

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECANICA Y ENERGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECANICA



**“DISEÑO DE CANTONERA PARA CUCHARA DE EQUIPO DE
ACARREO-SCOOPTRAM DE 4.75M³ DE CAPACIDAD PARA
REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN
LA MINA SANTA LUISA”**

TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECANICO

JUAN MOISES DE LA CRUZ ENCARNACIÓN

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Juan Moises de la Cruz Encarnación".

Callao, 2021

PERÚ

A handwritten signature in black ink, appearing to be "Gustavo Ordoñez Cárdenas".

MSC. Ing. Gustavo Ordoñez Cárdenas
-Reg. CIP 30887

(Resolución N°019-2021-C.U. del 20 de enero de 2021)

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

LIBRO N° 001, FOLIO N° 054, ACTA N° 028 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO


A los 23 días del mes Mayo, del año 2021, siendo las 16.00 horas, se reunieron, en la sala meet: <https://meet.google.com/nqnnpve-juc>, el **JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS** para la obtención del **TÍTULO** profesional de **Ingeniero Mecánico** de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

- | | | | |
|--------------------------------------|---|------------|-------|
| ▪ Dr. Guerrero Roldán, Félix Alfredo | : | Presidente | ▪ Dr. |
| Mamani Calla, Pablo | : | Secretario | |
| ▪ Mg. Blas Zarzosa, Adolfo Orlando | : | Miembro | |
| ▪ Msc. Ordoñez Cardenas, Gustavo | : | Asesor | |


Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller **DE LA CRUZ ENCARNACIÓN, JUAN MOISES**, quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánica sustenta la tesis titulada **"DISEÑO DE CANTONERA PARA CUCHARA DE EQUIPO DE ACARREO-SCOOPTRAM DE 4.75M³ DE CAPACIDAD PARA REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA MINA SANTA LUISA"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera no presencial a través de la Plataforma Virtual, en cumplimiento de la declaración de emergencia adoptada por el Poder Ejecutivo para afrontar la pandemia del Covid - 19, a través del D.S. N° 044-2020-PCM y lo dispuesto en el DU N° 026-2020 y en concordancia con la Resolución del Consejo Directivo N°039-2020SUNEDU-CD y la Resolución Viceministerial N° 085-2020-MINEDU, que aprueba las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario":

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **14 (CATORCE)** la presente Tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 245-2018- CU del 30 de Octubre del 2018.

Se dio por cerrada la Sesión a las 16:45 horas del día 23 del mes y año en curso.


.....
Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldán
Presidente de Jurado

.....
Mg. Adolfo Orlando Blas Zarzosa
Miembro de Jurado


.....
Dr. Pablo Mamani Calla
Secretario de Jurado


.....
Msc. Gustavo Ordoñez Cardenas
Asesor

**“DISEÑO DE CANTONERA PARA CUCHARA DE EQUIPO DE ACARREO-
SCOOPTRAM DE 4.75M³ DE CAPACIDAD PARA REDUCIR LOS COSTOS DE
MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA MINA SANTA LUISA”**

Dedicatoria

A mis padres Juan de la Cruz
y Paulina Encarnación por su
apoyo incondicional en mi
formación académica.

Agradecimiento

A los profesores de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional del Callao, agradecerles por los conocimientos brindado que son el mejor soporte para mi carrera profesional.

Índice

RESUMEN	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCION	12
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1 Descripción de la realidad problemática	14
1.2 Formulación del problema	14
1.2.1 Problema General	14
1.2.2 Problemas Específicos	14
1.3 OBJETIVOS	15
1.3.1 Objetivo General.....	15
1.3.2 Objetivos Específicos.....	15
1.4 Limitantes de la investigación	16
1.4.1 Limitación Teórica	16
1.4.2 Limitación Temporal.....	16
1.4.3 Limitación Espacial.....	16
II. MARCO TEORICO.....	16
2.1 Antecedentes	16
2.1.1 Antecedentes Internacionales:	16
2.1.2 Antecedentes Nacionales:	16
2.2 Bases teóricas	17
2.2.3 Motor diésel	18
2.2.4 Tren de potencia	18
2.2.5 Sistema hidráulico	19
2.2.6 Cuchara	21
2.2.7 Abrasión	22
2.2.8 Elasticidad y linealidad. Ley de Hooke	22
2.4 Definición de términos básicos	23
III. HIPOTESIS Y VARIABLES	23
3. 1 Hipótesis:	23
3.1.1 Hipótesis General:	23
3.1.2 Hipótesis Específicas	23
3.2 Definición conceptual de variables	24
3.2.1 Operacionalizacion de variables	25
IV .DISEÑO METODOLOGICO	26

4.1 Tipo y diseño de la investigación	26
4.2 Método de la investigación	26
4.3 Población y muestra	27
4.3.1 Población.....	27
4.3.2 Muestra	27
4.4 Lugar de Estudio y periodo desarrollado	27
4.5 Técnicas e instrumentación para la recolección de información.....	28
4.6 Análisis y procesamiento de datos.	36
V. RESULTADOS	58
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	60
6.1 Contratación y demostración de la hipótesis de los resultados	60
6.2 Contratación de resultados con otros estudios similares.....	61
6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes:	61
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACION.....	63
VII.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	64
ANEXOS	65
ANEXO N°1 Matriz de consistencia	65
ANEXO N°2 Instrumentos validados.....	66
ANEXO N°3 Norma de soldadura ANSI/AWS D1.1.2000	67
ANEXO N°4 Planos	76

INDICE DE TABLAS

Tabla°1 Diagrama de operacionalización	23
Tabla N°2 Diagrama de técnica de recolección de datos	26
Tabla N°3 Diagrama de técnica de recolección de datos	27
Tabla N°4 Diagrama de técnica de recolección de datos.....	28
Tabla N°5 Tabla de indicadores e índices	29
Tabla N°6 Diagrama de lista de requerimiento.....	30
Tabla N°7 Materiales a utilizar	34
Tabla N°8 Diagrama morfológico	34
Tabla N°9 Valores de manguera R12	37

INDICE DE FIGURAS

Grafico N°1	Imagen de motor diésel 3716C	16
Grafico N°2	Imagen del sistema de transmisión	17
Grafico N°3	Imagen del plano hidráulico	17
Grafico N°4	Imagen de scooptram R1600G	18
Grafico N°5	Imagen de cuchara de 4.8 m3 de capacidad	18
Grafico N°6	Tabla de comportamiento de elasticidad	19
Grafico N°7	Flujo grama de procesos	20
Grafico N°8	Diagrama de caja blanca y negra	25
Grafico N°9	Ficha de equipo	31
Grafico N°10	Diagrama de control de horas de trabajo	31
Grafico N°11	Entrevista a operadores	32
Grafico N°12	Entrevista a operadores.....	32
Grafico N°13	Diseño preliminar	33
Grafico N°14	Área de alojamiento de la cantonera	33
Grafico N°17	Línea de procesos	35
Grafico N°18	Plano hidráulico	36

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se enfoca a diseñar las cantoneras de cucharas de equipo de acarreo de 4.75 m³ de capacidad que trabaja en la empresa minera Santa luisa a una altura de 3560 m.s.n.m .

Las cantoneras de equipo de acarreo de 4.75 m³ de capacidad es uno de los elementos desgaste más importante sus piezas originales son costosas y su tiempo de duración son muy cortas provocando una mayor cantidad de eventos de parada del equipo; mediante el nuevo diseño se busca resolver un problema específico, el de amplia ampliar el intervalo de cambio a un menor costo del elemento original.

Para el diseño de la cantonera de cuchara se comenzó realizando el cálculo de la presión de trabajo del actuador hidráulico de levante de la cuchara que nos permitirá limitar el peso del material de la cantonera, se realizó el dimensionamiento de las planchas metálicas mejorando el ángulo de ataque de las cantoneras, reduciendo así el consumo de neumáticos y combustible, se seleccionó un material anti abrasivo y por último se realizó el proceso de soldadura que permitirá fijar la cantonera a la cuchara.

Se logró ampliar el intervalo de cambio de la cantonera con el nuevo diseño lo cual conlleva a una reducción de costo del mantenimiento correctivo programado esto fue analizado durante la época de invierno, como consecuencia tuvo un impacto de reducción de costos de mantenimiento preventivo.

Palabras claves:

Cantonera, scooptram, resistencia, abrasión y polimetales.

ABSTRACT

In this research work, the design of the 4.75 m³ capacity hauling equipment bucket corners was called upon to work at the Santa Luisa mining company at a height of 3560 m.a.s.l. The 4.75 m³ capacity hauling equipment corners are one of the most important wear elements, their original parts are expensive and their duration is very short, causing a greater number of equipment stop events; The new design seeks to solve a specific problem, that of widening the change interval at a lower cost than the original element. For the design of the butt plate, the calculation of the working pressure of the hydraulic actuator for lifting the bucket began, which will allow us to limit the weight of the material of the butt plate, the dimensioning of the metal plates was carried out, improving the angle of attack of the corner pieces, thus also reducing the consumption of tires and fuel, an anti-abrasive material was selected and finally the welding process was carried out that will allow to fix the corner piece to the bucket. It was possible to extend the change interval of the butt plate with the new design, which led to a reduction in the cost of scheduled corrective maintenance. This was analyzed during the winter season, as a consequence, it had an impact of reducing preventive maintenance costs.

Keywords:

Butt plate, scooptrams, resistance, abrasion and polymetals.

INTRODUCCION

Este trabajo está relacionado con el sector minero y directamente vinculado al equipo de acarreo de mineral. En la actualidad se cuenta con diferentes tipos de modelos de equipos de acarreo que son clasificados según la capacidad de carga de su cucharón, estos modelos trabajan en minas subterráneas a nivel mundial. En la minería peruana predomina la de tipo subterránea con un 65% del total de unidades mineras, estas conllevan a un mayor desafío porque tiene que garantizar la seguridad en la construcción de pozos, chimeneas, galerías y túneles aparte de la estructura de sostenimiento la sobre inversión que se realiza conlleva a plantear una mejor estrategia en los costos. Por ser estrecho las vías de tránsito en interior de la mina, para el acarreo se utiliza equipos de bajo perfil conocidos como scooptram. Los scooptram está constituido por un tren de fuerza que lo constituye todo el sistema de transmisión, motor diésel de 6 cilindros en V, sistema hidráulico que lo constituye una bomba tándem que acciona el sistema de implementos y su estructura en esta última la compone principalmente su cucharón que está dividido por diferentes elementos de desgaste. La cantonera siendo su principal elemento de desgaste por tener contacto directo con los minerales de alta abrasión durante el cuchareo, el desgaste ocasionado conlleva a paradas programadas para su cambio.

Para la presente tesis, titulada “Diseño de cantonera para equipo de acarreo-scooptram de 4.75 m³ de capacidad para reducir los costos de mantenimiento correctivo programado en la mina Santa luisa” tuvo como propósito reducir los costos de mantenimiento correctivo programado mediante un nuevo diseño de cantonera que permita prolongar el intervalo de cambio planteado con un material anti abrasivo.

La presente investigación consta de 6 capítulos los cuales se describen a continuación: Capítulo I presenta la problemática de la investigación su formación y planteamiento de los objetivos, Capítulo II contiene el marco conceptual donde se definen los conceptos que se usaron como base para fundamentar la investigación, en el Capítulo III se fundamenta las hipótesis, definición de variables y operacionalización de las variables, En el Capítulo IV, con las bases ya planteadas se llegó a definir el tipo de investigación, en el

Capítulo V, encontramos el cronograma de actividades, en el Capítulo VI, se encuentra el presupuesto para el diseño de la cantonera, en el capítulo VII se detalla la cita de referencias bibliográficas, planos del diseño, plano de detalle y plano de ensamble.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

A nivel mundial, los países que sobresalieron por su dinámico crecimiento fueron los que tuvieron una mayor cantidad de exportación de metales y minerales los cuales son los países asiáticos, según el banco mundial China del 2006 al 2019 tuvo un crecimiento del 44.37% esto se debió a la mejora de la planificación y el rediseño de los equipos trackless.

En américa latina, los países que sobresalieron en sus exportaciones de minerales y metales fueron Perú y Chile una de sus principales causas fue la nueva tecnología en sus equipos mineros.

Entre las nuevas tecnologías de equipos de acarreo llegadas a Lima tenemos las variaciones de los scooptram que se clasifican según la capacidad de su cucharón.

Los estudios realizados respecto al desgaste de los componentes originales del cucharón del scooptram de 4.75 m³ de capacidad resultando un intervalo de cambio muy corto produciendo un incremento en los costos de mantenimiento.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cómo diseñar una cantonera para cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad para reducir los costos de mantenimiento preventivo en la mina Santa Luisa?

1.2.2 Problemas Específicos

1. ¿Cómo determinar la presión del actuador hidráulico de levante de la cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad?

2. ¿Cómo dimensionar las planchas metálicas para adecuarla a la estructura de la cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad?
3. ¿Cómo seleccionar el material para fabricar el nuevo diseño de la cantonera para cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad?
4. ¿Cómo seleccionar el proceso de soldadura para fijar el diseño de la cantonera para cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Diseñar la cantonera para cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ capacidad y así poder reducir los costos de mantenimiento preventivo en la mina Santa luisa.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Determinar la presión del actuador hidráulico de levante de la cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad.
2. Dimensionar las planchas metálicas para adecuarla a la estructura de la cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad
3. Seleccionar el material para la fabricación de la cantonera para cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad
4. Seleccionar el proceso de soldadura para fijar el diseño de cantonera para cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75m³ de capacidad

1.4 Limitantes de la investigación

1.4.1 Limitación Teórica

La presente tesis se limita teóricamente debido a que tiene como análisis el estudio de resistencia de materiales, mecánica de fluidos y tecnología de soldadura.

1.4.2 Limitación Temporal

El presente estudio se tomó datos sobre el periodo comprendido de enero del 2020 hasta octubre del 2020.

1.4.3 Limitación Espacial

En la presente investigación se realizó el análisis de los elementos de desgaste de la cuchara de un scooptram 4.75m³ de capacidad que opera en la mina Santa Luisa.

II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

Los antecedentes planteados nos permitieron sustentar esta tesis.

2.1.1 Antecedentes Internacionales:

(Gutierrez Alzamora, 2006) “GUÍA DE INSTRUCCIÓN EN FABRICACIÓN Y REPARACIÓN SEGÚN CURSO MODELO 7.04 DE LA OMI “OFICIAL ENCARGADO DE LA GUARDIA DE MÁQUINAS” el cual el problema principal aplicar la metodología de del OMI referente a la fabricación y reparación planchas navales.

(Di Cola, 2019)“**DISEÑO Y CALCULO DE UN ACOPLADO TOLVA AUTODESCARGABLE DE 45000L**” el cual el problema principal la capacidad de las tolvas para la recolección de granos.

2.1.2 Antecedentes Nacionales:

(Mamani, 2011) “PROGRAMA DE ALIGERAMIENTO EN EL PESO DE LAS TOLVAS POR EL PROCESO DE SOLDADURA FCAW EN LA MINERA BARRICK PARA OPTIMIZAR EL ACARREO DE MINERAL” el cual el problema principal el exceso de carga que provocaba las tolvas sobre los camiones mineros

(Paucar, 2014)“**ANÁLISIS DE LA RECUPERACIÓN DEL PESTILLO DE COMPUERTA DE CUCHARÓN DE PALA MECÁNICA 3800-4100 POR PROCESO DE SOLDADURA SMAW**” el cual el problema principal es poca duración del pestillo de la compuerta del cucharón de la pala mecánica 3800-4100.

2.2 Bases teóricas

Los scooptram trabajan en condiciones extremas por la poca ventilación y la abrasión en interior mina, siendo la Mina Santa Luisa de tipo subterránea donde se extrae polimetálicos (Cobre , Plomo y Zinc), para el diseño de la cantonera se comenzó realizando el cálculo hidráulico del sistema de implementos para saber la fuerza de levante de los pistones de la cuchara así poder tener el espesor óptimo de la plancha a utilizar, se dimensiono la cantonera ampliando el área de contacto del perfil para así reducir el esfuerzo en la penetración al material acarrear, para ampliar el intervalo de cambio del elementos de desgaste de la cuchara se seleccionó como material base la plancha de acero BOHLER

K700 este es un material anti abrasivo, para fijar el diseño a la cuchara se seleccionó el proceso de soldadura con arco eléctrico con su cantidad de pasadas del cordón de soldadura.

El equipo scooptram son equipo de acarreo se divide en tres partes principales:

2.2.3 Motor diésel

Es un motor V6 modelo 3176C que tiene una potencia bruta de 185/200 kW 248/268 hp y un peso bruto de 22.847 lb. (Ferreyros, 2007)

Grafico N°1 Imagen de motor diésel 3176C

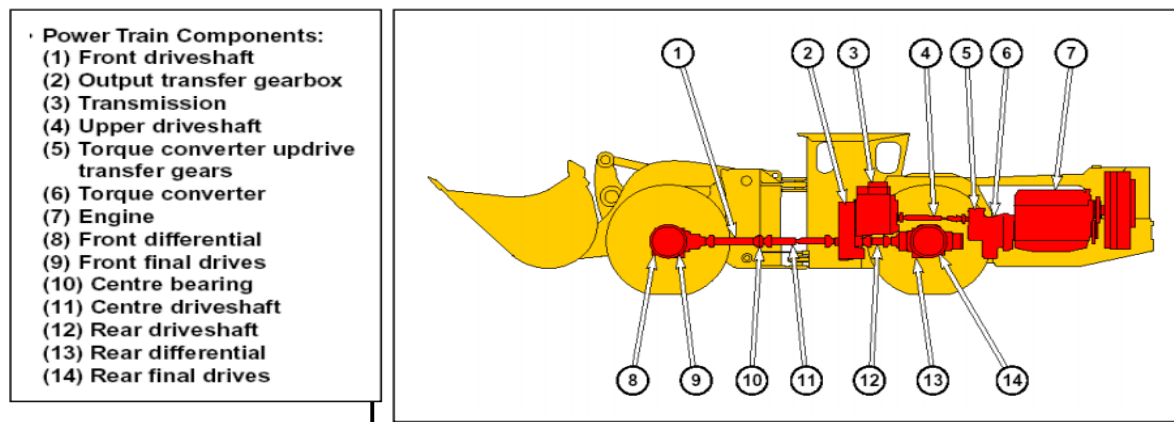


Fuente: Elaboración propia, foto tomada en el taller central de la mina Santa Luisa

2.2.4 Tren de potencia

El sistema de transmisión es fundamental para transmitir el par torsor de la volante del motor diésel hacia los ejes diferenciales por medio de los cardanes y crucetas.

Grafico N°2 Imagen del sistema de transmisión

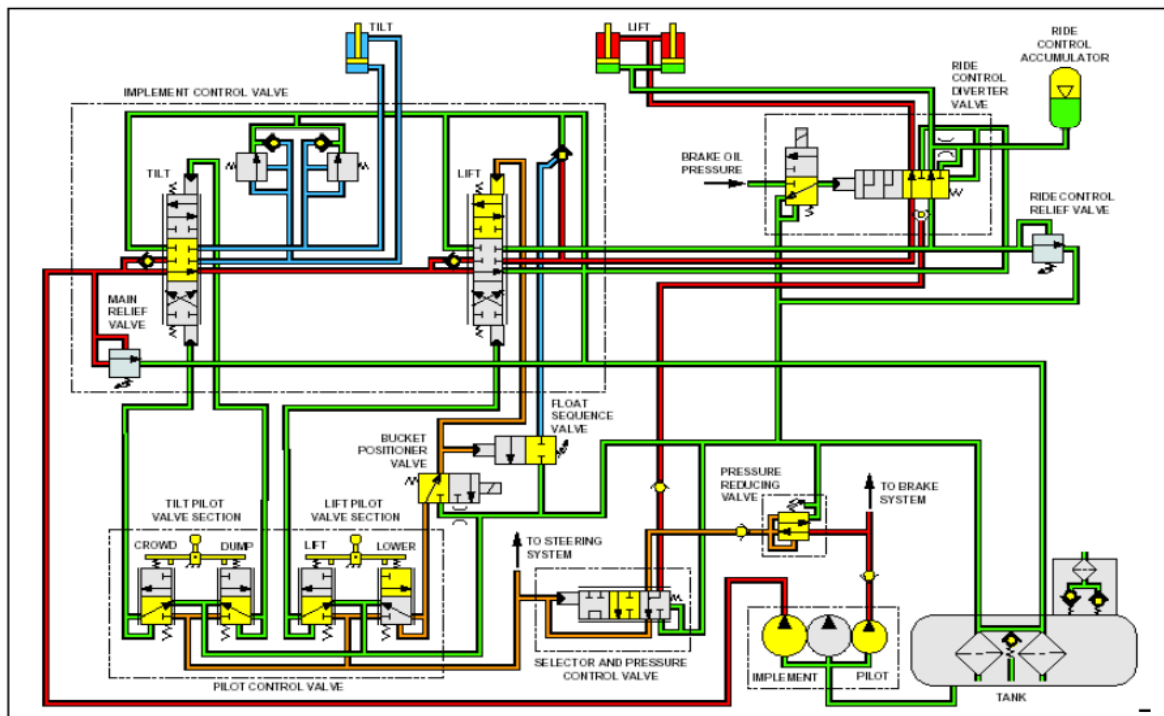


Fuente: Manual estudiante Caterpillar

2.2.5 Sistema hidráulico

En este sistema lo compone todo el sistema implementos, dirección y freno. Los cuales permiten el movimiento de los actuadores hidráulicos que son impulsados por una bomba tándem principal. Los sistemas hidráulicos se caracterizan por tener presiones muy altas. Como consecuencia de estas presiones tan elevadas del sistema a menudo es posible despreciar las variaciones de la presión hidrostática. (Robert W Fox, 2015)

Grafico N°3 Imagen del plano hidráulico



Fuente: Manual estudiante Caterpillar

Grafico N°4 Imagen de scooptram R1600G



Fuente: https://www.cat.com/es_US/products

2.2.5.1 Actuadores Hidráulicos

Un cilindro hidráulico es un actuador lineal que se utiliza para empujar o tirar de una carga, o para resistir selectivamente el movimiento bajo la carga, por medio de la presión de un fluido. Los cilindros de doble efecto, el tipo más común, son capaces de empujar y tirar, (SKF)

2.2.5.2 Bomba Tándem

Es una bomba hidráulica de tres cuerpos que es accionada por el motor diésel, sus cuerpos permiten el movimiento del freno, dirección e implementos respectivamente.

2.2.5.3 Ecuación de Bernoulli

La ecuación de Bernoulli puede aplicarse entre cualesquiera dos puntos sobre una línea de corriente siempre que satisfagan las otras tres restricciones. El resultado es:

$$\frac{P_1}{\delta} + Z_1 + \frac{(V_1)^2}{2g} + h_a - h_R - h_L = \frac{P_2}{\delta} + Z_2 + \frac{(V_2)^2}{2g}$$

2.2.5.4 Flujo en tuberías y ductos

El principal propósito es evaluar los cambios de presión que resultan del flujo incompresible en tuberías, ductos y sistemas de flujo. Los cambios de presión en un sistema de flujo se originan a partir de los cambios en la altura o en la velocidad del flujo (Robert W Fox, 2015)

2.2.5.5 Pérdidas de Carga

La pérdida de carga total h_{lt} , se considera como la suma de las pérdidas mayores, h_l , debidas a efectos friccionaste en flujo completamente desarrollado en tubos de área constante y pérdidas menores, h_{lm} , debido a entradas, conectores, cambios de área. (Robert W Fox, 2015)

2.2.5.6 Perdidas mayores

El balance de energía, puede emplearse para evaluar la perdida de carga mayor. Para flujo completamente desarrollado a través de una tubería de área constante lo cual se reduce a:

$$\frac{P_1}{\delta} - \frac{P_2}{\delta} = g(Z_2 - Z_1) + h_L$$

2.2.5.7 Perdidas menores

(Robert W Fox, 2015) Puede requerirse que el flujo en un sistema de tubería pase por una variedad de conectores, codos o cambios abruptos en el área, Se encuentran pérdidas de cargas adicionales, fundamentalmente como resultado de la separación del flujo, se expresan en:

$$\sum k \frac{v d^2}{2g}$$

2.2.6 Cuchara

Componente que nos permite realizar la carga, transporte y descarga del material.

Gráfico N°5 Imagen de cuchara de 4.75 m3 de capacidad



Fuente: https://www.cat.com/es_US/products

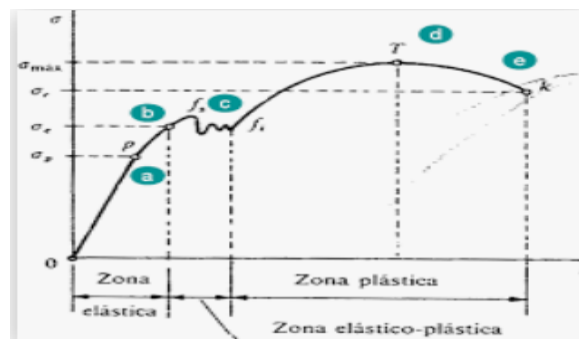
2.2.7 Abrasión

Una abrasión es un desgaste o roce superficial de la piel producido por un raspón o una quemadura por fricción. En general, las abrasiones son lesiones leves que pueden tratarse en su casa. Es posible que se produzca una hemorragia o pequeña secreción en la piel en el momento de la lesión o durante los días siguientes si se vuelve a raspar o rasguñar. (SMITH)

2.2.8 Elasticidad y linealidad. Ley de Hooke

Todo cuerpo solido se deforma bajo la acción de fuerzas aplicadas, y al cesar estas, el cuerpo tiende a recuperar su forma primitiva. Esta tendencia que, en mayor o menor grado, tienen todos los sólidos se denomina elasticidad.

Gráfico N°6 Tabla de comportamiento de elasticidad



Fuente: <http://mecatronica4b.blogspot.com>

2.4 Definición de términos básicos

1. Scooptram: Equipo de bajo perfil para transportar material.
2. Cantonera: Principal elemento de desgaste de la cuchara del scooptram.
3. Actuador : Es un dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico. La fuerza que provoca el actuar proviene de tres fuentes posibles.
4. Acarrear: Transportar una carga de un lugar a otro.
5. Mantenimiento: Conservación de una cosa en buen estado o en una situación determinada para evitar su degradación.
6. Soldadura: Lugar de unión de dos cosas soldadas o unidas.
7. Polimetálicos: Conjunto de varios metales.
8. Tajo abierto: Son las explotaciones mineras que se desarrollan en la superficie del terreno.

III.HIPOTESIS Y VARIABLES

3. 1 Hipótesis:

Considerando las interrogantes planteadas en la formulación del problema de investigación así como los objetivos generales y específicos que se persigue en este proyecto, esta tesis plantea las siguientes hipótesis:

3.1.1 Hipótesis General:

Calculo de cantonera para para cuchara de equipo de acarreo-scooptram de 4.75 m³ de capacidad para reducir los costos de mantenimiento preventivo en la mina Santa Luisa.

3.1.2 Hipótesis Específicas

H.E.1 La presión del actuador hidráulico determinado servirá para el levante de la cuchara equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad.

H.E.2 Determinar las dimensiones específicas de la cantonera de equipo de acarreo scooptram de 4.75 m³ de capacidad.

H.E.3. Seleccionar el material adecuado para la cantonera de la cuchara de equipo de acarreo scooptram de 4.75 m³ de capacidad.

H.E.4. Soldar de acuerdo a normas AWS la cantonera a la cuchara de equipo de acarreo scooptram de 4.75 m³ de capacidad.

3.2 Definición conceptual de variables

La tesis titulada: “DISEÑO DE CANTONERA PARA CUCHARA DE EQUIPO DE ACARREO-SCOOPTRAM DE 4.75 M³ DE CAPACIDAD PARA REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA MINA SANTA LUISA”

Cuenta con las siguientes variables:

a) Variable Independiente

X= Cantonera para cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad.

b) Variable Dependiente

Y= Reducción de costos de mantenimiento preventivo.

.

Tenemos como ecuación de variables

$$Y=F(X)$$

Disgregando la variable independiente en dimensiones se tiene:

X1= Presión del actuador hidráulico de levante de la cuchara.

X2= Dimensión de la plancha metálica.

X3= Seleccionar el material.

X4= Seleccionar el proceso de soldadura.

$$Y = (X1, X2, X3, X4)$$

3.2.1 Operacionalización de variables

La tesis titulada: “DISEÑO DE CANTONERA PARA CUCHARA DE EQUIPO DE ACARREO-SCOOPTRAM DE 4.75 M³ DE CAPACIDAD PARA REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA MINA SANTA LUISA” cuya Operacionalización de variables se presentan a continuación:

La operacionalización de variables dependientes e independientes

Tabla°1 Diagrama de operacionalización

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍNDICE	MÉTODO	TÉCNICA	
Independiente CANTONERA PARA CUCHARA DE EQUIPO DE ACARREO SCOOPTRAM DE 4.75 M³ DE CAPACIDAD	Calculo hidráulico	Calculo de presión.	- Presión interna. - Presión máxima de trabajo	Método lógico-deductivo Método analítico	Documental	
		Calculo de caudal	- Carga. - Capacidad.			
	Dimensionamiento de la plancha metálica	Planos de dimensión	- Volumen	Método lógico-deductivo Método analítico	Documental	
		Espesor	- Tipo y Longitud			
	Selección de material	abrazión	dureza	- (HRC)	Método lógico-deductivo Método analítico	Documental
			AWS d1.1	- (HV)		
Procesos de soldadura	ASME sección IX	- Espesor de soldadura, biselado	Método lógico-deductivo Método analítico	Documental		
Dependiente Reducción de costos de mantenimiento	Costo de repuestos	Precio de material	- dólar	Método inductivo	Documental	

Fuente: Elaboración propia

IV .DISEÑO METODOLOGICO

4.1 Tipo y diseño de la investigación

(Espinoza, 2011): “La tecnología tiene propósito aplicar el conocimiento para solucionar los diferentes problemas que beneficien a la sociedad”

Esto lleva a que esta investigación sea de tipo Tecnológica ya que aplicamos conocimientos de resistencia de materiales y dinámica de fluidos para reducir los costos de mantenimiento preventivo

(Espinoza, 2011): “Es un estudio con diseño de investigación descriptivo busca recoger información actualizada sobre el objeto de investigación, sirve para estudios de diagnóstico descriptivo, características, etc.

Esto lleva a que esta investigación es un diseño descriptivo simple .ya que para el diseño de la cantonera para cuchara de equipo de acarreo de 4.75 m³ de capacidad fue necesario la recolección de información para determinar la carga de trabajo y si poder solucionar el problema específico de reducción del costo de mantenimiento preventivo en la mina Santa Luisa.

.

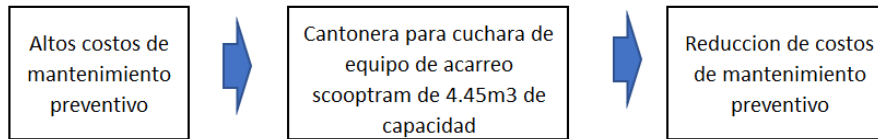
4.2 Método de la investigación

Las técnicas o métodos utilizados en el presente proyecto han sido los siguientes métodos:

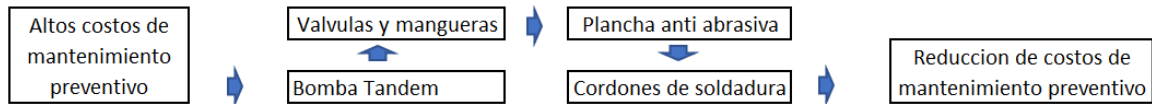
- Simulación en el programa Inventor de autodesk
- Calculo del sistema hidráulico
- Selección de material acorde con el tipo de investigación y condiciones de trabajo.
- Calculo de esfuerzo de las planchas metálicas
- Recopilación mediante libros de diferentes autores.

Grafico N°8 Diagrama de caja negra y blanca

Caja Negra



Caja Blanca



Fuente: Elaboración propia

4.3 Población y muestra

4.3.1 Población

La población está constituida por todos los equipos mineros que operan en el país y que utilizan el modelo scooptram de 4.75 m³ de capacidad.

4.3.2 Muestra

Equipo scooptram de acarreo en la mina Santa Luisa.

4.4 Lugar de Estudio y periodo desarrollado

El lugar de estudio es la mina Santa Luisa está ubicada en el distrito de Huallanca, provincia de Bolognesi, departamento de Ancash (Perú), a una altitud de 4000 msnm.

La comunidad del distrito de Huallanca dedicado a la crianza de ganado vacuno y ovino, está siendo golpeada por la contaminación minera desde hace 50 años.

4.5 Técnicas e instrumentación para la recolección de información

Para realizar el diseño de la cantonera se usara las técnicas e instrumentación de recolección de datos para la presente

Investigación fueron de tipo documental y empírica.

Técnica Empírica:

(Espinoza, 2011), la técnica empírica permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad.

Tabla N°2 Diagrama de técnica de recolección de datos

Técnica	Instrumento
Empírica	Entrevista
	Observación

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°3 Diagrama de técnica de recolección de datos

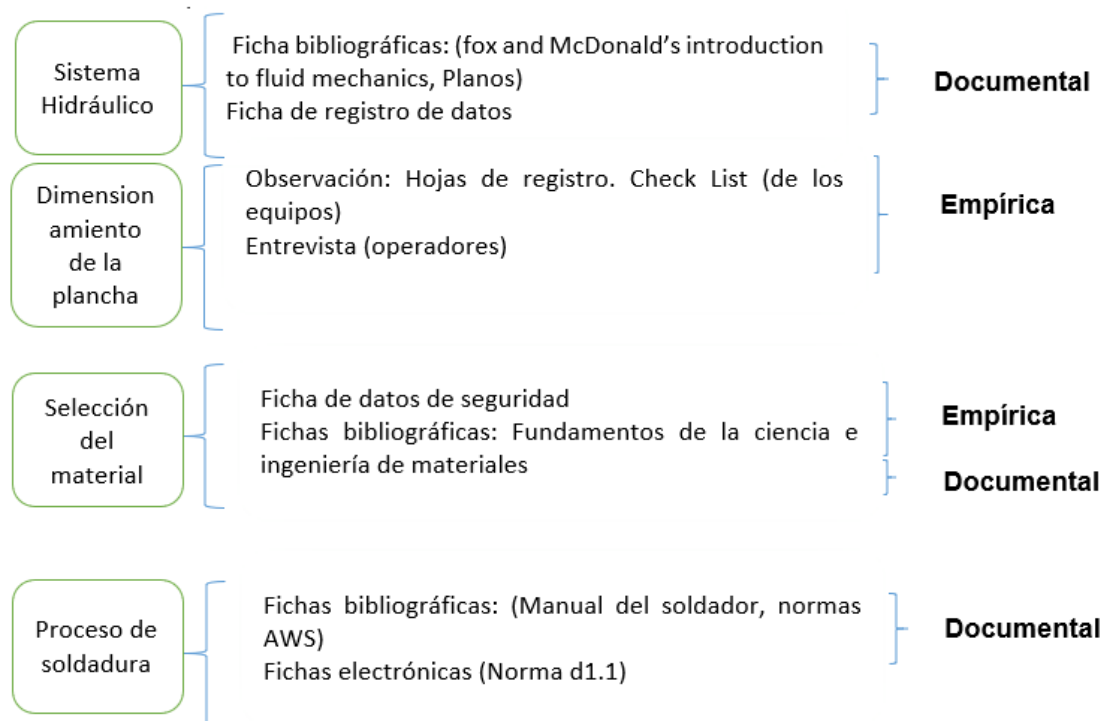
Técnica	Instrumento
Documental	Ficha electrónica
	Ficha hemerográfica
	Check list
	Fichas bibliográficas
	Fichas de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Técnica Documental:

(Espinoza, 2011), la técnica documental permite la recopilación de evidencias para demostrar las hipótesis de investigación

Tabla N°4 Diagrama de técnica de recolección de datos



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°5 Diagrama de Indicadores e Índices

DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍNDICE
Calculo hidráulico	Calculo de presión.	<ul style="list-style-type: none"> - Presión interna. - Presión máxima de trabajo
	Calculo de caudal	<ul style="list-style-type: none"> - Carga. - Capacidad.
Dimensionamiento de la plancha metálica	Planos de dimensión	- Volumen
	Espesor	- Tipo y Longitud
Selección de material	abrasión	- (HRC)
	dureza	- (HV)
Procesos de soldadura	AWS d1.1.	- Espesor de soldadura, biselado
	ASME sección IX	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°6 Diagrama de lista de requerimiento

Lista de Requerimientos		Fecha: 26/12/20	
Proyecto		:“DISEÑO DE CANTONERA PARA CUCHARA DE EQUIPO DE ACARREO-SCOOPTRAM DE 4.75M ³ DE CAPACIDAD PARA REDUCIR LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO EN LA MINA SANTA LUISA”	
N°	Deseo (D)	Descripción	Responsable
	Exigencia (E)		
Función Principal			
1	E	Elemento de desgaste de la cuchara que nos permite cargar y descargar material no compacto.	Juan de la Cruz. E
Costo			
2	E	El tiempo de duración de la cantonera no debe ser menor a 3100h de duración	Juan de la Cruz. E
3	E	El costo total de fabricación no debe exceder de \$7000	Juan de la Cruz. E
Diseño			
4	E	El peso de la cantonera no debe exceder de 800 kilos	Juan de la Cruz. E
5	E	La cantonera debe tener una fácil penetración con el material a acarrear	Juan de la Cruz. E
6	E	El proceso de soldadura nos debe dar un estabilidad de fijación de la cantonera a la base de la cuchara	Juan de la Cruz. E
7	D	El ángulo de ataque de la cantonera debe estar entre 1° a 2.5° (según especificaciones del fabricante)	Juan de la Cruz. E

Fuente: Elaboración propia

Grafico N°9 Ficha de equipo

COMPAÑIA MINERA SANTA LUISA S.A. HORA: 10:12:10
FICHA DE EQUIPOS PAGINA: 1
 DIVISION DE MANTENIMIENTO

EQUIPO: 054502 SCOOP CATERPILLAR R1600G N° 02 ESTADO: ACTIVO
 YD3:6.2

CLASE	45	SCOOPS CATERPILLAR	EQUIPO PADRE	054502		
PRIORIDAD	08	MODERADAMENTE CRITICO BAJO				
UBICACION	UBIC-05	EQUIPOS MINA				
FABRICANTE	05	CATERPILLAR				
PROVEEDOR						
SUPERVISOR	0570	COHAILA ACERO ROY ANTONIO	CC. REPUESTO	010105 ZONA DE EXPLOTACION		
VARIABLE	02	HORAS	CC. MANO DE OBRA	010105 ZONA DE EXPLOTACION		
GARANTIA			CC. MISCELANEOS	010105 ZONA DE EXPLOTACION		
CANT.AMPERE		MODEL R1600G	COSTO.INSTALACION	436000	UBL. ZONA	
CANT.VOLTAJE		SERIE H9PP00248	COSTO REEMPLAZO	436000	UBL. NIVEL	
AREA.AIRE		NO.ETIQUETA 054502	FEC.INSTALACION	18/10/2009	UBL. OTROS	
FASE.ELECTR.		VENCIMIENTO	FEC.COMPRAS	01/10/2009	POT. KW.	201
CANT.VATIOS		VIDA UTIL	FEC.RETIRO		POT. HP.	270

EL EQUIPO LLEGO A HUANZALA EL 28/09/07
 SERIE MOTOR : 7ZR23338
 SERIE EQUIPO : CATR1600H9PP00248
 MODELO MOTOR : 3176 CAT

Fuente: ERP Critrix de la mina Santa Luisa

Grafico N°10 Diagrama de control de horas de trabajo

CONTROL DE HORAS TRABAJADAS DE EQUIPOS MENSUALES 2020 HORA: 09:12:52
 AREA OPERATIVAS : TODAS , SUPERVISOR : TODOS , PAGINA: 1
 DIVISION DE MANTENIMIENTO

45 SCOOPS CATERPILLAR			AL - 2017	T.2018	T.2019	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	T.2020	TOTAL
054502	Scoop Caterpillar R	MOTOR DIESEL	35,911.00	2,426.00	2,813.00	.00	256.74	139.70	.00	.00	.00	196.94	142.69	304.17	208.96	310.92	146.32	1,708.44	42,858.00
054503	Scoop Caterpillar R	MOTOR DIESEL	32,679.00	3,476.00	1,904.00	264.91	290.15	114.15	3.06	23.87	23.10	306.99	147.80	164.18	255.00	297.91	170.00	2,061.94	40,121.00
054504	Scoop Caterpillar R	MOTOR DIESEL	31,532.00	3,738.00	3,483.00	176.62	13.00	47.20	.04	.31	.30	261.37	141.25	311.54	245.64	114.70	155.20	1,500.59	40,281.00
054505	Scoop Caterpillar R	MOTOR DIESEL	13,621.00	3,604.00	3,269.00	336.23	314.06	140.60	2.72	21.08	20.40	342.04	228.18	324.24	58.06	332.40	143.99	2,264.00	22,758.00
054506	Scoop Cat R1600R	MOTOR DIESEL	10,791.00	3,642.00	3,298.00	300.99	310.96	136.55	1.80	13.95	13.50	317.69	214.29	315.12	89.39	288.09	76.10	2,876.48	18,809.00
						1078.74	1184.9	578.2	7.54	59.21	57.3	1427.03	874.21	1419.55	860.85	1344.02	721.72	9,613.37	

Fuente: ERP Critrix de la mina Santa Luisa

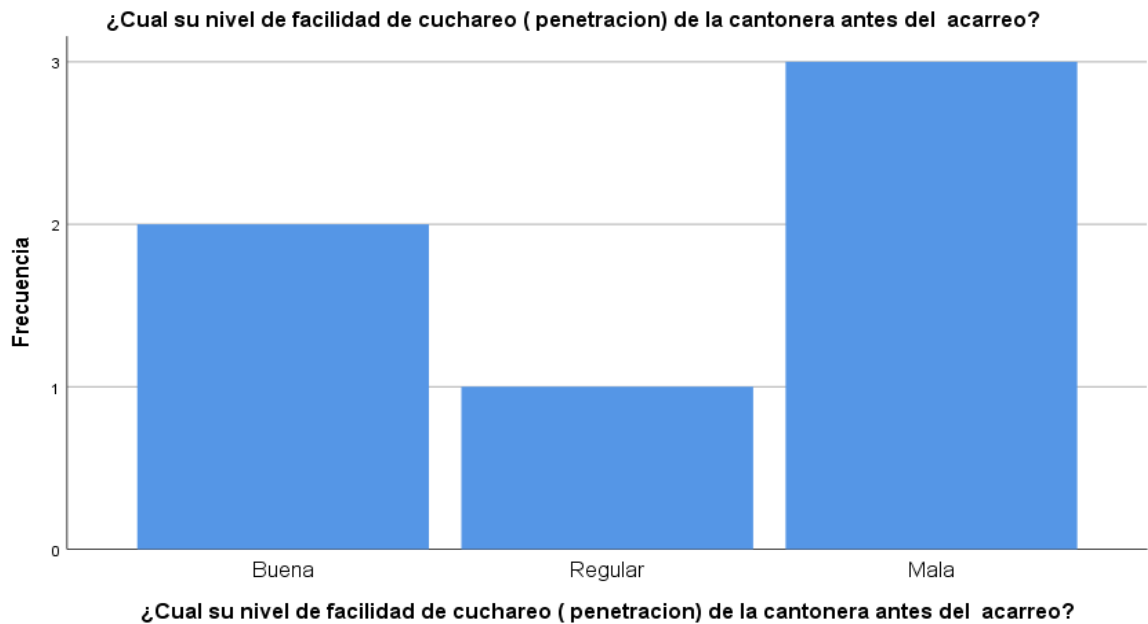
Gráfico N°11 Entrevista a operadores

Entrevista.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

	Nombre	Tipo	...	Deci...	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas
1	Experiencia	Numérico	8	0	¿Cuántos años de experiencia tiene operando equipos scootram?	Ninguno	Ninguno	11
2	Satisfacción	Numérico	8	0	¿Cuál es el nivel de facilidad que le da la cantonera durante la descarga?	{1, Buena}...	Ninguno	11
3	Operación	Numérico	8	0	¿Cuál su nivel de facilidad de cuchareo (penetración) de la cantonera antes del acarreo?	{1, Buena}...	Ninguno	11

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N°12 Entrevista a operadores



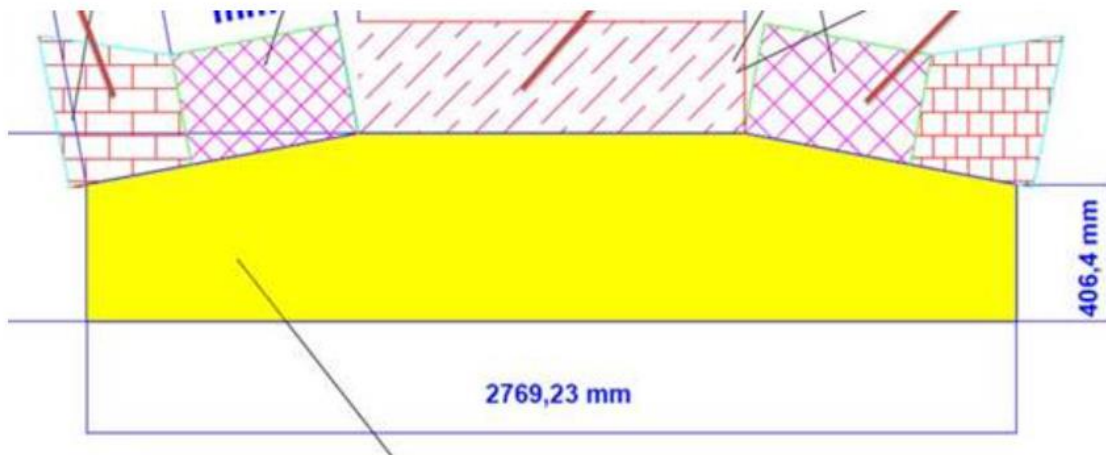
Fuente: Elaboración propia

Diseño preliminar

Como diseño preliminar se realizó un plano como base

Fuente: Elaboración propia

Grafico N°14 Área de alojamiento de la cantonera



Fuente: Elaboración propia

Tabla N°7 Materiales a utilizar

Materiales	Unidad medida	Cantidad
Plancha K700 (DIN X120 Mn 12)	UND	3
Electrodo inox 106 1/8 " (DIN 8556)	KG	5
Electrodo Supercito 1/8" (AWS-E-7018)	KG	5
Electrodo Supercito 5/32" (AWS-E-7018)	KG	5
Electrodo Supercito 1/4" (AWS-E-7018)	KG	5
Disco de desbaste de 7"	UND	5

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°8 Diagrama morfológico

Funciones Parciales	Portadores de funciones		
	1	2	3
Tipo de Material	 <p>Plancha T1 de 450 HB</p>	 <p>Plancha antia brasiva</p>	
Uniones			
Perfil delantero	 <p>Producto</p>		

Fuente: Elaboración propia

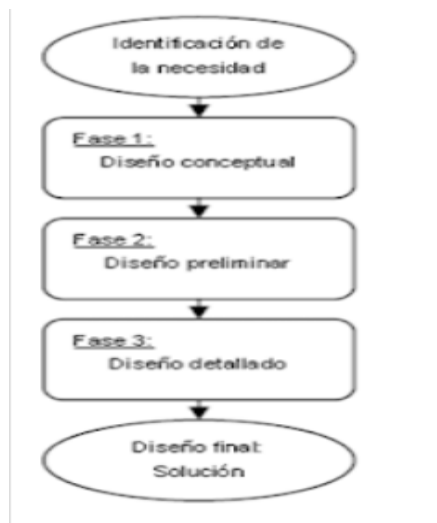
4.6 Análisis y procesamiento de datos.

En base a las estadísticas de costos, se detectó el problema y se solucionó haciendo un diseño apropiado de la cantonera para alargar el intervalo de cambio.

Para comenzar el cálculo tenemos que hallar la presión del actuador hidráulico de levante

Aplicamos Bernoulli desde la salida de la bomba hasta el actuador hidráulico

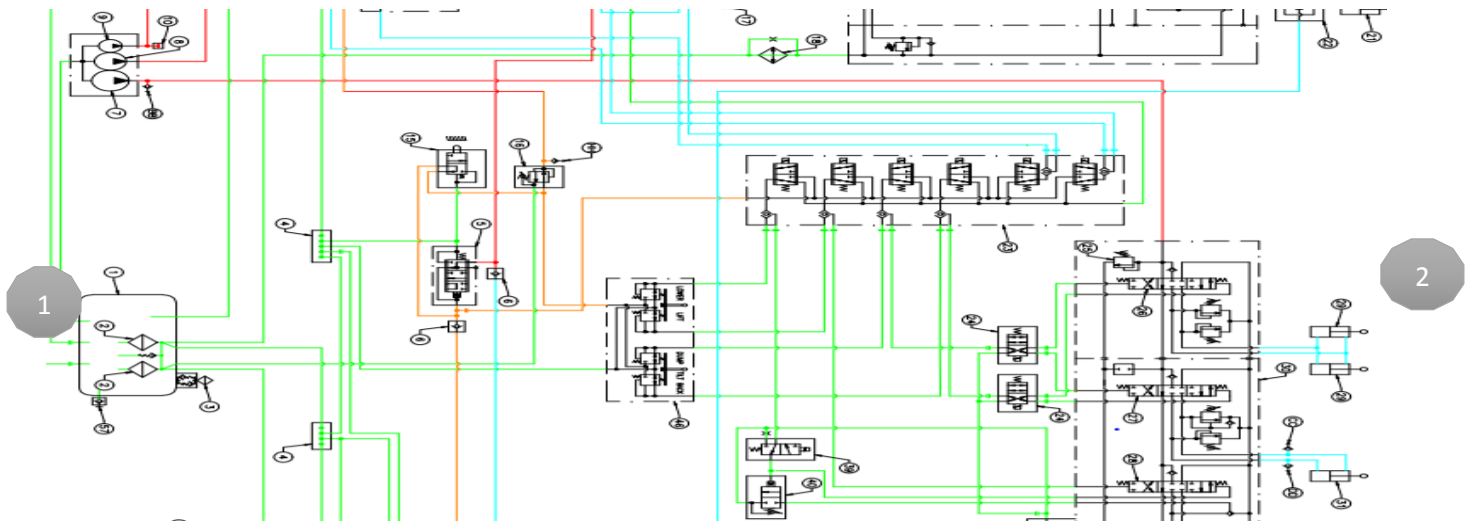
Grafico N°17 Línea de procesos



Fuente: Modelo y diseño mecánica

Comenzamos realizando los cálculos hidráulicos desde el punto de succión del tanque hidráulico (1) hasta los actuadores hidráulicos de levante (2), esto nos permitirá saber la fuerza de cada pistón y así poder seleccionar el espesor de la plancha de la cantonera

Gráfico N°18 Plano hidráulico



Fuente: Manual Caterpillar

Fórmula General

Ecuación de la Energía:

$$\frac{P_1}{\delta} + Z_1 + \frac{(V_1)^2}{2g} + h_a - h_R - h_L = \frac{P_2}{\delta} + Z_2 + \frac{(V_2)^2}{2g} \quad (1)$$

Donde:

P_1 : Presión en el punto 1 (P_a)

δ : Densidad específica ($\frac{kg}{m^3}$)

Z_1 : Altura en punto de succión (m)

V_1 : Velocidad en el punto de succión ($\frac{m}{s^2}$)

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

h_a : Altura de la Bomba (m)

h_R : Altura relativa (m)

h_L : Pérdidas primarias (Punto de Succión) y secundarias (Punto de Descarga) (m)

P_2 : Presión en el punto 2 (P_a)

Z_2 : Altura en un punto de descarga (m)

V_2 : Velocidad en el punto de descarga ($\frac{m}{s}$)

Ecuación de Altura de la Bomba:

$$h_a = \frac{\delta Q}{P_A} \quad (2)$$

Donde:

P_A : Potencia de la bomba (Kw.)

Q : Caudal ($\frac{m^3}{s}$)

Según la placa de la bomba tándem nos da su caudal (Gpm):

$$50 \text{ Gpm} = 0.0037884 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Para el transporte del fluido se usa manguera hidráulica R12

Tabla N°9 Valores de manguera R12

DIAMETRO NOMINAL		DIAMETRO INTERNO	DIAMETRO EXTERNO	PRESION MAX. DE TRABAJO
(mm)	(pulg)	(mm)	(mm)	(psi)
6	1/4	6,4	13,4	2750
8	5/16	7,9	15	2500
10	3/8	9,5	17,4	2250
13	1/2	12,7	20,6	2000
16	5/8	15,9	23,7	1500
19	3/4	19	27,7	1250
25	1	25,4	35,6	1000
32	1 1/4	31,8	43,5	625
38	1 1/2	38,1	50,6	500
50	2	50,8	64	375

Fuente: Manual de Roatsa

Con el caudal y el diámetro interior calculamos la velocidad media

$\phi = 25,4 \text{ mm.}$ convierto a 0.0254 m.

$$v = \frac{M_v}{\frac{\pi(\Delta)^2}{4}} = \frac{0.0037884 \text{ m}^3/\text{s}}{(3.1416) \times \frac{(0.0254)^2}{4}} = 7.47 \text{ m/s}$$

El fluido hidráulico con que se trabaja es un SAE 10W

Tabla de mobil:

v cinemática = $36,7 \text{ cst} = 3,67 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

Tabla N°10 Tabla de datos técnicos del aceite



CARACTERÍSTICAS TÍPICAS					
Mobiltrans Serie HD	Método de Prueba	10W	30	50	60
Grado SAE		10W	30	50	60
Gravedad específica, Kg/Lt @ 15°C	ASTM D-4052	0,8841	0,8829	0,9056	0,9105
Viscosidad, cSt @ 40°C	ASTM D-445	36,7	97,7	210	340

Fuente: Manual Lubricante Mobil

Ya obtenido la viscosidad cinemática y velocidad media

Hallamos el Reynolds

$$Re = \frac{Dv}{\nu} = \frac{(0,0254)m \times (7,49)m/s}{(3,67 \times 10^{-5})m^2/s} = 5176,89$$

Por ser turbulento F depende de Re y varía excesivamente con la rugosidad relativa E/D.

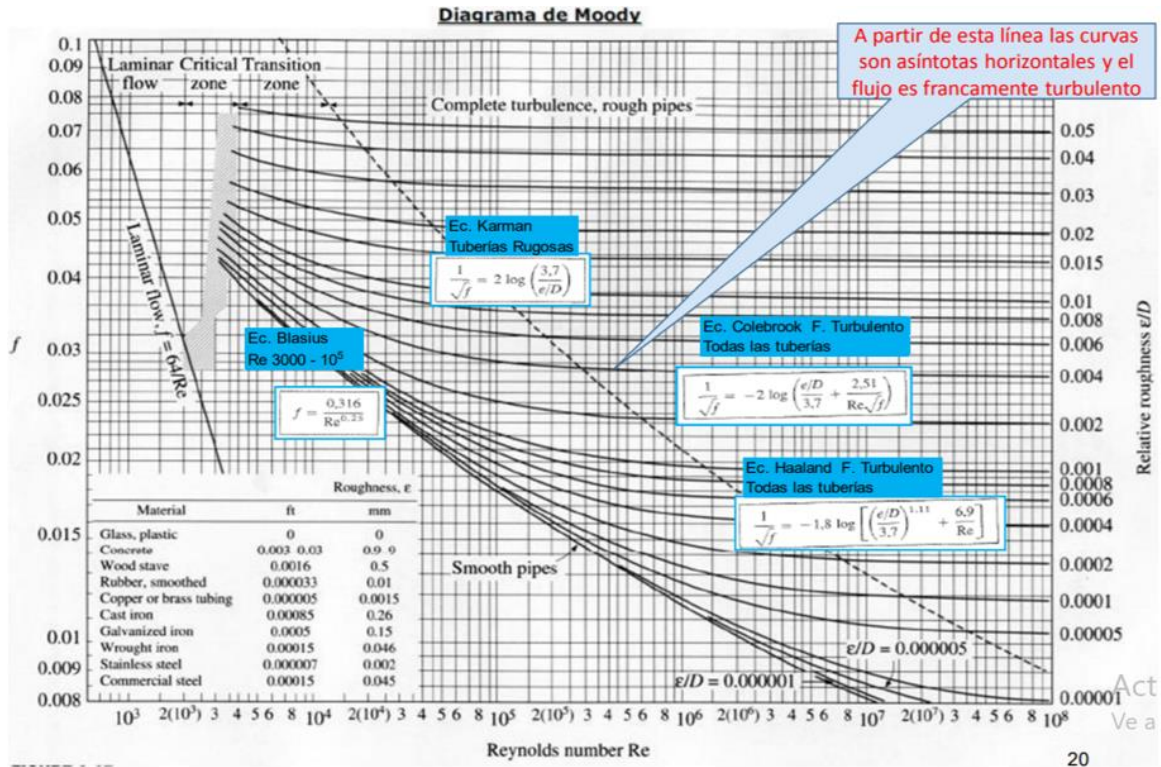
Hallamos "F" de fricción según tabla E(mm)= 0,01

$$\text{Sabemos } \frac{E}{D} = \frac{0,01}{25,4} = 0,000393700787 \geq 0,000001$$

F (Re, $\frac{E}{D}$) aplicamos la fórmula de swanee

$$F = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{E}{3,7} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2} = 0,037924$$

El cual podemos corroborar con el diagrama de Moody



En un fluido de tanque en reposo, se desprecia los siguientes términos:

$$\frac{P_1}{\delta} = 0$$

$$\frac{(V_1)^2}{2g} = 0$$

$$h_R = 0$$

Entonces, reemplazando en la ecuación los valores nulos.

Reemplazamos (2) en (1):

$$\frac{\delta Q}{P_A} - h_L = \frac{P_2}{\delta} + \underbrace{(Z_2 - Z_1)}_{\Delta Z} + \frac{(V_2)^2}{2g}$$

ΔZ

$$\frac{\delta Q}{P_A} - [(h_{may} + h_{men})_s + (h_{may} + h_{men})_d] = \frac{P_2}{\delta} + \Delta Z + \frac{(V_2)^2}{2g}$$

$$\frac{\delta Q}{P_A} - \left[\underbrace{\left(f \frac{L V_s^2}{D 2g} + \sum k \frac{V_s^2}{2g} \right)}_{\text{"a"}} + \underbrace{\left(f \frac{L V_d^2}{D 2g} + \sum k \frac{V_d^2}{2g} \right)}_{\text{"b"}} \right] = \frac{P_2}{\delta} + \Delta Z + \frac{(V_2)^2}{2g}$$

Hallamos las pérdidas de succión y descarga:

Sabemos que:

$$f = 0.037924$$

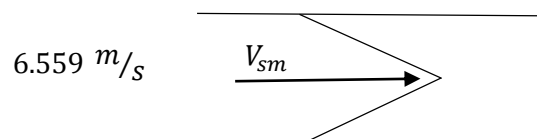
Hallamos las pérdidas en la succión y descarga:

- Succión $\{D = 85.75 \text{ mm}\}$

$$\dot{V} = \pi \frac{D^2}{4} \times V_s$$

$$V_{sm} = \frac{\dot{V} 4}{\pi D^2} = 0.037884 \text{ m}^3/\text{s} \times \frac{4}{(\pi)(0.08575\text{m})^2}$$

$$V_{sm} = 6,559 \text{ m/s}$$



Reemplazamos V_s en "a":

$$a = \frac{(0.037924 \times 1.5 \text{ m} \times (0.6559 \text{ m/s})^2)}{(0.08575 \text{ m}) \times 2 \times (9.81 \text{ m/s}^2)} + 0.9 \times \frac{(0.6559 \text{ m/s})^2}{2 \times 9.81 \text{ m}}$$

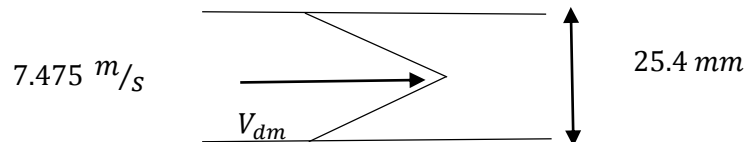
$$a = 0.034 \text{ m}$$

- Descarga $\{D = 25.4 \text{ mm}\}$

Hallamos V_{dm} :

$$V_{dm} = \frac{0.0037884 \text{ m}^3/\text{s} \times 4}{3.1416 \times (0.0254 \text{ m/s})^2}$$

$$V_{dm} = 7.475 \text{ m/s}$$



Reemplazamos V_{dm} en "b":

$$b = \frac{(0.037924 \times 2 \text{ m} \times (7.475 \text{ m/s})^2)}{(0.0254 \text{ m}) \times 2 \times (9.81 \text{ m/s}^2)} + \frac{7.3 \times (7.475 \text{ m/s})^2}{2 \times 9.81 \text{ m/s}^2}$$

$$b = 29.289 \text{ m}$$

Entonces las pérdidas de succión y descarga ("a" + "b") es:

$$a + b = 29.323 \text{ m}$$

Reemplazamos en la ecuación de Bernoulli:

$$ha - 29.323\text{m} = \frac{P_2}{\delta} + 0.5\text{m}$$

De ficha técnica sacamos datos de la bomba tándem y reemplazamos en la ecuación:

$$ha \cdot Q \cdot \gamma = Pb$$

- P_b es la potencia teórica de la bomba (en Vatios; 1 Hp = 745.7 Vatios)
- ρ es la densidad del fluido (1,000 kg/m³ en el caso del agua)
- g es la aceleración de la gravedad (generalmente se adopta: 9.81 m/s²)
- γ es el peso específico del fluido
- Q es el caudal (m³/s)

$$658.49 - 29.323\text{m} = \frac{P_2}{\delta} + 0.5\text{m}$$

$$6050074.17 \text{ Pa} = \frac{P_2}{1}$$

Después de hallar la presión en el actuador hidráulico procedemos a hallar la fuerza del pistón.

Diámetro del vástago del pistón de levante: 0.1016 m

$$6050074.17 \text{ Pa} = \frac{F}{A}$$

$$F = 49050 \text{ N}$$

La fuerza hallada es en cada vástago dándonos una fuerza total de levante de 98100 N.

Según las especificaciones del fabricante el peso total es de 9000 kg dando un margen de **1000kg** de tolerancia para cargas adicionales.

Teniendo la limitación procedemos a seleccionar el material. Utilizamos plancha anti abrasiva K700 del distribuidor bohler

Grafico N°21 Tabla de datos técnicos de acero K700

BÖHLER K700

CHRONOS, PLANCHA ANTI-IMPACTO

DIN : X 120 Mn 12

W N°: 1.3401



Tipo de aleación promedio :	C 1,23 Mn 12,5 Si 0,4 %
Color de identificación :	Amarillo - verde.
Estado de suministro :	Apagado (aprox. 200 HB)

Acero especial duro al manganeso, muy antiabrasivo, de estructura austenítica, no magnético. Muy alta resistencia a la ruptura, también en altísimas exigencias de golpe.

BÖHLER CHRONOS compacta y endurece en el trabajo al recibir golpes o presión, así tratado puede lograrse el rendimiento máximo, dado que el endurecimiento en frío es condición primordial para la resistencia al desgaste.

APLICACIONES: En planchas para tolvas de camiones para mineral, silos, embudos para graneros, resbaladeras para concreto y mineral, martillos de molino, para patines de transporte de caña, confección de cajas fuertes. En piezas fundidas: elementos para trituradoras, muelas, mandíbulas, anillos y conos quebrantadores, etc. (ver pág. 35).

Fuente: Aceros Bohler

Después de tener la presión de levante del actuador y el material a seleccionar pasaremos a dimensionar y realizar el cálculo de resistencia de la soldadura.

Para el caso de las soldaduras a tope, el nuevo Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE) o la anterior NBE EA-95, especifica que estas soldaduras, si son realizadas correctamente, esto es, ejecutadas continuas en toda su longitud y a penetración total, entonces no requieren cálculo alguno.

Respecto a la soldadura de filete:

Hallamos centroide:

$$\bar{x} = \frac{\sum li \bar{X}_i}{\sum li} = \frac{(400 \times 0) + (400 \times 2700)}{800 \text{ mm}}$$

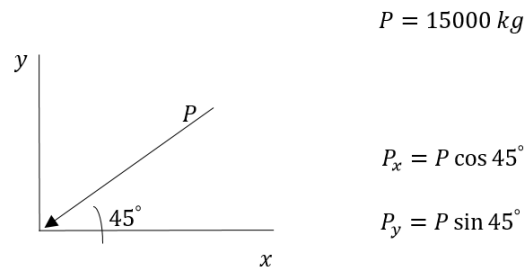
$$\bar{x} = 1350 \text{ mm}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum li \bar{y}_i}{\sum li} = \frac{(400 \times 600) + (400 \times 600)}{800}$$

$$\bar{y} = 600 \text{ mm}$$

$$\bar{x}\bar{y} = (1350 \text{ mm})(600 \text{ mm})$$

Trasladar la fuerza al centroide:



$$P_x = (15\ 000 \text{ kg}) \cos 45^\circ = 10\ 606.60 \text{ kg}$$

$$P_y = P \sin 45^\circ$$

$$P_y = (15\ 000 \text{ kg}) \sin 45^\circ = 10\ 606.60 \text{ kg}$$

$$\vec{r} = (270 \text{ cm} - 135 \text{ cm}; 0 - 60; 0)$$


$$\vec{r} = (135 \text{ cm}; 0 - 60; 0)$$

$$\vec{P} = (10\ 606.60; 10\ 606.60; 0)$$

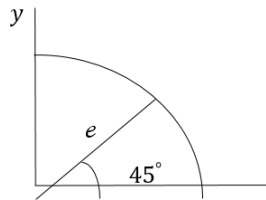
$$M = \vec{r} \times \vec{P}$$

$$M = \begin{vmatrix} i & j & k \\ 135 & -60 & 0 \\ 10\ 606.60 & 10\ 606.60 & 0 \\ 0 & 0 & 20\ 688\ 287 \end{vmatrix}$$

$$M_z = 20\ 688\ 287 \text{ [kg} \times \text{cm]} \quad \textit{Total de magnitud en el eje "z"}$$

 *antihorario*

Calculo de propiedades Geométricas:



$$e \text{ sold} = 1 \text{ [cm]}$$

$$f = \cos 45^\circ (e \text{ sold}) = 0.707 \text{ [cm]}$$

$$A = f ZL = 0.707 (40 \text{ cm} + 40 \text{ cm})$$

$$A = 56.56 \text{ [cm}^2\text{]}$$

Usamos teorema de Steiner:

$$I_x = I_{ox} + A_x dy^2$$

$$^x I_y = I_{oy} + A_x dx^2$$

$$I = I_c + M h^2$$

$I =$ momento inercia del cuerpo

$I_c =$ momento inercia relativo a su centroide

$M =$ masa del cuerpo

$h =$ distancia entre los ejes

En "x" :

$$I_{x1} = \frac{1}{12} (0.707 \text{ cm} \times (40 \text{ cm})^3) + (0.707 \times 40 \text{ cm})(135)$$

$$I_{x1} = 7\,588.466 \text{ cm}^4$$

$$I_{x2} = \frac{1}{12}(0.707 \text{ cm} \times (40 \text{ cm})^3) + (0.707 \times 40 \text{ cm})(270 - 135) = 7\,588.466 \text{ cm}^4$$

$$I_{x2} = 7\,588.466 \text{ cm}^4$$

En "y" :

$$I_{y1} = \frac{1}{12}(0.707 \text{ cm})^3(40 \text{ cm}) + (40 \times 0.707)(0)$$

$$I_{y1} = 1.177 \text{ cm}^4$$

$$I_{y2} = \frac{1}{12}(0.707 \text{ cm})^3(40 \text{ cm}) + 0$$

$$I_{y2} = 1.177 \text{ cm}^4$$

$$\sum I_{xi} = 15\,176.9 \text{ cm}^4$$

$$\sum I_{yi} = 2.354 \text{ cm}^4$$

$$I_z = I_x + I_y = 15\,179.254 \text{ cm}^4$$

Calculo del efecto de la fuerza

$$\vartheta = \frac{F}{A}$$

$$\vartheta'_x = \frac{F_x}{A} = \frac{10\,606.60\text{ kg}}{56.56\text{ cm}^2} = 187.52 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

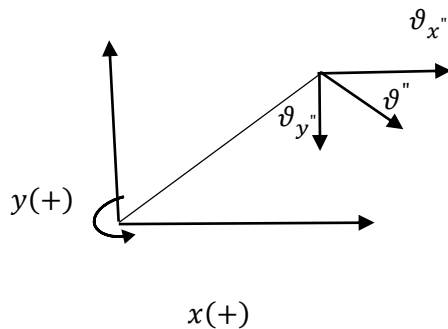
$$\vartheta'_y = \frac{F_y}{A} = \frac{10\,606.60\text{ kg}}{56.56\text{ cm}^2} = 187.52 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

$$\vartheta'_z = \frac{F_z}{A} = \frac{0}{56.56} = 0 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

Hallamos esfuerzos por momento M

$$\vartheta_{x''} = \frac{M_z Y}{I_z}$$

$$\vartheta_{y''} = \frac{M_z X}{I_z}$$



$$\frac{M_z}{I_z} = \frac{2\,068\,287\text{ [kg.cm]}}{15\,179.254\text{ [kg.cm}^4\text{]}} = 136.257 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

$$\vartheta_{x''} = (+)136.257 (y)$$

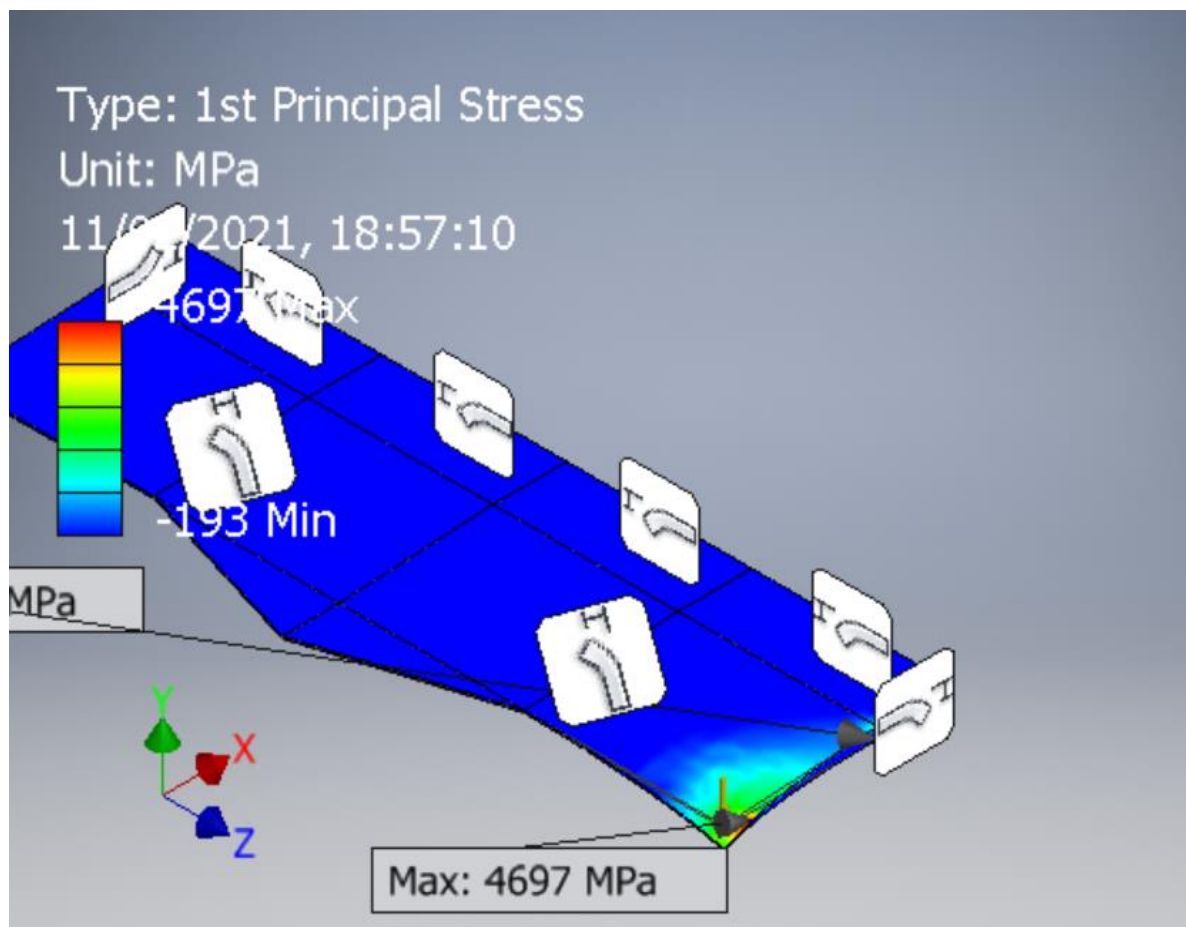
$$\vartheta_{y''} = (-)136.257 (x)$$

Para validar los cálculos se simuló el esfuerzo con el software Autodesk Inventor

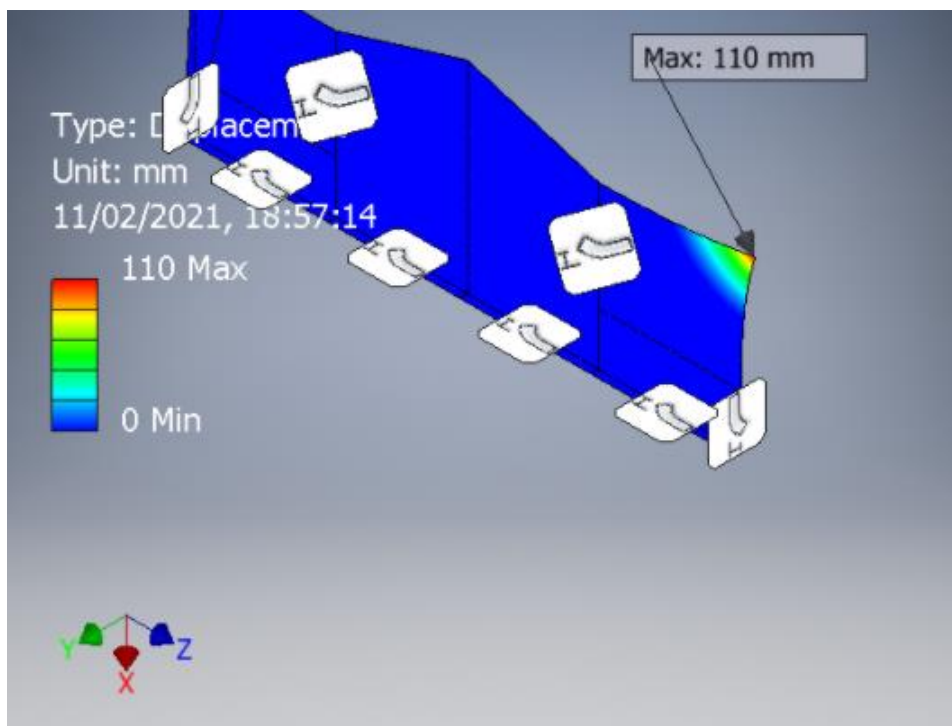
☐ Result Summary

Name	Minimum	Maximum
Volume	61249900 mm ³	
Mass	480.812 kg	
Von Mises Stress	0.0517925 MPa	4584.53 MPa
1st Principal Stress	-193.09 MPa	4697.05 MPa
3rd Principal Stress	-4518.45 MPa	345.769 MPa
Displacement	0 mm	110.028 mm
Safety Factor	0.0763437 ul	15 ul
Stress XX	-3728.49 MPa	3780.94 MPa
Stress XY	-229.693 MPa	1038.61 MPa
Stress XZ	-2033.05 MPa	2047.12 MPa
Stress YY	-330.24 MPa	643.54 MPa
Stress YZ	-987.518 MPa	451.509 MPa
Stress ZZ	-1127.59 MPa	1214.74 MPa
X Displacement	-1.23452 mm	5.41905 mm
Y Displacement	-109.9 mm	1.79168 mm
Z Displacement	-1.59645 mm	1.46095 mm
Equivalent Strain	0.000000137917 ul	0.0201487 ul
1st Principal Strain	0.0000000121402 ul	0.0228555 ul
3rd Principal Strain	-0.0226041 ul	0.00000311881 ul
Strain XX	-0.0169981 ul	0.0169466 ul
Strain XY	-0.00148152 ul	0.00669905 ul
Strain XZ	-0.0131132 ul	0.0132039 ul
Strain YY	-0.0062797 ul	0.00679543 ul
Strain YZ	-0.00636949 ul	0.00291223 ul
Strain ZZ	-0.00426623 ul	0.0036623 ul
Contact Pressure	0 MPa	4187.22 MPa
Contact Pressure X	-3277.9 MPa	2412.63 MPa
Contact Pressure Y	-1032.66 MPa	332.097 MPa
Contact Pressure Z	-2392.04 MPa	1677.56 MPa

Se observa que la con la presión de 4697Mpa el material anti abrasivo llegaría a la rotura. (Esto supera las presiones máximas en operación)

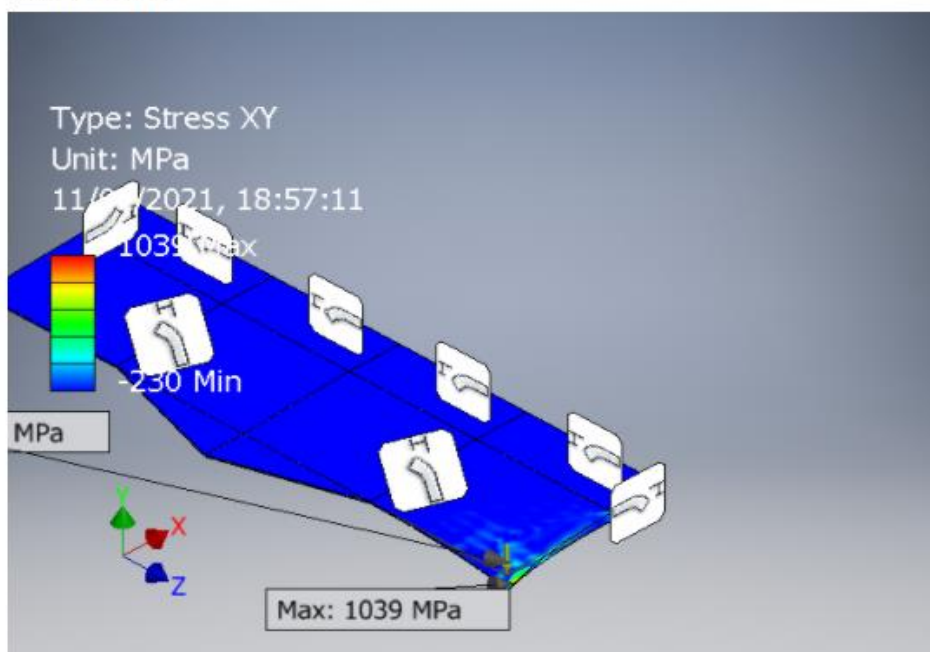


La deformación máxima según la carga establecida solo llegaría a deforma la plancha en 110mm

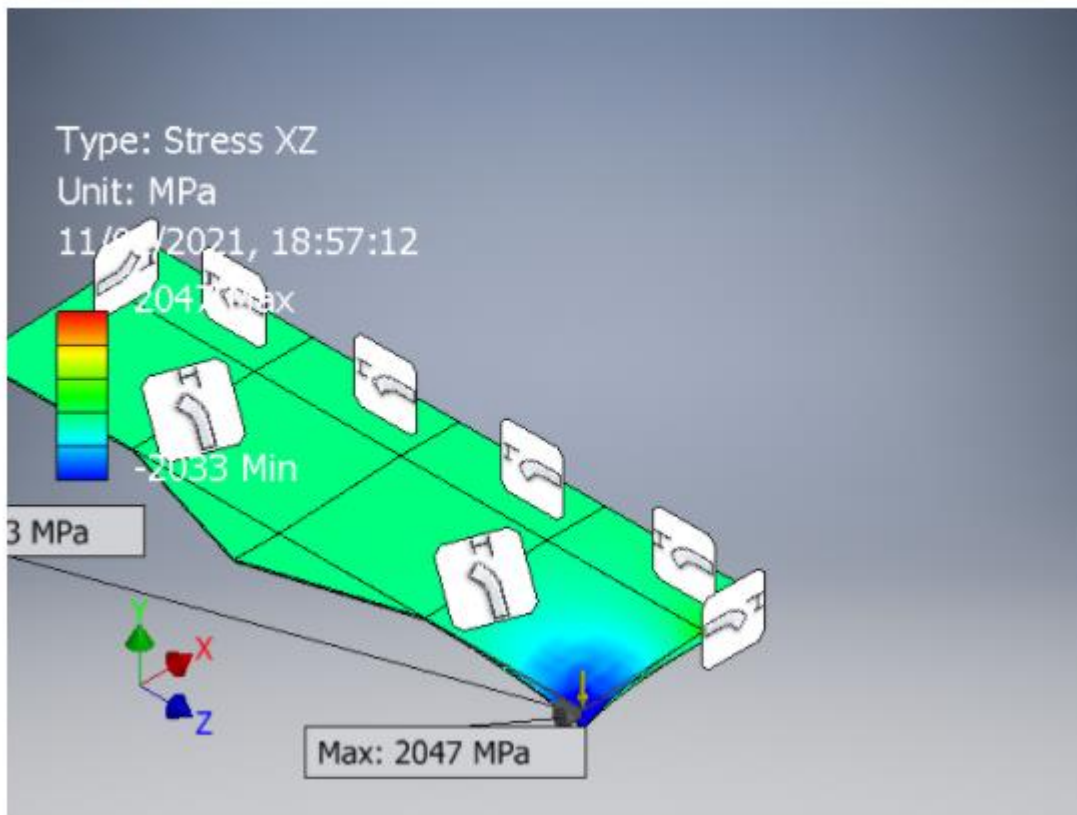


Posteriormente se hizo el análisis en los planos respectivos.

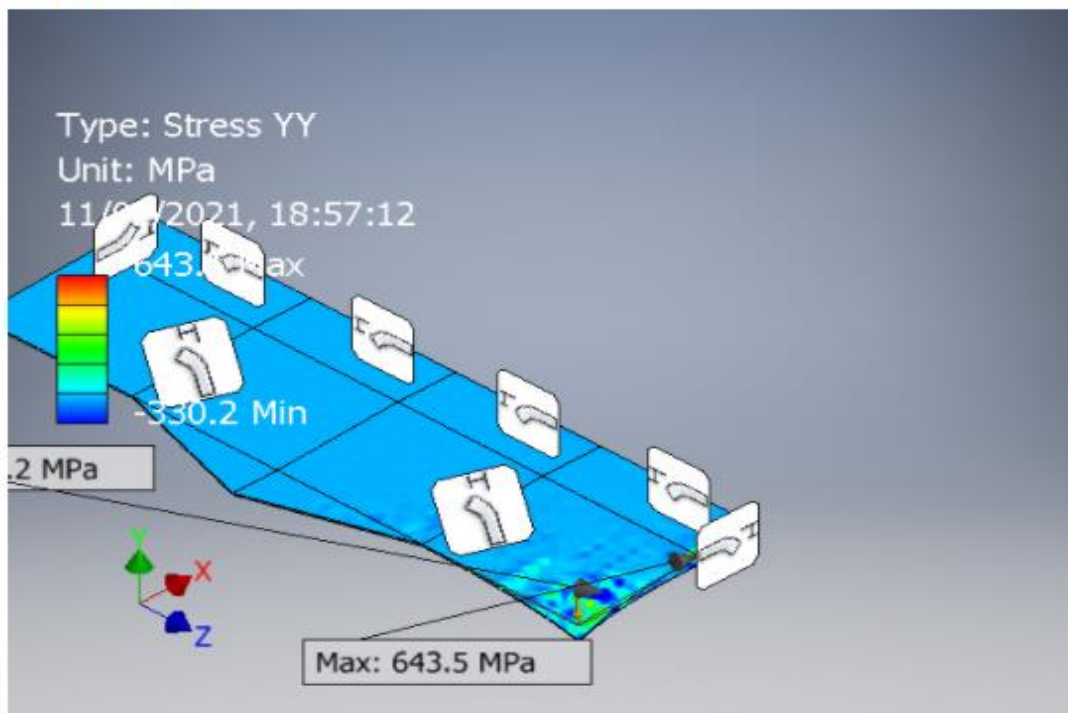
☐ Stress XY



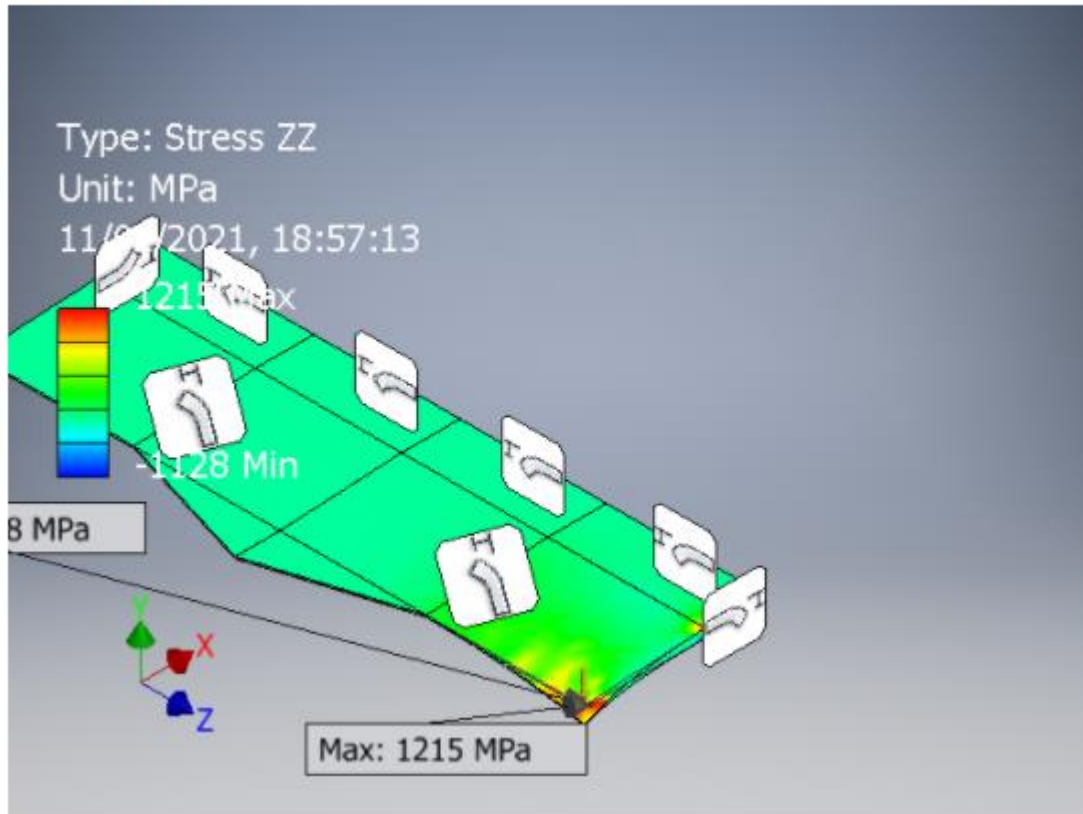
☐ Stress XZ



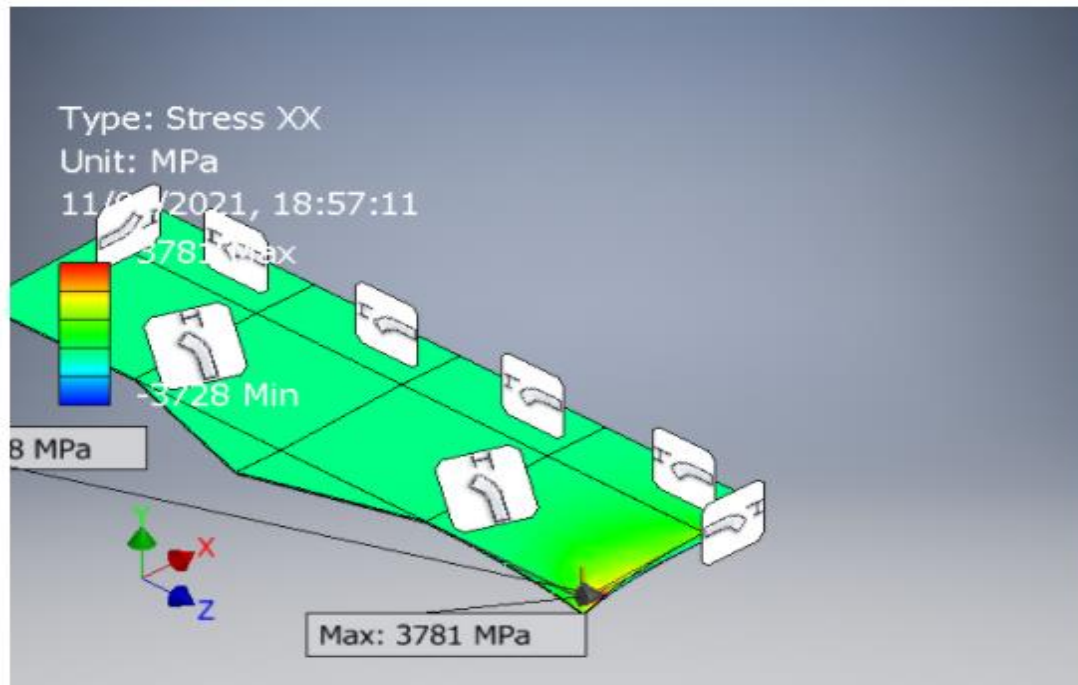
☐ Stress YY



☐ Stress ZZ



☐ Stress XX



Teniendo ya simulación que validan los cálculos procedemos a realizar los cálculos de los cordones a utilizar

Usaremos bisel en V

Siendo el espesor de la plancha anti abrasiva de 1 1/2", usamos como pase de raíz. Electrodo inox 106 1/8 "y seguido el supercito 7018, dando un total de 7 pasadas.

V. RESULTADOS

Según las hipótesis planteadas se logró realizar el diseño de cantonera validado mediante el software autodesk inventor, el cálculo hidráulico nos permitió determinar el espesor de la cantonera, con una masa de 480.812kg (siendo el máximo permitido de 1000kg). Los esfuerzos durante la operación no afectarían a la plancha anti abrasiva, los cordones de soldadura nos permitieron una fijación estable de la cantonera a la cuchara de scooptram.

Se Realizó un comparativo entre el costo de mantenimiento por cambio de cantonera original y el nuevo diseño se aprecia una reducción significativa.

Inicial donde incluye el lucro cesante del equipo.

Ítem	Costo (S/)
1 cambio	13133
2 cambio	1300.34
3 cambio	1298.56
4 cambio	1299.98
5 cambio	13033.4
6 cambio	13111.56
7 cambio	1340.01
8 cambio	12809.34
9 cambio	12900.34
10 cambio	12993.5

Antes de la
implementación

S/ 12,854.84

$$Media(X) = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Después del diseño

Ítem	Costo (S/) de la cantonera original	Costo (S/) con la nueva cantonera diseñada	% Ahorro
1 Cambio	13133	8569.95	35%
2 Cambio	13010.34	8566.95	34%
3 Cambio	12981.56	9066.95	30%
4 Cambio	12991.98	8566.95	34%
5 Cambio	13033.4	8599.95	34%
6 Cambio	13111.56	8566.95	35%
7 Cambio	13401.01	8666.95	35%
8 Cambio	12809.34	8576.95	33%
9 Cambio	12900.34	8567.95	34%
10 Cambio	12993.5	8356.95	36%

Determinamos el
porcentaje de ahorro

$\% \text{ de ahorro} = (x_i - \text{costo actual}) / x_i$

entonces:

% de
ahorro: 35%

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contratación y demostración de la hipótesis de los resultados

Hipótesis	Resultados
H.G: Calculo de cantonera para para cuchara de equipo de acarreo-scooptram de 4.75 m ³ de capacidad para reducir los costos de mantenimiento preventivo en la mina Santa Luisa.	Como consecuencia de las hipótesis general planteada se prolongó el cambio de la cantonera y en cada cambio se redujo los costos del material que trajo como consecuencia una reducción de costos en el mantenimiento preventivo
H.E.1: La presión del actuador hidráulico determinado servirá para el levante de la cuchara equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m ³ de capacidad.	El cálculo de la presión en el actuador hidráulico de levante nos permitió seleccionar el espesor óptimo de la plancha anti abrasiva.
H.E.2: Determinar las dimensiones específicas de la cantonera de equipo de acarreo scooptram de 4.75 m ³ de capacidad.	Se dimensiono la cantonera aumentando el área de frontal para así disminuir el esfuerzo en la penetración.
HE.3 Seleccionar el material adecuado para la cantonera de la cuchara de equipo de acarreo scooptram de 4.75 m ³ de capacidad.	Según las condiciones selecciono una plancha anti abrasiva K700 que en su composición tiene alto porcentaje de manganeso, material de fabricación nacional.
HE.4: Soldar de acuerdo a normas AWS la cantonera a la cuchara de equipo de acarreo scooptram de 4.75 m ³ de capacidad.	Se determinó el número de pasadas y el tipo de electrodo para el pase de raíz y acabado que nos permitan fijar la cantonera a la estructura de la cuchara.

6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares.

Una vez expuesto los resultados obtenidos en el capítulo anterior, se presenta a continuación el análisis de los resultados de forma comparativa entre la cantonera original y el nuevo diseño.

Se concluyó que a prolongar el cambio con el nuevo diseño se obtiene un ahorro de **35%** en los costos de mantenimiento preventivo.

6.3 Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes:

Yo : Juan Moisés De la cruz Encarnación declaro que el contenido de esta tesis es de mi auditoria y es un documento original desarrollado de acuerdo mi especialidad y no es copia de un documento existente, de acuerdo al artículo del reglamento de grados y títulos, asumo mi responsabilidad en caso que se demuestre lo contrario.

CONCLUSIONES

De acuerdo a las normativas vigentes y aplicando el criterio científico se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Se concluye se puede diseñar una cantonera para cuchara de equipo de acarreo de menor costo cambiando de materiales con otros más económicos pero que tengan la misma o mayor resistencia a la abrasión.
2. Se logró innovar y mejorar el diseño original aplicando conocimientos de tecnología de los materiales.
3. Es posible disminuir la dependencia tecnológica del extranjero en lo concerniente a este tipo de equipos de acarreo de materiales.
4. Se demostró que es factible realizar un proyecto de investigación de alta tecnología a un costo muy reducido
5. Se demuestra que es factible prescindir a futuro de la importación de materiales originales, adaptando los materiales existentes en el mercado nacional.

RECOMENDACION

1. se recomienda seguir investigando sobre este tema a fin de reducir costos de operación y mantenimiento.
2. se recomienda desarrollar una planta metalúrgica de aceros especiales para usos específicos a fin de incrementar el desarrollo industrial nacional en este tema
3. se recomienda la creación del ministerio de ciencia tecnología e innovación tecnológica a fin de desarrollar y financiar proyecto de investigación tecnológico
4. Se recomienda tomar esta tesis como base para desarrollar otra tesis de aplicación tecnológica sobre este tema y disminuir la dependencia tecnología del extranjero.

VII.REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

bonilla, Willians. *Estatica.*

Budynas, Richard G. 2011. *Diseno en ingenieria mecanica de Shigley.* Mexico : s.n., 2011.

Di Cola, Americo. 2019. *2Diseño y calculo de un acoplado tolva autodescargable de 45000L".* Cordoba : s.n., 2019.

Espinoza, Ciro. 2011. *Metodología de la Investigación Tecnológica.* . 2011.

Ferreyros. 2007. *Manual del estudiante R1600G.* Lima : s.n., 2007.

Gutierrez Alzamora, Joaquin. 2006. *Guia de instruccion en fabricacion y reparacion segun curso modelo 7.04 de la OMI "Oficial encargado de la guardia de maquinas".* Valdivia, Chile : s.n., 2006.

Lopez, Ricaurte Ospina. 2010. *" Analisis de esfuerzos para dos uniones soldadas tipicas".* Colombia : s.n., 2010.

Mamani Calla, Pablo. 2007. *Tecnologia de la soldadura por arco electrico.* Callao : s.n., 2007.

Mamani, Julio Mamani. 2011. *Programa de aligeramiento en el peso de las tolvas por el proceso de soldadura FACW en la minera Barrick para optimizar el acarreo de mineral.* 2011.

—. *2011.* *Programa de aligeramiento en el peso de las tolvas por el proceso de soldadura FCAW en la minera Barrick para optimizar el acarreo de mineral.* 2011.

Norma Francesa AFNOR NF X 60-010.

Norma Francesa AFNOR NF X 60-010. 1.1.2 Norma Británica BS 3811.

Paucar, Helber Giovanni Chambi. 2014. *"Análisis de recuperacion del pestillo de compuerta de cucharon de pala mecanica 3800-4100 por proceso de soldadura smaw".* Arequipa : s.n., 2014.

Robert W Fox, Alan. 2015. *"Introduccion a la mecanica de fluidos".* 2015. Cuarta edicion.

SKF. 2015. *Cilindros Hidraulicos.* 2015.

SMITH, WILLIAM F. *Ciencia e Ingeniería de Materiales.*

ANEXOS

ANEXO N°1 Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA	POBLACION	METODO
<p>Problemas General ¿Diseñar la cantonera para cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ capacidad y así poder reducir los costos de mantenimiento preventivo en la mina Santa luisa?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cómo determinar la presión del actuador hidráulico de levante de la cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.74 m³ de capacidad?</p> <p>¿Cómo dimensionar las planchas metálicas para adecuarla a la estructura de la cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad?</p> <p>¿Cómo seleccionar el material para fabricar el nuevo diseño de la cantonera para cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad?</p> <p>¿Cómo seleccionar el proceso de soldadura para fijar el diseño de la cantonera para cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad?</p>	<p>Objetivo General Diseñar la cantonera para cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ capacidad y así poder reducir los costos de mantenimiento preventivo en la mina Santa luisa</p> <p>Objetivo Especifico</p> <p>¿Cómo determinar la presión del actuador hidráulico de levante de la cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad?</p> <p>¿Cómo dimensionar las planchas metálicas para adecuarla a la estructura de la cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad?</p> <p>¿Cómo seleccionar el material para fabricar el nuevo diseño de la cantonera para cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad?</p> <p>¿Cómo seleccionar el proceso de soldadura para fijar el diseño de la cantonera para cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad?</p>	<p>Hipótesis General Calculo de cantonera para para cuchara de equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad para reducir los costos de mantenimiento preventivo en la mina Santa Luisa</p> <p>Hipótesis Especifico</p> <p>H.E.1 La presión del actuador hidráulico determinado servirá para el levante de la cuchara equipo de acarreo- scooptram de 4.75 m³ de capacidad.</p> <p>H.E.2 Determinar las dimensiones específicas de la cantonera de equipo de acarreo scooptram de 4.75 m³ de capacidad.</p> <p>H.E.3. Seleccionar el material adecuado para la cantonera de la cuchara de equipo de acarreo scooptram de 4.75 m³ de capacidad.</p> <p>H.E.4. Soldar de acuerdo a normas AWS la cantonera a la cuchara de equipo de acarreo scooptram de 4.75 m³ de capacidad.</p>	<p>MI: X=Cantone ra para la cuchara de equipo de acarreo scooptram de 4.75 m³ de capacidad.</p> <p>VD: Y=Costos de manteniminto preventivo en la mina Santa Luisa</p>	<p>Tipo: Nuestra investigación tiene como propósito aplicar el conocimiento científico para solucionar los diferentes problemas que benefician a la sociedad. De acuerdo con Espinoza (2014) Tecnológica aplicada</p> <p>Diseño: Descriptivo simple</p> <p>Metodología Método analítico lógico deductivo con enfoque sistemático</p>	<p>Población Equipos de acarreo</p> <p>Muestra Equipos de acarreo</p>	<p>Análítico lógico deductivo</p> <p>Técnica</p> <p>Documental Empírica</p>

Activar Windoy

ANEXO N°2 Instrumentos validados

Estadísticos

		¿Cuántos años de experiencia tiene operando equipos scooptram?	¿Cuál es el nivel de facilidad que le da la cantonera durante la descarga?	¿Cuál su nivel de facilidad de cuchareo (penetración) de la cantonera antes del acarreo?
N	Válido	6	6	6
	Perdidos	0	0	0

Tabla de frecuencia

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	2	1	16,7	16,7	16,7
	3	1	16,7	16,7	33,3
	10	2	33,3	33,3	66,7
	12	1	16,7	16,7	83,3
	32	1	16,7	16,7	100,0
Total		6	100,0	100,0	

¿Cual es el nivel de facilidad que le da la cantonera durante la descarga?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Buena	1	16,7	16,7	16,7
	Regular	5	83,3	83,3	100,0
Total		6	100,0	100,0	



4. Calificación

4.0 Alcance

Los requisitos para ensayos de calificación de las especificaciones del procedimiento de soldadura (WPS) y personal de soldadura (WPQ), se describen a continuación:

Parte A-Requisitos Generales. Esta parte cubre los requisitos generales tanto para el WPS, así como para el desempeño del personal de soldadura.

Parte B-Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS). Esta parte cubre la calificación de las especificaciones de un procedimiento de soldadura (WPS), que no está clasificado como precalificado de acuerdo con la Sección 3.

Parte C-Calificación del Desempeño. Esta parte cubre los ensayos de calificación de desempeño requeridos por el código para determinar la capacidad de soldadores, operadores de soldadura ó apuntaladores, para producir soldaduras sanas.

Parte A *Requisitos Generales*

4.1 Generalidades

Los requisitos para ensayos de calificación de las especificaciones del procedimiento de soldadura (WPSs) y personal de soldadura, (definidos como soldadores, operadores de soldadura y apuntaladores) se describen en esta sección.

4.1.1 Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS). Excepto para los WPSs precalificados de acuerdo con la Sección 3, un WPS para utilizar en soldadura de producción será calificado de acuerdo con la Sección 4, Parte B y será aprobada por el Ingeniero. Evidencia apropiadamente documentada, de una anterior calificación de WPS puede ser aceptada con la aprobación del Ingeniero. Los requisitos enunciados en el Anexo IV, Tabla IV – I "Requisitos del Código que pueden ser modificados por Ensayos de Calificación de Procedimiento", pueden ser variados cuando el WPS es calificado por ensayos.

4.1.1.1 Responsabilidad de la Calificación. Cada fabricante o contratista conducirá los ensayos requeridos por este Código para calificar el WPS. WPSs, apropiadamente documentados y calificados bajo las consideraciones de este Código, por una Compañía que

posteriormente tiene un cambio de nombre, debido a una acción voluntaria o por fusión con una compañía similar, pueden emplear el nuevo nombre sobre estos documentos de WPS.

4.1.1.2 Anterior Calificación de WPS. El Ingeniero puede aceptar evidencia documentada apropiadamente, de una calificación anterior de los WPSs que serán empleados. La aceptabilidad de la calificación por otras normas es responsabilidad del Ingeniero, la cual estará basada sobre la estructura específica, ó condiciones de servicio ó ambas. Las Series B2.1, XXX-XX de la AWS sobre Norma de Especificaciones de Procedimiento de Soldadura puede, en está manera, ser aceptada para emplearse en este código.

4.1.1.3 Requisitos de Ensayo de Impacto. Cuando lo requiere el diseño ó las especificaciones del Contrato, los ensayos de impacto deben ser incluidos en la calificación del WPS. Los ensayos de impacto, requisitos y procedimientos será conforme con lo estipulado en el Anexo III ó tal como es especificado en los documentos del contrato.

4.1.2 Calificación del Desempeño del Personal de Soldadura. Los soldadores, operadores de soldadura y apuntaladores a ser empleados bajo este código y que utilicen los procesos Soldadura por Arco Metálico Protegido (SMAW), Soldadura por Arco Sumergido (SAW), Soldadura por Arco y Gas de Protección (GMAW), Soldadura por Arco con Electrodo de Tungsteno y Gas de Protección (GTAW), Soldadura por Arco con Electrodo con Núcleo de Fundente (FCAW), Soldadura por Electroescoria (ESW), ó Soldadura por Electrogas (EGW), serán calificados por los ensayos aplicables, tal como son descritos en la Parte C de esta sección. Ver comentarios.

4.1.2.1 Anterior Calificación del Desempeño. La evidencia, apropiadamente documentada, de anterior calificación del desempeño de soldadores, operadores de soldadura y apuntaladores, puede ser aceptada con la aprobación del Ingeniero. La aceptación de la Calificación del Desempeño por otras normas, es responsabilidad del Ingeniero, la cual estará basada sobre la estructura específica, ó condiciones del servicio ó ambas. Los soldadores y operadores de soldadura calificados según ensayo de la Norma AWS B2.1, "Norma para Procedimiento de Soldadura y Calificación



del Desempeño”, puede, de esta manera, ser aceptado para emplearse en este código.

4.1.2.2 Responsabilidad de la Calificación. Tanto el fabricante como el contratista será responsable por la calificación de los soldadores, operadores de soldadura y apuntaladores, sin embargo la calificación es conducida por el fabricante, contratista ó una entidad independiente en ensayos.

4.1.3 Periodo de Vigencia

4.1.3.1 Soldadores y Operadores de Soldadura. La calificación de soldadores u operadores de soldadura como se especifica en este código será considerado como permanente ó indefinida a menos que (1) El soldador no este trabajando en un proceso dado de soldadura, para el cual el soldador u operador de soldadura este calificado, por un periodo mayor a seis meses ó a menos que (2) halla alguna razón específica para cuestionar la capacidad del soldador u operador de soldadura (Ver 4.32.1).

4.1.3.2 Apuntaladores. Un apuntalador que apruebe el ensayo descrito en la Parte C, ó aquellos ensayos requeridos para calificación de soldador serán considerados elegibles para realizar punto de soldadura indefinidamente, en la posición y con el proceso para el cual el apuntalador es calificado, a menos que haya una razón específica para cuestionar la capacidad del apuntalador (Ver 4.32.2).

4.2 Requisitos Comunes para la Calificación del WPS y del Desempeño del Personal de Soldadura

4.2.1 Calificación por Ediciones Anteriores. Las calificaciones que fueron desarrolladas y que reúnan los requisitos de ediciones anteriores de ANSI/AWS D1.1 ó AWS D2.0, cuando estas ediciones estaban en vigencia, son validas y pueden ser utilizadas. No es aceptable el uso de una edición anterior para nuevas calificaciones en lugar de la edición actual, a menos que la edición anterior específica, es un requisito contractual.

4.2.2 Tratamiento Térmico de Envejecimiento. Cuando es permitido por la especificación del metal de aporte aplicable al metal de soldadura que está siendo ensayado, muestras completamente soldadas para ensayo de calificación, pueden ser envejecidos entre 200 °F a 220 °F (95 °C a 105 °C)x 48 horas ± 2 horas.

4.2.3 Registros. Los registros de los resultados de los ensayos, deben ser archivados por el fabricante ó

contratista y deben estar a disposición de personas autorizadas para su revisión.

4.2.4 Posiciones de las Soldaduras. Todas las soldaduras deben estar clasificadas como Plana (F), Horizontal (H), Vertical (V) y sobrecabeza (OH), de acuerdo con lo mostrado en las Figuras 4.1 y 4.2.

Las posiciones de ensambles se muestra en:

- (1) Figura 4.3 (Soldadura de ranura en plancha)
- (2) Figura 4.4 (Soldadura de ranura en tubería ó entubado)
- (3) Figura 4.5 (Soldadura de filete en plancha)
- (4) Figura 4.6 (Soldadura de filete en tubería ó entubado)

Parte B

Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS)

4.3 Posiciones calificadas en Soldadura de Producción

Las posiciones para soldadura de producción calificadas por un WPS, serán conforme a los requisitos de la Tabla 4.1.

4.4 Tipos de Ensayo de Calificación

El tipo y número de ensayos requeridos para la calificación del WPS para un espesor dado, diámetro ó ambos, será conforme a la Tabla 4.2 (CJP), Tabla 4.3 (PJP) ó Tabla 4.4 (Filete). Detalles Sobre los requisitos individuales de ensayos NDT y Ensayos Mecánicos son establecidos en las siguientes subsecciones:

- (1) Inspección Visual (Ver 4.8.1)
- (2) No Destructivo (Ver 4.8.2)
- (3) Doble de cara, raíz y lado (Ver 4.8.3.1)
- (4) Sección reducida (Ver 4.8.3.4)
- (5) Tensión de todo el metal de soldadura (Ver 4.8.3.6)
- (6) Macroataque (Ver 4.8.4)

4.5 Calificación de los Tipos de Soldadura para Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS)

Para el propósito de calificación del WPS, los tipos de soldadura serán clasificados como siguen:

- (1) Soldaduras de ranura en junta de penetración completa (CJP) para conexiones no tubulares (ver 4.9).
- (2) Soldaduras de ranura en junta de penetración parcial (PJP) para conexiones no tubulares (ver 4.10).
- (3) Soldaduras de Filete para conexiones tubulares y no tubulares (ver 4.11).

- (4) Soldaduras de ranura CJP para conexiones tubulares (ver 4.12).
- (5) Soldaduras de ranura PJP para conexiones tubulares en T, Y y K; y juntas a Tope (ver 4.13).
- (6) Soldaduras de tapón y ranura alargada para conexiones tubulares y no tubulares (ver 4.14).

4.6 Preparación de la Especificación del Procedimiento de Soldadura (WPS)

El fabricante ó contratista debe preparar un WPS por escrito, que especifique todas las variables esenciales referenciadas en 4.7. Los valores especificados para estas variables de WPS deberán ser obtenidos del registro de calificación del procedimiento, PQR, el cual sirve como confirmación escrita de excelentes calificaciones del WPS.

4.7 Variables Esenciales

4.7.1 SMAW, SAW, GMAW, GTAW y FCAW. Cambios más allá de las limitaciones de las variables esenciales del PQR para los procesos SMAW, SAW, GMAW, GTAW y FCAW mostrados en la Tabla 4.5 requieren recalificación del WPS.

4.7.2 Soldadura con Electroescoria y Electrogas. Ver Tabla 4.6 para los cambios de variable esencial del PQR que requieren una recalificación del WPS para los procesos EGW y ESW.

4.7.3 Calificación del Metal Base. Los metales base listados en la Tabla 3.1 que estén sujetos a ensayos de calificación en el WPS, deben calificar otros grupos de metal base de acuerdo a la Tabla 4.7. Los metales base que no estén listados en la Tabla 3.1 ó en el Anexo M deberán ser calificados en concordancia con la Sección 4 y tiene que ser aprobada por el Ingeniero.

Los WPS con aceros listados en el Anexo M, deberán además calificar los aceros de la Tabla 3.1 ó aceros del Anexo M, de conformidad con la Tabla 4.7. El Anexo M contiene recomendaciones para metal de aporte con resistencias iguales y temperaturas mínimas de calentamiento y de entre pases, para aceros ASTM A514, A517, A709 grado 100 y 100W, ASTM A710 grado A (clases 1 y 3) y ASTM A875 Grado 60 y 65.

Las menores temperaturas de precalentamiento y entre pases requeridos en la Tabla 3.2 ó calculadas por el Anexo XI, serán calificadas por ensayos aprobados por el Ingeniero.

4.8 Métodos de Ensayo y Criterio de Aceptación para la Calificación del (WPS)

Los ensayos de montajes soldados conforme a 4.8.2, tendrán muestras preparadas por corte de las plancha, tubería o entubado ensayados, tal como se muestra en las Figuras 4.7 hasta 4.11, cualquiera sea aplicable. Las muestras serán preparadas para su ensayo, de acuerdo con las Figuras 4.12, 4.13, 4.14, y 4.18, según sea aplicable.

4.8.1 Inspección Visual. Para una calificación aceptable, las soldaduras deben satisfacer los siguientes requisitos:

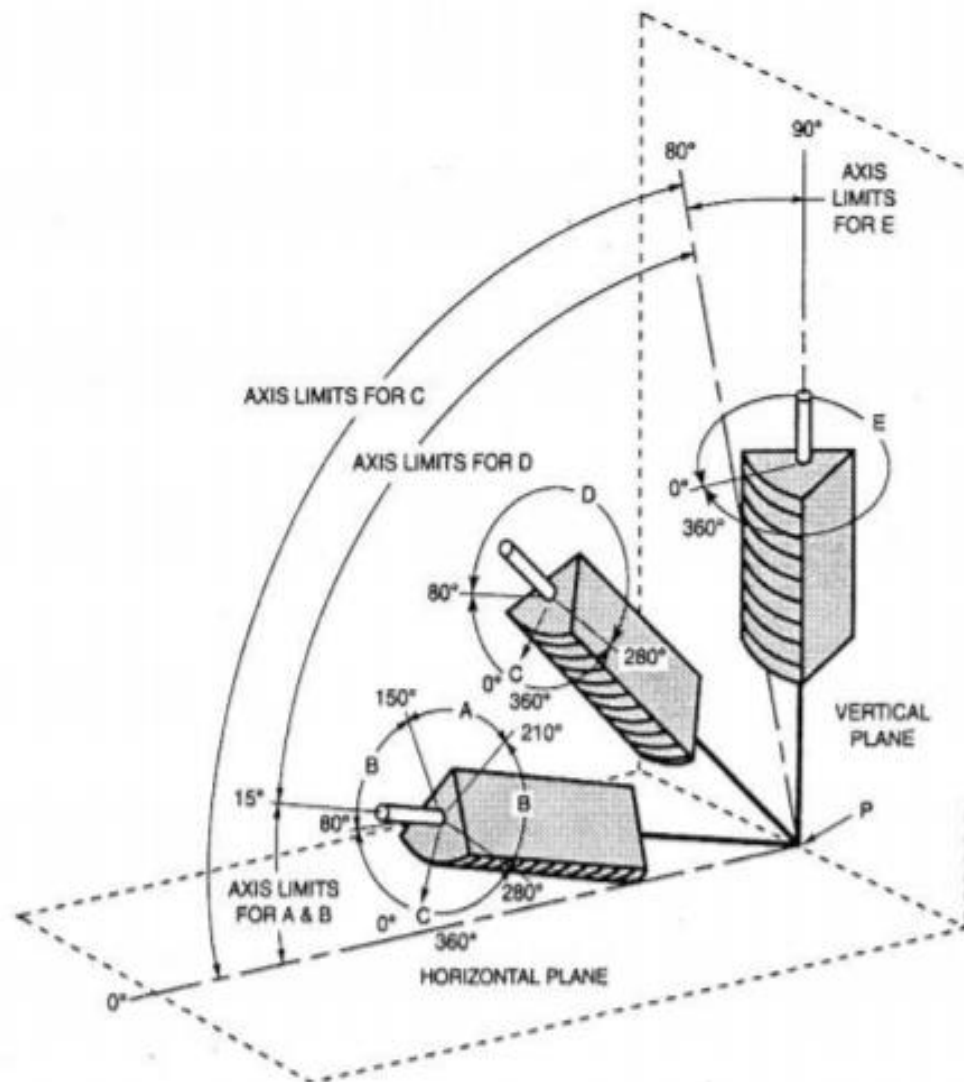
- (1) La soldadura debe estar libre de grietas.
- (2) Todos los cráteres deben estar llenos completamente en la sección transversal de la soldadura.
- (3) La cara de la soldadura debe estar llena hasta el borde de la superficie del metal base y la soldadura se debe fundir lentamente con el metal base. El socavado no debe exceder de 1/32 Pulg. (1 mm). El refuerzo de la soldadura no deberá exceder de 1/8 Pulg. (3mm).
- (4) La raíz de la soldadura debe ser inspeccionada y no debe tener evidencia de grietas, fusión incompleta o penetración inadecuada de la junta. Se permite una raíz de superficie cóncava dentro de los límites descritos presentados abajo, de tal manera que el espesor total de la soldadura sea igual o mayor que el del metal base.
- (5) La máxima concavidad de la superficie de la raíz debe ser de 1/16 Pulg. (1.6mm) y el máximo sobre espesor debe ser 1/8.(3mm). Para uniones tubulares en T, Y y K el sobre espesor de la raíz, se considera adecuado y no deberá ser causa de rechazo.

4.8.2 Ensayo No Destructivo. Antes de preparar las probetas para ensayo mecánico, la calificación de ensayo en plancha, tubería ó entubado, deben ser examinadas mediante ensayos no destructivos para verificar la sanidad de la soldadura, así como siguen:

4.8.2.1 RT ó UT. Cualquiera de los dos ensayos, radiográfico (RT) ó ultrasónico (UT), deben ser utilizados. La longitud total de la soldadura en las planchas de ensayo, excepto las longitudes de descarte ubicadas en los extremos, estas deben ser examinadas de acuerdo con la Sección 6 parte E ó F. Para tubulares, la circunferencia total de la soldadura acabada, debe ser examinada de acuerdo con la Sección 6 parte C.

4.8.2.2 Criterios de Aceptación en RT ó UT. Para una calificación aceptable, la soldadura que es revelada por ensayo radiográfico ó ultrasónico, debe estar conforme a los requisitos de la Sección 6 parte C.

4.8.3 Ensayo Mecánico. El ensayo mecánico debe ser como sigue:



Notes:

1. The horizontal reference plane is always taken to lie below the weld under consideration.
2. The inclination of axis is measured from the horizontal reference plane toward the vertical reference plane.
3. The angle of rotation of the face is determined by a line perpendicular to the theoretical face of the weld which passes through the axis of the weld. The reference position (0°) of rotation of the face invariably points in the direction opposite to that in which the axis angle increases. When looking at point P, the angle of rotation of the face of the weld is measured in a clockwise direction from the reference position (0°).

Figure 4.1—Positions of Groove Welds (see 4.2.4)

Tabulación de Posiciones de Soldaduras de Ranura

Posición	Diagrama de Referencia	Inclinación del Eje	Rotación de Cara
Plana	A	0° a 15°	150° a 210°
Horizontal	B	0° a 15°	80° a 150° 210° a 280°
Sobrecabeza	C	0° a 80°	0° a 80° 280° a 360°
Vertical	D	15° a 80°	80° a 280°
	E	80° a 90°	0° a 360°

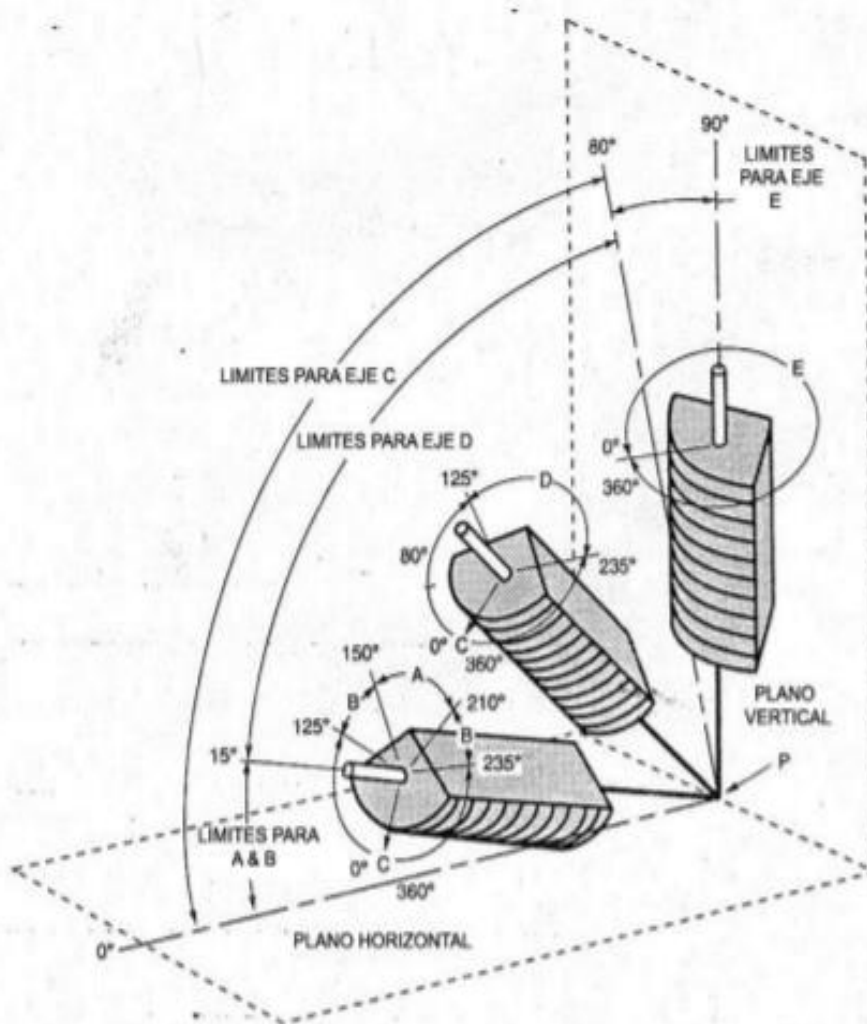


Figura 4.3- Posiciones de Soldaduras de Filete (ver 4.2.4)



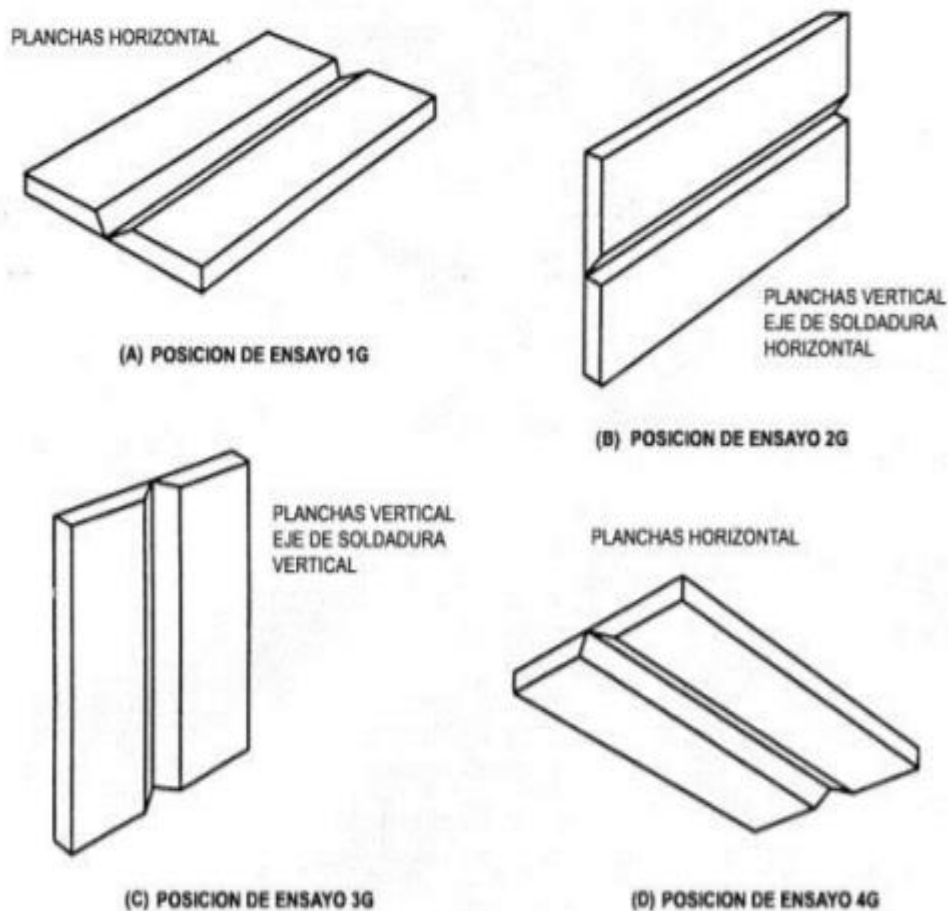


Figura 4.3--- Posiciones de Planchas de Ensayo para Soldadura de Ranura (ver 4.2.4)

4.8.3.1 Muestras para Doble de Raíz, Cara y Lado. (Ver Figura 4.12 para doblez de raíz y cara, Figura 4.13 para doblez de lado). Cada muestra deberá ser doblada en un dispositivo de doblez guiado que reúna los requisitos mostrados en las figuras 4.15 a 4.17, ó estar sustancialmente en concordancia con estas figuras, teniendo en cuenta que el radio de doblez máximo no es excedido. Cualquier medio conveniente puede ser utilizado para desplazar el embolo con relación al elemento estático.

La muestra debe ser colocada sobre el miembro fijo del dispositivo, con la soldadura en el centro. Las muestras para doblez de cara deben ser colocadas con la cara de la soldadura directamente hacia la abertura.

Las muestras para doblez de raíz y de resistencia en soldadura de filete, deben ser colocadas con la raíz de la soldadura dirigida hacia la abertura. Las muestras para doblez de lado deben ser colocadas por el lado que

presenta mayor discontinuidad, orientadas directamente hacia la abertura.

El macho debe forzar la muestra dentro del dispositivo estático, hasta que la probeta comience a tomar la forma de una U. La soldadura y la Zona Afectada por el Calor, deben estar centradas y completamente dentro de la parte doblada de la muestra después del ensayo. Cuando se utilice la guía de doblado, la muestra debe estar sujeta firmemente en uno de sus extremos, de tal manera que no se deslice durante la operación de doblez. Después del ensayo, la soldadura y la Zona Afectada por el Calor deben estar completamente en la parte doblada de la muestra. Las muestras ensayadas deben retirarse de la guía cuando el rodillo externo ha sido movido 180° desde el punto de arranque.

4.8.3.2 Muestras para Doblez Longitudinal.

Cuando la combinación de materiales difiere

A

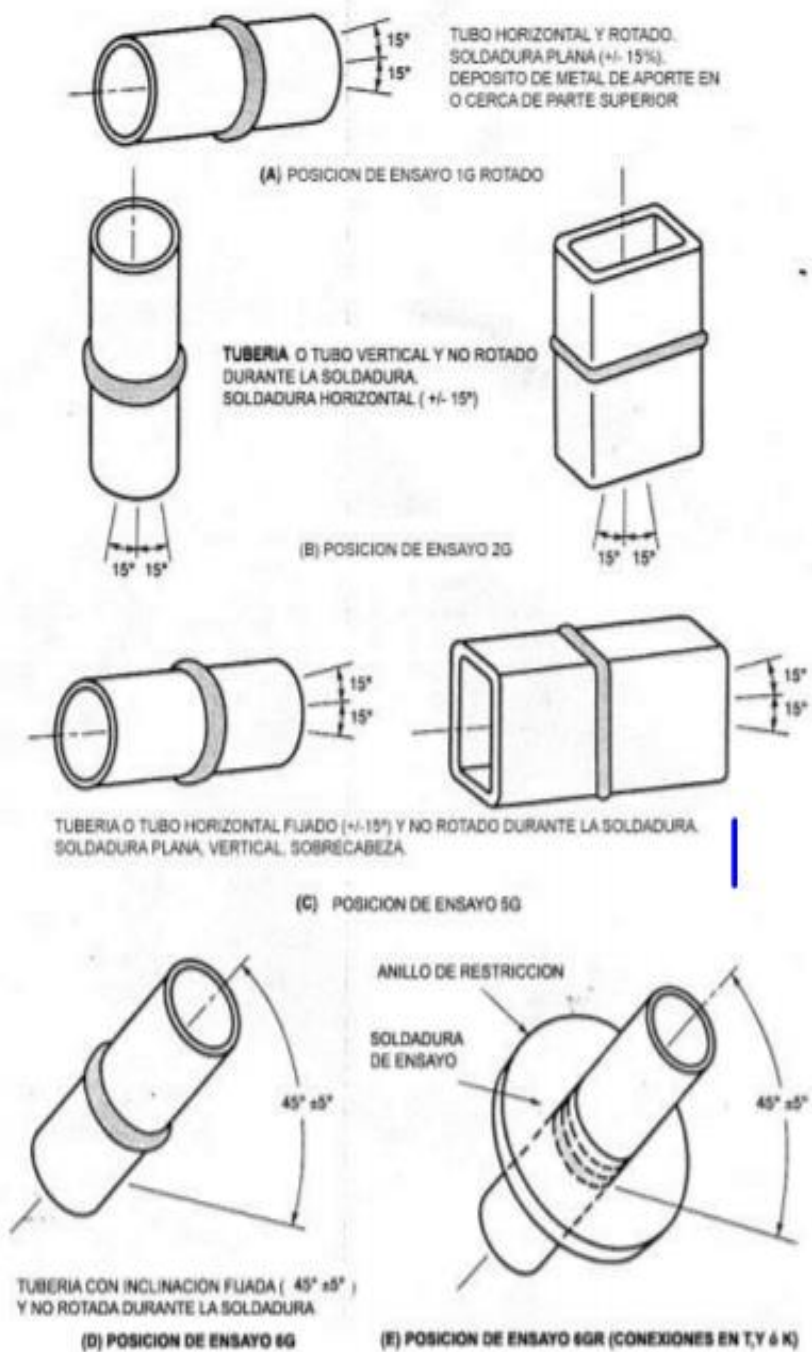


Figura 4.4-Posiciones de Tubo o Entubado de Ensayo para Soldaduras de Ranuras (ver 4.2.4)

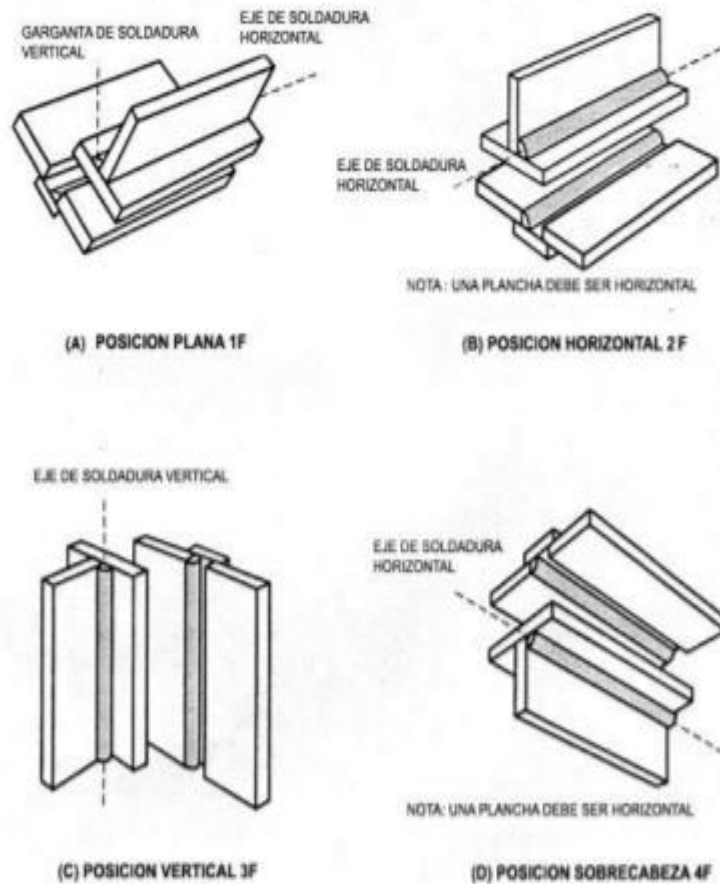


Figura 4.5 -Posiciones de Plancha de Ensayo para Soldaduras de Filete (ver 4.2.4)

marcadamente en las propiedades mecánicas de doblez, como entre dos materiales base ó entre el metal de soldadura y el metal base, los ensayos de dobles longitudinal (cara y raíz) pueden ser usados en lugar de los ensayos de doblez transversal de cara y raíz. Los ensayos de montajes soldados conforme a 4.8.2 deben tener muestras preparadas por corte de la plancha de ensayo, tal como se muestra en la Figura 4.10 ó 4.11, la que sea aplicable. Las muestras para el doblez longitudinal deben ser preparadas para el ensayo, tal como se muestran en la Figura 4.12.

4.8.3.3 Criterios de Aceptación para Ensayos de Doblez. La superficie convexa de las muestras para ensayo de doblez deberán ser inspeccionada visualmente para verificar discontinuidades superficiales. Para su aceptación, la superficie no debe tener discontinuidades que excedan las siguientes dimensiones :

- (1) 1/8 Pulg. (3mm) medida en cualquier dirección sobre la superficie.
- (2) 3/8 Pulg. (10mm). La suma de las mayores dimensiones de todas las discontinuidades que excedan en 1/32 Pulg. (1mm), pero menores ó igual a 1/8 Pulg. (3mm)
- (3) 1/4 Pulg. (6mm) - la máxima dimensión de la grieta en el borde, excepto cuando dicha grieta sea el resultado de una visíble inclusión de escoria u otros tipos de discontinuidades por fusión, entonces solo se permite 1/8 Pulg. (3mm) como máximo.

Las muestras con grietas en el borde que exceden 1/4 Pulg. (6mm) con evidencia de que no hay inclusiones de escoria u otras discontinuidades por falta de fusión, deben ser descartadas y reemplazadas por otras de la misma junta soldada.

4.8.3.4 Muestras de Sección Reducida para Tensión. (Ver figura 4.14). Antes del ensayo, el menor

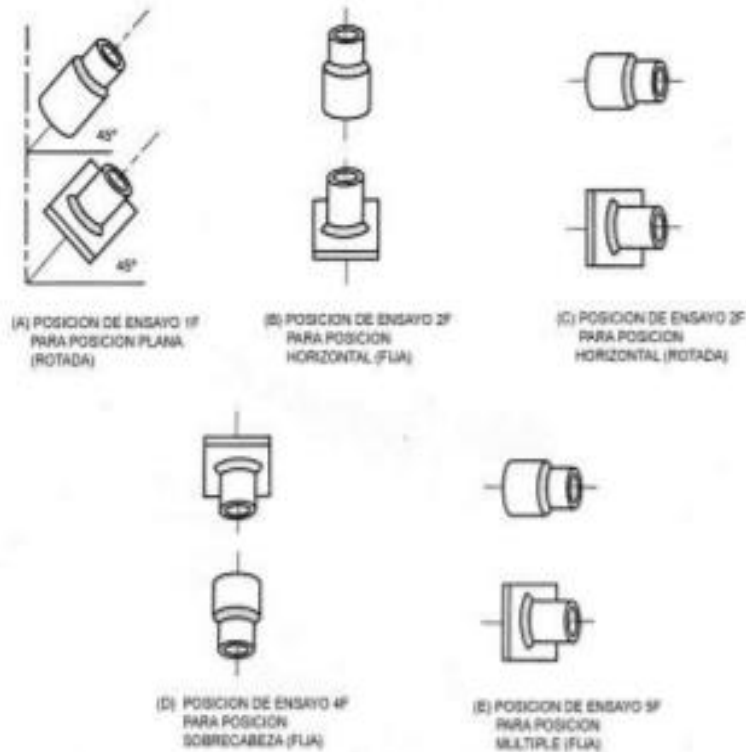


Figura 4.6-Posiciones de Tubos o Entubados de Ensayos para Soldaduras de Filete (ver 4.2.4)

ancho y espesor correspondiente a la sección reducida debe ser medido. La muestra debe ser rota bajo carga de tensión y la máxima carga debe ser determinada. La sección de área transversal debe ser obtenida multiplicando el ancho por el espesor. El esfuerzo de tensión debe ser obtenido de dividir la máxima carga por el área de la sección transversal.

4.8.3.5 Criterio de Aceptación para Ensayo de Tensión por Sección Reducida. El esfuerzo de tensión no debe ser menor que el mínimo de rango de esfuerzo especificado para el metal base utilizado.

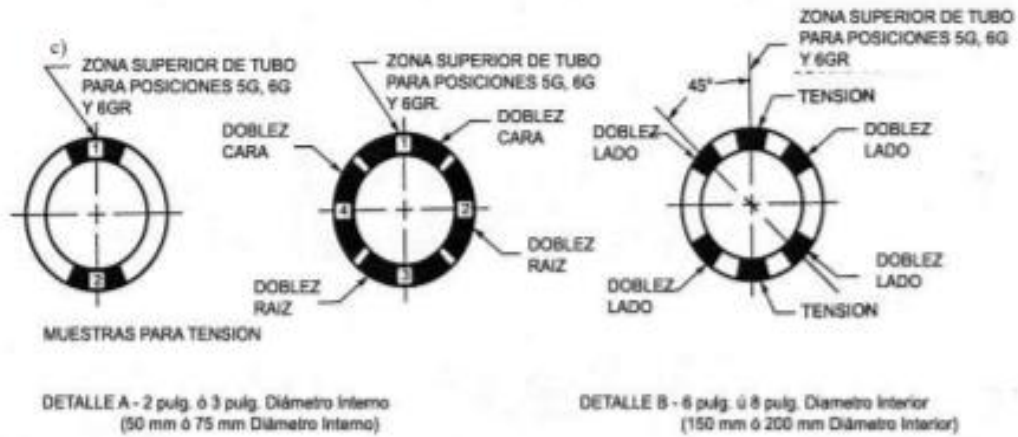
4.8.3.6 Muestra para Tensión en todo Metal de Soldadura. (Ver Figura 4.18). La probeta de ensayo debe ser ensayada de acuerdo con ASTM A370 (*Ensayos Mecánicos para Productos de Acero*).

4.8.4 Ensayo de Macroataque. La soldadura de las muestras para ensayo, deben ser preparadas con un acabado adecuado para examen por macroataque. Una

solución apropiada debe ser utilizada para el ataque y así obtener una definición clara de la soldadura.

4.8.4.1 Criterios de Aceptación para el Ensayo de Macroataque. Para una calificación aceptable, la muestra ensayada, cuando es inspeccionada visualmente, debe estar conforme a los siguientes requisitos:

- (1) Soldaduras de ranura en Juntas de Penetración Parcial; el tamaño real de soldadura debe ser igual o mayor que el tamaño de soldadura especificado (E).
- (2) La soldadura en filete debe tener fusión en la raíz de la junta, pero no necesariamente más allá.
- (3) El tamaño mínimo de la pierna debe cumplir con el tamaño de soldadura de filete especificado.
- (4) Las soldaduras de ranura en juntas de penetración parcial y soldaduras de filete, deben cumplir con lo siguiente:
 - a) No presentar grietas.
 - b) Fusión continua entre cordones adyacentes de metal de soldadura y entre metal base y metal de soldadura.



NOTA: DUPLICADO DE ENSAYO EN TUBERIA O TUBOS O TUBERIA DE TAMAÑO GRANDE EN OBRA PUEDEN SER REQUERIDOS CUANDO EL ENSAYO DE IMPACTO ES ESPECIFICADO EN EL CONTRATO O EN LAS ESPECIFICACIONES.

Figura 4.7 - Ubicaciones de las Muestras de Ensayo sobre Tubo de Ensayo Soldado

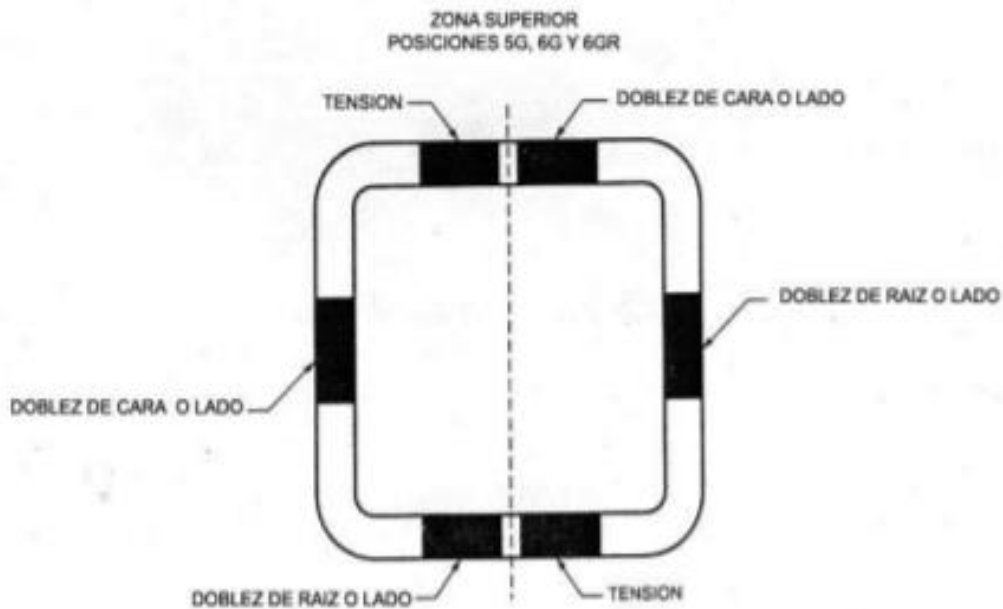
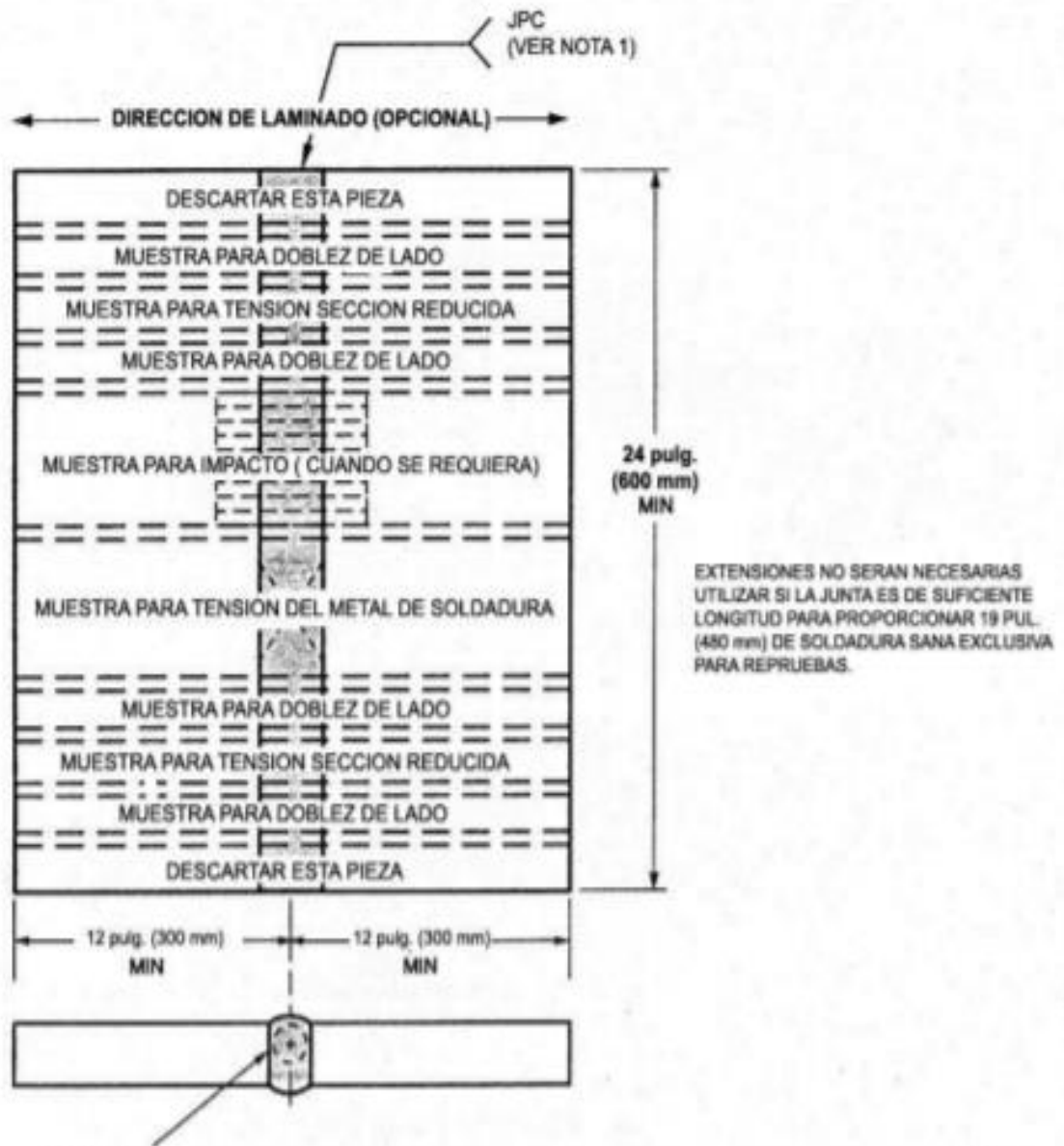


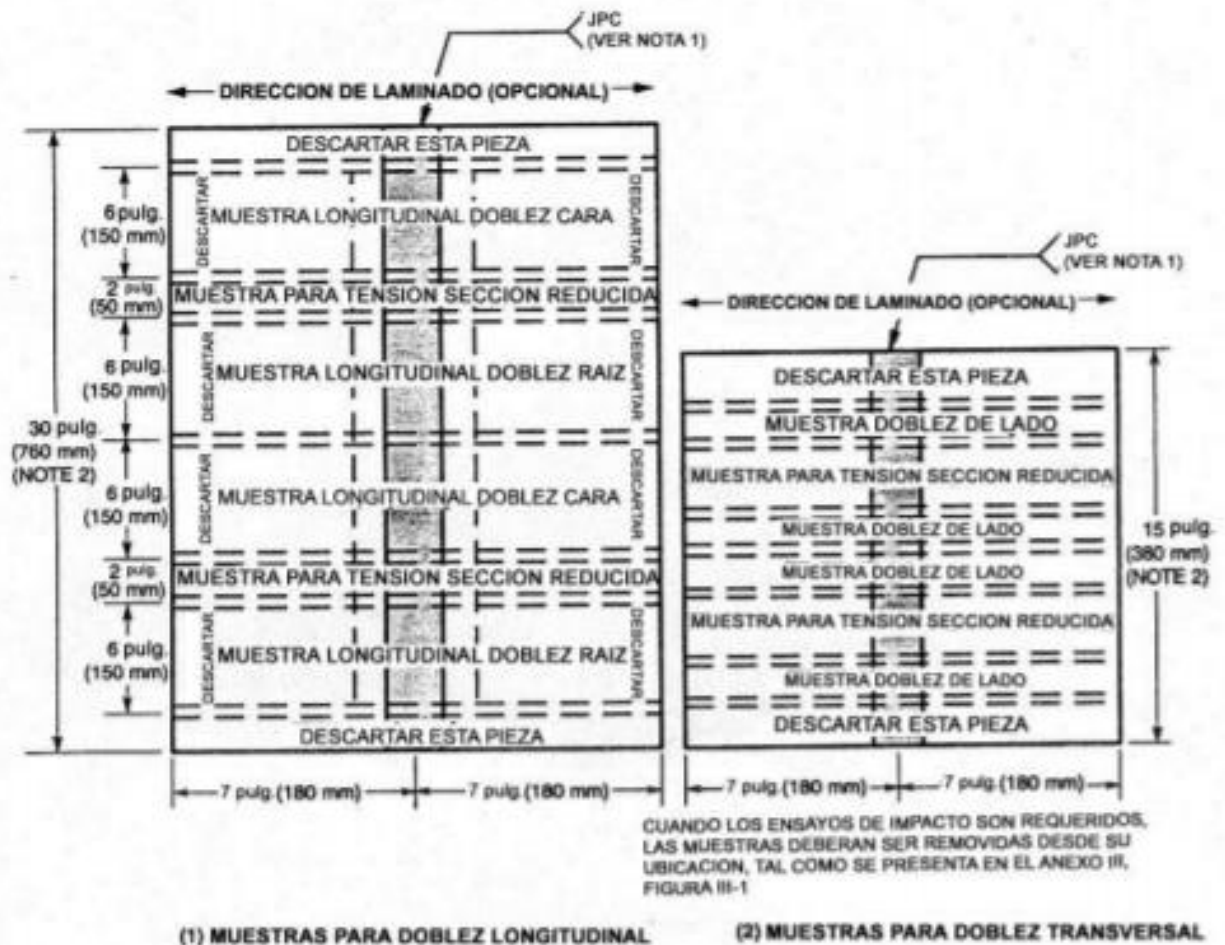
Figura 4.8 - Ubicación de las Muestras de Ensayo en Ductos de Sección Rectangular (ver 4.8)



NOTAS:

1. La configuración de la ranura presente es solamente para ilustración. La forma de ranura ensayada será conforme a la forma de ranura de producción que está siendo calificada.
2. Cuando las muestras para impacto son requeridas, ver anexo iii para requerimientos.

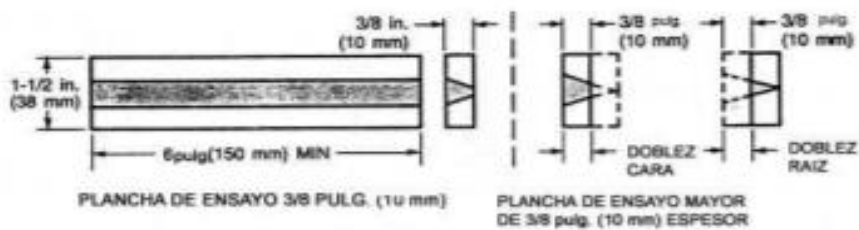
Figura 4.9 - Ubicación de Muestras de Ensayo sobre Planchas Soldadas - Soldadura por Electroescoria y Electrogas - Calificación de WPS (ver 4.8)



NOTAS:

1. LA CONFIGURACION DE RANURA PRESENTADA ES SOLAMENTE PARA ILUSTRACION. LA FORMA DE RANURA ENSAYADA SERA CONFORME A LA FORMA DE RANURA DE PRODUCCION QUE ESTA SIENDO CALIFICADA.
2. GRANDES PLANCHAS DE ENSAYO PUEDEN SER REQUERIDAS CUANDO SE EXIJA PRUEBA DE IMPACTO SOLICITADAS EN LOS DOCUMENTOS DE CONTRATO O EN LAS ESPECIFICACIONES. LAS MUESTRAS DE IMPACTO DEBERAN SER REMOVIDAS DESDE LA MITAD DE LA SOLDADURA A ENSAYAR.
3. TODAS LAS DIMENSIONES SON MINIMAS

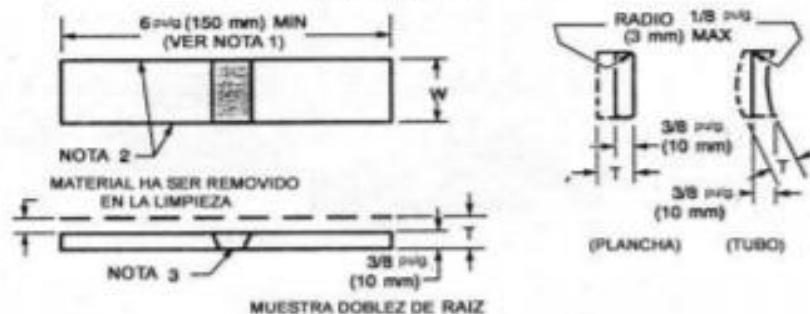
Figura 4.10-Ubicación de muestras sobre planchas soldadas para ensayo mayor a 3/8 pulg. (10mm) de Espesor -Calificación de WPS (ver 4.8)



(1) MUESTRA PARA DOBLEZ LONGITUDINAL



MUESTRA DOBLEZ DE CARA



MUESTRA DOBLEZ DE RAIZ

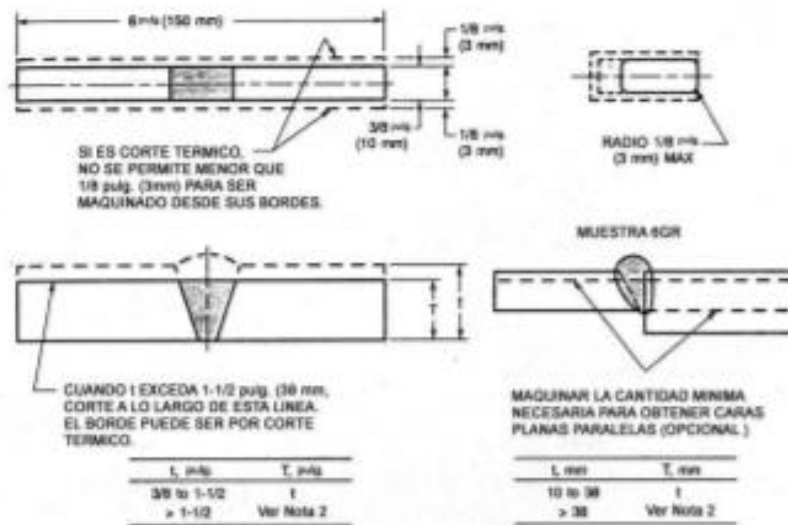
(2) MUESTRA PARA DOBLEZ TRANSVERSAL

Dimensiones	
Ancho de muestra de Ensayo, W	
Soldadura de Ensayo	pulg. (mm)
Plancha	1-1/2 (40)
Tubería o tubo de Ensayo ≤ 4 in. (100 mm) en diámetro	1 (25)
Tubería o tubo de Ensayo > 4 in. (100 mm) en diámetro	1-1/2 (40)

Notas

- Una muestra de mayor longitud puede ser necesaria cuando se este utilizando un equipo tipo dobladora o cuando el acero a ensayar tenga un punto de fluencia de 90 ksi (620 MPa) ó más.
- Estos bordes pueden ser cortados termicamente y pueden o no ser maquinados.
- El refuerzo de la soldadura y el respaldo, si hubieran deberan ser removidos al ras de la superficie de la muestra (ver 5.24.4.1 y 5.24.4.2). Si un respaldo rebajado es utilizado, esta superficie puede ser maquinada a una profundidad que no exceda la profundidad del rebaje al remover el respaldo, en aquel caso, el espesor final de la muestra será aquel especificado arriba. El corte de las superficies deben ser lisos y paralelos.
- T = espesor de plancha o tubería.
- Cuando el espesor de la plancha de ensayo es menor que 3/8 pulg. (10 mm), utilice el espesor nominal para dobléz de cara y de raíz.

Figura 4.12- Muestras para Doblez de Cara y Raíz (ver 4.8.3.1)



NOTAS:

- Una muestra de mayor longitud puede ser necesaria cuando se emplee un dispositivo tipo dobladora o cuando se ensaye un acero con un punto de fluencia de 90 ksi (620 MPa) o más.
- Para planchas de espesor mayor a 1-1/2 pulg. (38mm), cortar la muestra en tres aproximadamente iguales con T entre 3/4 pulg. (20 mm) - y 1-1/2 pulg. (38 mm) y probar cada tira.
- t = espesor de plancha o tubo.

Figura 4.13- Muestras para Doblez de Lado (ver 4.8.3.1)

- erdo a los detalles especificados, pero con ninguna de las variaciones prohibidas en 5. 24
- d) No presentar socavaduras mayores a un 1/32 Pulg. (1mm).

4.8.5. Repetición de Ensayos. Si una de las muestras falla para reunir los requisitos de ensayo, dos repeticiones por cada tipo particular de muestras, pueden ser permitidos con muestras cortadas del mismo material que califique el WPS. Los resultados de ambas muestras ensayadas deberán reunir los requisitos del ensayo. Para materiales por encima de 1-1/2" Pulg. (38.1 mm) de espesor, la falla de una muestra obliga a ensayar todas las muestras del mismo tipo obtenidas de dos ubicaciones adicionales en el material de ensayo.

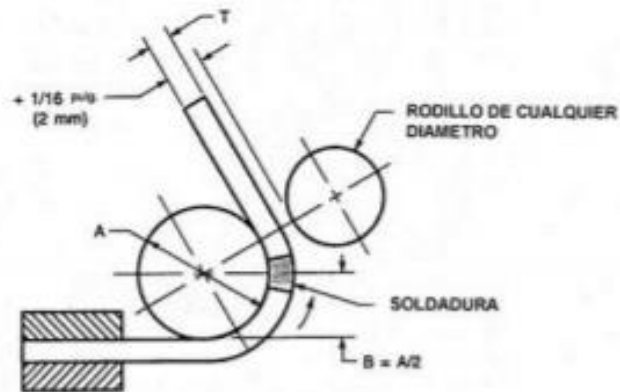
4.9 Soldaduras de Ranura en Juntas de Penetración Completa (JPC), para Conexiones No Tubulares.

Ver Tablas 4.2 (1) para los requisitos de calificación de un WPS de una soldadura en JPC sobre conexiones no tubulares. Ver Figuras 4.9-4.11 para una preparación adecuada de la plancha de ensayo.

4.9.1.1 Juntas en Esquina ó en T. Las muestras a ensayar para soldadura de ranura en T ó en esquina deben ser juntas a tope teniendo la misma configuración de ranura tanto en la junta en T ó en esquina, a ser utilizada en la construcción, excepto la profundidad de la ranura que no necesita ser mayor de 1".

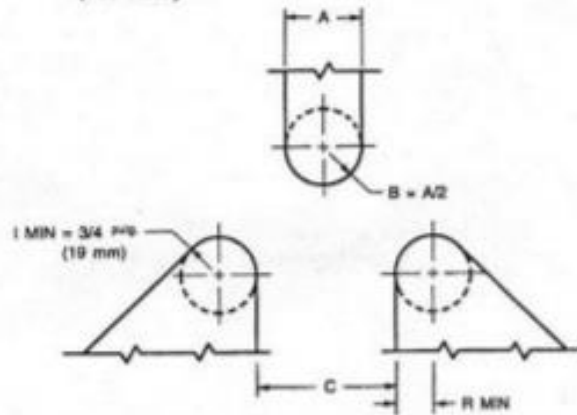
4.10 Soldaduras de Ranura en Juntas de Penetración Parcial (JPP), para Conexiones No Tubulares.

4.10.1 Tipo y Numero de Muestras a ser Ensayadas. El tipo y numero de muestras que deben ser ensayadas para calificar un WPS se muestra en la Tabla 4.3. Una junta soldada debe ser realizada utilizando el tipo de ranura diseñada y el WPS a ser aplicado en la construcción, excepto que la profundidad de la ranura no necesite exceder de 1" (25mm). Para el ensayo de macroataque requerido más adelante, cualquier acero de los grupos I, II y III de la Tabla 3.1 (según AWS D1.1/96), puede ser utilizado para calificar el tamaño de la soldadura en cualquier acero ó combinación de aceros en estos grupos. Si la soldadura de ranura en junta de penetración parcial, es la que se utiliza en la junta de esquina o en T, la junta a tope debe tener una plancha restrictiva temporal en el plano del lado cuadrado para



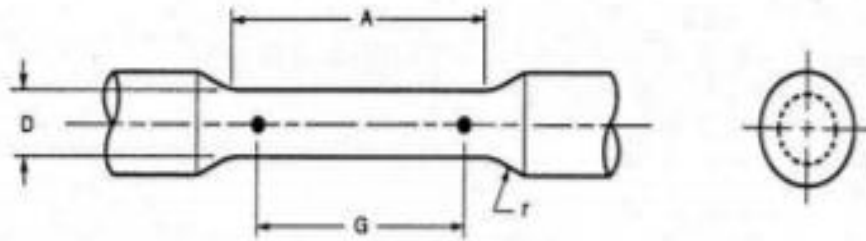
Límite de Fluencia del Material Base Especificado o Actual, Kai (MPa)	A P=9	B P=9	A mm	B mm
50 (345) & menores	1-1/2	3/4	38.1	19.0
over 50 (345) to 90 (620)	2	1	50.8	25.4
90 (620) & mayores	2-1/2	1-1/4	63.5	31.8

Figura 4.16— Dobladora Alternativa para Prueba de Dobleza Guiado (ver 4.8.3)



Límite de Fluencia del Material Base Especificado o Actual, Kai (MPa)	A P=9	B P=9	C P=9	A mm	B mm	C mm
50 (345) & menores	1-1/2	3/4	2-3/8	38.1	19.0	60.3
over 50 (345) to 90 (620)	2	1	2-7/8	50.8	25.4	73.0
90 (620) & mayores	2-1/2	1-1/4	3-7/8	63.5	31.8	85.7

Figura 4.17- Dispositivo Alternativo de Ensayo de Dobleza Guiado Equipados con Rodillo y Expulsión de la muestra de Ensayo por la Parte inferior



Dimensiones en Pulgadas

Diámetro Nominal	Muestra Standard	Muestras de Tamaño Pequeño proporcionales al Standard	
	0,500 pulg. redondo	0,350 pulg. redondo	0,250 pulg. redondo
G - Longitud de Ensayo	2.000 + 0.005	1.400 + 0.005	1.000 + 0.005
D - Diámetro (Nota 1)	0.500 + 0.010	0.350 + 0.007	0.250 + 0.005
r - Radio de transición	3/8	1/4	3/16
A - Longitud de sección reducida (Nota 2), mínimo	2-1/4	1-3/4	1-1/4

Dimensiones (Version ASTM E 8M)

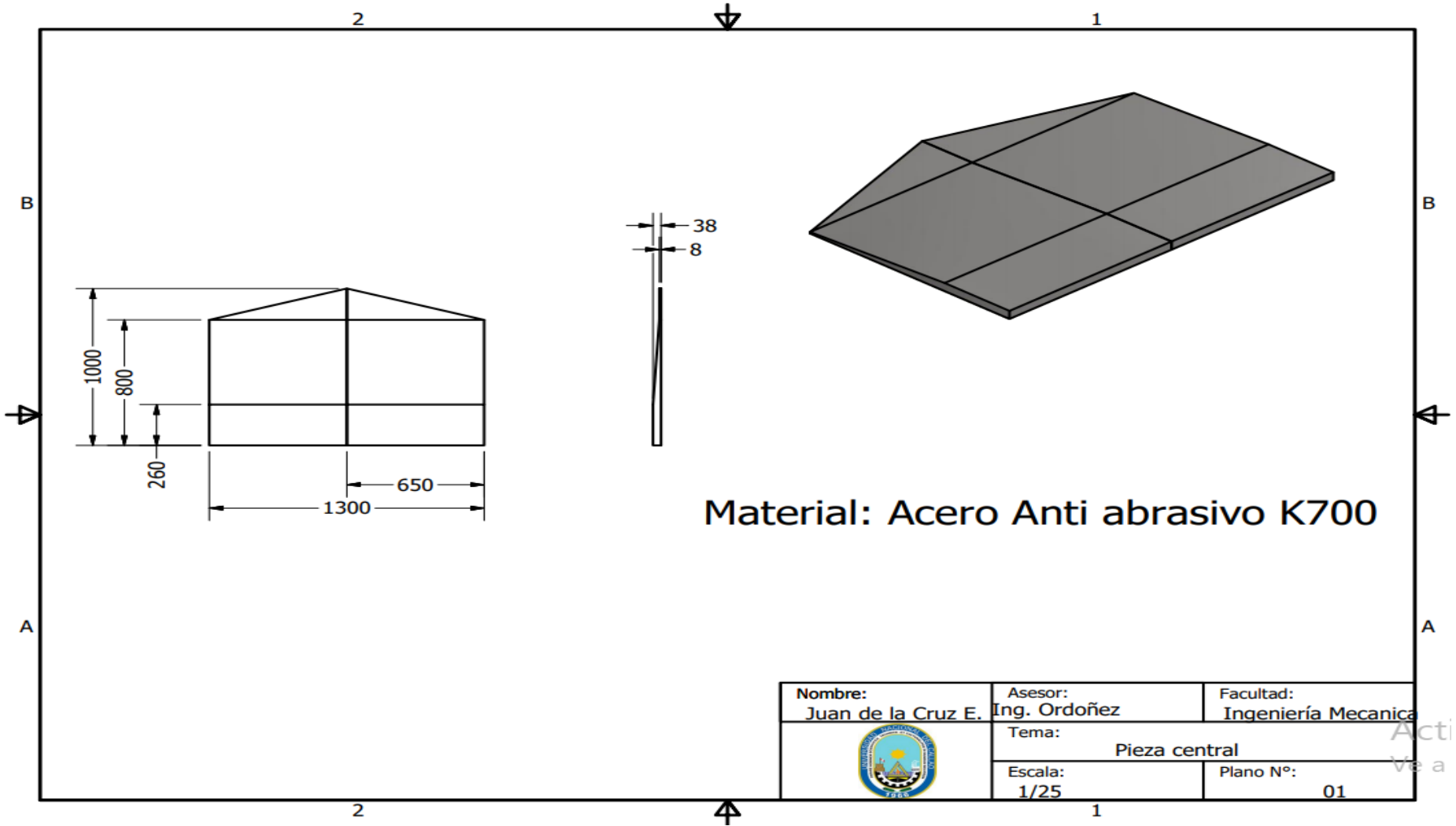
Diámetro Nominal	Muestra Standard	Muestras de Tamaño Pequeño proporcionales al Standard	
	12.5 mm redondo	9 mm redondo	6 mm redondo
G - Longitud de Ensayo	62.5 + 0.1	45.0 + 0.1	30.0 + 0.1
D - Diámetro (Nota 1)	12.5 + 0.2	9.0 + 0.1	6.0 + 0.1
r - Radio de transición	10	8	6
A - Longitud de sección reducida (Nota 2), mínimo	75	54	36

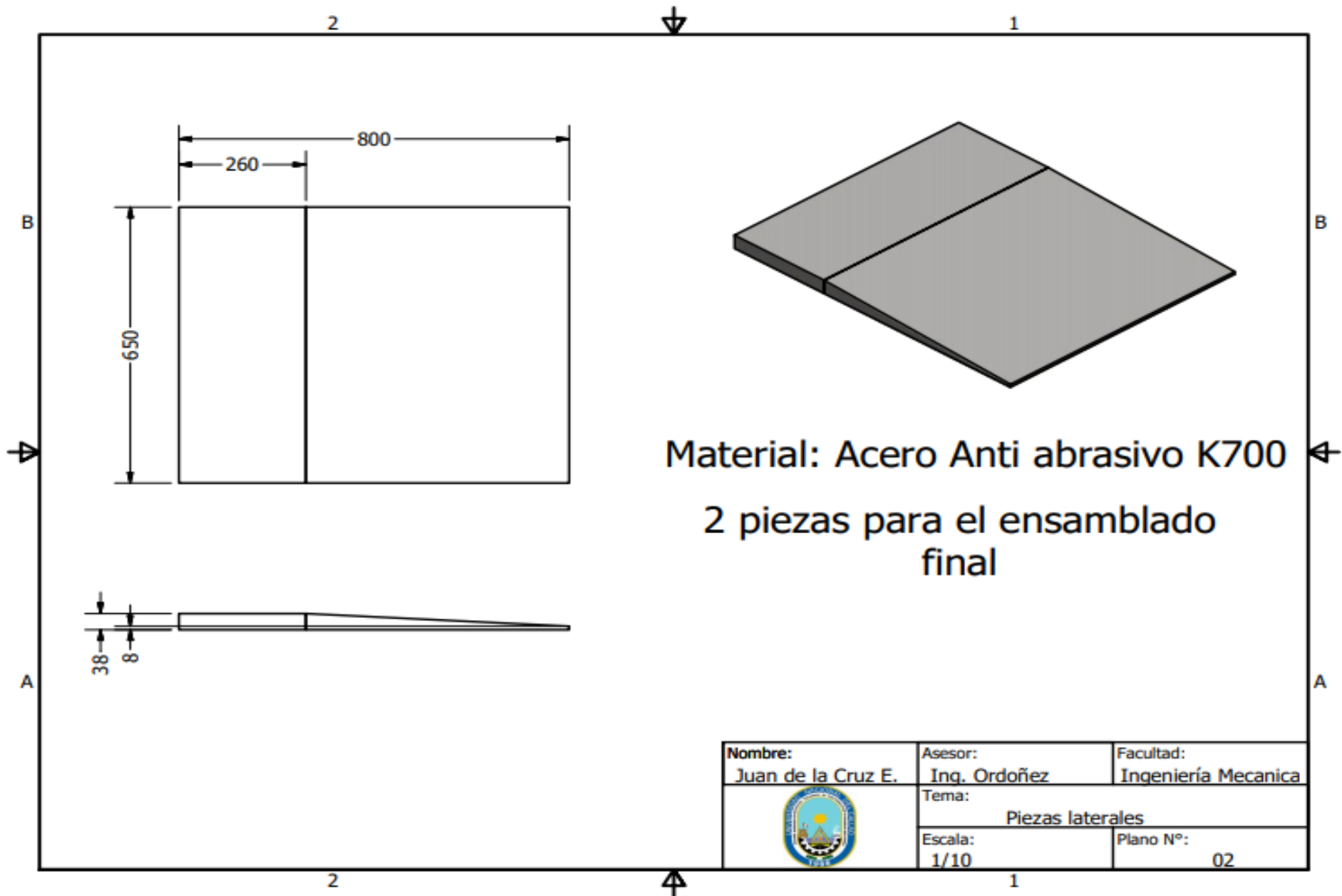
Nota:

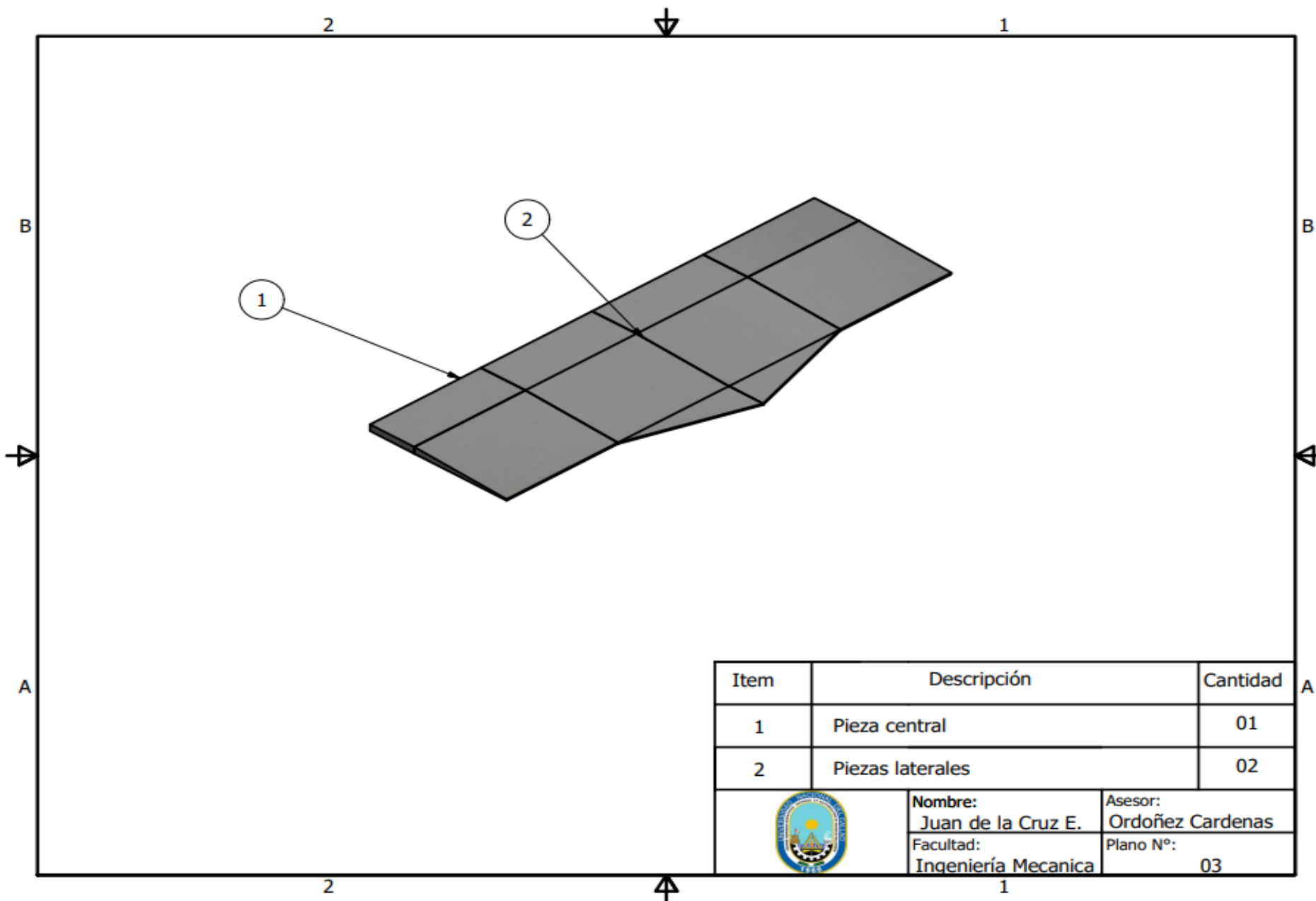
1. La sección reducida puede tener una reducción gradual desde los bordes hacia el centro, con los diámetros extremos no mayores del uno por ciento (1%) respecto al diámetro del centro (dimensión de referencia).
2. Si se desea la longitud de la sección reducida puede ser incrementada para acoplada un extensómetro de cualquier medida conveniente. Las marcas de referencia para medir la elongación, debe estar espaciadas respecto a la longitud de la medida indicada.
3. La longitud de medida y los radios de la transición deben ser como se muestra, pero los extremos pueden ser de cualquier forma para adaptarse a las mordazas de la máquina de prueba, de tal manera que la carga sea axial. Si los extremos van hacer cogidos con cuñas, es deseable, si es posible, hacer que la longitud de la zona anclaje sea lo suficientemente grande para permitir que la probeta se extienda dentro de las mordazas una distancia igual a dos tercios de la longitud de la zona de anclaje.

Figura 4.18 - Probetas para ensayo de tensión de metal de soldadura (ver 4.8.3.6)

ANEXO N°4 Planos







Nombre:
Juan de la Cruz E.
Facultad:
Ingeniería Mecánica

Asesor:
Ordoñez Cardenas
Plano N°:
03