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ  
 PLANTA CONCENTRADORA  
 INGENIERIA Y MANTENIMIENTO

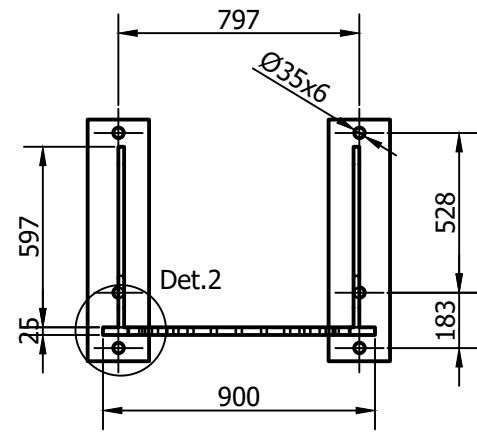
PLANO: ESTRUCTURAL  
 MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAI  
 SOPORTE DE TAMBOR MOTRIZ

ESCALA: INDICADAS  
 NUMERO DE PLANO: PR00-E-015-ME-024

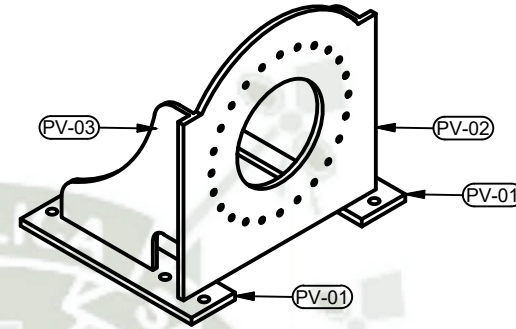
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
 DE SANTA MARÍA  
 Escuela Profesional de  
 Ingeniería Mecánica,  
 Mecánica - Eléctrica y  
 Mecatrónica



DETALLE "1"  
Esc. 1/25

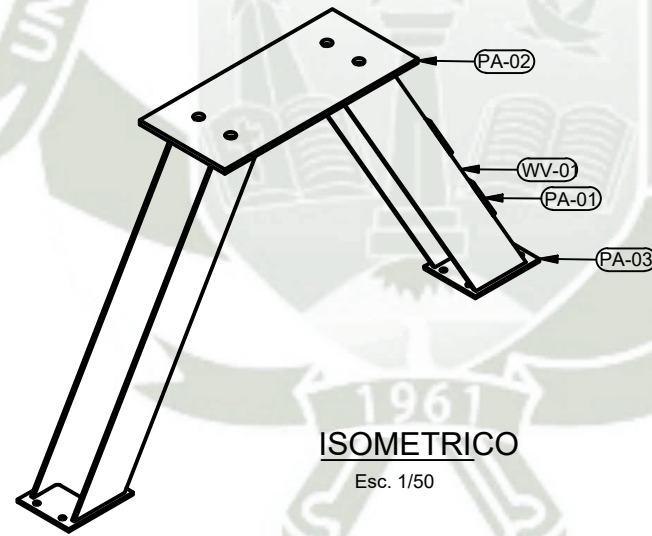
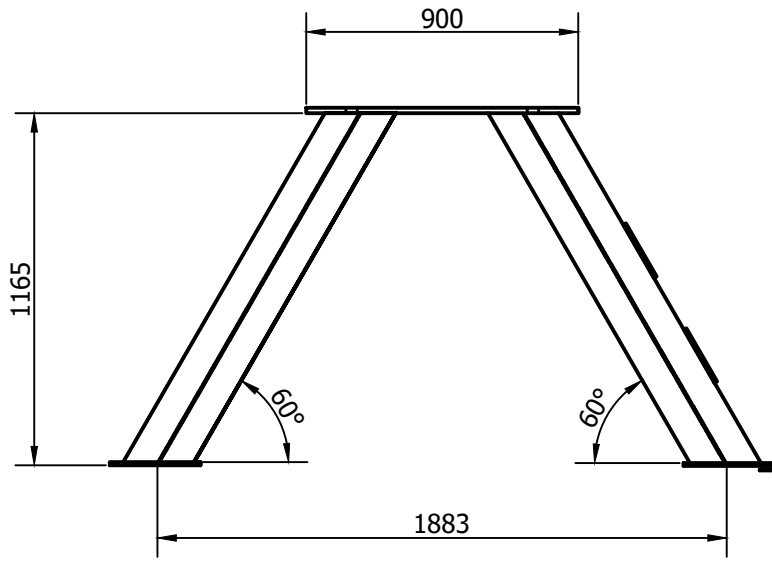


DETALLE "2"  
Esc. 1/25



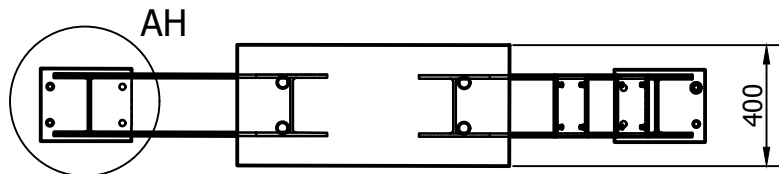
ISOMETRICO  
Esc. 1/50

SP-01/ 01 UND. / LISTA PARA 01		
COD.	MATERIAL	CANT.
PV-01	PLANCHA 1-1/8" ASTM A36	2
PV-02	PLANCHA 1" ASTM A36	1
PV-03	PLANCHA 3/4" ASTM A36	2



ISOMETRICO  
Esc. 1/50

SP-03/ 01 UND. / LISTA PARA 01		
COD.	MATERIAL	CANT.
PV-01	PLANCHA 1-1/8" ASTM A36	2
PV-02	PLANCHA 1" ASTM A36	1
PV-03	PLANCHA 3/4" ASTM A36	2
WV-01	W8X31 ASTM A36	2



AH ( 0.08 : 1 )

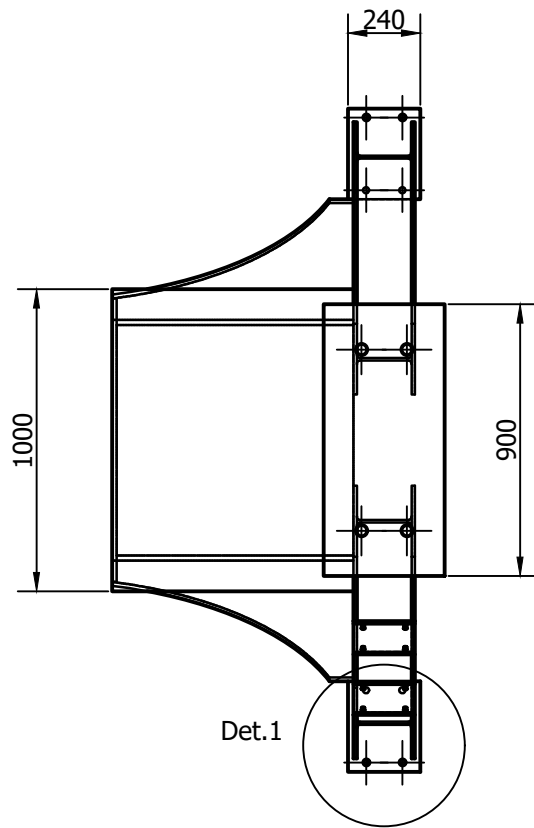
REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

APROBADO	
DISEÑADO POR:	FECHA:
E. HUANCA	13/08/2022
DIBUJADO POR:	FECHA:
E. HUANCA	13/08/2022
REVISADO POR:	FECHA:
E. HUANCA	13/08/2022
APROBADO POR:	FECHA:
M. VALECIA	13/08/2022
JEFE DE PROYECTO:	FECHA:
M. VALECIA	13/08/2022
CLIENTE:	FECHA:

PROYECTO:	
COMPAÑIA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ PLANTA CONCENTRADORA INGENIERIA Y MANTENIMIENTO	
PLANO	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY SOPORTE DEL TAMBOR MOTRIZ - ENSAMBLES I	
ESCALA	NUMERO DE PLANO
INDICADAS	PR00-E-015-ME-025

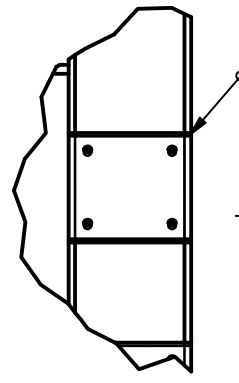


UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTA MARÍA  
Escuela Profesional de  
Ingeniería Mecánica,  
Mecánica - Eléctrica y  
Mecatrónica

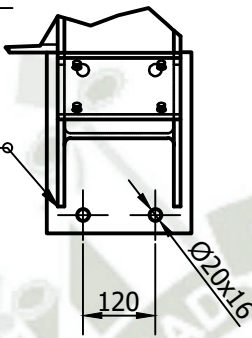


AJ ( 0.08 : 1 )

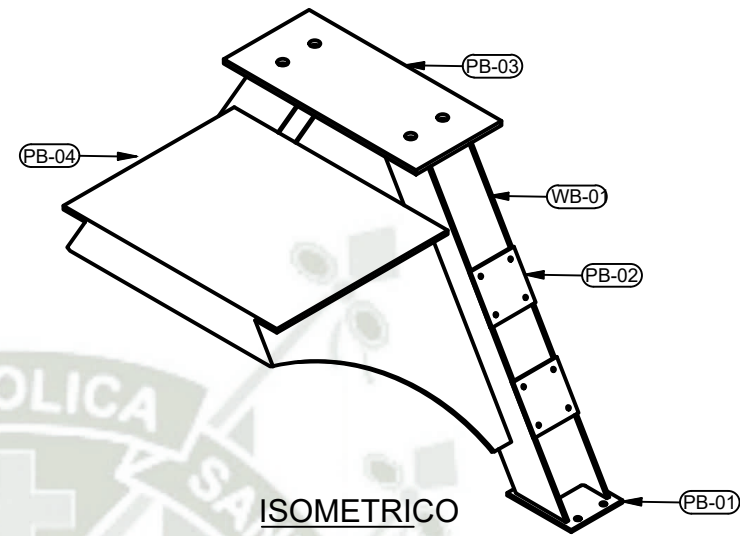
AK ( 0.08 : 1 )



DETALLE "2"  
Esc. 1/25

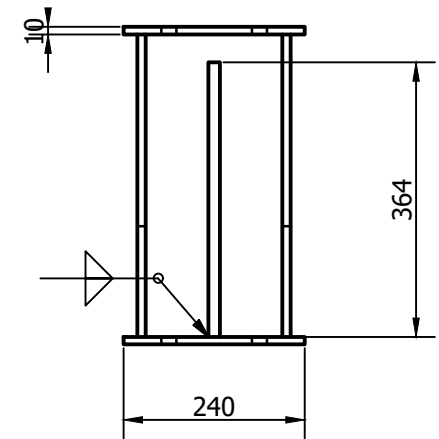
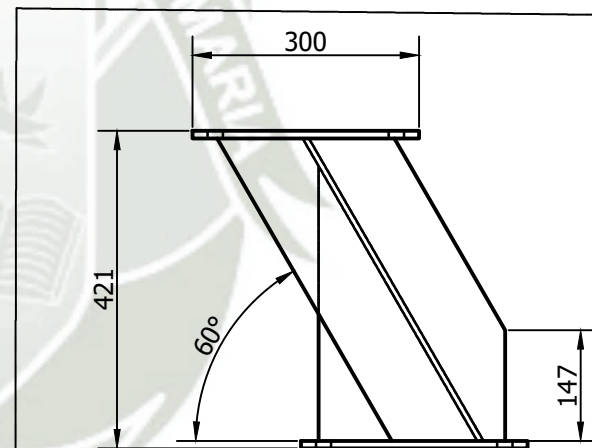
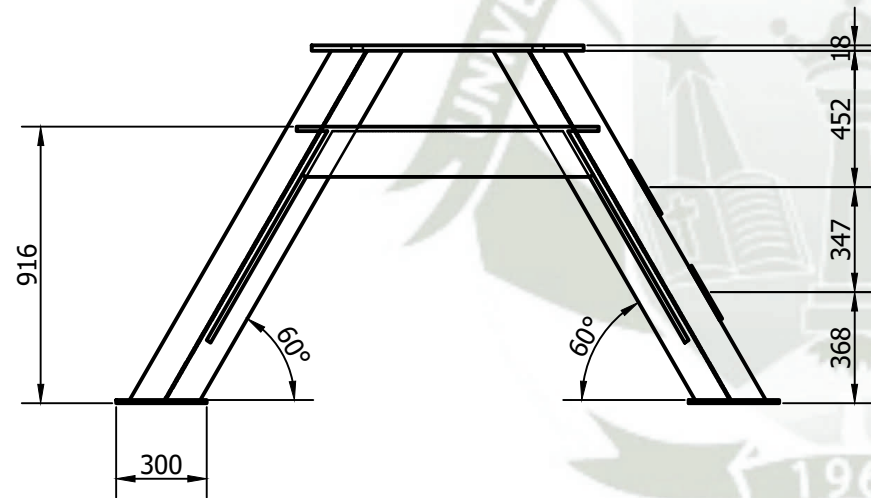
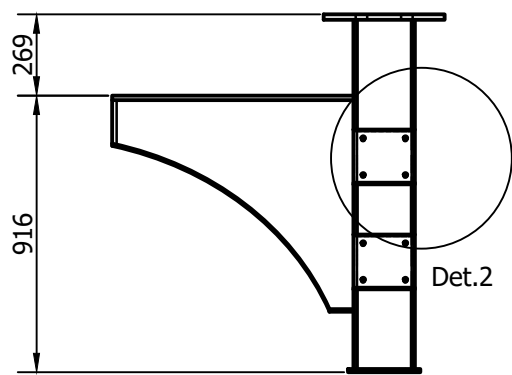


DETALLE "1"  
Esc. 1/25

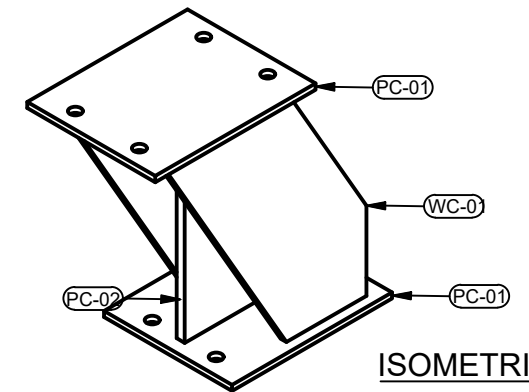
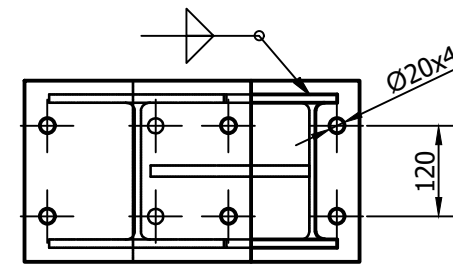


ISOMETRICO  
Esc. 1/50

SP-02/ 01 UND. / LISTA PARA 01		
COD.	MATERIAL	CANT.
PB-01	PLANCHA 3/8" ASTM A36	2
PB-02	PLANCHA 3/8" ASTM A36	2
PB-03	PLANCHA 3/8" ASTM A36	1
WB-01	W8X31 ASTM A36	2



SP-04/ 01 UND. / LISTA PARA 01		
COD.	MATERIAL	CANT.
PC-01	PLANCHA 3/8" ASTM A36	2
PC-02	PLANCHA 3/8" ASTM A36	1
WB-01	W8X31 ASTM A36	1



ISOMETRICO  
Esc. 1/25

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

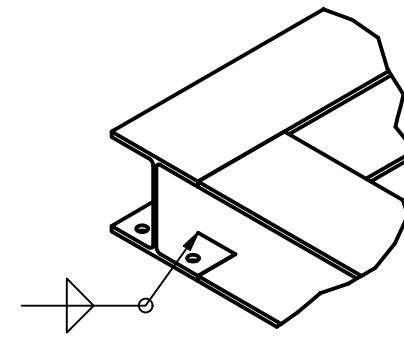
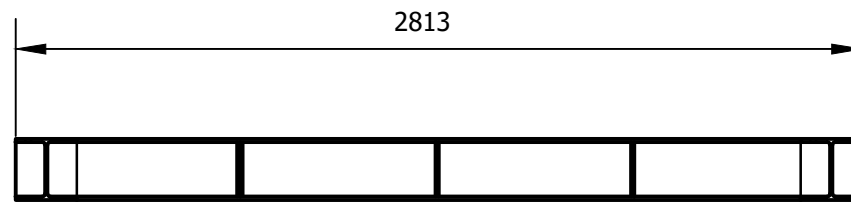
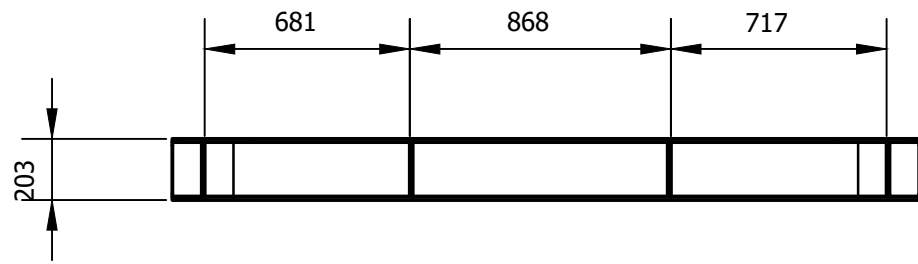
APROBADO	
DISEÑADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
DIBUJADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
REVISADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
APROBADO POR: M. VALENCIA	FECHA: 13/08/2022
JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA	FECHA: 13/08/2022
CLIENTE:	FECHA:

PROYECTO:	
COMPAÑIA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ PLANTA CONCENTRADORA INGENIERIA Y MANTENIMIENTO	
PLANO	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY SOPORTE DEL TAMBOR MOTRIZ - ENSAMBLES II	
ESCALA	
INDICADAS	
NUMERO DE PLANO	
PR00-E-015-ME-026	



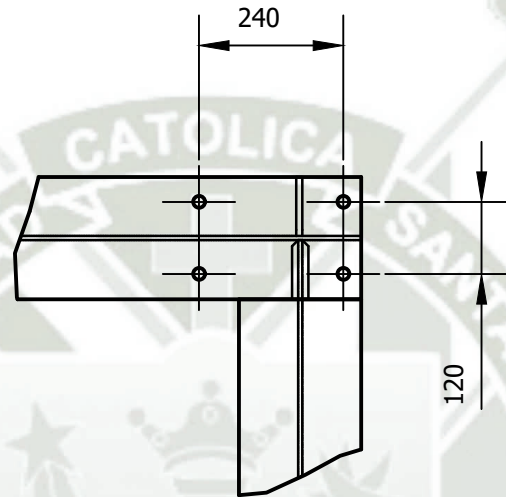
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTA MARÍA  
Escuela Profesional de  
Ingeniería Mecánica,  
Mecánica - Eléctrica y  
Mecatrónica

**CORTE A-A**

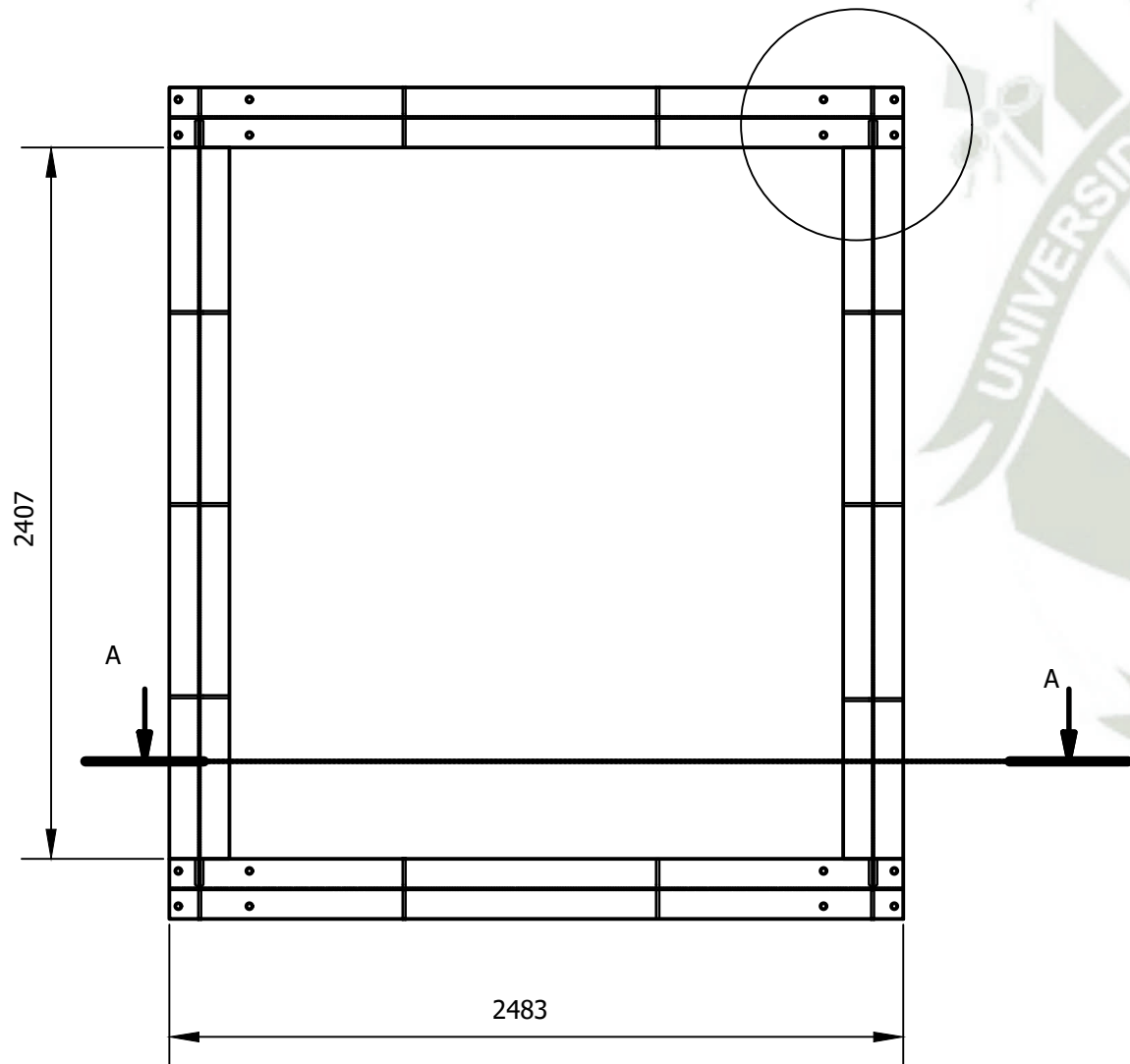


**DETALLE "3"**  
Esc. 1/25

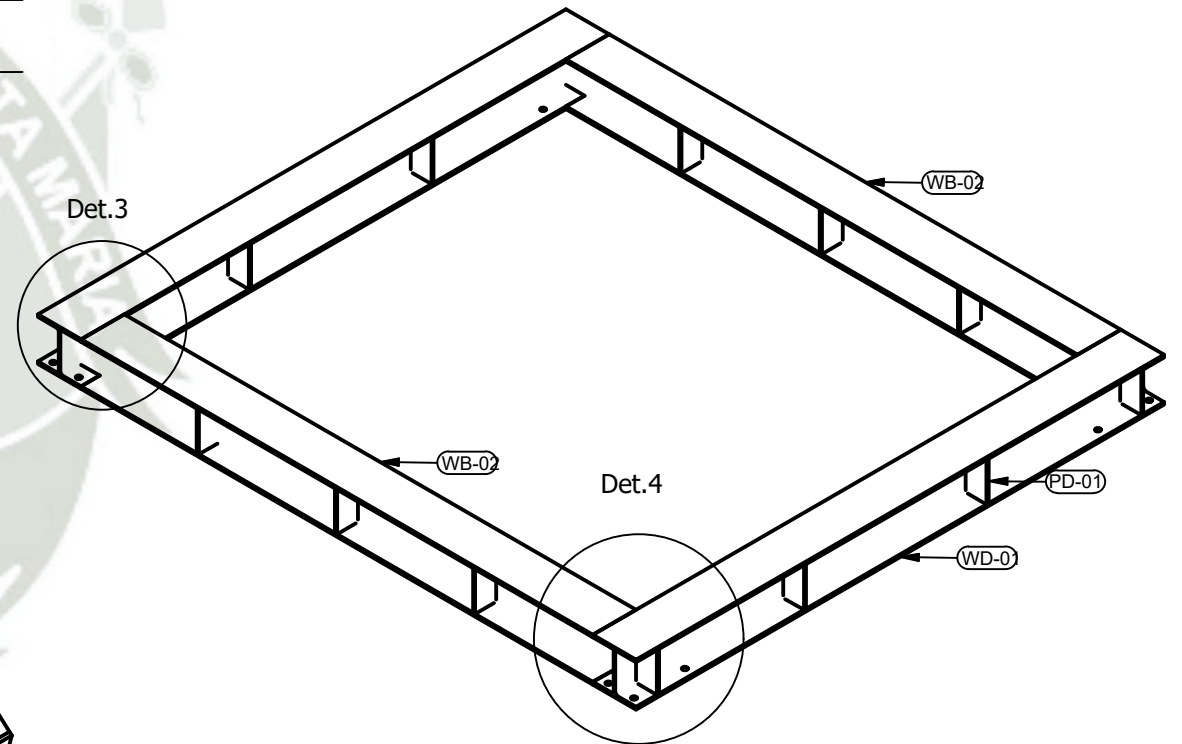
Det.1



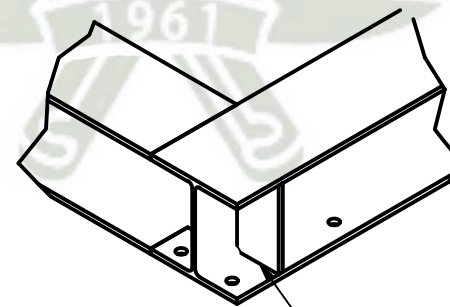
**DETALLE "1"**  
Esc. 1/25



Det.3



Det.4



**DETALLE "2"**  
Esc. 1/25

SP-04/ 01 UND. / LISTA PARA 01		
COD.	MATERIAL	CANT.
WD-01	W8X31 ASTM A36	2
WD-02	W8X31 ASTM A36	2
PD-01	PLANCHA 3/8" ASTM A36	32

REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIS. REV.	APROBADO	N° DE PLANO	REFERENCIA DEL DIBUJO
A	13/08/22	EMITIDO PARA REVISION				
B	13/08/22	EMITIDO PARA APROBACION				

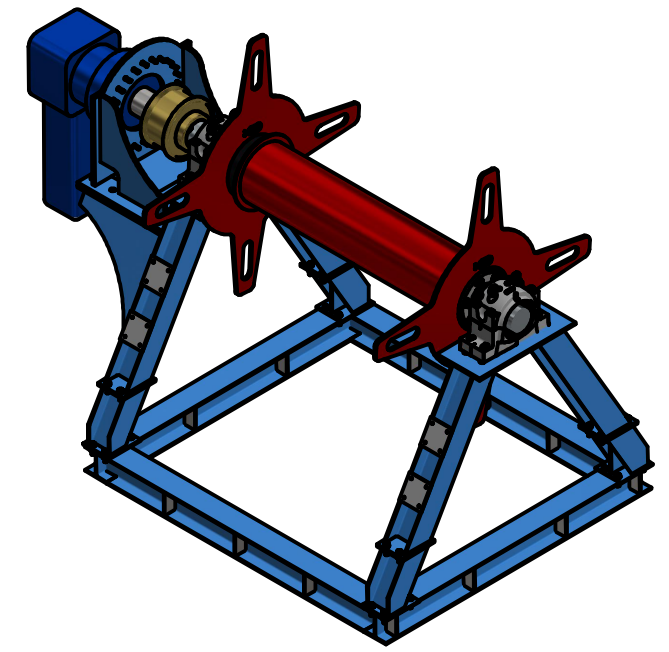
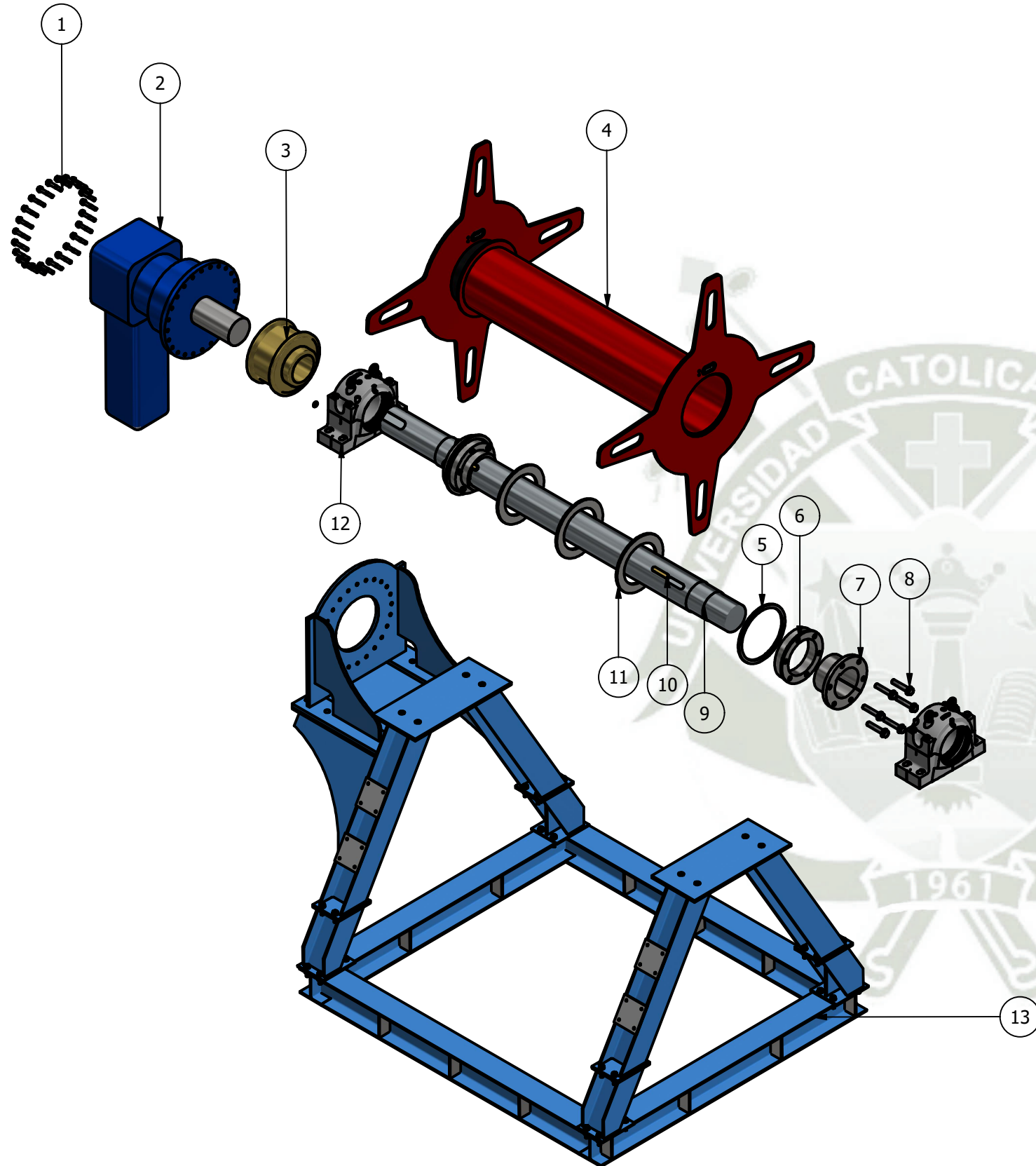
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECANICA, ELECTRICA Y MECATRONICA

1:1

APROBADO	
DISEÑADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
DIBUJADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
REVISADO POR: E. HUANCA	FECHA: 13/08/2022
APROBADO POR: M. VALECIA	FECHA: 13/08/2022
JEFE DE PROYECTO: M. VALENCIA	FECHA: 13/08/2022
CLIENTE:	FECHA:

PROYECTO:	
COMPAÑIA MINERA EN EL SUR DEL PERÚ PLANTA CONCENTRADORA INGENIERIA Y MANTENIMIENTO	
PLANO	
ESTRUCTURAL MANIOBRA CAMBIO DE CADENA - ANTAPACCAY SOPORTE DEL TAMBOR MOTRIZ - ENSAMBLES III	
ESCALA	NUMERO DE PLANO
INDICADAS	PR00-E-015-ME-027

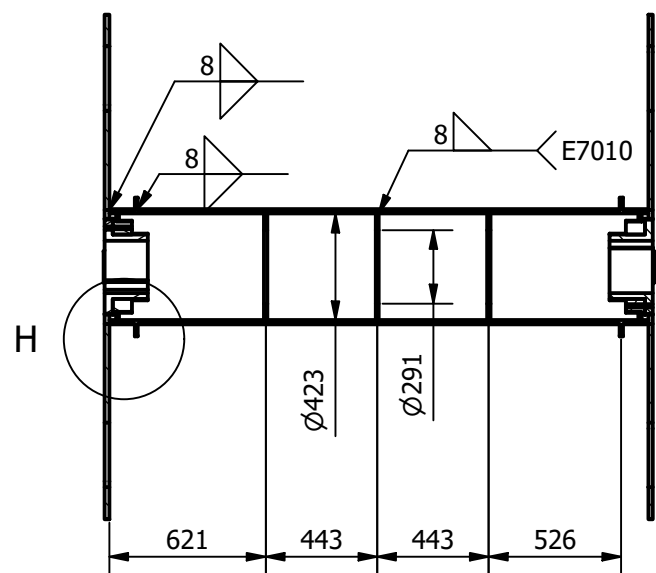
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA  
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica



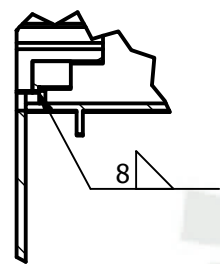
PARTS LIST			
ITEM	QTY	N° DE PIEZA	DESCRIPTION
1	1	PERNOS HEXAGONAL SAE GRADO 5	PERNO HEX. SAE GRADO 5 - 3/4"x4.5
2	1	MOTORREDUCTOR 500 HP	PAR NOMINAL 180kNm
3	1	ACOPLE TIPO GRILLA MODELO	REXNO ACOMPLAMIENTO FALK STEELFLEX 1150T - T10
4	2	TAMBOR MOTRIZ	MATERIAL ASTM-A53/ ASTM-A36
5	2	NERVIO DE TAMBOR MOTRIZ	UNIÓN ENTRE LA MASA DE SOLDAR Y EL TAMBOR MOTRIZ (ASTM - A36)
6	2	MASA DE SOLDAR	MATERIAL AISI1045
7	2	BUJE QD	MATERIAL ASTM-A36
8	12	PERNOS HEXAGONAL SAE GRADO 5	PERNOS HEXAGONAL SAE GRADO 5
9	1	EJE AISI1045	MATERIAL ACERO AISI 1045
10	2	CUÑA DIN 6885A	51A - 25 -14 -110
11	3	NERVIOS RIGIDIZADORES	MATERIAL ASTM-A36 10MM
12	2	CHUMACERA COMPLETA EJE 200 MM	SD3148+TSB-SR-TS-220 +23148 CCK/W33 + 3148
13	1	ESTRUCTURA SOPORTE DEL TAMBOR MOTRIZ	

N° de Piezas	Denominación	Norma	Material	Marca	Dimensiones
	Nombre	Fecha	Universidad Católica de Santa María		
Elaboró:	Eduardo Rafael Huanca Choque	09/09/2023	Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica		
Revisó:	Mario Valencia Salas	09/09/2023			
Escala:	ESTRUCTURAL PLANO DE DESPIECE DEL SOPORTE DEL TAMBOR MOTRIZ				Pág: 1/7
1:1					Págs: 7

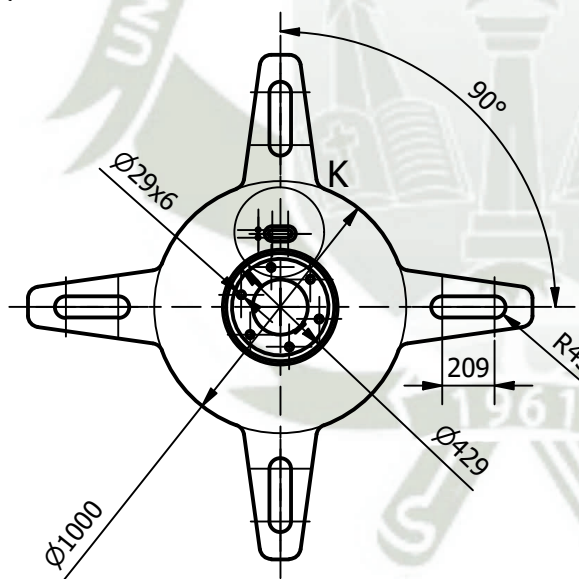
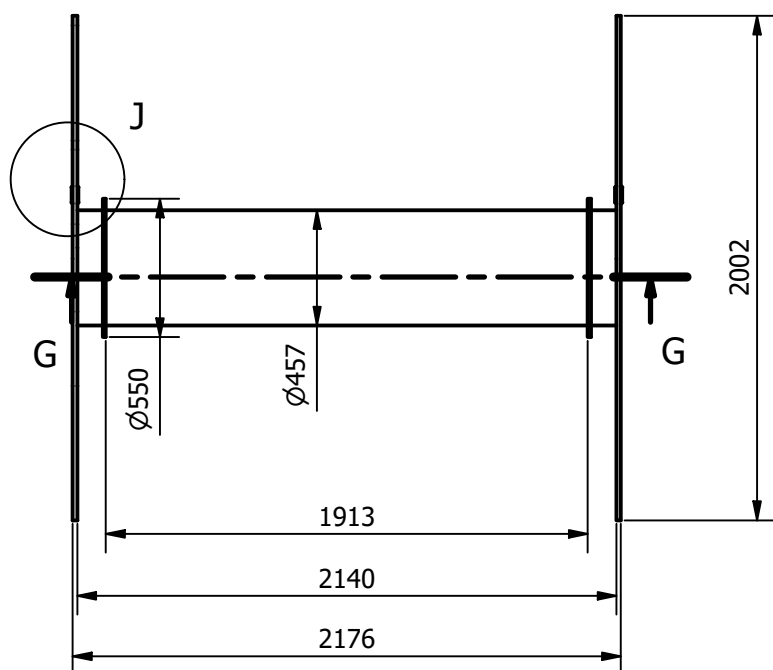
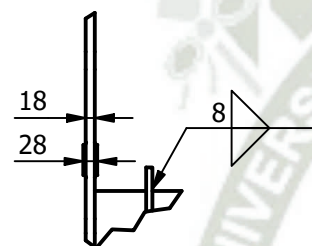
SECCIÓNG-G ( 1:30 )



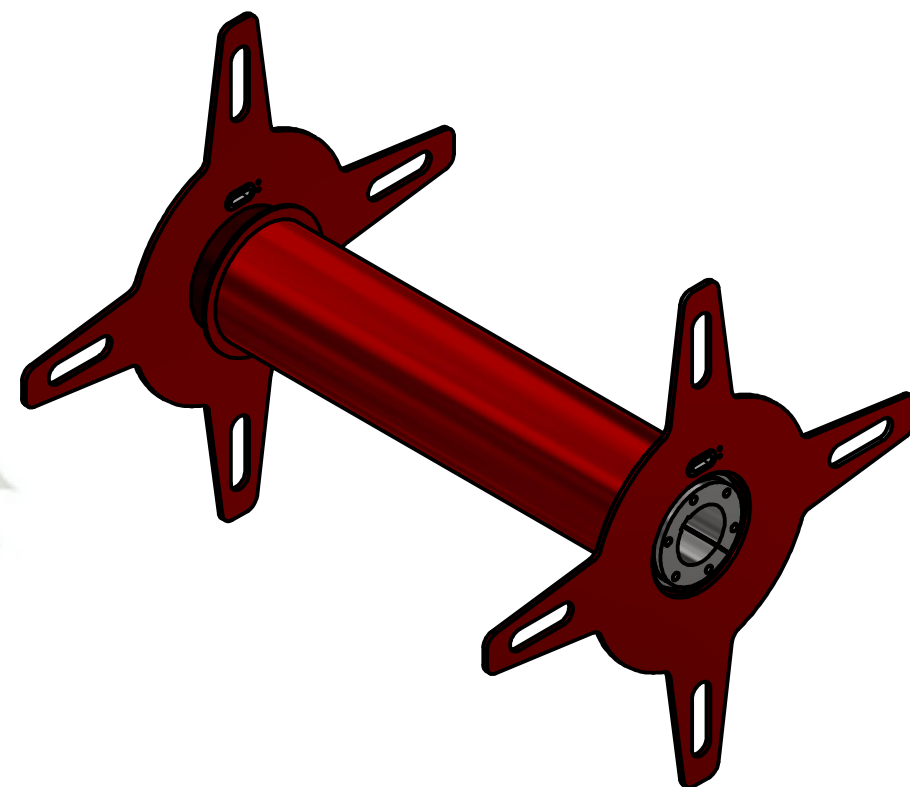
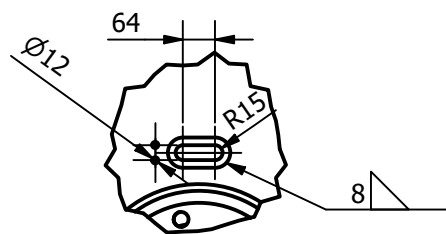
DETALLE H ( 1 : 15 )



DETALE J ( 1 : 15 )



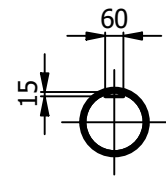
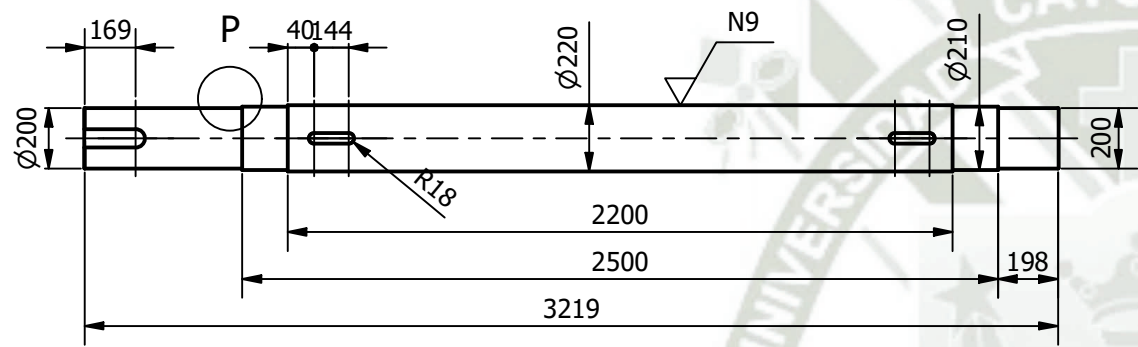
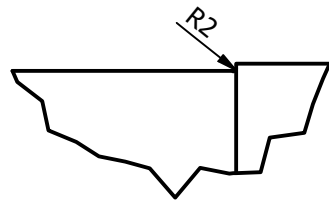
DETALLE K ( 1 : 15 )



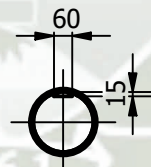
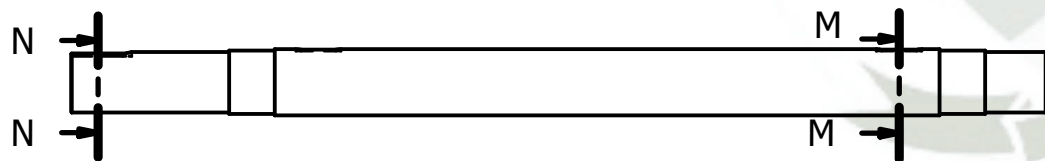
ESCALA 1:50

Nº de Piezas	Denominación	Norma	Material	Marca	Dimensiones
	Nombre	Fecha	Universidad Católica de Santa María		
Elaboró:	Eduardo Rafael Huanca Choque	09/09/2023	Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica		
Revisó:	Mario Valencia Salas	09/09/2023			
Escala:	TAMBOR MOTRIZ				Pág: 2/7
1:1					Págs: 2

DETALLE P ( 1:5 )



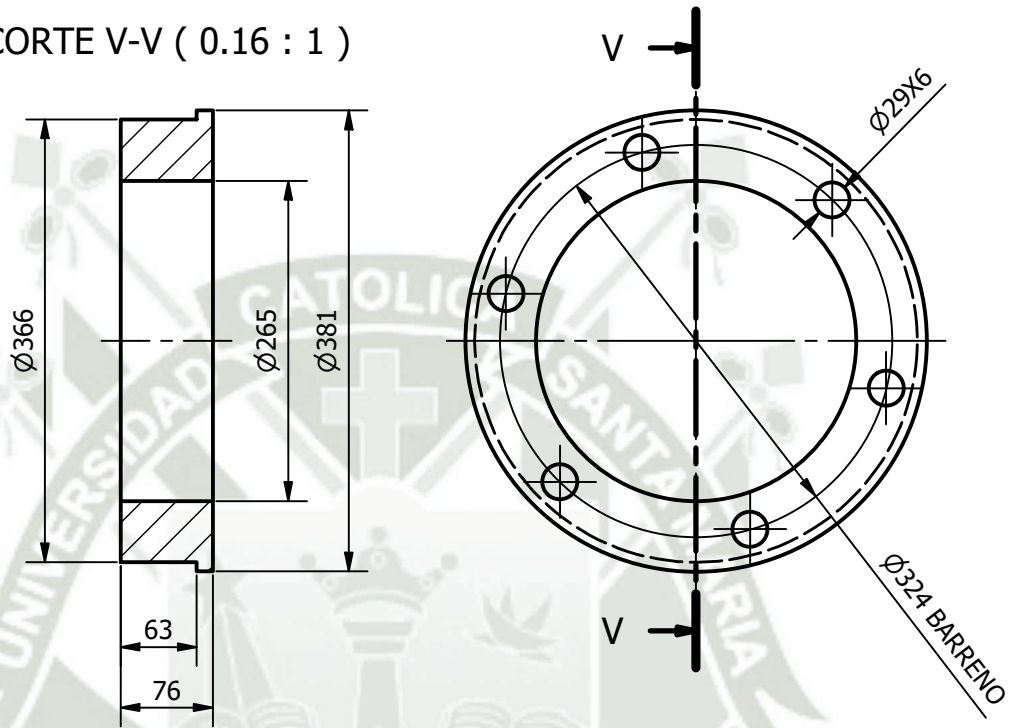
CORTE N-N ( 1:25 )



CORTE M-M ( 1:25 )

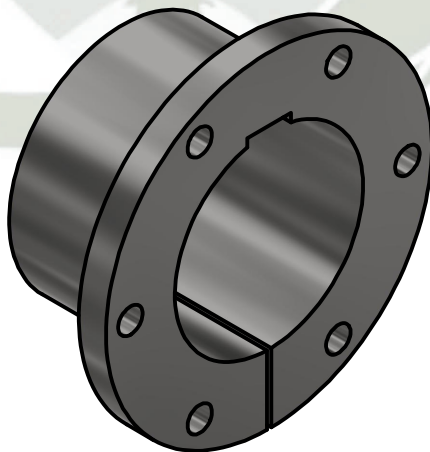
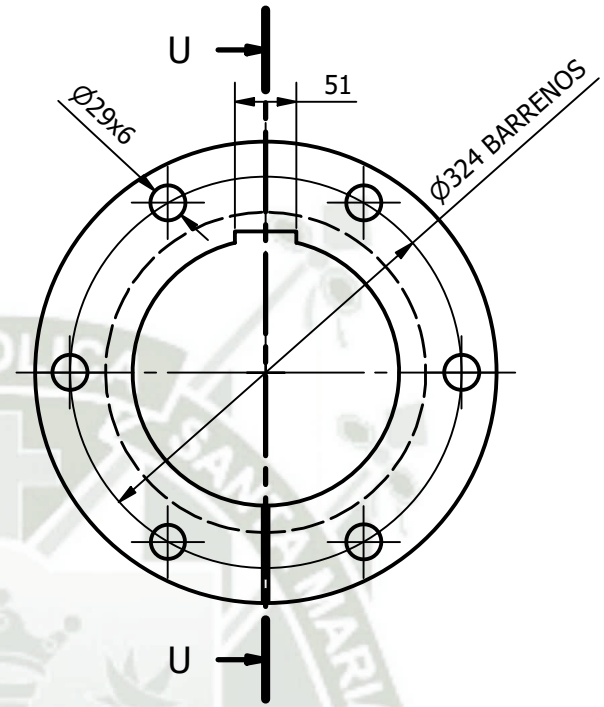
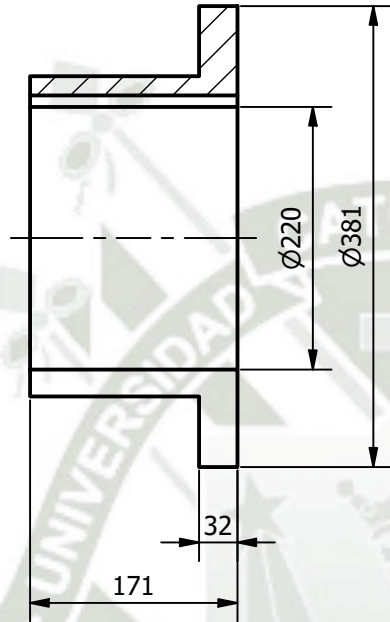
Nº de Piezas	Denominación	Norma	Material	Marca	Dimensiones
	Nombre	Fecha	Universidad Católica de Santa María		
Elaboró:	Eduardo Rafael Huanca Choque	09/09/2023	Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica		
Revisó:	Mario Valencia Salas	09/09/2023			
Escala:	EJE MOTRIZ				Pág: 3/7
1:1					Págs: 7

CORTE V-V ( 0.16 : 1 )



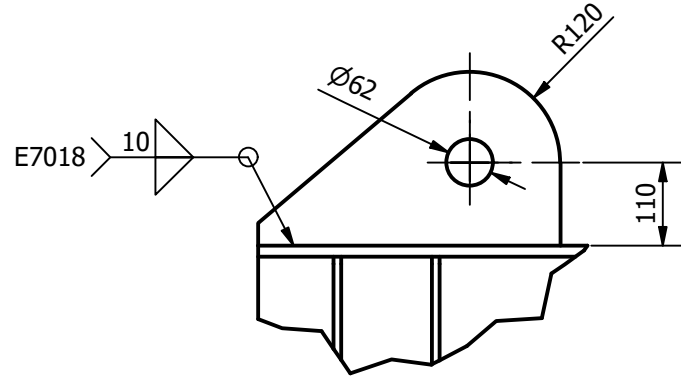
Nº de Piezas	Denominación	Norma	Material	Marca	Dimensiones
	Nombre	Fecha	Universidad Católica de Santa María		
Elaboró:	Eduardo Rafael Huanca Choque	09/09/2023		Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica,	
Revisó:	Mario Valencia Salas	09/09/2023		Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica	
Escala:	<b>MASA PARA SOLDAR</b>				Pág: 4/7
1:1					Págs: 7

U-U ( 0.16 : 1 )

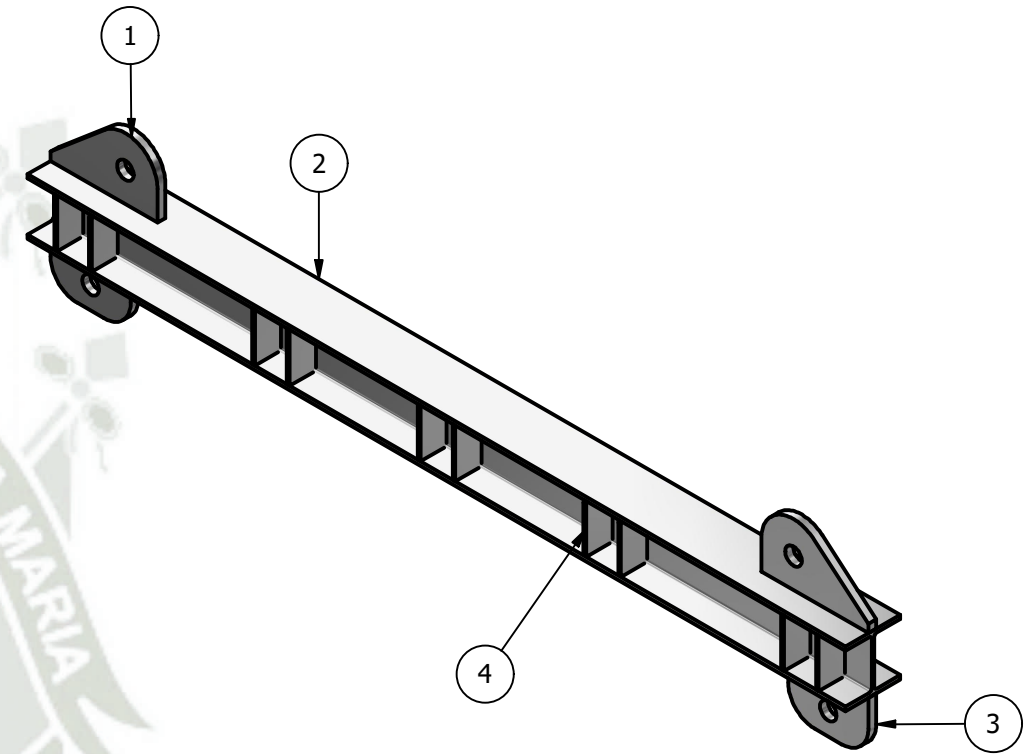
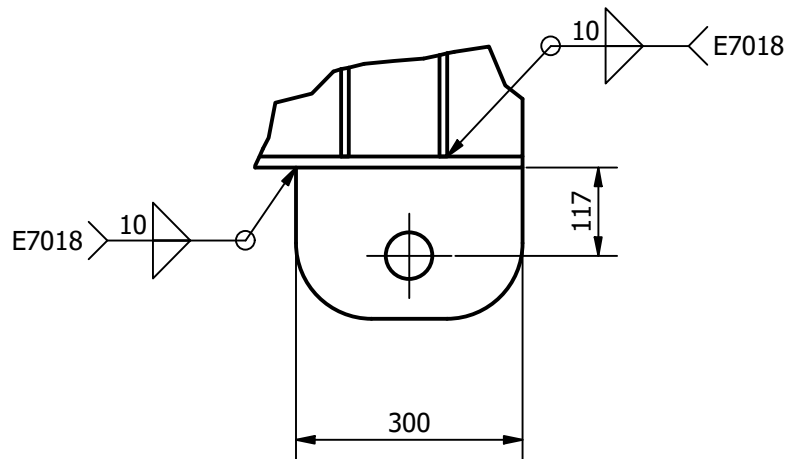


Nº de Piezas	Denominación	Norma	Material	Marca	Dimensiones
	Nombre	Fecha	Universidad Católica de Santa María		
Elaboró:	Eduardo Rafael Huanca Choque	09/09/2023		Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica,	
Revisó:	Mario Valencia Salas	09/09/2023		Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica	
Escala:	BUJE QD				Pág: 5/7
1:1					Págs: 7

DETALLE AT ( 1 : 10 )



DETALLE AR ( 1 : 10 )



PARTS LIST					
ITEM	QTY	Nº DE PIEZA	DESCRIPTION		
1	2	OREJA DE IZAJE 3/4"	MATERIAL ACERO ASTM A36		
2	1	VIGA 8"X31 LBS/FT	MATERIAL ACERO ASTM A36		
3	2	OREJA DE IZAJE INFERIOR 3/4"	MATERIAL ACERO ASTM A36		
4	20	CARTELAS DE 3/8"	MATERIAL ACERO ASTM A36		
Nº de Piezas	Denominación	Norma	Material	Marca	Dimensiones
	Nombre	Fecha	Universidad Católica de Santa María		
Elaboró:	Eduardo Rafael Huanca Choque	09/09/2023	Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica - Eléctrica y Mecatrónica		
Revisó:	Mario Valencia Salas	09/09/2023			
Escala:	YUGO DE IZAJE				Pág: 6/7
1:1					Págs: 7