



Diseño de estructura para mejoramiento del proceso de fosfatado de zinc o manganeso

Johnny Alberto Sánchez Cabrera

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Neiva, Colombia
2020

Diseño de estructura para mejoramiento del proceso de fosfatado de zinc o manganeso

Johnny Alberto Sánchez Cabrera

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Mecánico

Director (a):
Ingeniera Martha Lucia Solano

Línea de investigación
REM (Research in Energy and Materiales)
Grupo de Investigación:
Ingeniería de Materiales

Universidad Antonio Nariño
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica
Neiva, Colombia

2020

Dedicatoria

Primeramente, a Dios por ser la fuerza que me impulsa a seguir en este largo camino. A mi esposa Laura Milena Pérez Campos y mis hijos, que son el motor que me impulsa a querer cada día superarme como persona y profesional. Por supuesto mis padres no pueden faltar, agradezco su apoyo incondicional y buenos deseos para conmigo.

Agradecimiento

A la Universidad Antonio Nariño, a directivos y Docentes de la Facultad de Ingeniería, programa Ingeniería Mecánica, especialmente a la Ingeniera Martha Lucía Solano por su valiosa orientación durante este proceso académico e investigativo.

A las Directivas, personal administrativo y operativo de la empresa Tecnosupply S.A.S por su disposición e interés para la ejecución de la presente investigación, haciendo posible la terminación del presente proyecto.

Resumen

En la industria petrolera existen procedimientos de fosfatado, se sumerge la pieza a tratar en soluciones acuosas con compuestos químicos. El objetivo enmarca diseñar una estructura que mejore los procesos, permitiendo innovar y transformar el procedimiento de fosfatado de rociado por inmersión, para tratar la superficie del componente de la pieza y aportarle un revestimiento antifricción, que asegure mayor resistencia y un bajo coeficiente de fricción.

Por lo anterior, el alcance involucra diseño y cálculo de la estructura la cual hace parte del equipo para realizar el proceso de fosfatado a tuberías. La estructura analizada se compone: sistema abatible, estructura base y estructura articulada, así, los criterios de aceptación, esfuerzos permisibles, cargas de diseño, condiciones y combinaciones de cargas están basados en la capacidad máxima esfuerzo Von Mises calculado en la Estructura base, es $150,93 \text{ N/mm}^2$, este valor se compara con el esfuerzo máximo permisible, 171.5 N/mm^2 . Concluyendo que la estructura es segura y estable para las combinaciones y de diseño definido para la condición cálculo de esfuerzo en estructuras metálicas. Las limitaciones que presentaron el máximo esfuerzo de Von Mises se presenta en el tubo de 5" SCH 80.

El diseño desarrolla metodologías para máquinas apropiadas, por medio del cumplimiento de las fases (Riba, 2002) cuyos resultados definen conceptos, materialización y detalles o planos que permitieron la obtención de la estructura en condiciones de carga de diseño, combinaciones para estructura, dimensionamiento, cálculo de soldadura y modelación de la estructura a través del software .

Palabras clave: estructura, dimensionamiento, modelación, condición de carga y fricción.

Abstract

In the oil industry there are phosphating procedures, the piece to be treated is immersed in aqueous solutions with chemical compounds. The objective is to design and build a structure that improves processes, allowing the innovation and transformation of the immersion spray phosphating procedure, to treat the surface of the part component and provide it with an anti-friction coating, which ensures greater resistance and a low coefficient of friction.

Therefore, the scope involves design, calculation and construction plans of the structure which is part of the team to carry out the phosphating process for pipes. The analyzed structure is composed: folding system, base structure and articulated structure, thus, the acceptance criteria, allowable forces, design loads, conditions and load combinations are based on the maximum Von Mises effort capacity calculated in the base structure, that is 150.93 N / mm^2 , this value is compared to the maximum allowable stress, 171.5 N / mm^2 . Concluding that the structure is safe and stable for the combinations and of a defined design for the stress calculation condition in metallic structures. The limitations that presented the maximum effort of Von Mises are presented in the 5 "SCH 80 tube.

The design develops methodologies for appropriate machines, through the fulfillment of the phases (Riba, 2002) whose results define concepts, materialization and details or plans that allowed the obtaining of the structure under design load conditions, combinations for structure, dimensioning, calculation of welding and modeling of the structure through software.

Keywords: structure, dimensioning, modeling, load condition and friction.

Contenido

	Pág.
Resumen	V
Lista de figuras	IX
Lista de tablas	X
Introducción	1
1. Capítulo 1	5
1.1 Estado del Arte	5
1.1.1 Ámbito Internacional.....	5
1.1.2 Ámbito Nacional	8
1.1.3 Ámbito local	12
2. Capítulo 2	14
2.1 Especificaciones de las máquinas	14
2.1.1 Las Tecnologías.....	14
2.1.2 Tecnologías apropiadas para investigación de estructuras	15
3. Capítulo 3	19
3.1 Diseño y Materialización	19
3.2 Importancia del diseño	20
3.3 Diseño como herramienta de control.....	20
3.4 Evolución de la ingeniería.....	21
4. Capítulo 4	23
4.1 Diseño de Detalle.....	23
4.1.1 Propiedades mecánicas del material.....	23
4.1.2 Cálculos de Esfuerzos equivalentes de von mises	24
4.1.3 Cálculos de esfuerzos y deformaciones de la estructura base	27

4.1.4 Cálculos de esfuerzos y deformaciones de la estructura BASE – carga suspendida	33
4.1.5 Cálculos de esfuerzos y deformaciones de la estructura abatible – carga suspendida	38
4.1.6 Cálculos de esfuerzos y deformaciones presentados en el cáncamo	43
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
5.1 Conclusiones.....	52
5.2 Recomendaciones	52
A..Anexo: Plano de estructura con todas las vistas	54
B..Anexo: Plano general acotado.....	55
C..Anexo: Plano de estructura con vista superior e isométrica.....	56
D..Anexo: Guía de electrodos para soldadura West Arco	57
Bibliografía:	58

Lista de Figuras

	Pág.	
Figura 1-1	Secuencia metodológica aplicada para diseño de la estructura	2
Figura 3-1	Nomenclatura de diseño propuesta por Riba	19
Figura 3-2	Evolución e incidencia en la ingeniería	22
Figura 4-1	Vista en Isométrico de la estructura	25
Figura 4-2	Vista lateral de distribución de ángulos del sistema articulado	27
Figura 4-3	Vista isométrica estructura base	27
Figura 4-4	Estado de aplicación de cargas de diseño, sujeciones, contactos	28
Figura 4-5	Detalle de aplicación de cargas estructura base	29
Figura 4-6	Detalle aplicación de sujeciones estructura base	30
Figura 4-7	Estado de esfuerzos equivalente de Von Mises sobre estructura base	31
Figura 4-8	Detalle de esfuerzo máximo estructura base	31
Figura 4-9	Distribución de desplazamientos presentados en estructura base	32
Figura 4-10	Estado de esfuerzos y la deformación unitaria sobre estructura base	33
Figura 4-11	Vista isométrica estructura base	34
Figura 4-12	Estado de aplicación de cargas de diseño, sujeciones, contacto	34
Figura 4-13	Detalle de aplicación de cargas estructura base	35
Figura 4-14	Detalle de aplicación de sujeciones estructura base	35
Figura 4-15	Estado de esfuerzos equivalentes de Von Mises	35
Figura 4-16	Detalle de esfuerzo máximo estructura base	36
Figura 4-17	Distribución de desplazamiento presentados en estructura base	37
Figura 4-18	Distribución de desplazamientos presentados en estructura	38
Figura 4-19	Vista isométrica estructura soporte abatible	39
Figura 4-20	Estado aplicación cargas de diseño, sujeciones, contactos	39
Figura 4-21	Estado de esfuerzos equivalentes de Von Mises sobre E.A	41
Figura 4-22	Detalle de esfuerzo máximo estructura abatible	42
Figura 4-23	Distribución de desplazamiento presentado en estructura abatible	42

Figura 4-24	Estado de relación entre esfuerzos y deformación unitaria	43
Figura 4-25	Estado de aplicación de cargas de diseño, sujeciones, contactos	44
Figura 4-26	Estado de esfuerzos equivalentes de Von Mises sobre platina	46
Figura 4-27	Distribución de deformaciones presentadas en la platina cáncamo	47

Lista de Tablas

		Pág.
Tabla 1-1	Especificaciones para el diseño	9
Tabla 4-1	Nomenclatura y valores para el acero ASTM A572	23
Tabla 4-2	Nomenclatura y valores para el acero ASTM A53	24
Tabla 4-3	Nomenclatura y valores para el acero ASTM A36	24
Tabla 4-4	Descripción del peso bruto, tara, carga viva y dimensiones	25
Tabla 4-5	Esfuerzos permisibles de los materias principales	30
Tabla 4-6	Información del mallado estructura base	30
Tabla 4-7	Información de mallada estructura base	36
Tabla 4-8	Carga estructura abatible	39
Tabla 4-9	Detalle aplicación de sujeciones estructura abatible	39
Tabla 4-10	Información del mallado de estructura abatible	41
Tabla 4-11	Aplicación de sujeciones y contacto a la platina de cáncamo	44
Tabla 4-12	Detalle de aplicación de cargos a la platina del cáncamo	45
Tabla 4-13	Detalle de aplicación de mallado a la platina del cáncamo	45
Tabla 4-14	Electrodos revestidos para soldar aceros al carbono	48
Tabla 4-15	Propiedades flexionantes de soldaduras de filete	49

Introducción

El objetivo del presente trabajo se centra en diseñar una estructura que modifique el procedimiento para el proceso de fosfatado de zinc o manganeso, para la empresa Tecnosupply S.A.S de la ciudad de Neiva, dado la urgente necesidad que tiene la empresa de producir piezas de alta calidad, evitando de esta manera las constantes quejas y reclamaciones por la calidad de sus productos.

Tecnosupply S.A.S es una empresa huilense, inició operaciones en el año 2005 con el propósito de cubrir las necesidades del sector petrolero, en operaciones de perforación, con dotación de herramientas de fondo, y una actitud favorable y positiva hacia los avances tecnológicos, logrando de esta manera que los productos conserven una óptima calidad y excelente beneficio.

Actualmente, la empresa ofrece una logística de alto beneficio en el suministro de herramientas de fondo y servicio, garantizando operaciones rápidas y seguras para sus clientes, por tal razón, busca mejorar cada día más, con servicios y productos de alta calidad que generen respuestas satisfactorias en los procesos de fabricación, mantenimiento, reparación y suministro de herramientas para la exploración, explotación, perforación, y producción en el sector petrolero, minero e industrial, con estándares en seguridad, salud, ambiente y desarrollo sostenible.

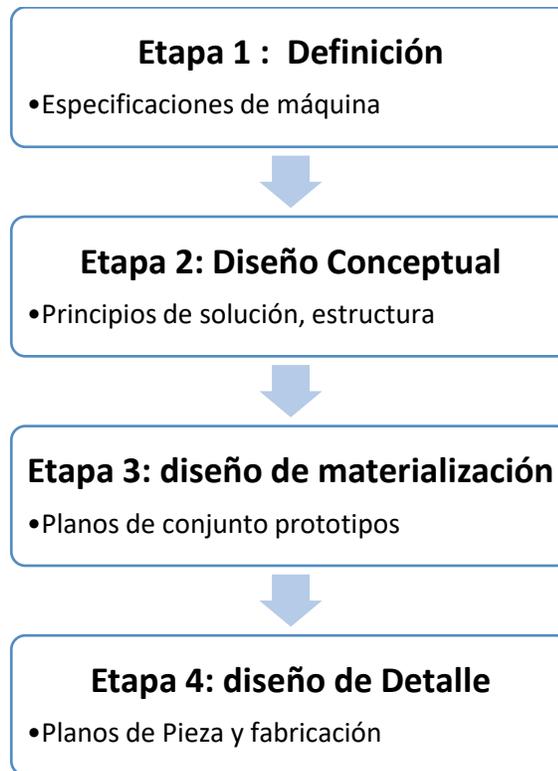
De esta forma, se pretende hacer más efectivos los procesos, de tal manera que no haya grado de insatisfacción por parte de los clientes, siendo esta la principal problemática que aqueja el área de producción de la empresa Tecnosupply S.A.S, deficiencias que se ven reflejadas en el fosfatado, puesto que en la actualidad se está aplicando el sistema de rociado, por lo que se sugiere mejoras a través de un sistema por inmersión de la pieza, lo cual garantiza un eficiente funcionamiento, puesto que de esta forma, tendrá menores riesgos de pérdidas al desenroscarse.

Desde esta panorámica, la ejecución del presente proyecto, implica en primera instancia la revisión literaria de estudios que sean frente de comparaciones y que resulte de beneficios por los aportes que éstos traigan, permitiendo a su vez realizar ensayos de similares características para alcanzar los objetivos planteados para este estudio, siendo necesario el planteamiento de la principal problemática y demás aspectos que sean de análisis y que concluyen con una pregunta problema, que para el presente trabajo es: ¿Cómo se puede mejorar el proceso de fosfatado de zinc o manganeso en la empresa Tecnosupply S.A.S de la ciudad de Neiva?; lo cual conducirá al planteamiento de los objetivos tanto general como específicos así: a) identificar los criterios para el proceso de aplicación de fosfato con base al sistema que utiliza, b) definir los requerimientos necesarios para el diseño y construcción de la estructura y c) Construir la estructura para el diseño de aplicación del fosfatado de zinc o de manganeso, según el diseño.

En este orden de ideas, seguidamente, se analizarán estudios que sirvan como soporte al estudio emprendido, continuando con los aspectos teóricos conceptuales, los cuales son el apoyo al desarrollo del proceso, basado en la construcción y diseño de estructuras que sirven para mejorar los procesos y que en este caso está relacionado con los requerimientos de las capas de fosfatados requieren de procedimientos favorables para el control de otros procesos, conocidos como baños de fosfatado, los cuales producen reacciones químicas entre el sustrato y distintos elementos y/o compuestos del baño, que, dan lugar a la transformación de la superficie en una capa no metálica de fosfatos metálicos de naturaleza diversa y que comúnmente se le conoce como capa de conversión (Munger, 1984, p.190).

Con estos referentes, se llega al planteamiento del diseño metodológico, basado en una serie de cálculos aportantes de la Ingeniería mecánica y que permiten generar alternativas de solución a la problemática planteada, utilizando para tal fin la metodología de Riba (2002) que refleja las etapas de una secuencia básica y que comprende las siguientes etapas, reflejadas en la figura 1 que a continuación se muestra:

Figura 1-1. Secuencia metodológica aplicada para diseño de la estructura



En la primera fase del proyecto, es decir la etapa de definición, es donde cobra mayor fuerza el contexto y donde se debe tomar mayor cantidad de información del entorno, puesto que ahí se gesta el problema y que en la segunda etapa (especificaciones de la máquina) describe errores que se habían cometido en las especificaciones iniciales y que no se habían descrito adecuadamente; algunas de ellas se definen de la siguiente manera:

- Materiales

No se había contemplado la protección ante el fenómeno de corrosión

- Fabricación y Montaje

Se concreta la especificación, utilizando piezas normalizadas siempre que sea posible

- Transporte

No se había explicado estas especificaciones importantes para el diseño, por el tamaño de la estructura.

- Vida útil y mantenimiento

Es necesario establecer un periodo en el que debe realizarse el mantenimiento de acuerdo con el contexto sobre uso, condiciones atmosféricas y

En la tercera y cuarta etapa, el procedimiento y resultado de las etapas de materialización y detalle serán prácticamente igual para el diseño de la estructura para el proceso de fosfatado por inmersión, puesto que la información de contexto se tuvo en cuenta durante el proceso y se dio solución a los problemas que aquejaban al procedimiento de fosfatado en la empresa Tecnosupply S.A.S,

De esta manera se llevó a cabo el diseño de la estructura, generando alternativas de solución que se requerían para hacer un estudio donde se tuvo en cuenta los diámetros, longitudes y peso de las herramientas que frecuentemente se manejan en la empresa Tecnosupply S.A.S, para posteriormente, realizar la selección del material que se va a emplear para fabricación de la estructura y se realizan los cálculos de diseño para que esta estructura que se va emplear pueda soportar mayor cantidad de herramientas durante el proceso.

1. CAPÍTULO 1

1.1 Estado del Arte

El estado del arte se constituye en la parte fundamental de la investigación, es decir todos aquellos estudios que permiten vincular la investigación desde diversos ámbitos del saber y que están relacionados con el diseño de estructuras, incluyéndose además aspectos relacionados con las tecnologías aplicadas, mejoras de procesos, entre otros, los cuales hacen más fácil la interpretación y que sirven como soporte de referencias para este caso de estudio.

1.1.1 Ámbito Internacional

En este apartado, se incluyen las investigaciones o estudios encontrados a nivel internacional, por lo tanto, sirven como referente de comparación en cada una de las variables identificadas durante el proceso de formulación del título, pregunta de investigación, objetivos entre otros, destacándose entre estos, el estudio “Diseño de estructuras de protección catódica para el interior de un tanque de almacenamiento de petróleo” cuyo objetivo principal es proponer medidas eficaces y económicas para atenuar la corrosión (Ramos & Marrero, 2019, p.5).

Este estudio está fundamentado en conocimientos básicos sobre el mismo, que van desde el análisis de la estructura, la influencia de las características hasta la incidencia de la composición química. Es un trabajo que sirve como referente para ser desarrollado sobre estructuras de mejoras del proceso, dado que se especifica la forma como se realizan los procesos, los errores que se vienen presentando y las alternativas de solución para el mismo, que además de la metodología utilizada para el diseño de dicha estructura, se

determina el tipo y la cantidad de ánodos a utilizar y la manera como se distribuye en el fondo del tanque; de la misma manera, se realiza un análisis económico para confrontar la factibilidad de la propuesta y que sirven para ser aplicados en otros tipos de estructuras para la industria del petróleo y sus derivados; por lo tanto, los aportes que se toman de este trabajo, se relacionan con variados aspectos, entre los que se citan los materiales metálicos, el tratamiento y desplazamiento de las estructuras, y los métodos químicos expuestos por Camejo & Domínguez (2013) en la que se muestra la necesidad de aplicación de éstos, como forma de protección anticorrosiva que son efectivos y económicos.

En este contexto, el documento de la Universidad de la Habana, llamado “Métodos químico – tecnológicos de protección para la mejora de los procesos en la clasificación de inhibidores de corrosión” permite analizar la aplicación de medidas químico tecnológicas, por lo tanto, la utilización de las estructuras son muy utilizadas por su sencillez y efectividad, permitiendo de esta manera: controlar los sólidos en suspensión, controlar los parámetros operacionales y aplicar inhibidores de corrosión (Camejo & Dominguez, 2015).

se identificó el estudio titulado “Optimización del tratamiento de fosfatado como método de protección frente a la corrosión” (Bustamante, y otros, 2010, p.3), cuyo objetivo se centra en el análisis del fosfatado como tratamiento de conversión química libre de cromo, partiendo de un estudio básico de fosfatado comercial aplicado por inmersión en soluciones al 100% y diluciones 1:2, 1:5 y 1:10.

El desarrollo metodológico de este estudio se llevó a cabo, con ensayos sobre placas de acero comercial ISI 1010, cuya composición elemental en % en pesos es: Fe 99,54; C- 0.0840, Si:0.0321, Mn 0.2371, P-0.0103, Al 0.0411 Y Mo 0.0372. análisis previos al procedimiento, recuerdan que las piezas deben desengrasarse con suficiente detergente y agua destilada, con el fin de eliminar restos de agua, y posterior secado.

El tipo de material fosfatante utilizado fue Electrochem al 100%, con un pH =1 y una densidad de 1.23 g/ml, compuesta por ácido fosfórico y sulfato de manganeso, éste con una concentración de 10 a 20 g/l. Esta solución es especificada por el proveedor como desoxi – fosfatante, lo cual indica que es una solución capaz de realizar una limpieza

superficial para posteriormente colocar el fosfato y de esta manera, realizar la adherencia de otros recubrimientos.

Los resultados de este estudio sirvieron como referente para el mejoramiento realizado al sistema, dado que se muestra la cinética de crecimiento de la capa de fosfato mediante técnicas electroquímicas y los resultados aplicados en los ensayos permitieron evaluar una solución fosfatante 1:2 considerada con valores potenciales.

La observación de las películas se realizó mediante difracción de rayos X y se determinó que están formadas por fosfato de hierro secundario.

Ahora bien, se realizó un proceso de caracterización con un sistema de recubrimiento de sustrato en inmersión continua, evaluándose cada una de las muestras durante un tiempo de dos semanas, haciendo uso del electrolito NaCl al 3% en peso, para determinar el efecto del fosfatado sobre la resistencia a la corrosión del sistema de recubrimiento – sustrato.

En resumen, los resultados obtenidos sobre las pruebas electroquímicas que atribuyen a la película de conversión obtenida en la solución fosfatante 1:5 describen un mejor comportamiento frente a la corrosión en medio clorado, mostrando una mayor cobertura, homogeneidad, espesor y adherencia.

Otro estudio, es el realizado por el grupo de universidades de América Latina y el Caribe “Estructuras, procesos e instrumentos de vigilancia tecnológica. La vigilancia tecnológica como proceso de innovación relacional Universidad – empresa universidades” cuyo objetivo se orienta a responder a la necesidad de observación y análisis permanente, en la vigilancia tecnológica como proceso en la toma de decisiones estratégicas para la innovación (Torres & Santa Soriano, 2013); de esta manera, los fundamentos teóricos se realizan desde Rouach (1996), relacionando la vigilancia tecnológica con la capacidad de transferir conocimiento del exterior al interior de las organizaciones, así como el aporte realizado por Palop & Vicente (1999), quienes definen el término como “un sistema organizado de observación y análisis del entorno, tratamiento y circulación interna de hechos observados en la empresa”. Estos aportes han sido significativos para el desarrollo del presente proyecto, porque describe aspectos del entorno que facilitan la funcionalidad organizacional y le permiten la toma de decisiones.

Lo más reciente de la literatura, en términos de vigilancia tecnológica, es la forma como el sistema analiza la información, transformándola en pautas que sirven para sistematizar prácticas, crear unidades funcionales y posibilitar la certificación, dado que este es un sistema que permite analizar procesos, recursos, medios y habilidades que posteriormente posibilitan la creación de propuestas de alto interés tecnológico.

La metodología fue desarrollada a través del observatorio virtual de transferencia de tecnología o también llamado OVITT como proyecto institucional de la Universidad de Alicante (UAN), con altos contenidos tecnológicos y una agenda de innovación y tecnología colaborativa, con el fin de transferir tecnología, haciendo uso de un meta buscador en ciencia y tecnología especializado. Como resultados se obtuvo que las universidades son los mejores espacios para transferir conocimiento a los sectores productivos, por lo tanto, representan alto potencial aportante de ideas de la cual se dice que “no se basta con generar ideas, sino con trascender y convencer de su posibilidad de ejecución para la otra gente” (Wagensberg, 2010).

1.1.2 Ámbito Nacional

En el contexto nacional, revisando los repositorios de las diferentes universidades, se identificó en la Universidad Autónoma del Caribe, el estudio “Metodología para el diseño y construcción de una máquina para medición del desgaste abrasivo basado en la norma ASTM G-65” cuyo objetivo es diseñar y construir una máquina para la medición del desgaste abrasivo basado en la norma ASTM G65, por lo tanto se utiliza como metodología todo lo relacionado con diseño de estructuras y desarrollo concurrente (Niebles; Quesada; Santamaría; Méndez & Ruiz, 2009).

De esta forma, se evidencia el uso de una metodología basada en las etapas de diseño funcional, por lo que se aprecia el diseño conceptual, en donde se establecen las especificaciones iniciales requeridas; para el diseño funcional, se formulan las funciones que la máquina debe realizar para cada uno de los requerimientos, las alternativas de diseño se evalúan de acuerdo con los criterios de ponderación, para de esta forma poder establecer una alternativa de diseño conceptual óptima y que más se adapte al diseño.

En la última fase del proyecto, se puede analizar las alternativas de diseño tanto funcional como conceptual y conjuntamente se definen los materiales y las dimensiones de las piezas, estableciendo la seguridad en los elementos para la fabricación y puesta en marcha; por esta razón, es un proyecto de amplia similitud al estudio realizado, teniendo en cuenta que además de la similitud en la metodología, los resultados aportarán amplios beneficios a la gran industria, por lo que se está dando solución a una problemática presente.

El aporte de este estudio se puede observar en la explicación que los autores realizan sobre la metodología para el diseño de la máquina, basados en la ingeniería concurrente, la cual está orientada a integrar sistemáticamente el diseño de productos y procesos. Por lo tanto, las fases que se han fijado, para diseñar esta estructura, son las mismas que en la introducción se enuncian y cuyas especificaciones de diseño se plantean en la tabla 1.1 que a continuación se muestra:

Tabla 1.1 Especificaciones para el diseño

ESPECIFICACIONES INICIALES	
CONCEPTO	DESCRIPCIÓN
FUNCIÓN	<p>Reproducir en ambientes controlados el proceso de desgaste por abrasión que experimentan los materiales.</p> <p>Detenerse automáticamente al momento de cumplir con el tiempo o número de revoluciones previamente seleccionado</p>
OPERACIONES NECESARIAS	<p>Generar micro surcados en la probeta ensayo</p> <p>Desplegar una lectura de las RPM a las que está rotando la máquina.</p> <p>Al transcurrir el tiempo de la prueba activase el temporizador para el apagado automático de la máquina.</p>

PRECISIÓN	La primera inspección de precisión se hace con los materiales y en tiempos que propone la norma.
-----------	--

Fuente: (Niebles; Quesada; Santamaría; Méndez & Ruiz, 2009).

Una vez se establecen las especificaciones específicas iniciales y apoyándose en la metodología de diseño de Palh y Beitz, se diseña la estructura funcional de acuerdo con las especificaciones establecidas (Pahl & Beitz , 1995), por lo tanto, se observa un trabajo desde la ingeniería concurrente, la cual se orienta a integrar sistemáticamente y en forma simultánea diseño de procesos en sus fases conceptual, funcional y el diseño de detalle.

Como conclusión a este estudio, se puede observar una propuesta que cumple con las especificaciones requeridas por los clientes y que además se ajusta a la norma ASTM G65, pero debe hacerse más acercado a la realidad evaluando alternativas bajo criterios que van desde el montaje, desempeño, mantenimiento, accesibilidad de repuestos y los costos.

Otro estudio para este mismo ámbito es el desarrollado por Gutiérrez, Olaya & Torres (2015) localizado en el repositorio de la Universidad tecnológica de Pereira “Construcción de un equipo para desgaste abrasivo según norma ASTM G-65”

En este mismo ámbito, se encontró el estudio “Metodología de diseño y simulación hidrodinámica de una micro turbina tipo Kaplan usando herramientas computacionales”, desarrollado por estudiantes de la Universidad Antonio Nariño, los cuales utilizaron un modelo de simulación de una micro turbina tipo Kaplan de seis álabes; por lo tanto, el objetivo de este estudio se orienta en analizar el efecto causado por la variación del paso de la turbina en la obtención de potencia de eje a la salida, implementando varias velocidades, respecto al flujo de agua circundante (Sánchez; Cardona; Sierra del Río & Hincapie, 2015, p.5).

El desarrollo se llevó a cabo, soportado en el avance que han tenido los sistemas computacionales en lo relacionado con la capacidad y velocidad del cálculo, dado que se considera una importante herramienta en el diseño y elaboración de estos cálculos, puesto

que se puede llegar a simular el comportamiento del fluido y la interacción con los diferentes componentes.

La metodología de este estudio se ha estructurado en tres fases, iniciando por la fase de diseño del modelo de la turbina, seguido por la ejecución del simulador y finalmente con el análisis y discusión de los resultados, los cuales muestran el rendimiento desde altas como en bajas velocidades, observándose beneficios de potencia de eje, que permite visualizar la información de manera más dinámica. Los aportes de este estudio, representan un factor referencial que permite comparar resultados y determinar con base en los resultados obtenidos, la ubicación y los parámetros necesarios para la implementación.

Otro estudio relacionado con el diseño e implementación de estructuras, es el desarrollado por estudiantes del programa de Ingeniería de la Universidad Antonio Nariño, que titularon “Diseño e implementación del sistema de control on – off del proyector laser Lasiris Magnum II para el sistema SICAIPAV II”. El objetivo de esta investigación se orienta a diseñar e implementar un sistema electrónico para el control on- off del proyector laser del sistema automático, mediante sensores de ultrasonido, un codificador y una tarjeta de desarrollo Arduino (Porras; Sanabria; Rueda & Ramírez, 2015, p. 3). El soporte teórico lo desarrollan desde la base de los sistemas automáticos de procesos de inspección, citando iniciativas como la de Porras & Sanabria (2014) los cuales utilizaron el sistema automático para la recolección de datos sobre daños en pavimento, usando un enfoque tridimensional (Porras & Sanabria, 2014).

La metodología es de tipo experimental, con el fin de corroborar la efectividad del sistema de control implementado para la prueba del sistema, se hace el montaje completo en el laboratorio, con la posición de los sensores seleccionada de acuerdo a las pruebas de mayor cobertura, obteniendo resultados para los escenarios de las velocidades, objetos en el área de riesgo, por lo que se espera genere resultados a futuro, que permitan mejorar la rapidez del sistema, utilizando un micro controlador con mayor rendimiento a una velocidad superior de procesamiento.

En lo que respecta al material, en la revista ION, publicada en el mes de octubre de 2012, se identificó el estudio “Evaluación de corrosión de materiales usados en tanques de

motocicletas en contacto con mezclas gasolina y etanol” cuyo objetivo se orientó a evaluar el comportamiento de los recubrimientos utilizados en tanques de motocicletas en contacto con mezclas de gasolina 0, 10, 20 y 100% etanol anhidro por el método de pérdida de peso (Londoño & Moreno, 2012).

Es un estudio que permitió el análisis del material base de los tanques, así como la proporción de zinc y el comportamiento frente a la corrosión. Se tomó como referente precisamente por los materiales, el componente químico, los procesos de corrosión, el material caracterizado, las pruebas de inmersión y la evaluación de los recubrimientos utilizados por el fabricante. Los cálculos de las velocidades de corrosión y cómo se comporta frente al contacto con el combustible.

Los resultados describen un buen comportamiento de los recubrimientos realizados en las diferentes mezclas, pero, el material fosfatado se muestra un mayor ataque por parte de la gasolina y la mezcla gasolina 10%v etanol a bajos tiempos de prueba. Para el material recubierto a base zinc y cromo, se observa un mayor ataque por parte de la gasolina 0% etanol en comparación con el material fosfatado.

1.1.3 Ámbito local

En el plano local, en el repositorio de la Universidad Antonio Nariño, sede Neiva, se localizó el estudio “Diseño, construcción y puesta en funcionamiento de un bastidor hidráulico para ensamble de motores Detroit Diesel de 45 HP (600 Kg) hasta 750 HP (2000 Kg)” sirviendo como aporte a la sociedad del conocimiento en la etapa en que apenas se estaba evidenciando la conquista de la tecnología en el país con aplicaciones en las grandes industrias, especialmente la petrolera, por lo cual se consideró importante dado que se contribuyó en la solución de problemas de fuerza, desplazamiento de constante requerimiento en la industria generalizada y específicamente para la reparación de motores industriales Detroit Diesel puesto que éstos requieren de fuerza para levantar y girar piezas de 200 a 900 kilogramos de peso, representado en su conjunto como el bloque del motor, las cabezas de cilindro, caja de volante, cigüeñal, eje de levas entre otros (Parra; Mosquera & Garrido, 2010)

Se desarrolló haciendo uso de los cálculos estáticos, teniendo en cuenta que el mundo industrial ha obligado al hombre a diseñar formas y mecanismos que permitan el levantamiento, giro y desplazamiento de piezas para trabajo pesado, dentro de un espacio determinado, por lo tanto, los resultados se mostraron como un aporte a la disminución de la carga de fuerza, que en ocasiones creaba problemas de seguridad laboral en el grupo o cuadrilla de trabajadores y que tomaba requerimientos de mayor tiempo.

Otro estudio que sirve de referente durante el proceso de revisión bibliográfica es “Diseño de estructura de lavado para animales bovinos” (Ortega, 2019), realizado por el grupo de investigación de Ingeniería de materiales y cuyo propósito es la construcción de un modelo de estructura mediante el programa CAD (Solid Works) para construir el sistema de lavado de animales.

Los aportes de este estudio contribuyen al sector agropecuario, específicamente en el departamento del Caquetá, debido al alto número de cabezas de ganado que se manejan en cada finca y que con este sistema se solucionarán problemas relacionados con los principios de precisión, eficacia en el control de los parásitos en los semovientes, así como la regulación del agua.

2. Capítulo 2.

2.1 Especificaciones de las máquinas

Bijker (2005), define el término de tecnología, desde tres niveles de significado. El primero de ellos tiene relación con el conjunto de objetos físicos o artefactos como máquinas, computadoras entre otras, en el segundo nivel de clasificación están las actividades relacionadas con las actividades humanas y que tienen vínculo directo con las tecnologías, como el manejo de las máquinas, como la fabricación, qué cálculos se realizaron para su diseño y elaboración; y por último, se establece referencia al concepto de tecnología como un área de conocimiento, se trata tanto de aquello que la gente conoce como de lo que hace con las máquinas y los procesos relacionados con ellas.

2.1.1 Las Tecnologías

Como bien se enuncio anteriormente, las tecnologías representan un compendio de tres niveles, en los cuales la mano del hombre es fundamental, pero también, difieren de conceptos que subyacen en el desarrollo tecnológico de las mismas. Desde la teoría de la ciencia y la tecnología como enfoque dominante, la tecnología es definida como una fuerza autónoma en la sociedad y su funcionamiento es una propiedad intrínseca de máquinas y procesos técnicos (Bijker, 2005, p.4)

El mismo autor, las considera fundamentales por la funcionalidad que ejercen en la solución de problemas de todo tipo, por lo que se tiene en cuenta los principios de eficacia y eficiencia en la productividad y efectividad de las máquinas, aunque de la misma manera, establecen que la creación de las tecnologías, también genera nuevos problemas, es decir, problemas adicionales que pueden solucionarse con otra clase de tecnologías conexas.

De esta manera, desde el enfoque de la visión clásica de la tecnología cuyo propósito es establecer la relación entre tecnología y sociedad, el determinismo tecnológico comprende dos conceptos a saber: el primero de ellos, sigue la línea de la lógica interna que es independiente a las influencias externas; y el segundo que la tecnología configura a la sociedad a partir de su impacto económico y social, por lo que se analiza que el desarrollo tecnológico no está sujeto a controles externos, solo se producen para mejorar problemas que vienen de los diferentes impases o inconvenientes sociales, por lo tanto, y de acuerdo con Mackenzie (1990) “generan un beneficio a satisfacción de deseos humano”, como cualquier tipo de invento o construcción de una máquina (Mackenzie, 1990, p. 383)

2.1.2 Tecnologías apropiadas para investigación de estructuras

En el marco de estudio para este proyecto, se hace necesario establecer diversidad de conceptos relacionados con las tecnologías apropiadas, dado que ellas son útiles para el análisis incluyente de todo tipo de proyectos, en donde las tecnologías son el principal referente. De esta manera, a continuación, se describen aspectos generales sobre esta clase de tecnologías.

- ***Origen de las tecnologías apropiadas para investigación de estructura***

Su principal exponente Ernst Friedrich Schumacher, autor de lo pequeño es hermoso (1973), el cual respaldaba la invención e implementación de una tecnología apropiada de acuerdo a cada entorno. En este contexto, se empezó la exploración de tecnologías que podían crear de acuerdo al medio y a la disponibilidad de recursos que tuvieran un sector específico, haciendo uso de todo el conocimiento posible y movilizándolo recurso humano, de tal manera que se pudiera desarrollar tecnologías acordes a cada ambiente (Universidad de los Andes, 2007, p.3).

A nivel mundial, se plantearon diversas reacciones que expuso el mundo, de acuerdo al acelerado desarrollo industrial, el cual se estaba realizando sobre los años 50, y en la que se describía un modelo de desarrollo y diseño diferente para todo tipo de productos o servicios.

Fue precisamente, desde la Oficina de Ciencia y Tecnología de la ONU, donde un grupo de académicos de la universidad de Sussex y del IDS de la misma universidad, que surgió este concepto, el cual fue redactado como especie de manifiesto, para demostrar los cambios en el pensamiento que sobre ciencia y tecnología existían para el desarrollo mundial, por lo tanto, en su entorno se incorporaron reflexiones sobre temas ambientales como las propuestas por Kaplinsky (2011) citadas por Thomas; Bortz & Garrido (2018) como aporte a las economías de países de bajo desarrollo económico (Thomas; Bortz & Garrido, 2018, p.4).

Su origen obedece a un movimiento que surgió en la década de 1960 hasta los años 80 y se inició como un movimiento compuesto por grupos activistas locales, donantes, extensionistas, instituciones educativas, funcionarios públicos, ingenieros y en menor medida, empresas. Con el pasar del tiempo, este movimiento fue tomando fuerza y en un concepto mayor de “tecnología apropiada” se aportó perspectivas, incluyendo ideas, definiciones, prácticas y términos diversos como el de “tecnologías intermedias”, “tecnologías radicales” “tecnologías populares”, “tecnologías comunitarias” entre otras (Thomas, 2008).

De acuerdo con Schumacher, en lugar de buscar adquirir alta tecnología que ahorrara puestos de trabajo, los países pobres debían tomar un camino consistente en la selección de tecnologías intermedias que liberaran a las personas de la pobreza y proveyendo a la población de trabajo significativo (Smith, 2013).

De acuerdo con Willoughby (1990), las tecnologías apropiadas constituían una reacción contra lo que se percibía como estrategia fallidas en la era del desarrollo industrial para los países pobres: casos de tecnología a escala onerosa que al ser importadas y posteriormente aplicadas en contextos que no eran compatibles, se les consideraban tecnologías inapropiadas, lo cual se terminaba por ser abandonadas por falta de insumos, mantenimiento, infraestructura y/o capacidades locales, no logrando inducir procesos de desarrollo tal como habían anticipado otras teorías de las descritas en años anteriores.

El principio básico de la tecnología apropiada era ayudar a las personas a mejorar la situación en las que se hallaban inmersos a través de la provisión de tecnologías

adecuadas a contextos, incluyendo cierta mejoría en las circunstancias económicas y sociales de los usuarios.

Era el afán de la época y de los países por alcanzar las grandes tecnologías, por lo tanto, se daban saltos tecnológicos, lo cual generaba un riesgo de crear mayor pobreza y más desempleo.

- ***Metodologías de diseño aplicadas a las tecnologías apropiadas***

Las metodologías aplicadas en la Ingeniería Mecánica son las que desarrollan diseños aplicados, por lo tanto, representan un factor de amplia curiosidad, especialmente cuando se trata de asuntos de investigación como aporte de las universidades a las diferentes comunidades. Por esta razón, se identifica en el marco del desarrollo de productos direccionados al mercado, que sean un atractivo para solucionar problemáticas actuales (gestión, métodos o el mismo marketing), considerados asuntos de menor categoría, pero, a los cuales les hace falta desarrollar un diseño más amplio y enfocado a las necesidades sociales y a los países en desarrollo.

Desde este enfoque, Murphy (2009) argumenta “los enfoques tradicionales de la ingeniería necesitan ampliarse con técnicas más flexibles, donde haya mayor participación de los usuarios y se pueda establecer colaboración multidisciplinar” (Murphy; McBean; & Farahbakhsh, 2009).

- ***Clasificación de las metodologías de diseño***

Cuando se habla de metodología, se hace referencia al conjunto de métodos utilizados en una rama del pensamiento o actividad humana; por lo tanto, y para este estudio, es importante establecer la definición desde la Ingeniería y que en términos sencillos describe una secuencia de acciones para el diseño de sistemas técnicos que enriquecen el conocimiento y la práctica desde las diferentes disciplinas.

Los diversos enfoques han establecido métodos para el diseño de máquinas, por lo tanto, se hace una revisión literaria de autores que han aportado a la ingeniería Mecánica, con obras de alta importancia como la de Palh & Beitz (2007, p.20), los cuales muestran una

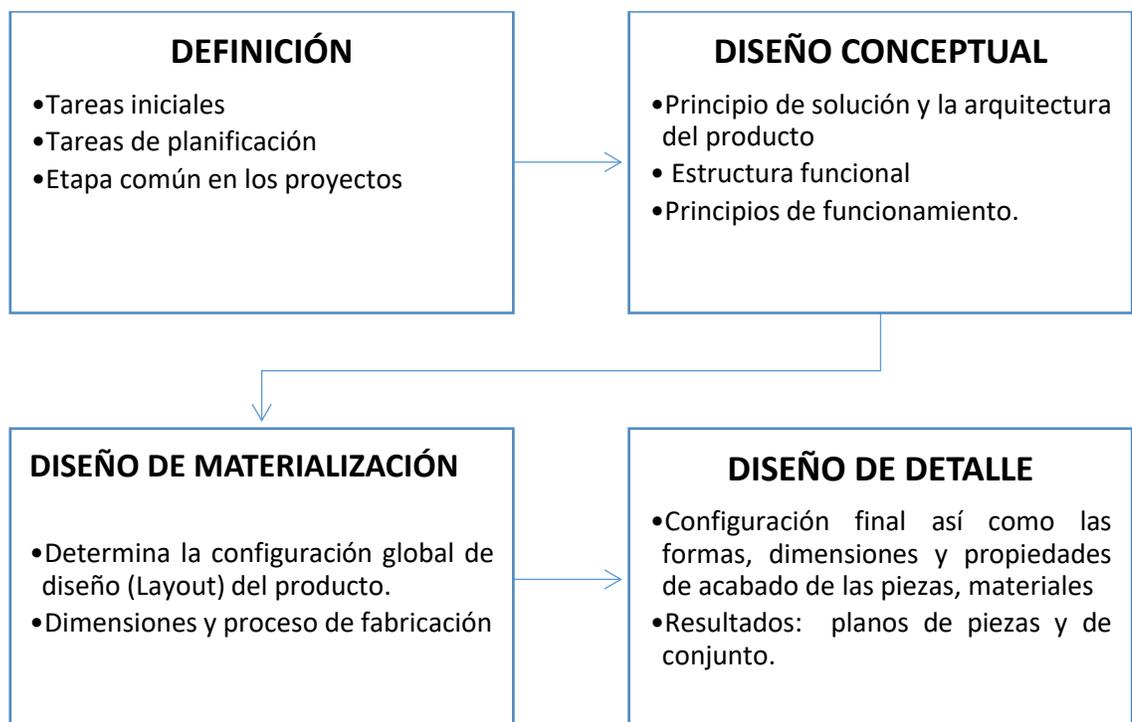
tipología interesante, dado que no las agrupan, mientras que Cross (2000) plantea metodologías acordes a si el procedimiento es descriptivo o prescriptivo

3. Capítulo 3

3.1 Diseño y Materialización

En este apartado del proyecto, es importante analizar el aporte que realizan diferentes autores, que tratan sobre las tareas que se realizarán dentro del proceso general del desarrollo del producto. En el seguimiento al diseño de las metodologías, señalan que la nomenclatura más utilizada es la de Riba (2002), teniendo en cuenta que es sencilla y de fácil interpretación, tal como se describe en la figura 3.

Figura 3-1. Nomenclatura de diseño propuesta por Riba (2002)



Fuente: Riba, 2002

3.2 Importancia del Diseño

El diseño es importante porque facilita y mejora la comunicación entre los responsables y encargados de realizar las características de un producto y el desarrollo del proceso de fabricación del mismo; la literatura muestra su aparición en la década de 1980, pero las evidencias fueron claras en tiempos anteriores y posteriormente a la segunda guerra mundial.

Con la revolución industrial y el surgimiento de los sistemas de producción en masa, se produjo la separación de los procesos y el diseño fue aislado de la cadena productiva, al punto de establecerse como una actividad especializada (Riba & Molina, 2014), surgiendo nuevos puestos de trabajo en supervisión, control, calidad, operación, creando mayor exaltación a la especialización en un área específica, por lo tanto, el diseñador artesanal fue desplazado por el fabricante, convirtiéndose en una lucha por la producción de bienes, que duró varias décadas.

Los primeros pasos de esta industria los dio la compañía Desrone et Cail, en 1840, firma productora de maquinaria que emprendió su experiencia nombrando como director técnico a Jules Cesar Houel, el cual fue contratado en 1836, por los estudios que había alcanzado en la Ecole des Arts et Metiers en Chalons – sur –Marne, con un perfil que demostraba lo aprendido en dibujo técnico, razones por las cuales se nombró como capataz con funciones como: manejo de personal, relaciones con los clientes que requerían de los productos y quien vendía a los propietarios de las empresas lo que él y su grupo habían construido.

Continuaron las transformaciones en el área industrial, pasando del lugar de fabricación que era el taller, a un área de dibujo, situación que demarcó con mayor fuerza las brechas entre las tareas de diseño y el taller de fabricación.

3.3 El Diseño como herramienta de control

El diseño empezó a tomar fuerza y hacia principios del siglo XX se generó ese gran salto hacia el diseño y la separación del resto de la cadena productiva. La parte débil se registró en los aspectos sociales, observándose el desplazamiento de los artesanos por una

combinación de máquinas automatizadas y personal sin formación técnica, por lo tanto, como era considerado mano de obra no especializada, no debería tomar decisión alguna.

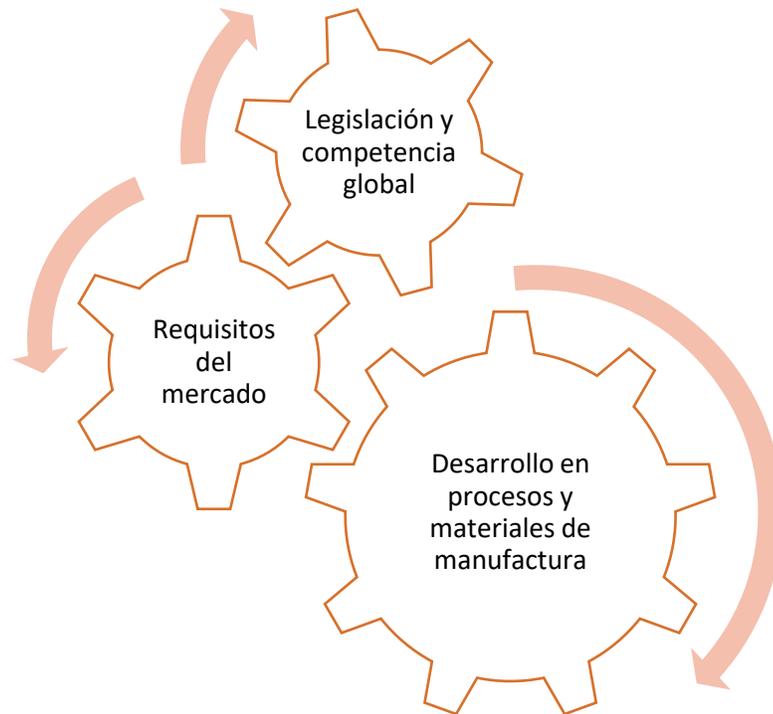
En la época, la figura del ingeniero industrial fue ganando posición, quienes eran considerados los diseñadores de las líneas de producción y de esa forma la estructura organizacional también se fue modificando, marcando mayores distancias entre el diseñador y el fabricante del usuario final. De esta forma, se puede observar como los puntos de fábrica y diseño localizados en lugares específicos pueden surtir de productos a consumidores de cualquier lugar del mundo, independientemente del producto que desee.

En este contexto, también se puede resaltar la manera como se fue especializando la tarea, por lo que los requerimientos de formación, fueron esenciales para el entrenamiento específico en el área de dibujo técnico, conocimientos en geometría, cálculos, y toda clase de disciplinas que se relacionan con los procesos, formando parte del perfil en lo relacionado con las habilidades básicas, por lo que el diseñador deberá ser capaz de mostrar especificaciones del producto.

3.4 Evolución en la Ingeniería

Como se ha venido describiendo durante el desarrollo del presente trabajo, los cambios y/o transformaciones del diseño se producen de acuerdo a la manera como las empresas realizan sus operaciones y a los ahorros tanto en tiempo como en dinero, para alcanzar el éxito en su operatividad, por esta razón, la preparación de los ingenieros se da más allá de la formación y las capacitaciones, por lo tanto, las mismas empresas se convierten en las patrocinadoras para que muchos de ellos puedan alcanzar una visión concurrente, los rotan por diferentes áreas para hacer más útil su labor en la empresa y desarrollo profesional.

Figura 3-2 Evolución e incidencia en la ingeniería



Fuente: Riba & Molina, 2002

Los procesos de globalización de los mercados y en los sistemas de desarrollo y fabricación de los productos continúan produciendo inconvenientes relacionadas con el personal por su distribución y por la cantidad de información que fluye en los diferentes medios, a lo que Mendoza (2003) afirma que se debe lograr concurrencia de los distintos escenarios para que se produzcan condiciones organizacionales favorables, tal como las herramientas de comunicación basadas en el internet, la informática, entre otros.

4. Capítulo 4

4.1 Diseño de Detalle

En el diseño de detalle se trabajan los criterios para establecer las dimensiones y características que deben tener las piezas que se diseñaron, de las diferentes piezas de la máquina se analiza el eje por ser la pieza de mayor aplicación del diseño de detalle, siendo necesario establecer las propiedades mecánicas de los aceros utilizados en el proyecto.

4.1.1 Propiedades mecánicas del material

Tabla 4-1 Nomenclatura y valores para el acero ASTM A572 Grado 50

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MATERIAL			
Descripción	Símbolo	Valor (Mpa)	Valor (Ksi)
Esfuerzo de fluencia mínimo especificado para el acero	Sy	343,32	49,78
Esfuerzo de tensión última especificado para el acero	Su	495.96	71.93
Esfuerzo admisible a tracción en área total	Ft	268.782	38.98
Esfuerzo admisible a tracción en área neta efectiva	Fn	223.985	32.49

Tabla 4-2 Nomenclatura y valores para el acero ASTM A 53-Grado B

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MATERIAL			
Descripción	Símbolo	Valor (Mpa)	Valor (Ksi)
Esfuerzo de fluencia mínimo especificado para el acero	Sy	240	34,81
Esfuerzo de tensión última especificado para el acero	Su	415	60,19
Esfuerzo admisible a tracción en área total	Ft	144	20,89
Esfuerzo admisible a tracción en área neta efectiva	Fn	120	17,40

Tabla 4-3 Nomenclatura y valores para el acero ASTM A36

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL MATERIAL			
Descripción	Símbolo	Valor (Mpa)	Valor (Ksi)
Esfuerzo de fluencia mínimo especificado para el acero	Sy	250	36.26
Esfuerzo de tensión última especificado para el acero	Su	400	58.02
Esfuerzo admisible a tracción en área total	Ft	150	21.76
Esfuerzo admisible a tracción en área neta efectiva	Fn	125	18.13

Es importante describir que para el desarrollo del presente proyecto se consultó la norma NSR 10 para criterios de diseño y configuración estructural.

4.1.2 Cálculos de Esfuerzos equivalentes

Para el cálculo del esfuerzo equivalente de Von Mises, es necesario calcular, primero la masa bruta (la misma masa de la estructura más la carga máxima que soportará según condiciones de operación). Posteriormente, se debe calcular la tara de la estructura, la cual es la masa de la carga muerta (masa de la estructura); y por último la carga útil, que es el peso neto de la capacidad de carga de la misma (capacidad de 4000 kg).

Estos cálculos se pueden observar en la siguiente figura 4-1

Figura 4-1 Vista en isométrico de la estructura



Fuente: software SolidWorks, 2020

En la tabla 4-4, se puede observar la descripción del peso bruto, tara, carga viva y dimensiones tal como se muestra a continuación:

Tabla 4-4 Descripción del peso bruto, tara, carga viva y dimensiones

Descripción	Magnitud	Unidad
Peso Bruto	9630	Kg
Tara	1630	Kg
Carga Viva	8000	Kg
Longitud	7210	Mm
Ancho	1320	Mm
Alto	1422	Mm

Fuentes: propias

- Cálculo del esfuerzo permisible en el material según factor de seguridad

Para el cálculo del esfuerzo permisible se van a tomar como base los materiales principales para el diseño estructural, tomando un factor de seguridad de magnitud de 2, según criterios de diseño y operación.

$$\sigma_{Permisible} = \frac{S_y}{FS}$$

Tabla 4-5 Esfuerzos permisibles de las materias principales

Material	Factor de seguridad	Sy (Mpa)	Esfuerzo Permisible (Mpa)
ASTM A572 Grado 50	2	343	171,5
ASTM A53 – GRADO B	2	240	120
acero ASTM A36	2	250	125

Fuentes: propias

De acuerdo al parámetro anterior de esfuerzo permisible se tomará como límite de deformación elástica del material que podrá soportar.

En el procedimiento de cálculo y deformaciones se centrarán en las siguientes partes:

1. Base de la estructura: para este caso se evaluarán dos situaciones diferentes, la primera será cuando la carga de los 4000 kg este totalmente suspendida sobre la base o estructura principal, la segunda validación se realiza con las cargas de trabajo las cual ejerce el cilindro hidráulico.
2. Estructura abatible: Para esta pieza la única carga que se evaluara es cuando la carga este suspendida.
3. Cáncamos de pivote: Para este caso es la pieza que recibe directamente las cargas horizontales las cual ejerce el cilindro, se validan las deformaciones y esfuerzos de acuerdo a la carga de trabajo.

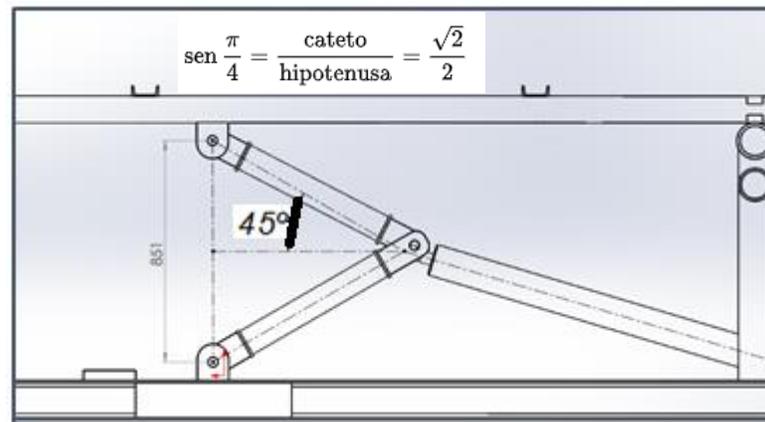
La carga de trabajo se determina de acuerdo a la configuración geométrica de la estructura y el sistema articulado para levantar la tubería, de acuerdo a la figura 4-2, la fuerza que tiene que ejercer este sistema articulado es 4000 kgf aplicada de una forma vertical,

seguidamente se determina la carga horizontal y diagonal de acuerdo al ángulo de inclinación inicial mediante un cálculo trigonométrico:

$$\text{carga diagonal} - P: 9291 \text{ kg}$$

$$\text{carga horizontal} - P_x: 8386 \text{ kg}$$

Figura 4-1. Vista lateral de distribución de angulas del sistema articulado

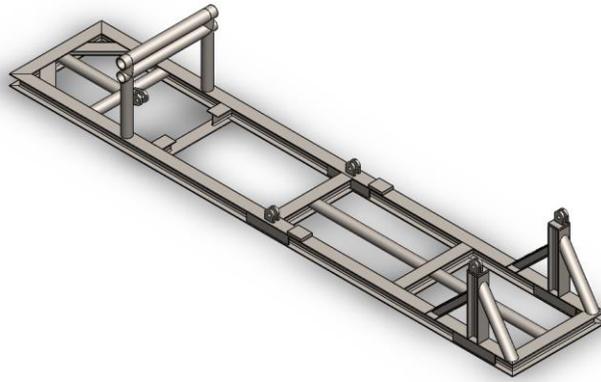


Fuente: propios

4.1.3 Cálculos de esfuerzos y deformaciones de la estructura base

A continuación, se calcula el esfuerzo máximo equivalente de Von Mises, junto con el desplazamiento máximo presentado de la Estructura Base al aplicarles las cargas de diseño.

Figura 4-3 Vista isométrica estructura base

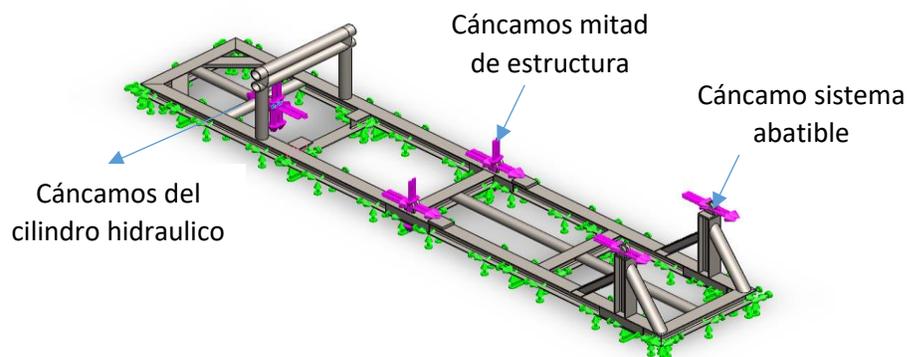


Fuente: Propios

La distribución de cargas va de acuerdo a la configuración geométrica y se determina por medio de trigonometría:

- **Cáncamos del sistema abatible:** recibe una carga horizontal neta de 8386 kgf
- **Cáncamos en la mitad de la estructura:** recibe una carga horizontal neta de 8386 kgf y una carga vertical de 4000 kgf.
- **Cáncamo del cilindro hidráulico:** recibe una carga horizontal neta de 8386 kgf y una carga vertical de 4000 kgf.

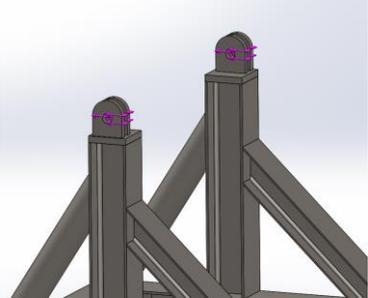
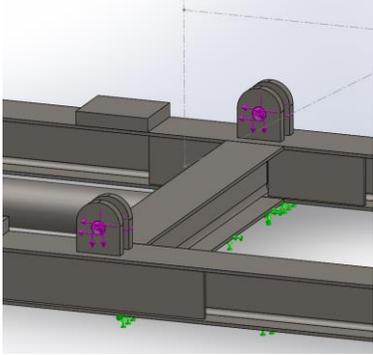
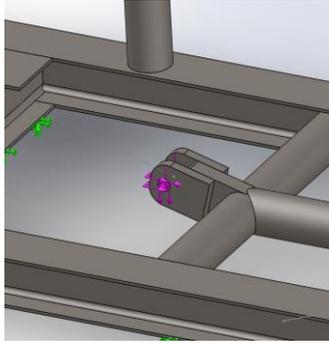
Figura 4-4 Estado de aplicación de cargas de diseño, sujeciones, contactos y restricciones sobre la estructura base



Fuentes: propias

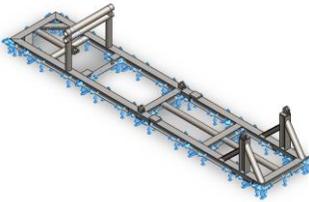
A continuación, en la figura 4-5, se muestra el detalle de aplicaciones de cargas, contacto, sujeciones y mallados ingresado en el software para la validación de esfuerzos de Von Mises.

Figura 4-5 Detalle de aplicación de cargas estructura base

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 4 cara(s) Referencia: Cara< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, -8386 kgf
Fuerza-2		Entidades: 4 cara(s) Referencia: Cara< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, -8386, 4000 kgf
Fuerza-3		Entidades: 2 cara(s) Referencia: Cara< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: -4000, ---, -8386 kgf

Fuente: propias

Figura 4-6 Detalle de aplicación de sujeciones estructura base

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 7 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultantes				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-82238.5	78453.2	0.00339603	113658
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Fuentes: propias

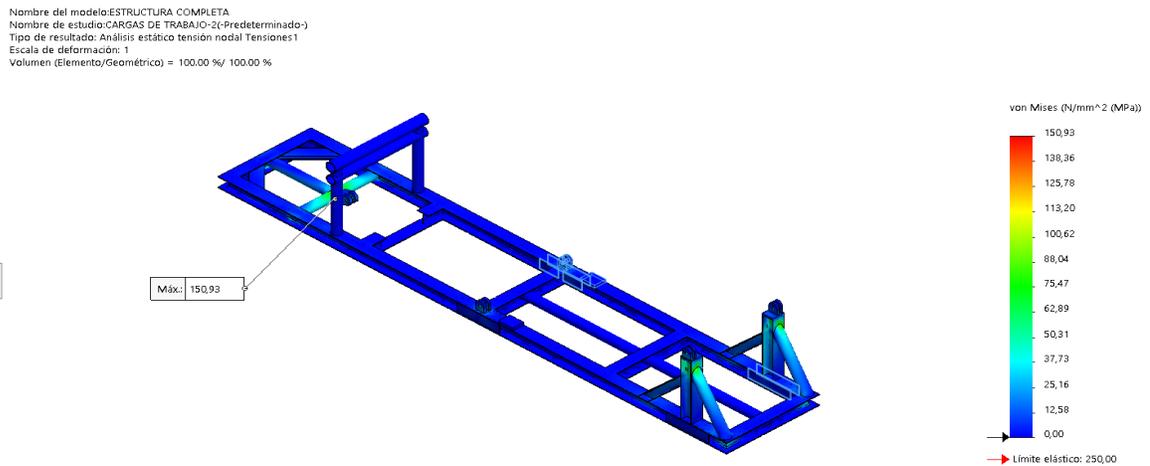
En la tabla 4-6 se detalla la información del mallado estructura base

Tabla 4-6 Información del mallado estructura base

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	313.516 mm
Tamaño mínimo del elemento	50.6612 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Fuentes: propias

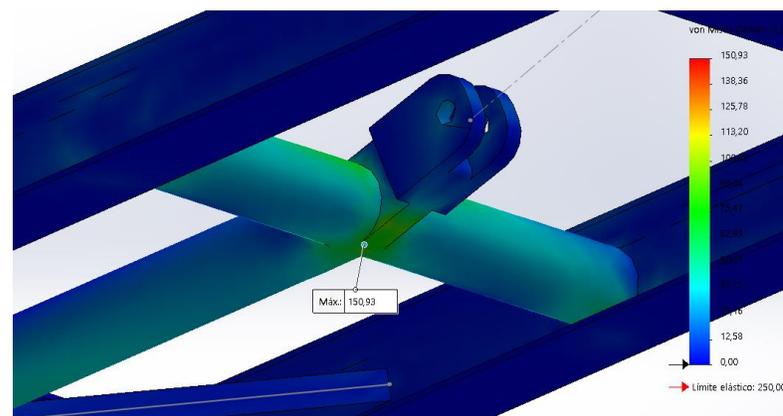
Figura 4-7 Estado de esfuerzos equivalentes de Von Mises sobre estructura base



Fuentes: propias

De acuerdo al análisis anterior el máximo esfuerzo Von Mises calculado en la Estructura base, fue de 150,93 N/mm², este valor se compara con el esfuerzo máximo permisible el cual es 171,5 N/mm². Se concluye que la estructura es segura y estable para las combinaciones y entorno de diseño definido para la condición cálculo de esfuerzo en estructuras metálicas. El máximo esfuerzo de Von Mises se presenta en tubo de 5" SCH 80.

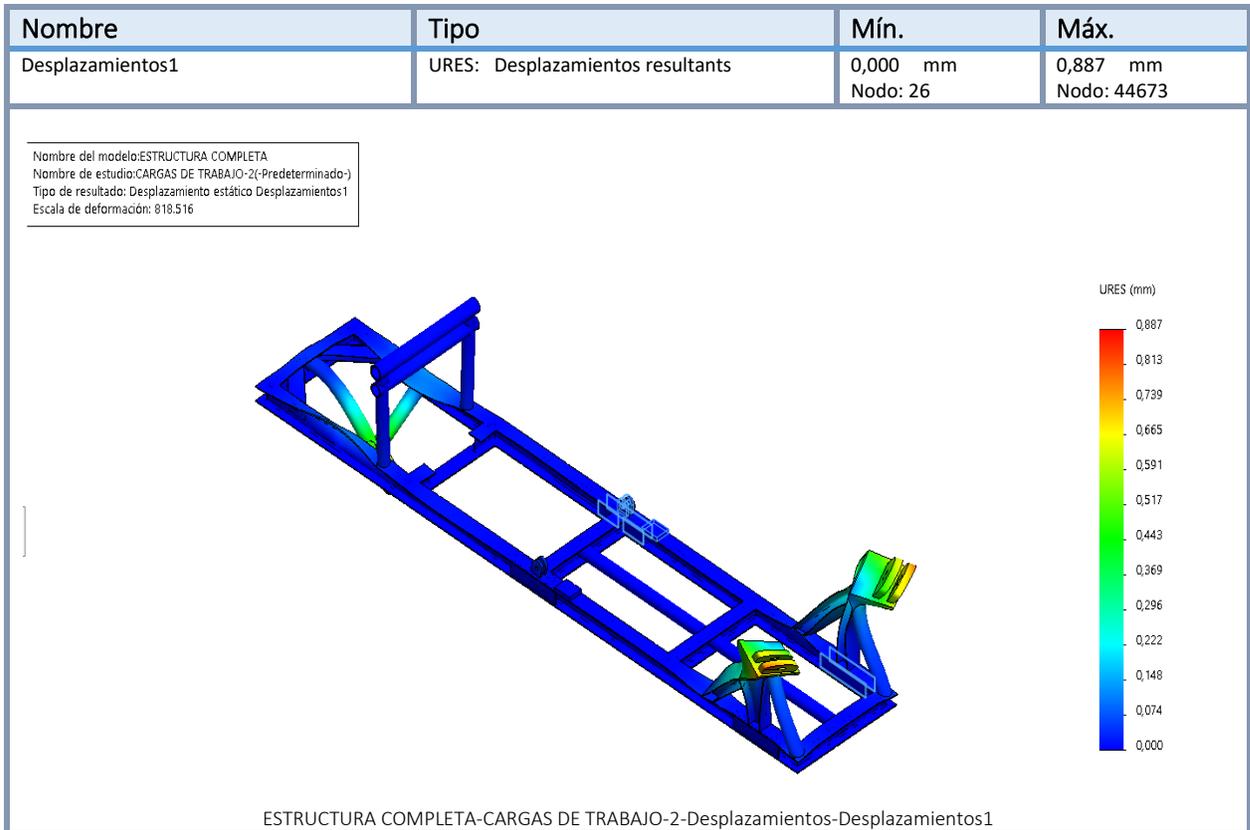
Figura 4-8 Detalle de esfuerzo máximo estructura base



Fuentes: propias

En la figura 4-9, se verifica que el máximo desplazamiento de la estructura 1 al aplicarle las cargas en la condición de operación de trabajo, es de 0.887 mm, valor que está por debajo del desplazamiento máximo permisible según NSR 10, desplome máximo de una columna:

Figura 4-9 Distribución de desplazamientos presentados en la estructura base

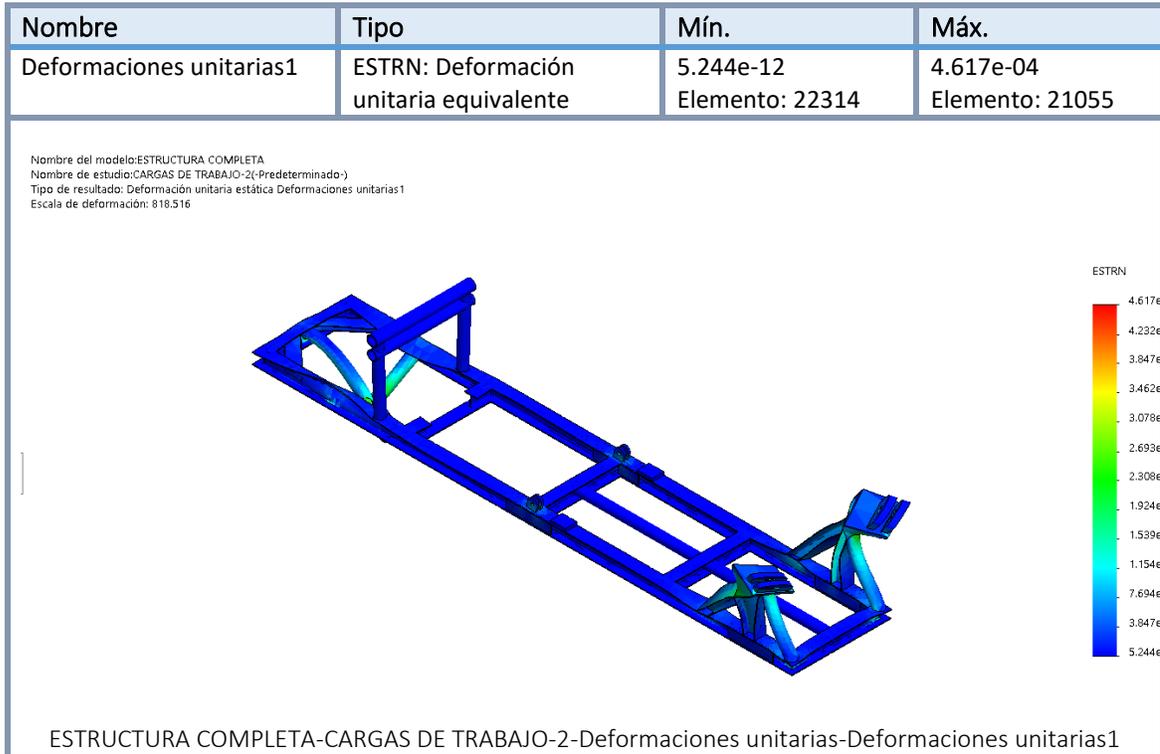


Fuentes: propias

En la figura 4-9 se verifica que el máximo desplazamiento de la estructura 1 al aplicarle las cargas en la condición de operación de trabajo, es de 0.887 mm, valor que está por debajo del desplazamiento máximo permisible según NSR 10, desplome máximo de una columna:

$$\frac{l}{500} = \frac{1400mm}{500} = 2.8mm$$

Figura 4-10 Estado de esfuerzos y la deformación unitaria sobre la estructura base



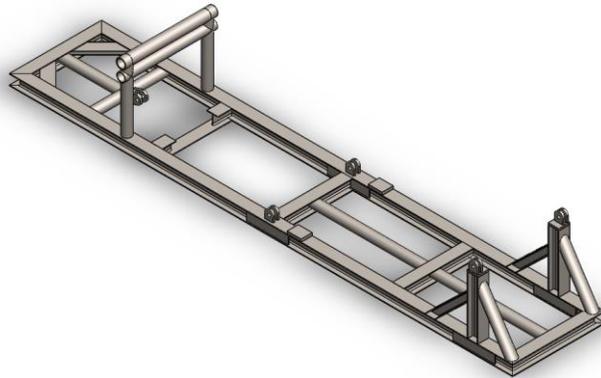
Fuentes: propias

La máxima relación de esfuerzo-deformación presentada en todo el conjunto fue de $4.617e-04$, lo que nos permite inferir que la estructura cuenta con la resistencia suficiente para el entorno de las cargas de diseño definidas.

4.1.4 Cálculos de esfuerzos y deformaciones de la estructura BASE – carga suspendida

A continuación, en la figura 4-11, se calcula el esfuerzo máximo equivalente de Von Mises, junto con el desplazamiento máximo presentado de la Estructura Base al aplicarles las cargas suspendidas según diseño.

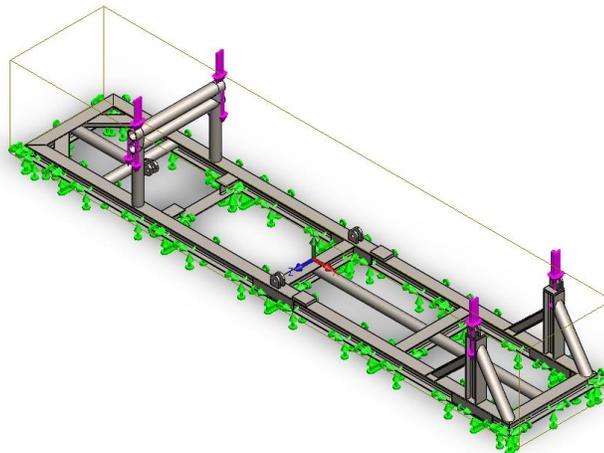
Figura 4-11 Vista isométrica estructura base



Fuentes: propias

En la figura 4-12, se muestra la distribución de la carga de 4000 kgf se ubica en el soporte donde queda suspendida la estructura del sistema abatible y en los cáncamos donde se realiza el pivote.

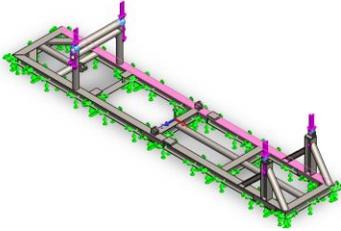
Figura 4-12 Estado de aplicación de cargas de diseño, sujeciones, contactos y restricciones sobre la estructura base



Fuentes: propias

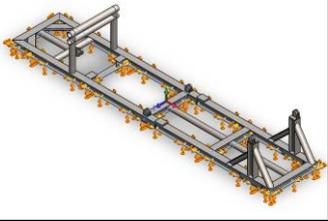
A continuación, en la figura 4-13, se muestra el detalle de aplicaciones de cargas, contacto, sujeciones y mallados ingresado en el software para la validación de esfuerzos de Von Mises.

Figura 4-13 Detalle de aplicación de cargas estructura base

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 6 cara(s) Referencia: Cara< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: ---, ---, 4000 kgf

Fuentes: propias

Figura 4-14 Detalle de aplicación de sujeciones estructura base

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 7 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultants				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-0.000247985	39226.6	-0.000928164	39226.6
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

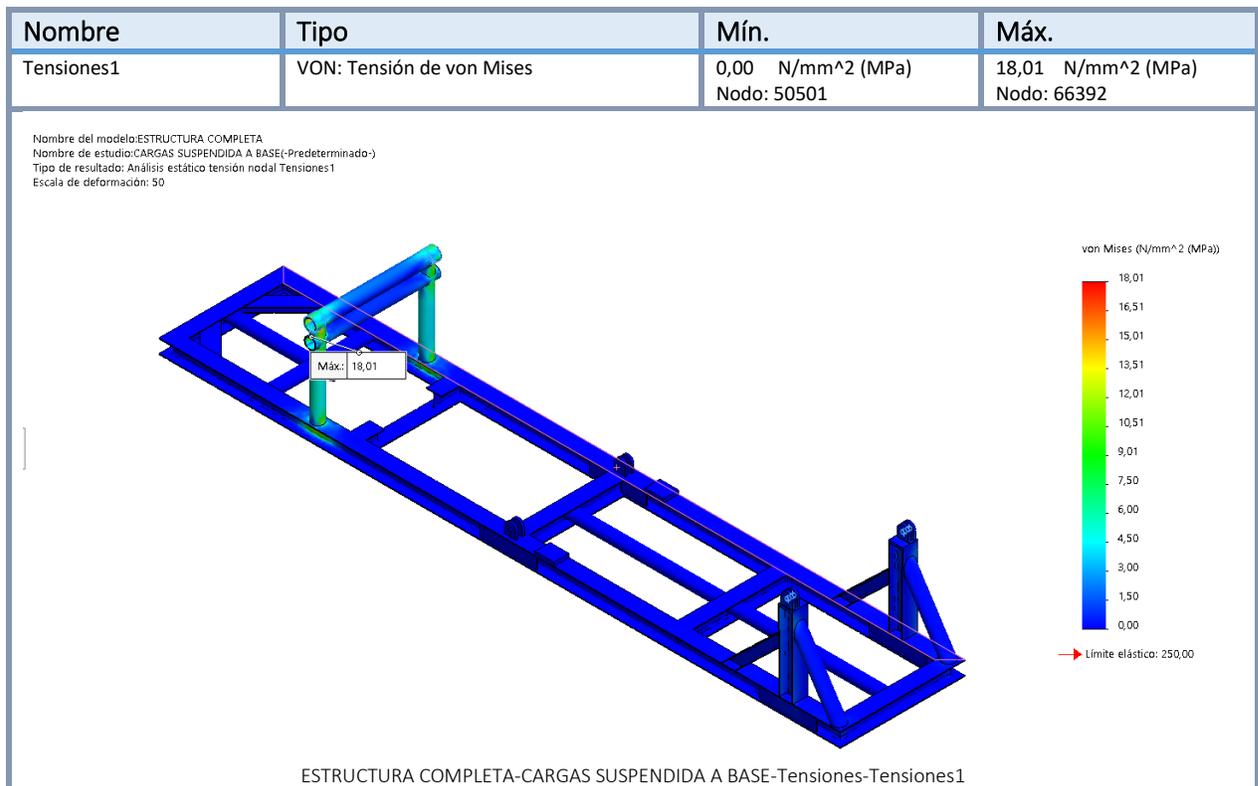
Fuentes: propias

Tabla 4-7 Información de mallada estructura base

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de element	217.272 mm
Tamaño mínimo del element	43.4544 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden
Regenerar la malla de piezas fallidas con malla incompatible	Desactivar

Fuentes: propias

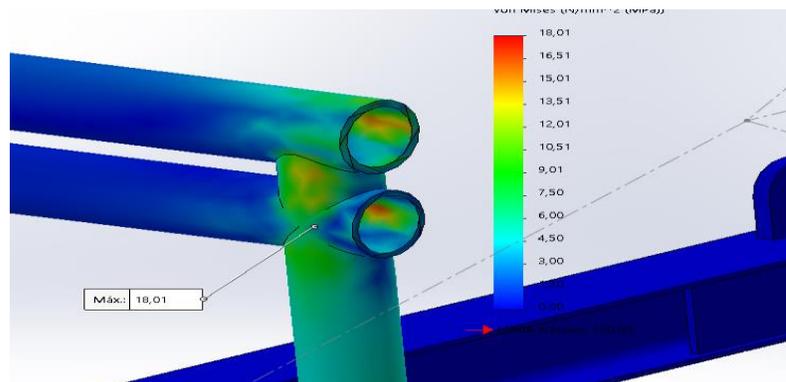
Figura 4-15 Estado de esfuerzos equivalentes de Von Mises sobre la estructura base



Fuentes: propias

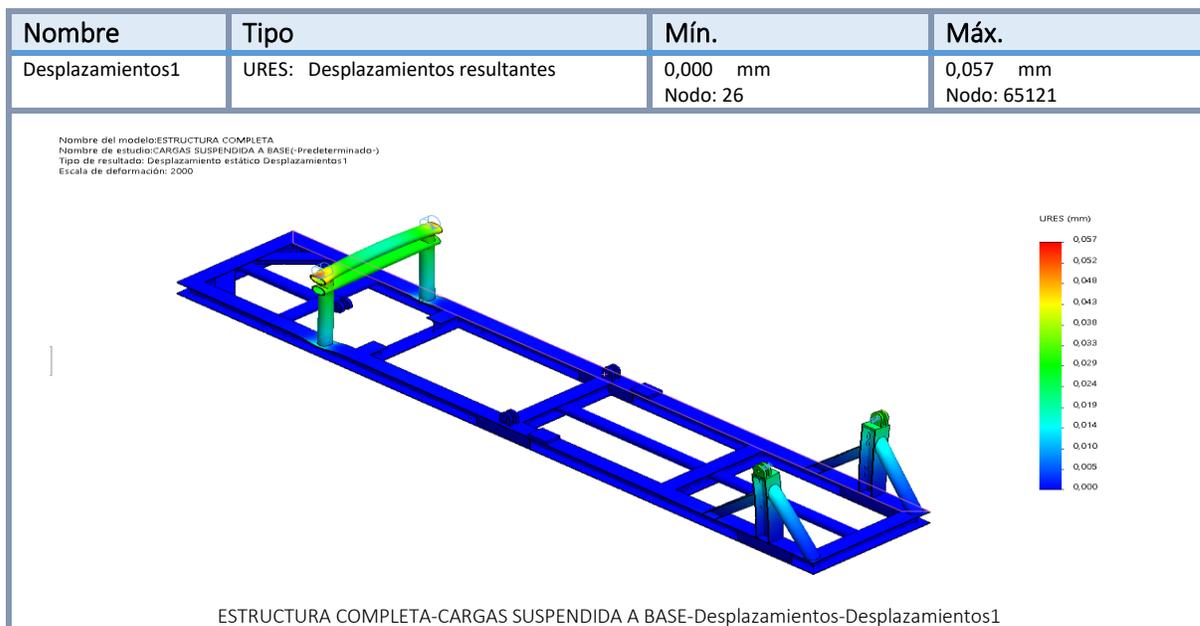
De acuerdo al análisis establecido en la figura 4-15 el máximo esfuerzo Von Mises calculado en la Estructura base, fue de 18 N/mm², este valor se compara con el esfuerzo máximo permisible el cual es 171.5 N/mm². Se concluye que la estructura es segura y estable para las combinaciones y entorno de diseño definido para la condición cálculo de esfuerzo en estructuras metálicas. El máximo esfuerzo de Von Mises se presenta en tubo de 5" SCH 80.

Figura 4-16 Detalle de esfuerzo máximo estructura base



Fuentes: propias

Figura 4-17 Distribución de desplazamiento presentados en la estructura base

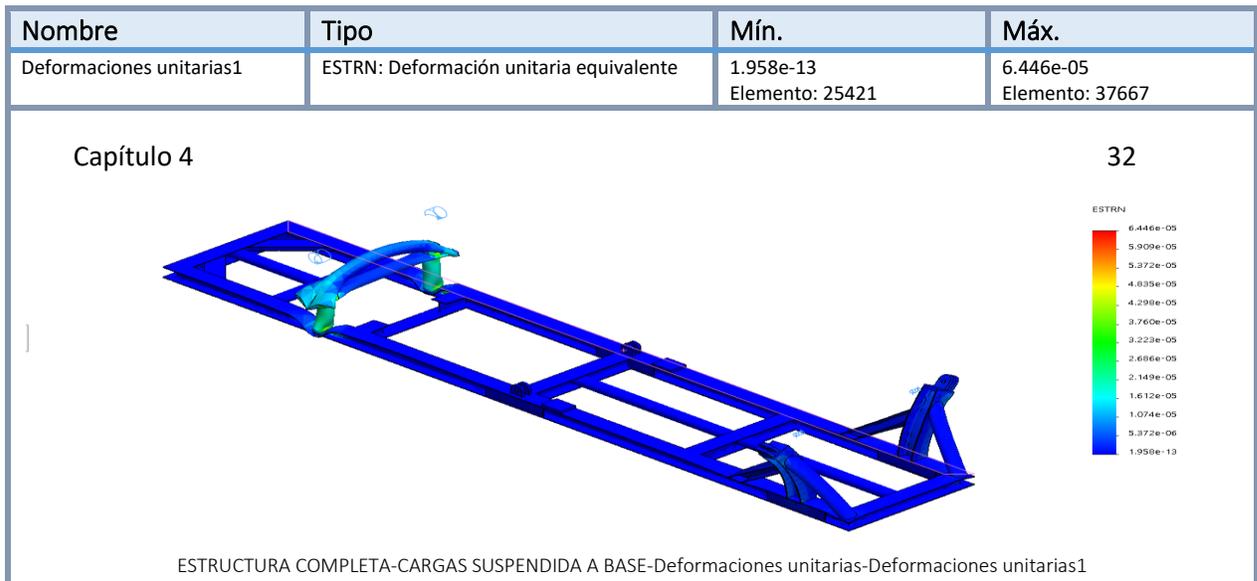


Fuentes: propias

En la figura 4-17 se verifica que el máximo desplazamiento de la estructura base al aplicarle las cargas en la condición de operación de trabajo, es de 0.057 mm, valor que está por debajo del desplazamiento máximo permisible según NSR 10, desplome máximo de una columna:

$$\frac{l}{500} = \frac{1400mm}{500} = 2.8mm$$

Figura 4-18 Distribución de desplazamientos presentados en la estructura base



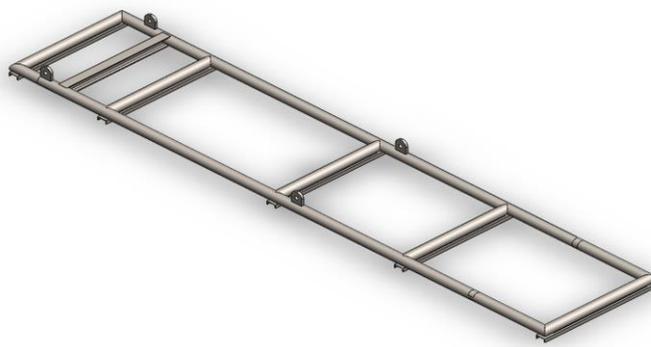
Fuente: propias

La máxima relación de esfuerzo-deformación presentada en todo el conjunto fue de 6.446e-05, lo que nos permite inferir que la estructura cuenta con la resistencia suficiente para el entorno de las cargas de diseño definidas.

4.1.5 Cálculos de esfuerzos y deformaciones de la estructura abatible – carga suspendida

A continuación, se calcula el esfuerzo máximo equivalente de Von Mises, junto con el desplazamiento máximo presentado de la Estructura abatible al aplicarles las cargas suspendidas según diseño.

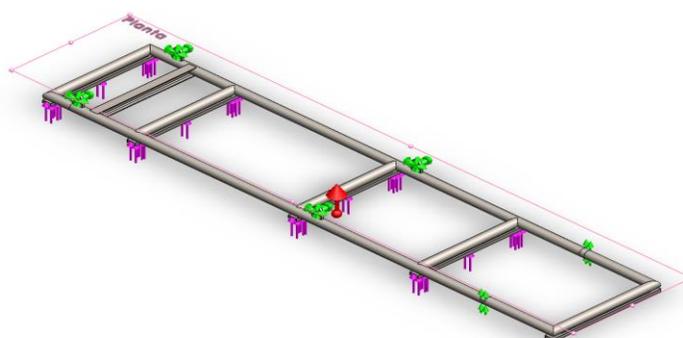
Figura 4-19 Vista isométrica estructura soporte abatible



Fuente: propias

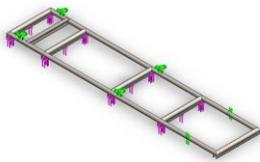
La distribución de la carga de 4000 kgf se ubica sobre los perfiles UPN distribuidos a lo largo de la estructura.

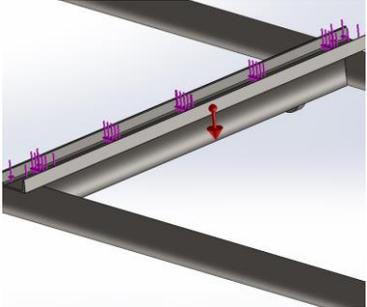
Figura 4-20 Estado de aplicación de cargas de diseño, sujeciones, contactos y restricciones sobre la estructura abatible.



Fuente: propias

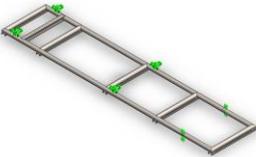
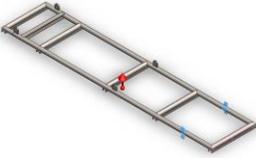
En la tabla 4-8, se observa el detalle de aplicación de cargas estructura abatible

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Aplicar fuerza normal Valor: 4000 kgf

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Gravedad-1		Referencia: Planta Valores: 0 0 9.81 Unidades: m/s ²

Fuente: propias

A continuación, en la tabla 4-9 se muestra el detalle de aplicación de sujeciones estructura abatible

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción		
Fijo-1		Entidades: 4 cara(s) Tipo: Geometría fija		
Fuerzas resultants				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	-3.65906	-36831.4	-0.530518	36831.4
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0
Geometría de referencia-1		Entidades: 2 cara(s) Referencia: Cara < 1 > Tipo: Utilizar geometría de referencia Traslación: ---, ---, -0 Unidades: Cm		
Fuerzas resultants				
Componentes	X	Y	Z	Resultante
Fuerza de reacción(N)	0	-7300.56	0	7300.56
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0

Fuente: propias

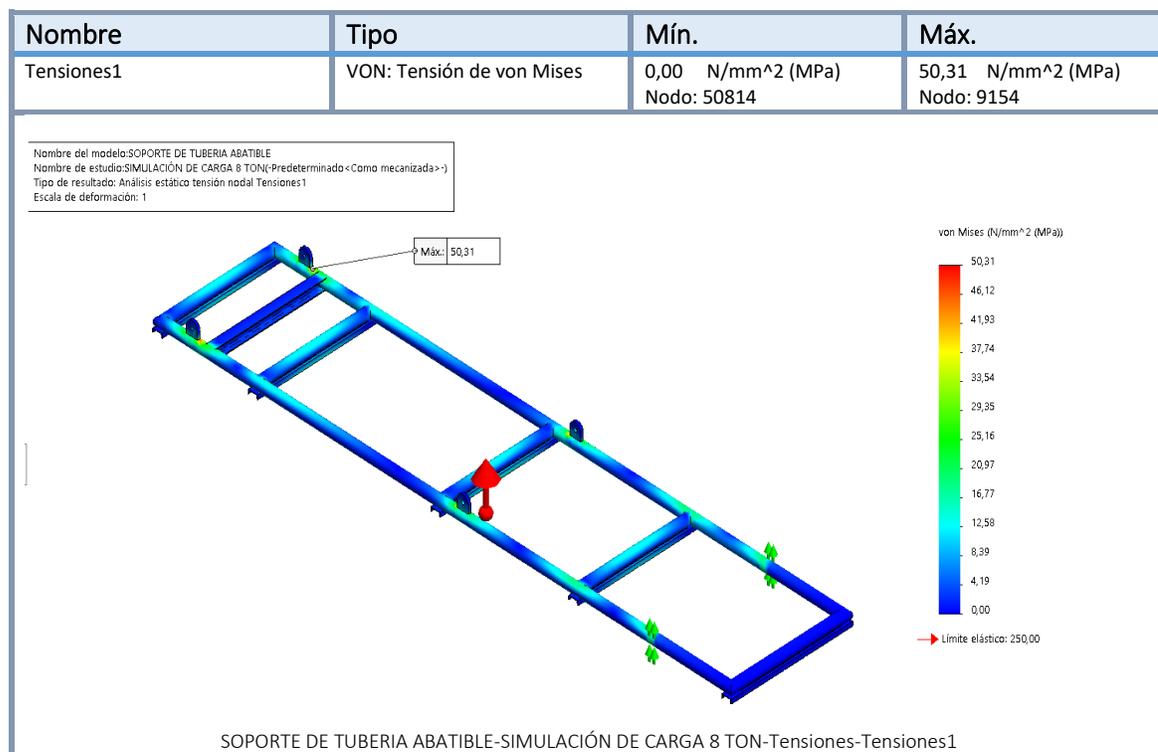
La información del mallado de la estructura abatible se describe en la tabla 4-10

Tabla 4-10 Información del mallado de estructura abatible

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla basada en curvatura de combinado
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño máximo de elemento	211.703 mm
Tamaño mínimo del elemento	42.3406 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Fuente: propias

Figura 4-21 Estado de esfuerzos equivalentes de Von Mises sobre estructura abatible

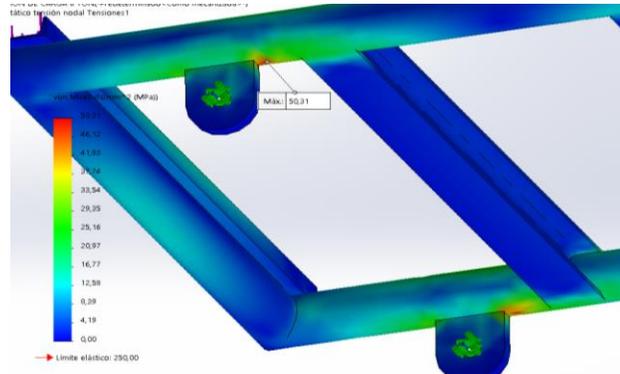


Fuente: propias

De acuerdo al análisis anterior el máximo esfuerzo Von Mises calculado en la Estructura base, fue de 50.31 N/mm², este valor se compara con el esfuerzo máximo permisible el cual es 171.5 N/mm². Se concluye que la estructura es segura y estable para las combinaciones y entorno de diseño definido para la condición cálculo de esfuerzo en

estructuras metálicas. El máximo esfuerzo de Von Mises se presenta en tubo de 3-1/2” SCH 80. En la figura 4-22 se observa el esfuerzo máximo de la estructura abatible.

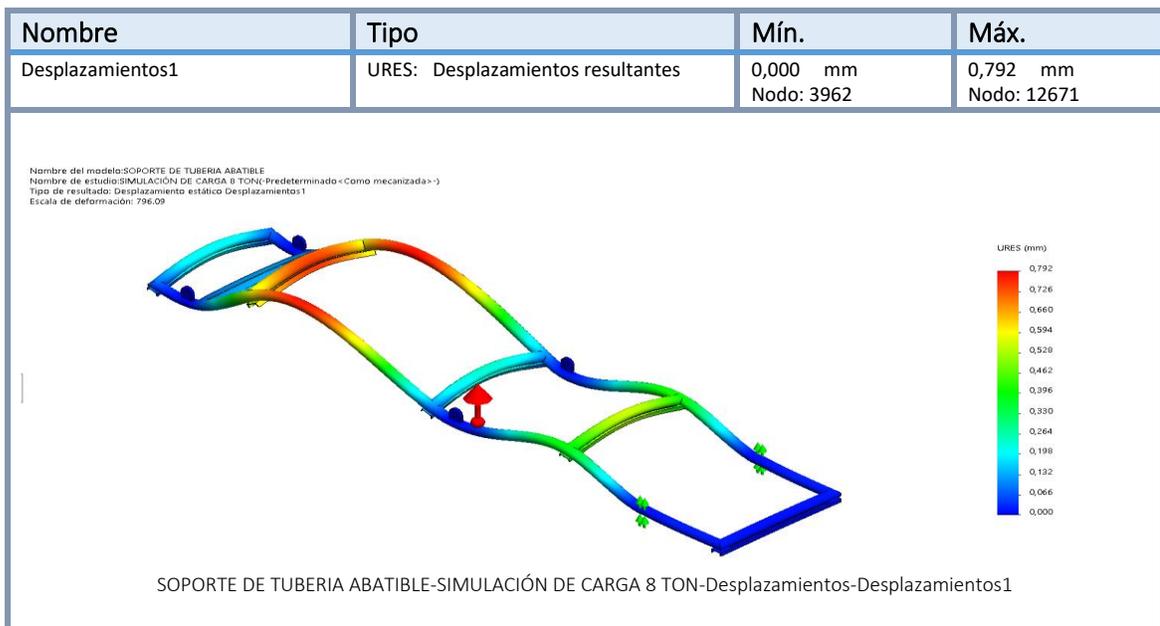
Figura 4-22. Detalle de esfuerzo máximo estructura abatible



Fuente: propias

En la figura 4-23 se verifica que el máximo desplazamiento de la estructura 1 al aplicarle las cargas en la condición de operación de trabajo, es de 0.792 mm

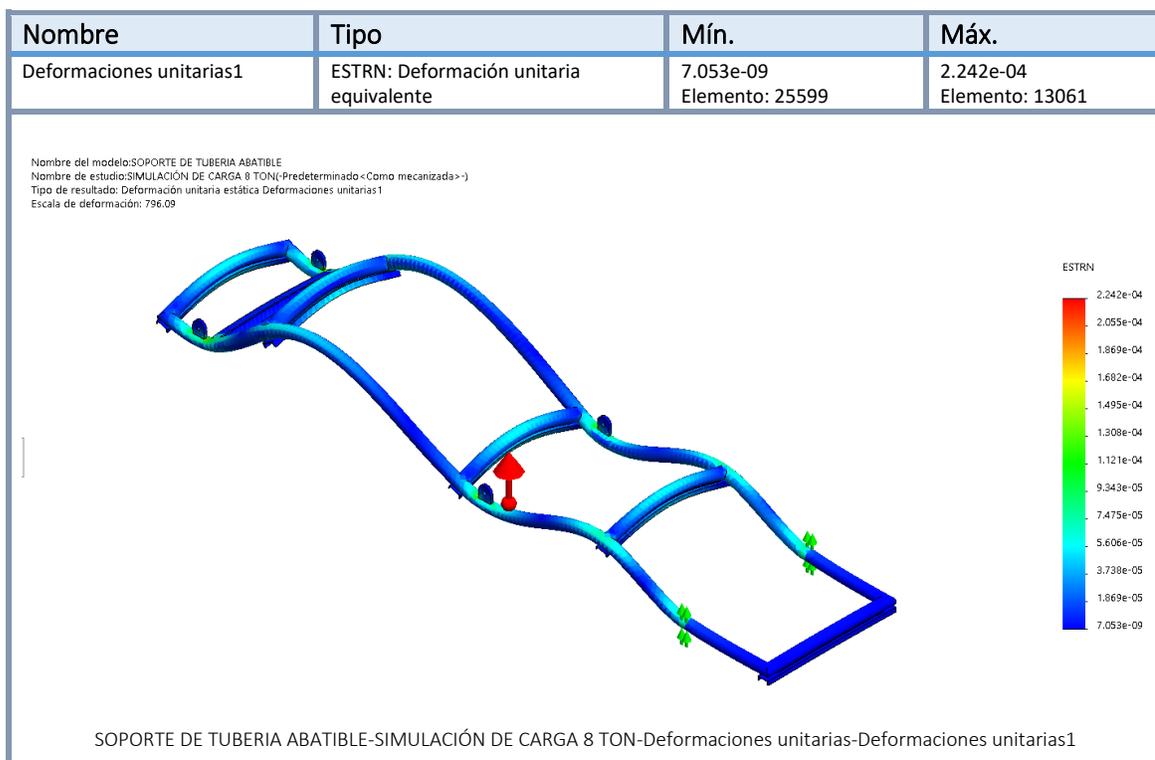
Figura 4-23 Distribución de desplazamiento presentado en la estructura abatible



Fuente: propias

De acuerdo con la figura 4-23, se verifica que el máximo desplazamiento de la estructura 1 al aplicarle las cargas en la condición de operación de trabajo, es de 0.792mm

Figura 4-24 Estado de relación entre los esfuerzos y la deformación unitaria sobre la estructura base



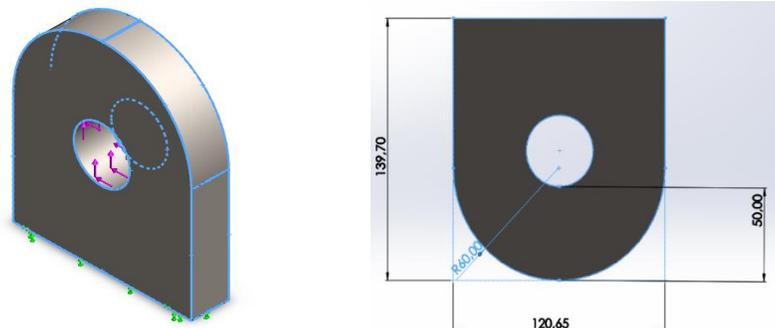
Fuente: propias

La máxima relación de esfuerzo-deformación presentada en todo el conjunto fue de 2.242e-04, lo que permite inferir que la estructura cuenta con la resistencia suficiente para el entorno de las cargas de diseño definidas.

4.1.6 Cálculos de esfuerzos y deformaciones presentados en el cáncamo

La figura 4-25 muestra el estado de aplicación de cargas de diseño, sujeciones, contactos y restricciones sobre la platina del cáncamo. Se calcula el esfuerzo máximo equivalente de Von Mises, junto con el desplazamiento máximo presentado en la platina de del cáncamo al aplicarles las cargas de diseño.

Figura 4-25 muestra el estado de aplicación de cargas de diseño, sujeciones, contactos y restricciones sobre la platina del cáncamo



Fuente: propias

Las cargas de trabajo, correspondiente a la carga horizontal resultante de la fuerza aplicada por el cilindro hidráulico

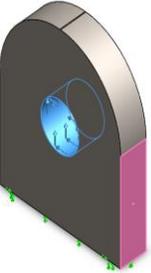
En la tabla 4-11 se detalla la aplicación de sujeciones y contacto a la platina del cáncamo

Nombre de sujeción	Imagen de sujeción	Detalles de sujeción			
Fijo-1		Entidades: 1 cara(s) Tipo: Geometría fija			
Fuerzas resultants					
Componentes	X	Y	Z	Resultante	
Fuerza de reacción(N)	82240.3	-5.94458	-0.629486	82240.3	
Momento de reacción(N.m)	0	0	0	0	

Fuente: propias

La aplicación de cargas a la platina del cáncamo, se puede observar en la tabla 4-12 que a continuación se muestra.

Tabla 4-12 Detalle de aplicación de cargas a la platina del cáncamo

Nombre de carga	Cargar imagen	Detalles de carga
Fuerza-1		Entidades: 1 cara(s) Referencia: Cara< 1 > Tipo: Aplicar fuerza Valores: -0, ---, 8386 kgf

Fuente: propias

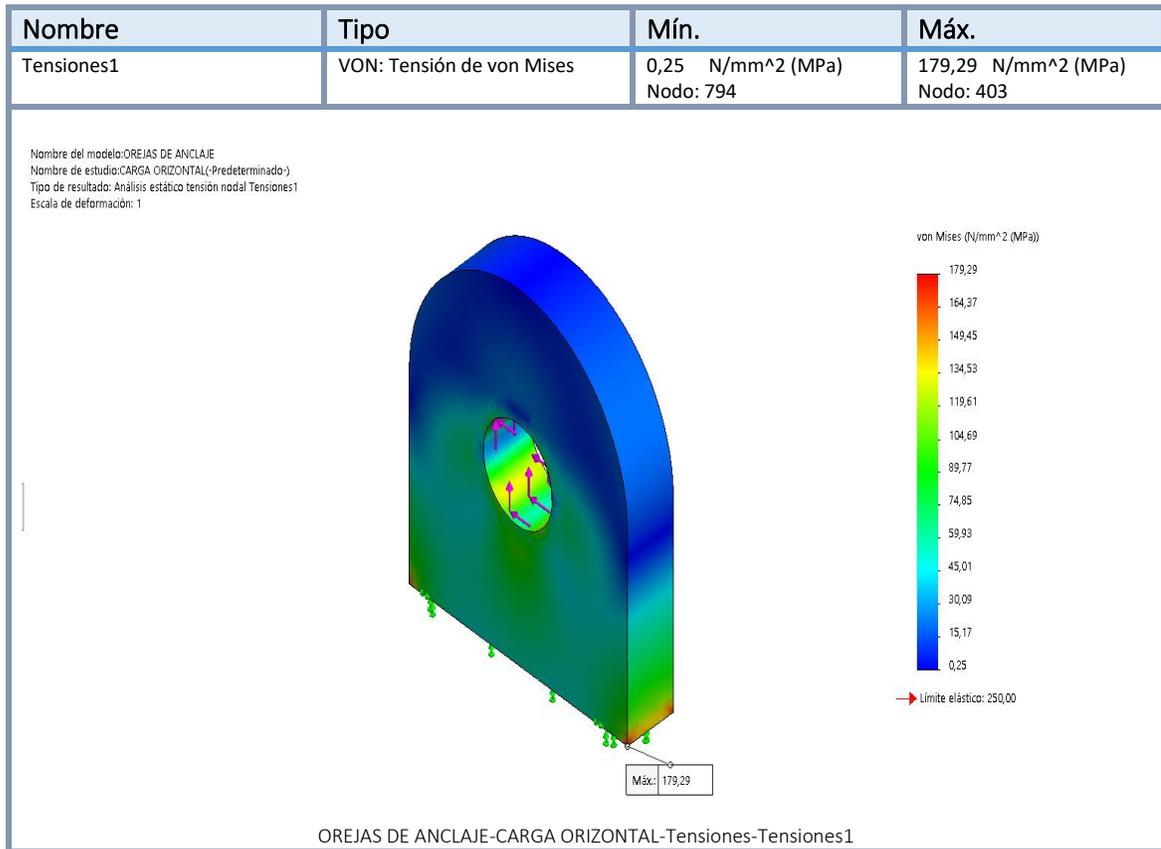
Tabla 4-13 Detalle de aplicación de Mallado a la platina del cáncamo

Tipo de malla	Malla sólida
Mallador utilizado:	Malla estandar
Transición automática:	Desactivar
Incluir bucles automáticos de malla:	Desactivar
Puntos jacobianos	4 Puntos
Tamaño de elementos	7.11506 mm
Tolerancia	0.355753 mm
Trazado de calidad de malla	Elementos cuadráticos de alto orden

Fuentes: propias

En la figura 4-26, se muestra el estado de esfuerzos equivalentes de Von Mises sobre la platina del cáncamo, tal como se muestra a continuación:

Figura 4-26, Estado de esfuerzos equivalentes de Von Mises sobre la platina del cáncamo



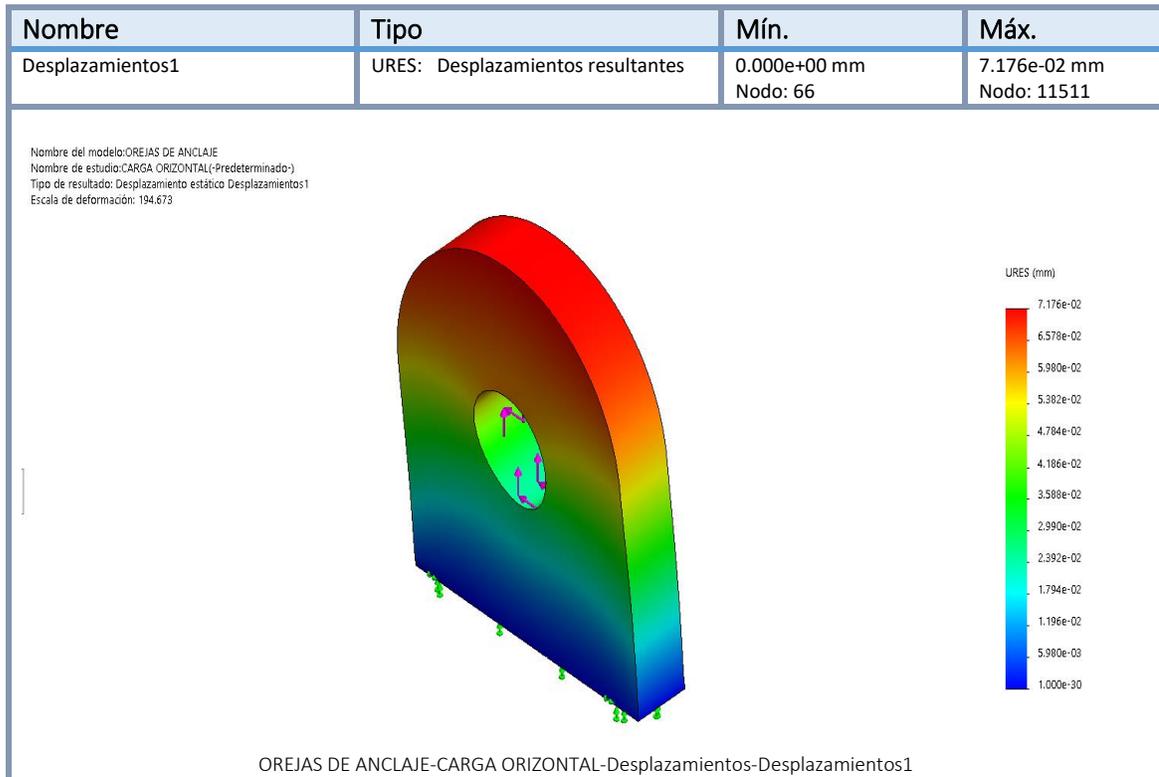
Fuentes: propias

De acuerdo al análisis realizado en la figura 4-26, el máximo esfuerzo Von Mises calculado en la Estructura base, fue de 179,29 N/mm², este valor se compara con el esfuerzo máximo permisible el cual es 171.5 N/mm².

Se concluye que la estructura es segura y estable para las combinaciones y entorno de diseño definido para la condición cálculo de esfuerzo en estructuras metálicas. El material correspondiente para la placa de acero es el ASTM A36.

Los desplazamientos se encuentran dentro de los valores admisibles, concluyendo que la Platina del cáncamo sometido a la combinación de cargas de diseño aplicada es estable.

Figura 4-27 Distribución de deformaciones presentadas en la platina del cáncamo



Fuentes: propias

4.2 diseño y cálculo de soldadura aplicada a la platina de los cáncamos.

La normativa para el procedimiento del diseño y cálculo de la soldadura es ANSI/AWS D1.1:

- 5.2.2, proceso de soldadura
- 5.2.4 inspección de soldadura
- 5.2.4, procedimiento de ensayos no destructivos

Para el cálculo de la soldadura consideramos que la placa trabajará a cortante puro, de acuerdo al AISC para solicitaciones de cortante el esfuerzo máximo permisible para aceros al carbono ASTM es de:

$$\sigma_{permisible} = 0.6 * S_y$$

Se utilizará un proceso de soldadura STICK por medio de electrodo de arco eléctrico, aplicando primero la soldadura con el electrodo E6011 de espesor 1/8" para lograr un fondeo en el material, seguidamente aplicar soldadura con electrodo E7018 de espesor de 1/8" para lograr una penetración adecuada hasta alcanzar una altura de garganta de 3/8". Antes de proceder a aplicar la soldadura se requiere hacer limpieza a la platina de anclaje y realizar un proceso de precalentamiento.

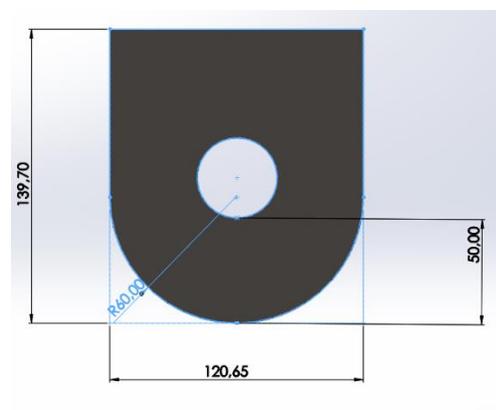
En la tabla 4-14 se muestra los electrodos revestidos para soldar aceros al carbono (AWS A5.1)

Número de electrodo AWS	Resistencia a la tensión (Mpa)	Resistencia a la fluencia (Mpa)	Elongación Porcentual
E6011	434	359	27-35
E7018	496	427	24-36

Para el cálculo del esfuerzo permisible el esfuerzo de fluencia más bajo:

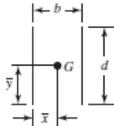
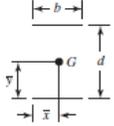
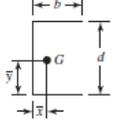
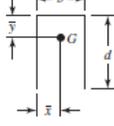
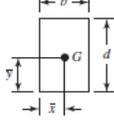
$$\sigma_{permisible} = 0.6 * (359MPa) = 215.4 MPa$$

Se lleva a cabo el cálculo del esfuerzo cortante producido por la carga de tensión, en la placa tiene una longitud de 120mm, la soldadura aplicada tiene un filete con bisel en v, pero, para efectos del presente cálculo solo se tendrá en cuenta el área del filete.



De acuerdo a la tabla 9.2, del libro Diseño de Elementos de Máquina de Shigley, 8a Edición, el área de la garganta, ubicación del centro de gravedad y el segundo momento unitario del área para diferentes configuraciones de soldadura, se muestran en la tabla 4-2-2 que describe las propiedades flexionantes de las soldaduras de filete:

Tabla 4-15 Propiedades flexionantes de las soldaduras de filete

Soldadura	Área de la garganta	Ubicación de G	Segundo momento unitario del área
	$A = 0.707hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{12}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^3}{6}$
	$A = 1.414hd$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{bd^2}{2}$
	$A = 0.707h(2b + d)$	$\bar{x} = \frac{b^2}{2b + d}$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{12}(6b + d)$
	$A = 0.707h(b + 2d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = \frac{d^2}{b + 2d}$	$I_u = \frac{2d^3}{3} - 2d^2\bar{y} + (b + 2d)\bar{y}^2$
	$A = 1.414h(b + d)$	$\bar{x} = b/2$ $\bar{y} = d/2$	$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d)$

Cálculo del área de la garganta, según la opción 6 de la tabla anterior:

$$A = 1.414 h (b + d)$$

$$h = 3/8" = 9.52mm$$

$$d = 120mm$$

$$b = 1" = 25.4mm$$

$$A = (1.414)(9.52mm)(120mm + 25.4mm) = 1957,3 mm^2$$

Cálculo del centro de gravedad del cordón de soldadura:

$$\bar{x} = \frac{b}{2} = 12.7mm$$

$$\bar{y} = \frac{d}{2} = 60mm$$

Calculo del segundo momento unitario del área;

$$I_u = \frac{d^2}{6}(3b + d) = \frac{120mm^2}{6}((3 * 25.4mm) + 120mm) = 470.880 \times 10^3mm$$

Cálculo del segundo momento de área I con base al área de la garganta de la soldadura;

$$I = 0.707 h I_u = (0.707)(9.52mm)(470.880 \times 10^3mm) = 3.169 \times 10^6mm^4$$

Cálculo del cortante primario τ' ;

$$\tau' = \frac{F}{A} = \frac{41,09 kN}{1957,3 mm^2} = 20.99 MPa$$

(La carga F estará dada de acuerdo a la carga de trabajo)

Cálculo del cortante secundario $\tau''=MrI$;

$$\tau'' = \frac{Mr}{I} = \frac{(82180N * 60mm) \left(\frac{25.4mm}{2}\right)}{3.169 \times 10^6mm^4} = 19.76 MPa$$

A partir de la magnitud del cortante primario y del secundario, se procedió a calcular la magnitud del cortante τ ;

$$\tau = \sqrt{\tau'^2 + \tau''^2} = \sqrt{(20.99 MPa)^2 + (19.76 MPa)^2} = 28.83 MPa$$

Este valor se compara con el esfuerzo máximo permisible del material de la soldadura de 359 MPa, se concluye que las juntas soldadas de las orejas estarían trabajando con un factor de seguridad de:

$$FS = \frac{\sigma_{permissible}}{\tau} = \frac{215.4 \text{ MPa}}{6.9 \text{ MPa}} = 7.47$$

Lo cual representa un nivel de seguridad aceptable para las condiciones de operación de la estructura.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Se logro identificar con la nueva estructura que podemos asegurar un mejor proceso de aplicación cumpliendo con las recomendaciones del fabricante del químico utilizado BONDERITE M-ZN F; La cual nos dice que para una mayor eficiencia debemos mezclarlo en agua caliente a una temperatura de 90c y un tiempo de inmersión de 30 a 40 minutos para lograr una adherencia uniforme.
- La estructura fue diseñada de acuerdo a la definición de cargas de diseño, esfuerzos máximos permisibles, deformación máxima permisible, condiciones de cargas de diseño, diseño de las placas de cáncamos bajo las condiciones de carga de operación y diseño. De acuerdo al análisis anterior el máximo esfuerzo Von Mises calculado en la Estructura base, fue de 50.31 N/mm², este valor se compara con el esfuerzo máximo permisible el cual es 171.5 N/mm². Se concluye que la estructura es segura y estable para las combinaciones y entorno de diseño definido para la condición cálculo de esfuerzo en estructuras metálicas. El máximo esfuerzo de Von Mises se presenta en tubo de 3-1/2" SCH 80.
- Para la elaboración del presente proyecto fue necesario realizar el diseño y validación de las condiciones de servicio, condiciones de carga de trabajo y condiciones ambientales a la cual la plataforma se encuentra sometida (CARGA VIVA + CARGA MUERTA). A su vez se consultó la norma NSR 10 para criterios de diseño y configuración estructural. Para el cálculo de las uniones soldadas se utilizó, American Welding Society (AWS) – Structural Welding Code –20th Edition. los materiales estructurales y cálculos , procesos y materiales de soldadura,

definición de esfuerzos permisibles, condiciones de carga de diseño para puntos de anclaje, combinaciones de carga para estructuras, dimensionamiento de los elementos, cálculo de soldadura y modelación de la estructura a través del software de diseño y análisis de estructura por análisis de elementos finitos, *Finite Elements Analysis* por sus siglas en inglés; FEA, *Solidworks 2018®*, en su aplicación del tool box, *Solidword Simulation 2018®*

- Se utilizo un proceso de soldadura STICK por medio de electrodo de arco eléctrico, aplicando primero la soldadura con el electrodo E6011 de espesor 1/8" para lograr un fondeo en el material, seguidamente aplicar soldadura con electrodo E7018 de espesor de 1/8" para lograr una penetración adecuada hasta alcanzar una altura de garganta de 3/8"; se realizó un proceso de limpieza a la platina y anclaje, luego precalentamiento para poder aplicar la soldadura.

5.2 Recomendaciones

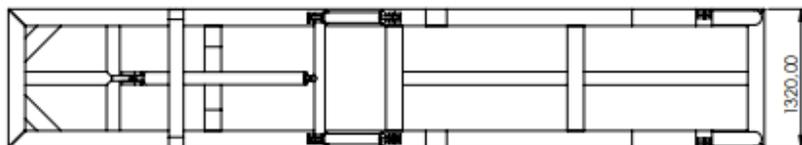
Las recomendaciones se realizan en la pintura utilizada para la estructura, la cual debe ser en inorgánicos basados en zinc, etilo y silicatos o equivalentes, además, la pintura debe tener buena adhesión, resistencia al desgaste y durabilidad, por lo tanto, para efectos del presente trabajo, el procedimiento a realizar comprende lo siguiente:

- Se debe aplicar una protección basada en el sistema de tricapas.
- Primero se aplicará un imprimante inorgánico de zinc a 3mills
- Una segunda capa de Hempadur Mastic 45880 como capa intermedia de 4 mills y por último un acabado con poliuretano a 2 mills

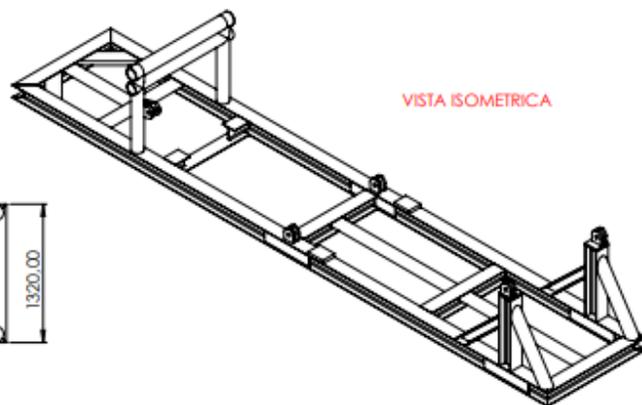
La estructura de la canasta no debe ser sobrecargada por encima de la carga viva calculada, se recomienda estar por debajo de este valor, dado que el objetivo principal de este diseño es adecuarse a una máxima capacidad de carga de 4000 kgf.

A. Anexo: Plano de estructura con todas las vistas

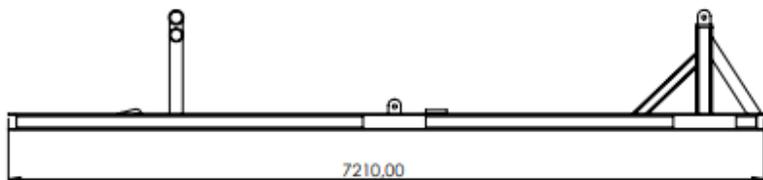
BASE - ESTRUCTURA PARA FOSFATADO
MASA: 1145 KG
ESCALA 1:35



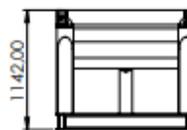
VISTA SUPERIOR



VISTA ISOMETRICA



VISTA LATERAL



VISTA FRONTAL

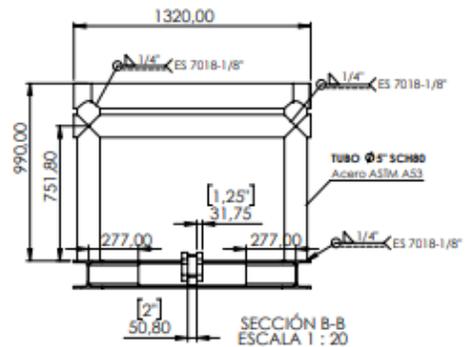
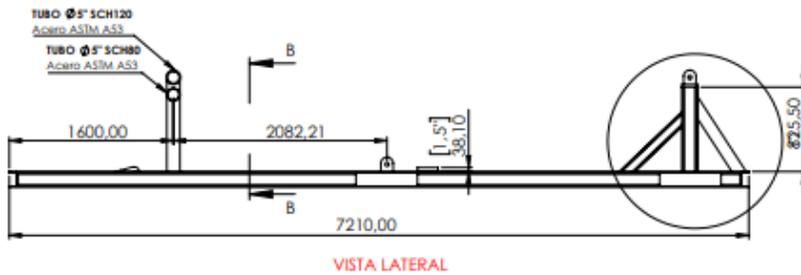
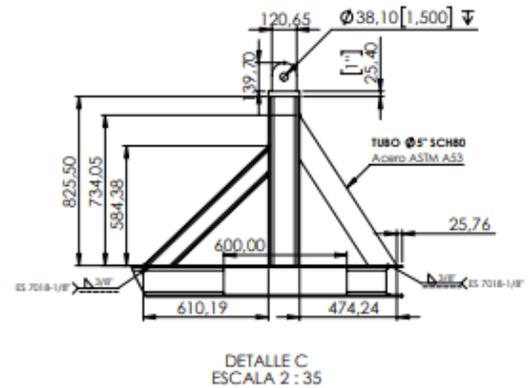
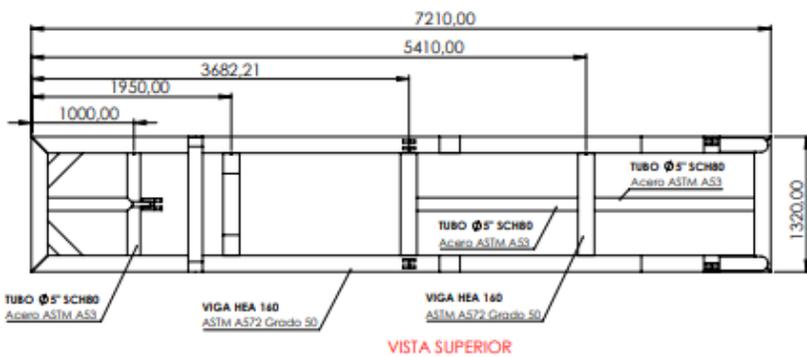
				SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM (Ø) ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS:		ESTRUCTURA PARA REALIZAR PROCESO DE FOSFATADO		OT:		HOJA:	
0				EMITIDO PARA APROBACIÓN				DIBUJADO:	Johnny Sánchez	FECHA:	20-10-2020
REV	FECHA	DIBUJO	APROBO	DESCRIPCIÓN				CALCULADO:	Johnny Sánchez	FECHA:	20-10-2020
TABLA DE REVISIONES								Nº.: INFORME DE CÁLCULO			
								PLANO:		ESC:	REV:
8	7	6	5	4	3	2	1				

Ver enlace:

https://drive.google.com/file/d/1_5iK7HkiP_itzr-FUCj2yC35lsyqO7bj/view?usp=sharing

B. Anexo: Plano general acotado

BASE - ESTRUCTURA PARA FOSFATADO
MASA: 1145 KG
ESCALA 1:35



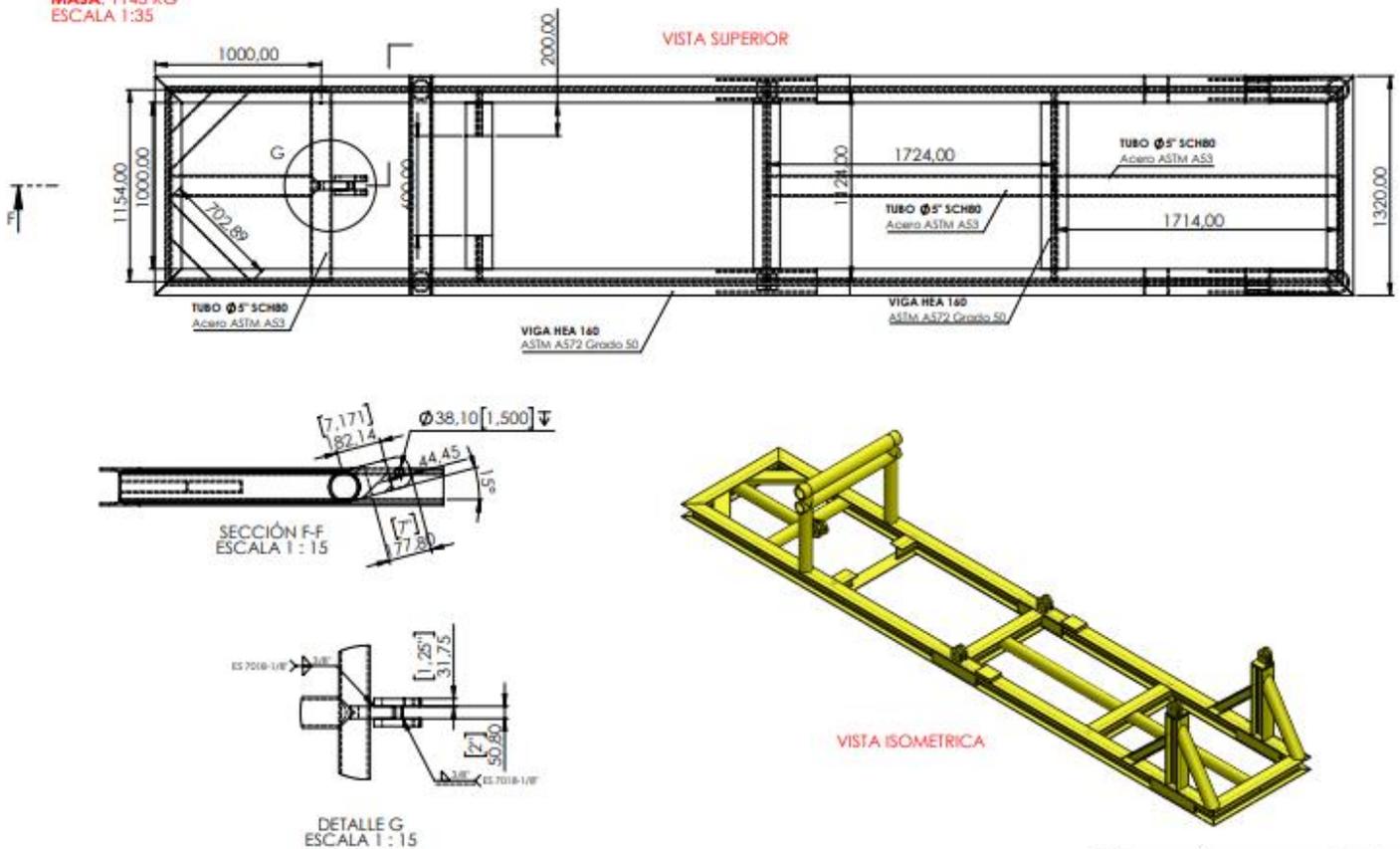
					SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM (M) ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS:		ESTRUCTURA PARA REALIZAR PROCESO DE FOSFATADO		OT: DIBUJADO: Johnny Sánchez CALCULADO: Johnny Sánchez Nº.: INFORME DE CÁLCULO		HOJA: FECHA: 20-10-2020 FECHA: 20-10-2020	
0				EMITIDO PARA APROBACIÓN			BASE - VISTA GENERAL GENERAL		PLANO:		ESC:	REV:
REV	FECHA	DIBUJÓ	APROBÓ	DESCRIPCIÓN								
TABLA DE REVISIONES												

Ver enlace:

https://drive.google.com/file/d/1_5iK7HkiP_itzr-FUcj2yC35lsyqO7bj/view?usp=sharing

C. Anexo: Plano de estructura con vista superior e isométrica

BASE - ESTRUCTURA PARA FOSFATADO
MASA: 1145 KG
ESCALA 1:35



ESTRUCTURA PARA REALIZAR PROCESO DE FOSFATADO		OT:	HOJA:
		DIBUJADO: Johnny Sánchez	FECHA: 20-10-2020
		CALCULADO: Johnny Sánchez	FECHA: 20-10-2020

Ver enlace:

https://drive.google.com/file/d/1_5iK7HkiP_itzr-FUCj2yC35lsyqO7bj/view?usp=sharing

D. Anexo: Guía de electrodos para soldadura West Arco



GUÍA DE ELECTRODOS PARA SOLDAR WEST ARCO

WEST ARCO, cuenta con un metal de aporte para cada necesidad: en caso de no encontrar el indicado, consulte con nuestro departamento técnico ó en www.westarco.com

ac : Corriente Alterna
dcep: Corriente directa electrodo al positivo
dcen: Corriente directa electrodo al negativo

Especificación	Clasificación AWS	Nombre WEST ARCO	Diámetro mm (in)	Longitud (mm)	Amperaje recomendado (A)	Posición para soldar	Tipo de Corriente	Características y Aplicaciones	Composición Química Típica	Propiedades Mecánicas Típicas				
										Resistencia a la tracción KSI (MPa)	Limite de Fluencia KSI (MPa)	Elongación (%)	Resistencia Impacto Charpy ranura en "V" T en °C	
ELECTRODOS REVESTIDOS PARA SOLDAR ACEROS AL CARBONO (AWS A5.1)	E6010	XL 610	2.4 (3/32)	350	50-80	TODAS	dcep	Es un electrodo de alta penetración y rápida solidificación. Para soldar aceros de bajo carbono, lámina ordinaria y galvanizada, calderas, estructuras, tuberías de presión y acero fundido.		62 a 72 (427 - 496)	52 a 62 (359 - 427)	22 al 33	-29	27 a 100
			3.2 (1/8)	350	70-115									
			4.0 (5/32)	350	90-160									
	E6010	ZIP 10T	2.4 (3/32)	300	50-80	TODAS	dcep	Es un electrodo de muy buena penetración, con polvo de hierro, buena calidad radiográfica especialmente diseñado para oleoductos, gasoductos, construcciones navales, estructuras de acero y recipientes a presión principalmente.		62 a 72 (427 - 496)	52 a 62 (359 - 427)	22 al 33	-29	27 a 100
			3.2 (1/8)	350	70-120									
			4.0 (5/32)	350	90-155									
	E6011	ACP 611SS	2.4 (3/32)	300	50-80	TODAS	ac ó dcep	Se emplea para soldar todo tipo de aceros de bajo carbono en tuberías, estructuras, construcciones navales, recipientes a presión, etc., especialmente en pases de penetración. Adecuado para soldar lámina galvanizada		63 a 74 (434 - 510)	52 a 60 (359 - 413)	27 al 35	-29	27 a 100
			3.2 (1/8)	350	70-115									
			4.0 (5/32)	350	90-160									
	E6013	SUPER SW 613	2.4 (3/32)	300	60-100	TODAS	ac, dcep ó dcen	Electrodo de tipo europeo de fácil manipulación, desarrollado para toda clase de soldaduras que requieran poca penetración. Se emplea para construcciones de acero en general, carpinterías metálicas con lámina delgada, fabricación de puertas, ventanas, rejillas, ductos, ensamble de carrocerías y ornamentación en general.		60 a 74 (413 - 510)	48 a 62 (331 - 427)	22 al 28	20	40 a 110
			3.2 (1/8)	350	90-130									
			4.0 (5/32)	350	120-160									
E6013	SW 613	2.4 (3/32)	300	50-90	TODAS	ac, dcep ó dcen	Carrocerías, muebles metálicos, ductos de aire acondicionado, rejillas, ventanas y ornamentación en general.		60 a 74 (413 - 510)	48 a 65 (331 - 448)	22 al 29	20	50 a 110	
		3.2 (1/8)	350	80-120										
		4.0 (5/32)	350	110-160										
E7014	ZIP 14	2.4 (3/32)	350	70-110	TODAS	ac, dcep ó dcen	Electrodo de penetración media y alta tasa de deposición. Construcción de maquinaria, marcos de máquinas, implementos agrícolas, trabajos de ornamentación, tubería, recipientes de presión y sus accesorios. Equipos de ferrocarril, construcciones navales y soldadura de aceros estructurales.		70 a 80 (483 - 552)	58 a 68 (400 - 466)	22 al 28	20	50 a 100	
		3.2 (1/8)	350	110-150										
		4.0 (5/32)	350	120-200										
E7024	ZIP 24	2.4 (3/32)	350	60-100	PLANA Y HORIZONTAL EN FILETES	ac, dcep ó dcen	Electrodo para soldar en posición plana y horizontal con altísima tasa de deposición. Puentes y equipos pesados, equipo de construcción, implementos agrícolas, tanques de almacenamiento de petróleo y sus derivados, maquinaria de minería, carros de ferrocarril y construcción naval y en general para aceros de bajo contenido de carbono.		70 a 80 (483 - 552)	60 a 70 (414 - 488)	22 al 25	20	45 a 100	
		3.2 (1/8)	350	140-180										
		4.0 (5/32)	350	180-250										
E7018-1	WIZ 18	2.4 (3/32)	300	70-100	TODAS, excepto progresión descendente	ac ó dcep	Se utiliza para soldaduras de acero al carbono de hasta 70.000 psi de resistencia a la tracción, en aplicaciones en estructuras, tuberías y tanques a presión especialmente cuando se requiere alta resistencia al impacto a bajas temperaturas.	C: 0.05 - 0.10% Si: 0.35 - 0.50% S ≤ 0.035% Mn: 1.20 - 1.50% P ≤ 0.035%	70 a 80 (483 - 552)	58 a 70 (400 - 483)	22 al 36	-29	100	
		3.2 (1/8)	350	100-145										
		4.0 (5/32)	350	135-200										
E7018	WIZ 18 S	2.4 (3/32)	300	70-100	TODAS	ac ó dcep	Se utiliza para soldaduras de acero al carbono de hasta 70.000 psi de resistencia a la tracción, en aplicaciones en estructuras, tuberías y tanques a presión, calderas, vagones de ferrocarril, etc.	C: 0.05 - 0.10% Si: 0.40 - 0.65% S ≤ 0.035% Mn: 1.00 - 1.40% P ≤ 0.035%	72 a 84 (496 - 579)	62 a 72 (427 - 496)	24 al 36	-29	70	
		3.2 (1/8)	350	100-145										
		4.0 (5/32)	350	135-200										
E7010-A1	ZIP 710 A1	2.4 (3/32)	300	50-80	TODAS	dcep	Electrodo de alta penetración y alta tasa de deposición para tubería, tanques de alta presión, calderas y aplicaciones a las temperaturas de servicio típicas de los aceros con 0.5% de molibdeno. Aceros de tipo API 5L grados X42, X46 y X52.	C: 0.05 - 0.12% Mn: 0.45 - 0.60% S ≤ 0.03% Mn: 0.30 - 0.55% Si: 0.06 - 0.20%	70 a 90 (483 - 552)	58 a 68 (400 - 466)	22 al 32	0	60 a 110	
		3.2 (1/8)	350	90-120										
		4.0 (5/32)	350	120-155										

Ver enlace:

https://drive.google.com/file/d/1_5iK7HkiP_itzr-FUcj2yC35lsyqO7bj/view?usp=sharing

Bibliografía

- Bijker, W. (2005, p.4). ¿Como y porqué es importante la tecnología? *Revista Redes*, 44.
- Budnays, G & Keit, N. (2012). *Diseño de Ingeniería Mecánica de Shigley*. México: McGrawHill /Interamericana Editores S.A.
- Bustamante, E.O, Olvera, A, Barba, P.A, Carboneras, E Alvarez, M & otros, &. (2010, p.3). Optimización del tratamiento de fosfatado como método de protección frente a la corrosión. *Revista de Metalurgia*, 1 -10.
- Camejo, J.J & Dominguez, J.A. (2015). Métodos químicos tecnológicos de protección contra la corrosión. *Instituto Superior Politécnico Jose Antonio Echeverría*, 79.
- Diez, J.A. (2019). El fosfatado en la Industria. *Interempresas - Canales sectoriales*, 3.
- Londoño, D.I & Moreno, H. &. (2012). Evaluación de corrosión de materiales usados en tanques de motocicletas en contacto con mezclas gasolina y etanol . *Revista ION*, 15.
- Mackenzie, D. (1990). Inventing Accuracy: A historical sociology of Nuclear Missile Guidance. *Inside Technology*, 395.
- Mendoza, N (2003) Estudio de casos durante la etapa de diseño de un producto. *Conferencia Internacional sobre emprendimiento*. Finlandia
- Morales, M & Polo, D.E. (2017, p.8). *Automatización de una cabina y proceso de fosfatado para la empresa AICO ENGINEERING*. Sangolqui, Ecuador: ESPE. Universidad de Fuerzas Armadas.
- Munger, A. (1984, p.190). *Prevención de la corrosión mediante revestimientos protectores*. Houston, USA: Nace.
- Murphy; McBean; & Farahbakhsh. (2009). Appropriate technology - a comprehensive approach for water and sanitation in the developing world. *Technology in Society*, 9.
- Niebles, N.E; Quesada, T.E; Santamaría, D.F; Méndez, H.H & Ruiz, R.A. (2009). Metodología para el diseño y construcción de una máquina para medición del desgaste abrasivo basado en la norma ASTM G65. *Redalyc Revista prospectiva*, 7.

- Parra, O.D; Mosquera, A.F & Garrido, P.W (2010) Diseño, construcción y puesta en funcionamiento de un bastidor hidráulico para ensamble de motores Detroit Diesel de 45 hp (600 kg) hasta 750 hp (2000 kg)
- Pahl, g & Beitz,W . (1995). Engineering design a sistematic aproach. *Diseños y estructuras*, s/n.
- Porras, H.D; Sanabria, D.Y; Rueda, D.E & Ramírez, W.D. ((2014). Diseño e implementación de un sistema automático para la recolección de datos sobre daños en pavimento, usando enfoque tridimensional. *Corporación para la investigación y desarrollo de asfaltos en el sector transporte*, 10.
- Porras, H.D; Sanabria, D.Y; Rueda, D.E & Ramírez, W.D. (2015, p. 3). “Diseño e implementación del sistema de control on – off del proyector laser Lasiris Magnum II para el sistema SICAIPAV II. *Revista de Ingeniería de la Universidad Antonio Nariño*, 14.
- Ramos G.F, & Marrero, A. R. (2019, p.5). Diseño de una estructura de protección catódica para el interior de un tanque de almacenamiento de petróleo. *Revista de tecnología química*, 17.
- Riba, C. (2002). *Diseño concurrente*. Barcelona: Edicions UPC.
- Sánchez, C,A; Cardona, C.C; Sierra del Río, J & Hincapie, D.A. (2015, p.5). Metodología de diseño y simulación hidrodinámica de una micro turbina tipo Kaplan usando herramientas computacionales. *Revista de Facultades de Ingeniería Universidad Antonio Nariño*, 10.
- Smith, A. (2013). Grassroots innovation movements: Challenges and contribution. *Journal of Cleaner Production*, 12.
- Thomas. H (2008). Estructuras cerradas Vs procesos dinámicos: trayectorias y estilos de innovación y cambio tecnológico. *Universidad Nacional de Quilmes*, 25.
- Thomas, H; Bortz, G & Garrido, S.M. (2018, p.4). Enfoques y estrategias de desarrollo tecnológico, innovación y Policy making para desarrollo inclusivo. *Instituto de estudios sobre la ciencia y la Tecnología IESCT*, 28.
- Torres, M.M. (2011). Publicaciones de corrosión. *ININ MÉXICO*.
- Universidad de los Andes. (2007, p.3). Tecnología apropiada. *Revista de ingeniería*, 9.
- Wagensberg, J (2010) La Necrológica “in memoriam. Benoit Mandelbrot y la fractalidad del mundo”