

**DESARROLLO MODULAR DE LA PLATAFORMA-PISO, PARA FURGON
ISOTERMICO DE TRANSPORTE DE ALIMENTOS REFRIGERADOS CON
CHASIS DE CUATRO A SEIS TONELADAS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.**

**RAMÓN OCTAVIO PALLARES CALLE
GIOVANNY VILLAMIZAR VEGA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD FÍSICO - MECÁNICA
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2014

**DESARROLLO MODULAR DE LA PLATAFORMA-PISO, PARA FURGON
ISOTERMICO DE TRANSPORTE DE ALIMENTOS REFRIGERADOS CON
CHASIS DE CUATRO A SEIS TONELADAS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.**

**RAMÓN OCTAVIO PALLARES CALLE
GIOVANNY VILLAMIZAR VEGA**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de
Diseñador Industrial**

**Director de Proyecto:
Arq. JULIO CESAR PINILLOS**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD FÍSICO - MECÁNICA
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL
BUCARAMANGA**

2014

CONTENIDO

| | Pág. |
|---|------|
| INTRODUCCIÓN | 17 |
| 1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO | 18 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 18 |
| 2. JUSTIFICACIÓN | 19 |
| 3. CONTENIDO, ALCANCE Y LIMITACIONES DEL PROYECTO | 22 |
| 3.1 ALCANCES | 22 |
| 3.2 LIMITACIONES | 22 |
| 4. METODOLOGIA PROYECTUAL | 23 |
| 5. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS | 24 |
| 5.1. OBJETIVO GENERAL | 24 |
| 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 24 |
| 6. IMPACTOS ESPERADOS. | 25 |
| 6.1 IMPACTOS ECONÓMICOS | 25 |
| 6.2 IMPACTOS AMBIENTALES | 25 |
| 6.3 IMPACTOS DE COMPETITIVIDAD | 25 |
| 7. MARCO TEÓRICO | 26 |
| 7.1 INFORMACIÓN GENERAL | 26 |
| 7.1.2 Análisis camión Chevrolet FRR | 27 |
| 7.1.3 Acero A36 | 28 |
| 7.1.4 aluminio | 31 |
| 7.1. 5 Madera plástica | 34 |
| 8. ANALISIS DE LA PLATAFORMA EXISTENTE | 40 |
| 8.1 Análisis de cargas soportadas de cada viga | 42 |
| 8.2 ANÁLISIS DE CADA ELEMENTO POR MEDIO DE SOFTWARE | 43 |
| 8.2.1 Análisis de IPE 100 Acero A36 Información de modelo | 43 |

| | |
|--|----|
| 8.2.2 Perfil C Acero A36 | 46 |
| 8.2.3 Canal en U acero A36 | 49 |
| 8.2.4 Angulo 3pulg x ¼ Acero A36 | 52 |
| 8.3 CONCLUSIONES PARTES DE ACERO A36 | 54 |
| 8.3.1 IPE 100 | 54 |
| 8.3.2 perfil en C | 55 |
| 8.3.3 canal en U | 55 |
| 8.6.4 Angulo 3pulg X ¼ | 55 |
| 9. ANÁLISIS PARTES EN ALUMINIO | 56 |
| 9.1 IPE 100 | 56 |
| 9.2 PERFIL C | 59 |
| 9.3 CANAL EN U | 62 |
| 9.4 ANGULO 3pulg x ¼ | 65 |
| 10. CONCLUSIONES PARTES EN ALUMINIO | 68 |
| 10.1 IPE100 | 68 |
| 10.2 PERFIL EN C | 68 |
| 10.3 CANAL EN U | 68 |
| 10.4 ANGULO 3 pulg x ¼ | 68 |
| 11. CONCLUSIONES GENERALES | 69 |
| 12. CUADRO COMPARATIVO DE PESOS | 70 |
| 12.1 CUADRO DE PRECIOS EN EL MERCADO DE LOS MATERIALES. | 70 |
| 13. NORMAS APLICADAS A LOS ENSAYOS DE LABORATORIO (aluminio) | 72 |
| 13.1 MATERIAL Y DISEÑO DE LAS PROBETAS □ | 72 |
| 13.2 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO | 75 |
| 13.2.1 Tracción | 75 |
| 13.2.2 Fatiga | 77 |
| 13.2.4 Preparación de probetas (Maderplast y Plastipol) | 80 |
| 13.2.5 Probeta de flexión | 81 |
| 13.2.6 Probeta de Compresión | 82 |
| 13.2.7 Caracterización mecánica | 82 |

| | |
|---|-----|
| 13.2.8 Ensayo de tracción | 83 |
| 13.2.9 Conclusiones Metodología Experimental | 85 |
| 13.2.10 Conclusiones de ensayos de laboratorio | 85 |
| 13.2.11 Conclusión ensayo de tracción | 85 |
| 13.2.12 Ensayo de flexión | 85 |
| 13.2.13 Conclusión ensayo de flexión | 87 |
| 13.2.14 Ensayo de compresión | 87 |
| 13.2.15 Conclusión ensayo de compresión | 89 |
| 13.2.16 Conclusiones Generales | 90 |
| 13.2.17 Ensayo de compresión Estructura interna Piso | 90 |
| 13.2.18 Conclusiones Generales | 91 |
| 14. REDISEÑO | 92 |
| 14.1 REQUERIMIENTOS | 92 |
| 14.1.1 Requerimientos de uso | 92 |
| 14.1.2 Requerimientos de función. | 92 |
| 14.1.3 Requerimientos estructurales. | 92 |
| 14.1.4 Requerimientos técnico-productivos. | 93 |
| 14.1.5 Requerimientos de mercado. | 93 |
| 14.1.6 Requerimientos formales. | 94 |
| 15. ALTERNATIVAS | 95 |
| 15.1 ALTERNATIVA 1 | 95 |
| 15.2 ALTERNATIVA 2 | 95 |
| 15.3 ALTERNATIVA 3 | 96 |
| 16. QFD DE ALTERNATIVAS (QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT) | 97 |
| 17. REDISEÑO DE PIEZAS EXISTENTES (OPTIMIZACIÓN) | 100 |
| 17.1 IPE 100 | 100 |
| 17.2 PERFIL C ACERO A36 | 102 |
| 17.3 CANAL EN U | 104 |
| 17.4 ANGULO ¼ | 106 |
| 18. CONCLUSIONES REDISEÑO DE PIEZAS. | 108 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 18.1 IPE 100 | 108 |
| 18.2 PERFIL C. | 108 |
| 18.3 CANAL EN U | 108 |
| 18.4 ANGULO $\frac{3}{4}$ | 108 |
| 19. REDISEÑO FINAL PLATAFORMA-PISO. | 109 |
| 19.1 PERFIL C | 112 |
| 19.2 ANGULO $\frac{3}{4}$ | 114 |
| 20. CONCLUSIONES ANGULO $\frac{3}{4}$ | 116 |
| BIBLIOGRAFÍA | 118 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Figura 1. Pellets de WPC | 37 |
| Figura 2. Línea de extrusión de láminas/tableros de WPC | 37 |
| Figura 3. Pieza de madera y plástico en un molde de inyección | 38 |
| Figura 4. Prensa para WPC | 38 |
| Figura 5. Análisis de la plataforma existente | 40 |
| Figura 6. Análisis de cargas soportadas de cada viga | 42 |
| Figura 7. Dimensiones de las probetas para ensayo de tracción. | 73 |
| Figura 8. Fotografía de una probeta de ensayo de tracción. | 73 |
| Figura 9. Dimensiones de las probetas para ensayos de vida a fatiga. | 73 |
| Figura 10. Fotografía de una probeta de ensayos de vida a fatiga. | 74 |
| Figura 11. Puntos característicos de una curva de ensayo de tracción. | 76 |
| Figura 12. Extensómetro empleado en la realización de ensayos de tracción | 76 |
| Figura 13. Probeta rota durante ensayo de tracción, vista lateral. | 77 |
| Figura 14. Probeta rota durante ensayo de tracción, vista frontal. | 77 |
| Figura 15. Probeta cilíndrica de radio continuo. | 78 |
| Figura 16. Curva para la obtención de la frecuencia máxima. | 79 |
| Figura 17. Probeta rota durante un ensayo de vida a fatiga, vista lateral. | 79 |
| Figura 18. Probeta rota durante un ensayo de vida a fatiga, vista frontal | 80 |
| Figura 19. Probeta de tracción | 81 |
| Figura 20. Probeta de flexión | 81 |
| Figura 21. Probeta de Compresión | 82 |
| Figura 22. Caracterización mecánica | 82 |
| Figura 23. Ensayo de tracción | 83 |
| Figura 24. Ensayo de flexión – Prueba | 86 |
| Figura 25. Ensayo de compresión - Prueba | 88 |

| | |
|--|-----|
| Figura 26. Ensayo de compresión Estructura interna Piso - Prueba | 90 |
| Figura 27. Alternativa 1 | 95 |
| Figura 28. Alternativa 2 | 96 |
| Figura 29. Alternativa 3 | 96 |
| Figura 30. QFD de alternativas (Quality Function Deployment) | 97 |
| Figura 31. Rediseño final plataforma – Piso | 109 |
| Figura 32. Perfil C | 112 |
| Figura 33. Angulo $\frac{3}{4}$ | 114 |

LISTA DE GRÁFICAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Gráfica 1. Probeta a tracción Material Plastipol | 84 |
| Gráfica 2. Probeta a tracción Material Plastipol | 84 |
| Gráfica 3. Fuerza sobre extensión, Material Plastipol | 86 |
| Gráfica 4. Fuerza sobre extensión, Material Maderplast | 87 |
| Gráfica 5. Probeta compresión, Material Plastipol | 88 |
| Gráfica 6. Probeta compresión, Material Maderplast | 89 |
| Gráfica 7. Probeta compresión, Estructura interna. | 91 |

LISTA DE TABLAS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1. Análisis de IPE 100 Acero A36 Información de modelo - Factor de seguridad: 98 | 43 |
| Tabla 2. Perfil C Acero A36 - Factor de seguridad: 13 | 46 |
| Tabla 3. Propiedades de material | 47 |
| Tabla 4. Canal en U acero A36 - Factor de seguridad: 25 | 49 |
| Tabla 5. Angulo 3pulg x ¼ Acero A36 - Factor de seguridad: 111 | 52 |
| Tabla 6. IPE 100 - Factor de seguridad: 264 | 56 |
| Tabla 7. Perfil C. Factor de seguridad: 43 | 59 |
| Tabla 8. Canal en U - Factor de seguridad: 228 | 62 |
| Tabla 9. Angulo 3pulg x ¼ - Factor de seguridad: 510 | 65 |
| Tabla 10. Composición química del AL-7075. □ | 72 |
| Tabla 11. Rugosidad superficial de las probetas para ensayos de vida a fatiga. | 74 |
| Tabla 12. Conclusión ensayo de tracción | 85 |
| Tabla 13. Conclusión ensayo de flexión | 87 |
| Tabla 14. Conclusión ensayo de compresión | 89 |
| Tabla 15. IPE 100 - Facto de seguridad 23 | 100 |
| Tabla 16. Perfil C Acero A36 - Factor de seguridad 13 | 102 |
| Tabla 17. Canal en U- Factor de seguridad: 11 | 104 |
| Tabla 18. Angulo ¼ - Factor de seguridad: 80 | 106 |

RESUMEN

TITULO: DESARROLLO MODULAR DE LA PLATAFORMA-PISO, PARA FURGÓN ISOTÉRMICO DE TRANSPORTE DE ALIMENTOS REFRIGERADOS CON CHASIS DE CUATRO A SEIS TONELADAS, DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

AUTORES: PALLARES Calle Ramón Octavio**
VILLAMIZAR Vega Giovanni

PALABRAS CLAVE: Plataforma-piso, Furgón, Isotérmico, modular.

Este documento registra el proceso de diseño para la construcción de la plataforma-piso, que permite implementar el total desarrollo del furgón isotérmico de cuatro a seis toneladas desarrollado por la empresa FURGORIENTE S.A. Este proyecto tuvo como objetivo el estudio de la plataforma-piso existente por medio de pruebas físico-mecánicas para minimizar su peso, aumentar la capacidad de carga, dar una mayor eficiencia térmica, ahorro en combustible y mantenimiento.

FURGORIENTE S.A está desarrollando en este momento una plataforma estándar para todos los tipos de furgones, sin tener un estudio previo de la capacidad de carga que tiene el tipo de material que se está utilizando para su construcción, esto hace que la plataforma-piso se sobredimensione y así se aumente el costo de la producción.

Partiendo de ahí se orientó el proceso de diseño buscando generar una propuesta que ofreciera la posibilidad de optimizar el material para este tipo de furgón. Para esto se hicieron pruebas por medio de un software específico el cual nos dio la posibilidad de generar una estructura adecuada con previos estudios físico-mecánicos en laboratorios, disminuyendo el número de componentes de esta que no eran necesarios y si incrementaban el peso.

Con este proyecto se buscó realizar un aporte al desarrollo tecnológico de la empresa FURGORIENTE S.A y dar solución a una problemática que a través de los años se venía incrementado. Uno de los grandes atractivos de este trabajo fue el aporte desde distintas áreas para la consecución de un fin mayor el cual dará a la empresa una mayor competitividad.

* Tesis de grado

** Facultad de ingenierías físico-mecánicas. Escuela de diseño industrial. Director: Arq. PINILLOS Julio Cesar

ABSTRACT

TITLE: DEVELOPING MODULAR PLATAFORMA-PISO, ISOTHERMAL VAN FOR TRANSPORTATION OF FOOD REFRIGERATED WITH CHASSIS FROM FOUR TO SIX TONS, DESIGN AND CONSTRUCTION.

AUTHORS: PALLARES Calle Ramón Octavio**
VILLAMIZAR Vega Giovanni

KEYWORDS: Plataforma-piso, van, isothermal, modular.

This document registers the design process for the construction of the plataforma-piso, which allows you to implement the total development of the isothermal van from four to six tons, developed by the company FURGORIENTE S.A. This project aimed at the study of the existing plataforma-piso by tests physical and mechanical to minimize its weight, increase the load capacity, provide greater thermal efficiency, savings in fuel and maintenance.

FURGORIENTE S.A is developing a platform standard for all types of vans, this time without having a previous study of carrying capacity that has the type of material that is being used for its construction, this makes the plataforma-piso sobredimensione and thus increase the cost of production.

From there East the design process seeking to generate a proposal that would offer the possibility to optimise the material for this type of van. For this is tested by means of a software specific which gave us the possibility of generating a structure designed with previous physical-mechanical studies in laboratories, reducing the number of components that were not needed and if increased weight.

This project is looking for make a contribution to the technological development of the company FURGORIENTE S.A and deal with a problem that over the years was increased came. One of the great attractions of this work was the contribution from different areas to achieve one greater purpose which will give the company greater competitiveness.

* Degree thesis

** Faculty of mechanical engineering. School of industrial design. Director: Arq. PINILLOS Julio Cesar

INTRODUCCIÓN

La planificación es una palabra que da idea de organizar una actividad cualquiera y después del análisis de varios enfoques que recoge la literatura puede plantearse, en su sentido más general es un proceso, es la preparación de un conjunto de decisiones, es una acción con respecto a la actividad en el futuro, basado en la investigación y pensamientos sistemáticos.

Y que por tanto representa una fase del proceso general de dirección, pues este es un proceso en el que siempre están presente cuatro elementos independientemente de la actividad que se trata, a saber: la organización, la planificación, la dirección y el control.

El objetivo fundamental general de la planificación en Furgoriente s.a, puede expresarse de la siguiente forma: la elaboración del sistema de planes económicos de la empresa, garantizando los más altos niveles, con la utilización eficiente de la capacidad productiva y los recursos materiales, laborales y financieros disponibles, que den respuesta a las estrategias, políticas y programas de desarrollo económico y social de la empresa.

Furgoriente s.a. Siempre ha estado en busca de la innovación y el bienestar de todos sus clientes, desarrollando los proyectos de manera personal. Por esto Furgoriente implemento en todos sus productos una mayor garantía, utilizando procesos y materiales adecuados presentes en la industria, desarrollando una investigación más detallada a la estructura de su plataforma-piso para minimizar su peso, y así aumentar la capacidad de carga, dar una mayor eficiencia térmica, ahorro en combustible y mantenimiento.

Finalmente Furgoriente a través de los años ha implementado el sistema de gestión de calidad ISO 9001 que permite certificar el sistema de fabricación de carrocerías a un alto nivel para así en un futuro no lejano poder ampliar su mercado nacional a el internacional, brindando confianza y eficiencia que permitan cada vez a la empresa ser competitivos en precio y calidad.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Diseño Industrial es una profesión que cuenta con diferentes campos de desempeño donde el Diseñador puede intervenir. Campos de desempeño como áreas de tecnología de materiales y procesos de producción, control de calidad, informática y, diseño de objetos y maquinaria, donde puede proponer nuevos métodos de trabajo, optimización de procesos productivos, aprovechamiento de los recursos humanos y materiales que contribuyen en el Diseño, Rediseño, Adecuación e Innovación de herramientas, equipos y partes de máquinas.

Teniendo en cuenta este perfil, y en respuesta a la necesidad presentada por la empresa, se plantea este proyecto, que tiene como finalidad la reducción de peso de furgones isotérmicos para estar acordes con productos ofrecidos actualmente y posicionar a Furgoriente S.A. como líder en el mercado nacional.

2. JUSTIFICACIÓN

La planificación es una palabra que da idea de cómo organizar una actividad cualquiera y después del análisis de varios enfoques que recoge la literatura puede plantearse, en su sentido más general es un proceso, es la preparación de un conjunto de decisiones, es una acción con respecto a la actividad en el futuro, basado en la investigación, reflexión y pensamientos sistemáticos.

Y que por tanto representa una fase del proceso general de dirección, pues este es un proceso en el que siempre están presente cuatro elementos independientemente de la actividad que se trata, a saber: la organización, la planificación, la dirección y el control.

El objetivo fundamental general de la planificación en furgoriente s.a, puede expresarse de la siguiente forma: la elaboración del sistema de planes económicos de la empresa, garantizando los más altos niveles de actividad, con la utilización eficiente de la capacidad productiva y los recursos materiales, laborales y financieros disponibles, que den respuesta a las estrategias, políticas y programas de desarrollo económico y social de la empresa.

Ahora bien Furgoriente S. A., tiene como misión la fabricación y mantenimiento de furgones Isotérmicos, en lámina, estaca y mixtos; comercialización de unidades de refrigeración; así como el diseño, desarrollo y fabricación de soluciones en fibra de vidrio para diversos sectores de la industria adicionales al sector transporte. Así mismo, han incorporado la protección del medio ambiente como pilar estratégico, fundamentados en el cumplimiento de la legislación ambiental y la implementación de técnicas más limpias de producción.

Furgoriente s.a. Siempre ha estado en busca de la innovación y el bienestar de todos sus clientes, desarrollando los proyectos de manera personal, adecuándose a las necesidades en cuanto peso, altura, largo y ancho.

Por esto Furgoriente se ha dado la tarea en todos sus productos de buscar una mayor garantía para sus productos, utilizando los procesos y materiales más adecuados que se encuentran en la industria. Por eso se a propuesto optimizar aún más todas esas ventajas que siempre los han caracterizado, desarrollando una investigación más detallada a la estructura de su plataforma-piso para minimizar su peso, y así aumentar la capacidad de carga, dar una mayor eficiencia térmica, ahorro en combustible y mantenimiento.

Sin embargo Furgoriente en este momento busca que su Plataforma brinde al transportista una gran cantidad de ventajas, aplicando nuevos procesos de ingeniería para el uso de la última tecnología y lograr la fabricación de un producto ligero, que nos permita transportar mayor carga útil haciéndonos así más eficientes, logrando con esto una mayor rentabilidad y disminuyendo costos por servicio o reparaciones, ya que puede ser cargada por los lados, arriba y parte trasera simultáneamente, además que puede transportar “casi cualquier tipo de carga” incluyendo cargas concentradas o distribuidas, excesos de dimensiones, etc. Para así dar una mayor calidad, versatilidad y buen precio.

Pero todo esto se ha debido a la problemática de la evolución que tienen los productos en este mercado manteniéndose a través de los años un poco estancados, por esta razón Furgoriente ha estado en constante desarrollo de productos adaptándose así a controles estrictos de procesos de fabricación, programaciones de producción que permitan el total cumplimiento de los tiempos de entrega, adecuando planos de diseño para cada una de las carrocerías, lo cual permite controlar medidas críticas.

Finalmente Furgoriente a través de los años a implementado el sistema de gestión de calidad ISO 9001 que permite certificar el sistema de fabricación de carrocerías a un alto nivel para así en un futuro no lejano poder ampliar su mercado nacional a el internacional, brindando confianza y eficiencia que permitan cada vez a la empresa ser más competitivos en precio y calidad.

3. CONTENIDO, ALCANCE Y LIMITACIONES DEL PROYECTO

Este proyecto se crea a partir de la necesidad manifestada por la empresa, donde no contaban con estudios técnicos y/o procesos de producción adecuados en la etapa de fabricación. Al no tener certeza si estaban o no sobredimensionando el producto, es donde cobra importancia este proyecto, ya que se brindaran datos obtenidos de simulación y estudios optimizando la calidad del producto.

3.1 ALCANCES

- Construir un prototipo funcional con materiales de características mecánicas y estructurales similares al diseño final propuesto.
- Comprobaciones técnicas:
 - Resistencia del piso.
 - Resistencia de amarres.
 - Facilidad ensamble furgón sobre chasis.
- Realizar pruebas en el laboratorio de resistencia de materiales para simular el comportamiento de la estructura (plataforma-piso).
- Entrega de resultados prueba de laboratorio.
- Entrega de prototipo funcional.

3.2 LIMITACIONES

- > Se pueden presentar actividades extras, ajenas al proyecto que requerirán de su respectivo análisis si se evidencia que son dependientes del actual proyecto.
- > Los resultados de las comprobaciones realizadas en el programa solidworks, pueden variar dependiendo de la calidad definitiva del material.

4. METODLOGIA PROYECTUAL

La metodología aplicada, se basa en el libro “Diseño y desarrollo de productos”. (Ulrich, K. 2009). Esta referencia bibliográfica brinda conceptos sobre el desarrollo de productos desde los primeros pasos hasta llevarlos a un alto nivel de producción, siempre abarcando gran cantidad de aspectos dentro del diseño industrial. Siendo de gran importancia desarrollar el sistema hasta su fase de producción, se va a emplear una metodología para el diseño y desarrollo de productos.

5. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

5.1. OBJETIVO GENERAL

- Diseñar y comprobar la estructura de la plataforma-piso para furgón de cuatro a seis toneladas, mediante pruebas físico mecánicas. Para minimizar su peso, y así aumentar la capacidad de carga, dar una mayor eficiencia térmica, ahorro en combustible y mantenimiento.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer el sistema productivo de la empresa.
- Identificar los componentes de la plataforma-piso.
- Evaluar la plataforma-piso existente.
- Conocer los materiales existentes para la construcción de la plataforma-piso y sus ensambles con la estructura principal (chasis)
- Establecer un modelo de diseño y simulación que permita demostrar la optimización de carga.
- Definir los parámetros necesarios para la fabricación del prototipo propuesto por medio de las normativas para transporte de alimentos y así cumplir con dichos estándares.
- Analizar y Comprobar el diseño en la ejecución de pruebas de tracción, compresión y flexión para probetas y alternativas.
- Definir los materiales para la construcción final de la plataforma-piso

6. IMPACTOS ESPERADOS.

6.1 IMPACTOS ECONÓMICOS

Proporcionar información cuantitativa y cualitativa sobre los materiales utilizados tendría un impacto positivo en la producción y a su vez una solución más económica.

El estudio nos podría arrojar resultados para optimizar todo el ciclo de producción y reducir gastos innecesarios, dando a la empresa una mejor rentabilidad.

6.2 IMPACTOS AMBIENTALES

Ya que algunos de los materiales que se van a implementar provienen de elementos reciclados, se podría reducir la contaminación ambiental, apoyando al reciclaje del material post consumo y su reutilización.











Por ser un diseño modular, se podría optimizar los procesos para evitar gastos innecesarios en su proceso de fabricación.

6.3 IMPACTOS DE COMPETITIVIDAD

Al ser una idea innovadora, puede llamar la atención de instituciones gubernamentales y entidades que se enfocan en subsanar las consecuencias de los desastres ambientales logrando así una mayor atención y acciones efectivas en torno al problema de vivienda de estas personas.

7. MARCO TEÓRICO

7.1 INFORMACIÓN GENERAL

| CAPACIDAD DE CARGA | 2 TON. | 6 TON. | 10 TON. | 14 TON. | 20 TON. |
|--------------------|---|---|---|---------|---------|
| NHR REWARD |  | | | | |
| NKR II REWARD |  | | | | |
| NKR III REWARD |  | | | | |
| NNR REWARD |  | | | | |
| NPR REWARD |  | | | | |
| FVR CORTO | |  | | | |
| NQR REWARD | |  | | | |
| FRR FORWARD | |  | | | |
| FTR FORWARD | | |  | | |
| FVR LARGO FORWARD | | |  | | |

7.1.2 Análisis camión Chevrolet FRR

TECNOLOGÍA ISUZU

CHEVROLET

1 AÑO GARANTÍA o 50.000 km

CONOCEMOS SU NEGOCIO

FRR FORWARD

TECNOLOGÍA ISUZU

CHEVROLET

CAMIÓN FRR FORWARD

| MOTOR | |
|---------------------|-------------------------------|
| Marca / Código | 4HK1-TCS |
| Tipo | Turbo cargado intercooler |
| Desplazamiento (cc) | 3.793 |
| Nº de cilindros | 4 en línea |
| Potencia (HP @ RPM) | 210 @ 2.600 |
| Torque (kg.m @ RPM) | 95 @ 1.500 |
| Alimentación | Inyección directa Common Rail |
| Combustible | Diesel |
| Emissiones | Euro II |
| Enfriador de aceite | Plato sobre bloque motor |

| TRANSMISIÓN | |
|------------------------|------------------------------|
| Accionamiento embrague | Hidráulico asistido por aire |
| Tipo | T/M 6 Vel. Sincronizadas |
| Reversa | 6, 9R |
| Relación final de eje | 4,875 |

| CHASIS | |
|----------------------|---|
| Dirección | Tipo Asistida hidráulicamente de tornillo y bolas recirculantes |
| Suspensión delantera | Tipo Ballesta semi-eléptica |
| Capacidad (kg) | 3.600 |
| Suspensión trasera | Tipo Ballesta semi-eléptica |
| Eje | Torcedente flotante |
| Capacidad (kg) | 7.700 |
| Amortiguadores | 2 delanteros hidráulicos telescópicos, doble acción |
| Sistema de freno | Tipo Circuito dual de aire sobre freno hidráulico |
| Delantero | Tambor |
| Trasero | Tambor |
| Freno de ahogo | SI |
| Freno parqueo | Campesina sobre cardán |
| Medidas de llantas | 235/75R17.5 |

| PESOS Y CAPACIDADES | |
|----------------------------------|--------|
| Peso vacío (kg) | 3.120 |
| Peso bruto vehicular (kg) | 10.400 |
| Capacidad de carga (kg) | 7.280 |
| Tanque de combustible (l. / gal) | 200 |

| SISTEMA ELÉCTRICO | |
|-------------------|--------------|
| Batería | 12V 52Ah x 2 |
| Alternador | 24V-58A |

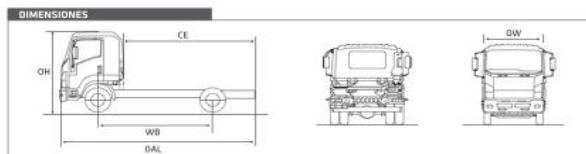
Regulaciones legales.
Regulaciones colombianas ambientales actuales.
Regulaciones del Ministerio de Transporte.
Garantía de motor: 1 año y/o 160.000 km.

| APARIENCIA EXTERIOR | |
|---------------------|--------------------|
| Color | Caravan Chevrolet |
| Sticker | "Tecnología Isuzu" |
| Cabina | abatible |

| PANEL DE INSTRUMENTOS | |
|--|----|
| CONTROLES Y MEDIDORES | |
| Odómetro | |
| Nivel de combustible | |
| Tacómetro | |
| Temperatura de refrigerante | |
| Manómetro presión de aire | |
| Velocímetro km/h | |
| LUCES INDICADORAS | |
| Baja presión de aceite (luz indicadora) | |
| Baja presión de aire (luz indicadora) | |
| Direccionales | |
| Freno de parqueo / Falta del sistema de frenos | |
| Freno de ahogo (luz indicadora) | |
| Falta en sistema eléctrico (luz indicadora) | |
| Luces de carretera altas | |
| Temperatura del motor | |
| SEGURIDAD | |
| Cinturones de seguridad: 2 de 3 puntos y central de 2 puntos | |
| Luces frontales halógenas | |
| Pilo eléctrico | |
| Espejos retrovisores exteriores (2 laterales y 1 frontal) | |
| Exploradoras | No |
| Ganchos de remolque 2 (delantero y trasero) | |
| Bloqueo central de puertas | |
| Tanque de combustible con llave | |

| EQUIPO | |
|---|----|
| COMODIDAD Y APARIENCIA INTERIOR | |
| Encendedor de cigarrillo | |
| Bandeja en espaldar asiento central | |
| Apoyacabezas asiento conductor/pasajero integrado | |
| Asiento central | |
| Asientos en vinilo reclinables | |
| Tapetes piso en vinilo | |
| Columna de dirección telescópica y ajustable en posición | |
| Centros en puerta del conductor (1) | |
| Ventilador y calefactor | |
| Parasol conductor | |
| Limpaparabrisas intermitente + 2 velocidades | |
| Motor con bujías de precalentamiento | |
| Radio CD con 2 parlantes y antena | No |
| Asiento conductor: neumático regulable en altura y posición | |
| Vidrios eléctricos | |
| Lavaparabrisas | |
| Manijas (2 manijas en puerta, 4 de acceso y 1 de techo) | |
| Bloqueo central | |
| Plumillas limpiaparabrisas (2) | |
| Llanta de repuesto | |
| Portavasos | |
| Cuarteras (1 de techo y 1 de millare) | |
| Cabina extendida | No |

| DIMENSIONES | |
|-------------|-------|
| WB | 4.360 |
| DAL | 7.425 |
| DH | 2.540 |
| DW | 2.200 |
| CE | 5.744 |



Conozca nuestro completo portafolio de camiones.
Ingresar a www.chevrolet.com.co o comuníquese al 01 8000 124389 / 424 93 93 en Bogotá.

CONOCEMOS SU NEGOCIO

7.1.3 Acero A36

Acero Laminado en Caliente

| FICHA TÉCNICA | | | |
|---------------------|--------------|------------------|------------------|
| Presentación | Espesor (mm) | Ancho (mm) | Longitud (mm) |
| Bobinas | 1.5 a 12.0 | 1000, 1200, 1220 | — |
| Láminas Cortadas | 1.5 a 9.0 | 1000, 1200, 1220 | 2000, 3000, 6000 |
| Planchas | 4.5 a 50.0 | 1829 | 6096 |
| | | 2438 | 6096 |
| Lámina Alfajor | 2.0 a 6.0 | 1000, 1220 | 2000, 3000, 6000 |
| Decapado y Aceitado | 1.50 a 3.5 | 1000, 1200, 1220 | — |

| PROPIEDADES MECÁNICAS | | | | | | |
|-----------------------|-------------|----------------|----------|---------------|------------|--|
| Calidad | Norma | Designación | Fluencia | Resistencia | Elongación | Usos |
| Comercial | ASTM A 1011 | SAE 1006 | — | — | — | Ornamentación, tubo no estructural, autopartes |
| | | SAE 1008 | | | | |
| Estructural | ASTM A 36 | A 36 | 250 Mpa | 400 - 550 Mpa | 23 % min | Estructuras metálicas, tubos, autopartes |
| | ASTM A 1011 | SS GRADO 50 | 340 MPa | 450 MPa | 17 % min | Acero de alta resistencia superior al A36 |
| | ASTM A 572 | SS GRADO 50 | 345 MPa | 450 MPa | 21 % min | Acero de alta resistencia superior al A36 |
| | ASTM A 588 | TS > 70 | 345 MPa | 485 MPa | 21 % min | Acero de alta resistencia con resistencia a la corrosión. Fabricación de puentes |
| Alta presión | JIS 3116 | SG 30 - SG 295 | 295 MPa | 440 MPa | 26 % min | Recipientes metálicos para gases licuados o comprimidos |
| | JIS 3116 | SG 33 - SG 325 | 325 MPa | 490 MPa | 22 % min | |
| | ASTM 283 | GRADO C | 205 MPa | 380 - 515 Mpa | 25 % min | Tanques de almacenamiento |

| COMPOSICIÓN QUÍMICA | | | | | | |
|---------------------|-------------------------|----------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| Calidad | Norma | C | Mn | Si | P | S |
| Comercial | ASTM A 1011 SAE 1006 | 0.08 max | 0.45 max | ... | 0.030 max | 0.035 max |
| | ASTM A 1011 SAE 1008 | 0.10 max | 0.50 max | ... | 0.030 max | 0.035 max |
| Estructural | ASTM A 36 | 0.26 max | 0.80 - 1.20 | 0.40 max | 0.040 max | 0.050 max |
| | ASTM A 1011 SS GRADO 50 | 0.25 max | 1.35 max | ... | 0.035 max | 0.040 max |
| | ASTM A 572 SS GRADO 50 | 0.23 max | 1.35 max | 0.40 max | 0.040 max | 0.050 max |
| | ASTM A 588 * | 0.19 max | 0.80 - 1.25 | 0.30 - 0.65 | 0.040 max | 0.050 max |
| Alta presión | JIS 3116 SG 30 - SG 295 | 0.20 max | 1.00 max | 0.35 max | 0.040 max | 0.040 max |
| | JIS 3116 SG 33 - SG 325 | 0.20 max | 1.50 max | 0.55 max | 0.040 max | 0.040 max |
| | ASTM 283 GRADO C | 0.24 max | 0.90 max | 0.40 max | 0.035 max | 0.040 max |

* Ni: 0.40 max, Cr: 0.40-0.65, V: 0.02-0.10, Cu: 0.25-0.40



**FICHA TECNICA
DE MATERIA PRIMA
ACERO HOT ROLLED**

FTE No. 006
Edición No. 02
Fecha: 2002-06-04
Página 1 de 2

DESCRIPCIÓN : Lámina en Acero Hot Rolled laminada en caliente de bajo contenido de carbono, requerida para la fabricación de tubería de aplicaciones mecánicas.

ESPECIFICACIONES DEL MATERIAL

LAMINA SIN DECAPAR, BORDES DE LAMINACION

La lámina en Acero Hot Rolled Calidad Comercial, se requiere según normas: ASTM A 569, JIS G 3131, SAE 1008, SAE 1010 u otro acero equivalente que tenga los contenidos de composición química establecidos en la presente ficha técnica.

LAMINA DECAPADA Y ACEITADA, BORDE DE LAMINACION

El Acero Hot Rolled Calidad Comercial decapado y aceitado, se requiere según norma SAE 1006 – 1008 o en otro acero equivalente que tenga los contenidos de composición química establecidos en la presente ficha técnica.

OBSERVACIONES: El material solicitado debe ser suministrado bajo las anteriores normas o en cualquier otro acero equivalente dentro de los siguientes contenidos de composición química:

| COMPOSICIÓN QUÍMICA | | ESPEJOR DE LA LAMINA | |
|---------------------|---------------|----------------------|------------------|
| COMPONENTE | REQUISITO (%) | ESPECIFICACIÓN (mm) | TOLERANCIAS (mm) |
| Carbono (C) | 0,08-0,26 | 1.5 | ± 0,17 |
| Manganeso (Mn) | 0,30-0,60 | 1.8 | ± 0,17 |
| Fósforo (P) | 0,040 máximo | 2.0 | ± 0,17 |
| Azufre (S) | 0,050 máximo | 2,5 | ± 0,18 |

PROPIEDADES MECANICAS DE REFERENCIA

VALORES DE REFERENCIA (Según ensayo ASTM A 370)

Elongación %: Mínimo 25 % medido en 50 mm

Esfuerzo a la fluencia: 205 Mpa a 340 Mpa

TOLERANCIAS DEL ANCHO DE LA LAMINA

| ANCHO ESPECIFICADO (mm) | | TOLERANCIA EN EL ANCHO (mm) |
|--|--------|-----------------------------|
| Mínimo | Máximo | -0/+20 |
| 914 | 1220 | Para bordes de Laminación |
| Diámetro interno bobina: 450 mm mínimo | | 760 mm máximo |

ACABADO SUPERFICIAL: Los rollos de lámina no deben presentar marcas, rayones, deslaminación, fisuras, golpes o empates y los bordes sin golpes o mordidos.

REVISÓ :

APROBÓ :

DIRECCION DE GESTION DE CALIDAD Y PROCESOS

GERENTE DE PRODUCCION

Propiedades:

El **acero A36** es una aleación de acero al carbono de propósito general muy comúnmente usado en los Estados Unidos, aunque existen muchos otros aceros, superiores en resistencia, cuya demanda está creciendo rápidamente. □La denominación A36 fue establecida por la ASTM (American Society for Testing and Materials). □El acero estructural A36 o acero estructural con carbono, es hasta hace poco tiempo, el acero estructural básico utilizado más comúnmente en construcciones de edificios y puentes. □El acero A36 es el más generalizado de los aceros laminados en caliente. Por lo general, está disponible en barra redonda, barra cuadrada, barra rectangular, así como perfiles de acero tales como vigas I, vigas H, ángulos, y canales. El proceso de laminado en caliente significa que la el procesamiento de superficie de este acero será algo difícil. Teniendo en cuenta que su resistencia a la fluencia es también significativamente inferior a 1018. Por último, este material mecanizado es notablemente más difícil que el acero 1018, pero su costo es generalmente mucho menor.

Aplicaciones:

Las aplicaciones comunes del acero estructural A36 es en la construcción, y es moldeado en perfiles y láminas, usadas en edificios e instalaciones industriales; cables para puentes colgantes, atirantados y concreto reforzado; varillas y mallas electro soldada para el concreto reforzado; láminas plegadas usadas para techos y pisos.

7.1.4 aluminio.

Características físicas

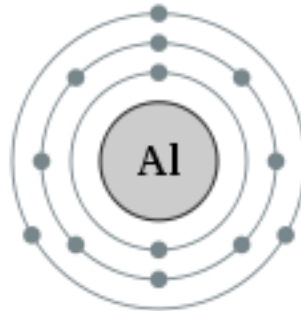
El aluminio es un elemento muy abundante en la naturaleza, sólo aventajado por el oxígeno. Se trata de un metal ligero, con una densidad de 2700 kg/m^3 , y con un bajo punto de fusión ($660 \text{ }^\circ\text{C}$). Su color es blanco y refleja bien la radiación

electromagnética del espectro visible y el térmico. Es buen conductor eléctrico (entre 35 y 38 m/(Ω mm²)) y térmico (80 a 230 W/(m·K)).

Características mecánicas

Es un material blando (Escala de Mohs: 2-3-4) y maleable. En estado puro tiene un límite de resistencia en tracción de 160-200 N/mm² (160-200 MPa). Todo ello le hace adecuado para la fabricación de cables eléctricos y láminas delgadas, pero no como elemento estructural. Para mejorar estas propiedades se alea con otros metales, lo que permite realizar sobre él operaciones de fundición y forja, así como la extrusión del material. También de esta forma se utiliza como soldadura.

Características químicas



Estructura atómica del aluminio.

La capa de valencia del aluminio está poblada por tres electrones, por lo que su estado normal de oxidación es III. Esto hace que reaccione con el oxígeno de la atmósfera formando con rapidez una fina capa gris mate de alúmina Al₂O₃, que recubre el material, aislándolo de ulteriores corrosiones. Esta capa puede disolverse con ácido cítrico. A pesar de ello es tan estable que se usa con frecuencia para extraer otros metales de sus óxidos. Por lo demás, el aluminio se disuelve en ácidos y bases. Reacciona con facilidad con el ácido clorhídrico y el hidróxido sódico.

Aleaciones:

El aluminio puro es un material blando y poco resistente a la tracción. Para mejorar estas propiedades mecánicas se alea con otros elementos, principalmente magnesio, manganeso, cobre, zinc y silicio, a veces se añade también titanio y cromo. La primera aleación de aluminio, el popular duraluminio fue descubierta casualmente por el metalúrgico alemán Alfred Film y su principal aleante era el cobre. Actualmente las aleaciones de aluminio se clasifican en series, desde la 1000 a la 8000, según el siguiente cuadro.

| Serie | Designación | Aleante principal | Principales compuestos en la aleación |
|------------|-------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Serie 1000 | 1XXX | 99% al menos de aluminio | - |
| Serie 2000 | 2XXX | Cobre (Cu) | Al_2Cu - Al_2CuMg |
| Serie 3000 | 3XXX | Manganeso (Mn) | Al_6Mn |
| Serie 4000 | 4XXX | Silicio (Si) | - |
| Serie 5000 | 5XXX | Magnesio (Mg) | Al_3Mg_2 |
| Serie 6000 | 6XXX | Magnesio (Mg) y Silicio (Si) | Mg_2Si |
| Serie 7000 | 7XXX | Zinc (Zn) | $MgZn_2$ |
| Serie 8000 | 8XXX | Otros elementos | - |

Las series 2000, 6000 y 7000 son tratadas térmicamente para mejorar sus propiedades. El nivel de tratamiento se denota mediante la letra **T** seguida de varias cifras, de las cuales la primera define la naturaleza del tratamiento. Así **T3** es una solución tratada térmicamente y trabajada en frío.

- **Serie 1000:** realmente no se trata de aleaciones sino de aluminio con presencia de impurezas de hierro o aluminio, o también pequeñas cantidades de cobre, que se utiliza para laminación en frío.
- **Serie 2000:** el principal aleante de esta serie es el cobre, como el duraluminio o el avional. Con un tratamiento T6 adquieren una resistencia a la tracción de 442 MPa, que lo hace apto para su uso en estructuras de aviones.
- **Serie 3000:** el principal aleante es el manganeso, que refuerza el aluminio y le da una resistencia a la tracción de 110 MPa. Se utiliza para fabricar componentes con buena mecanibilidad, es decir, con un buen comportamiento frente al mecanizado.
- **Serie 4000:** el principal aleante es el silicio.
- **Serie 5000:** el principal aleante es el magnesio que alcanza una resistencia de 193 MPa después del recocido.
- **Serie 6000:** se utilizan el silicio y el magnesio. Con un tratamiento T6 alcanza una resistencia de 290 MPa, apta para perfiles y estructuras.
- **Serie 7000:** el principal aleante es el zinc. Sometido a un tratamiento T6 adquiere una resistencia de 504 MPa, apto para la fabricación de aviones.

7.1. 5 Madera plástica. Los materiales compuestos de madera y plástico (WPC: del inglés Wood plastic composite) son materiales formados básicamente de dos fases, una plástica continua denominada matriz (incluye PE, PP, PVC, etc.) y otra de refuerzo o relleno constituida de fibra o polvo de madera. Además de fibras de madera y plástico, el WPC también puede contener otros materiales de relleno (ligno-celulósico y/o inorgánico). Los WPC son un subconjunto de una categoría más amplia de materiales llamados compuestos plásticos de fibras naturales (NFPC: natural fiber plastic composite), que pueden contener también rellenos a base de fibras, tales como fibras de celulosa, cáscara de maní, bambú, paja, etc.

Propiedades y características

Las propiedades a evaluar dependen de su uso en exterior o en interior, pero todavía no existe norma de especificaciones, aunque hay un primer borrador de las normas de ensayo para comprobar las siguientes propiedades:

- Físicas: densidad, contenido de humedad.
- Mecánicas: resistencia al impacto, tracción.
- Durabilidad: envejecimiento artificial, hinchazón y absorción.
- Térmicas: dilatación lineal, conductividad térmica, acción del calor.
- Fuego: límite de oxígeno, reacción al fuego.

Propiedades mecánicas

Los productos de madera-plástico son menos rígidos que la madera, su resistencia también es menor, se deforman cuando están sometidos a cargas, se reblandecen bajo la acción del calor y son quebradizos a bajas temperaturas. Sus resistencias a la tracción y a la compresión son similares a la de la madera de coníferas, pero en la mayoría de las aplicaciones estas propiedades no son relevantes.

Estabilidad dimensional

Aunque no se producen alabeos y la absorción de humedad es inferior a la de la madera maciza, en cualquier caso es necesario dejar juntas para absorber los cambios dimensionales originados por sus mayores coeficientes de dilatación (parecidos a los del aluminio).

Durabilidad y envejecimiento

La acción del sol tiende a oscurecerla motivo por el cual suele ser de color gris claro. Tiene elevadas resistencias frente al ataque de hongos, insectos xilófagos de ciclo larvario, termitas y xilófagos marinos.

Otras propiedades

- Su resistencia al deslizamiento es mayor que la de la madera natural.
- En ocasiones se pueden producir descargas de electricidad estática.
- Se pueden reciclar.
- Están considerados como productos compuestos ecológicos.
- Son más caros que la madera natural y tratada, pero al considerar su ciclo de vida y su ausencia de mantenimiento, su coste final saldría mejorado.

Producción

Los WPC son producidos mezclando completamente partículas de madera y de resina termoplástica calentada. El método más común de producción es extruir el material en la forma deseada, aunque también se utiliza moldeo por inyección. El WPC puede ser producido a partir de termoplásticos vírgenes o reciclados, incluyendo HDPE, LDPE, PVC, PP, ABS, PS y PLA. El WPC a base de polietileno es, por mucho, el más común. Aditivos tales como colorantes, agentes de acoplamiento, estabilizadores de UV, agentes de soplado, agentes espumantes, y lubricantes ayudan a adaptar el producto final al objetivo de aplicación. Los WPC extruidos se pueden formar en perfiles macizos y huecos. Una gran variedad de piezas moldeadas por inyección también se producen, desde paneles de puerta de automóvil hasta cubiertas del teléfono celular.

En algunas instalaciones de fabricación, los componentes se combinan y se procesan en una extrusora de peletización, que produce gránulos del material. Los pellets se vuelven a fundir y se conforman en la forma final.

Figura 1. Pellets de WPC



PROCESADO

Extrusión

La extrusión de estos compuestos es la técnica más utilizada para fabricar perfiles de este material, pero también es utilizada para realizar el compuesto, esto sucede por medio de una mezcla física, que en combinación con agentes de acoplamiento puede formar algunos enlaces químicos o formar emulsiones de forma que el material sea estable y posteriormente pueda ser inyectado o moldeado por compresión.

Figura 2. Línea de extrusión de láminas/tableros de WPC



Inyección

La inyección de compuestos de madera y plástico obedece en general la misma técnica utilizada en el moldeo por inyección, sin embargo es necesario tomar en cuenta algunos puntos técnicos importantes como lo es la temperatura de

degradación del compuesto, pues temperaturas mayores de 205°C pueden causar problemas de degradación y temperaturas demasiado bajas impedirían una mezcla adecuada de los materiales.

La temperatura del molde puede mantenerse un poco más elevada que en la inyección tradicional debido a que la madera en el compuesto permite una estabilidad dimensional mejor que el polímero solo, por ello un enfriamiento menos intenso resulta en un ahorro de tiempo y costos.

El flujo del compuesto en la cavidad del molde ocurre con mayor rapidez cuando la temperatura del molde es alta.

Figura 3. Pieza de madera y plástico en un molde de inyección



Moldeo por compresión

El moldeo por compresión es el método más difundido para la producción de compuestos de madera y plástico, múltiples piezas automotrices internas (piezas que no están expuestas a la vista tanto en interiores como exteriores del automóvil) son hechas de este compuesto y moldeadas por compresión, en esta técnica son utilizadas comúnmente fibras naturales (como jute o henequén) además de la harina de madera.

Figura 4. Prensa para WPC

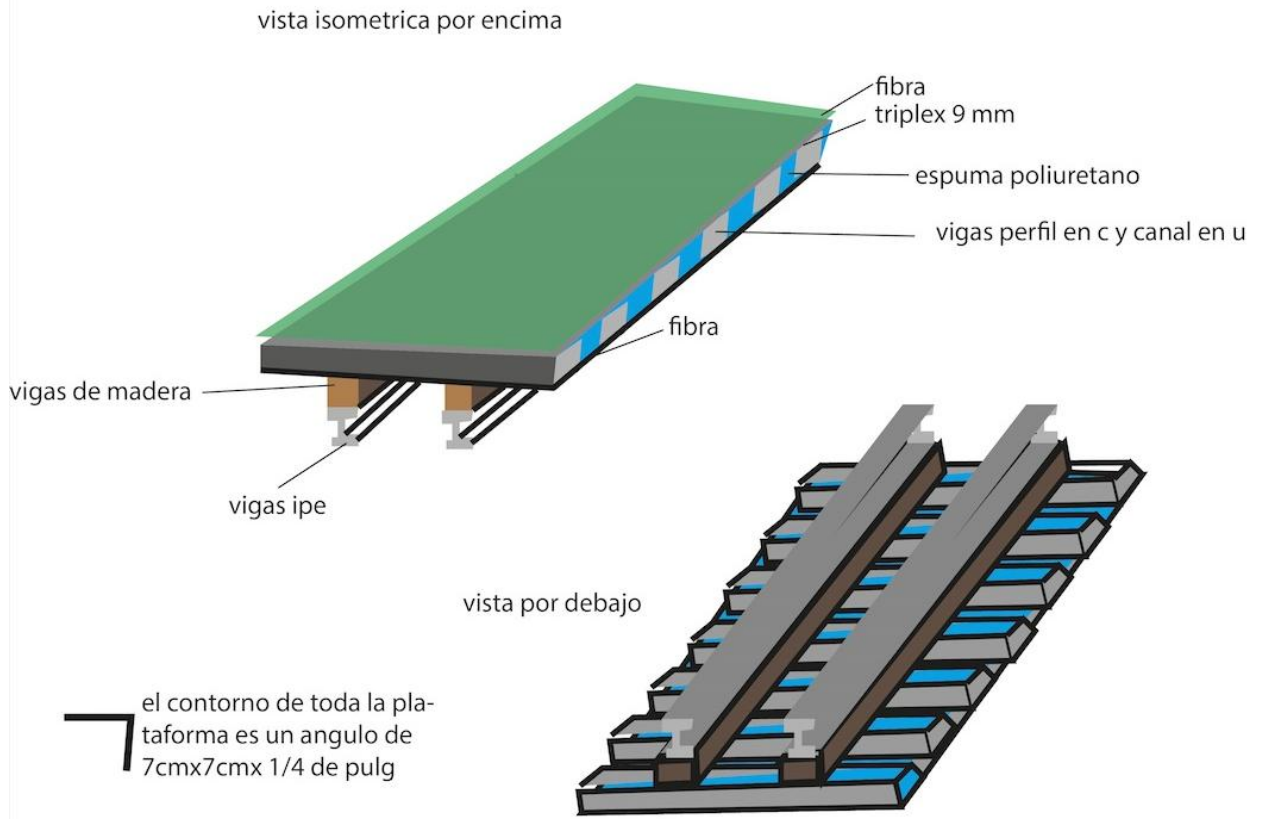


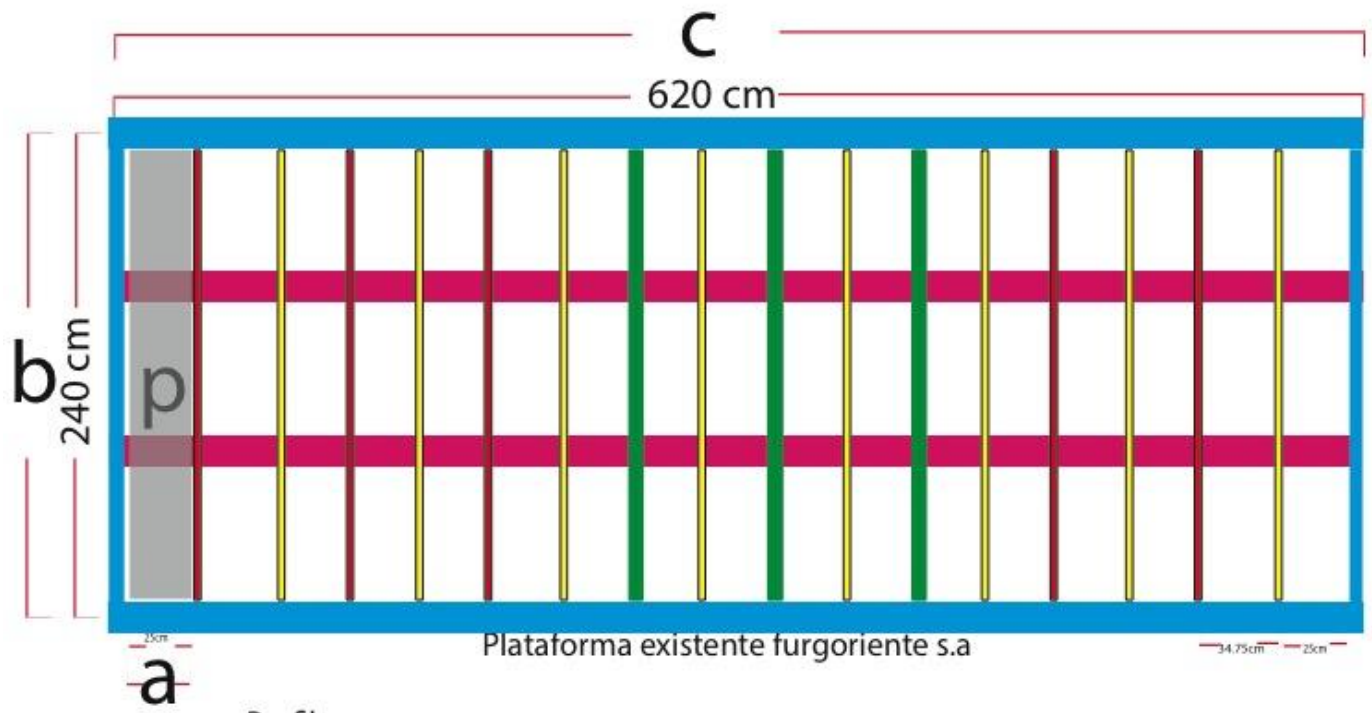
Mecanizado

Se pueden emplear las mismas maquinas que se utilizan para trabajar la madera. No presenta problemas en el clavado y atornillado. Los productos que contienen pocas fibras pueden soldarse entre sí. Algunos tipos de productos pueden pintarse, barnizarse o sellarse con silicona o productos acrílicos. Los perfiles extruidos se obtienen en una sola operación y no requieren ni pueden hacerseles mecanizaciones posteriores.

8. ANALISIS DE LA PLATAFORMA EXISTENTE

Figura 5. Análisis de la plataforma existente





a

Perfiles:

- Canal en U 3pul x 1/4
- Angulo 3pul x 1/4
- Canal en U doble
- Viga en C 1/8z

viga IPE

formulas : 1ton=1000kg













$$w = \frac{6\text{ton}}{bxc}$$

$$P = w(axb)$$


8.1 Análisis de cargas soportadas de cada viga

Figura 6. Análisis de cargas soportadas de cada viga

$$W = \frac{6000\text{kg}}{2.40 \times 6.20} = \frac{6000\text{kg}}{2.40 \times 6.20 \text{ m}^2} = 403.22 \text{ kg/m}^2$$

| | | | |
|---|---|------------------------|--|
|  |  | Canal en U 3pulg x 1/4 | $P = 403,22 \text{ kg/m}^2 (0.3904 \times 2,26) \text{ m}^2$ |
|  |  | Viga en C 1/8z | $P = 355,762 \text{ kg}$ $P/2 = 177,881 \text{ kg}$ |
|  |  | Canal en U doble | $P = 403,22 \text{ kg/m}^2 (0,408 \times 2,26) \text{ m}^2$ |
|  |  | Viga en C 1/8z | $P = 371,801 \text{ kg}$ $P/2 = 185,900 \text{ kg}$ |
|  |  | Angulo 3pul x 1/4 | $P = 403,22 \text{ kg/m}^2 (0,345 \times 2,26) \text{ m}^2$ |
|  |  | Viga en C 1/8z | $P = 314,390 \text{ kg}$ $P/2 = 157,195 \text{ kg}$ |

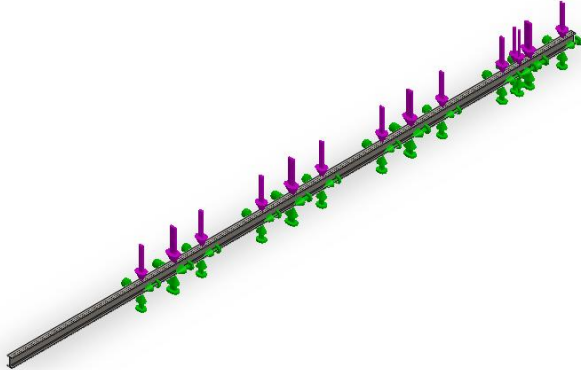
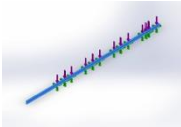
P/2 = Carga que va a soportar cada viga

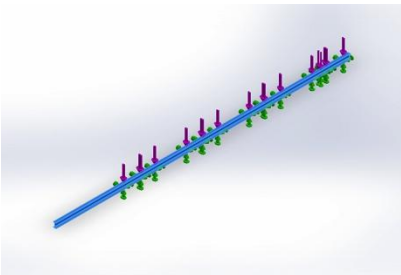
| | | | |
|---|---|----------|--|
|  |  | viga IPE | $P = 6000 \text{ kg}$ $P/2 = 3000 \text{ kg}$ |
|---|---|----------|--|

8.2 ANÁLISIS DE CADA ELEMENTO POR MEDIO DE SOFTWARE

8.2.1 Análisis de IPE 100 Acero A36 Información de modelo

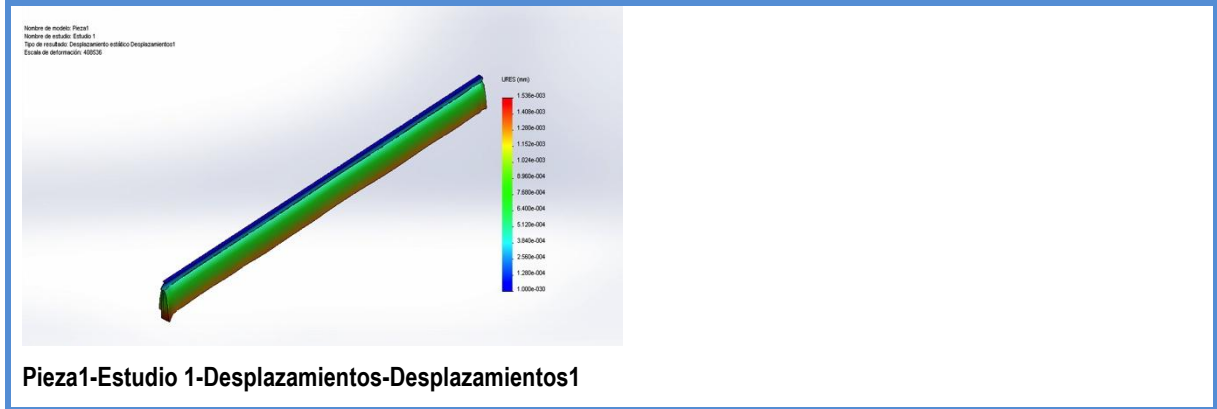
Tabla 1. Análisis de IPE 100 Acero A36 Información de modelo - Factor de seguridad: 98

|  | | | |
|---|---------------|--|---|
| Nombre del modelo: IPE100 | | | |
| Configuración actual: Predeterminado | | | |
| Sólidos | | | |
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
| Saliente-Extruir1  | Sólido | Masa:50.2431 kg Volumen:0.0064004 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:492.382 N | |

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|---|--|
|  | <p>Nombre: ASTM A36 Acero</p> <p>Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal</p> <p>Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises</p> <p>Límite elástico: 2.5e+008 N/m²</p> <p>Límite de tracción: 4e+008 N/m²</p> <p>Módulo elástico: 2e+011 N/m²</p> <p>Coefficiente de Poisson: 0.26</p> <p>Densidad: 7850 kg/m³</p> <p>Módulo cortante: 7.93e+010 N/m²</p> | <p>Sólido</p> <p>1(Saliente-Extruir1)(Pieza 1)</p> |
| Datos de curva: N/A | | |

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|--|---------------------------|--|--|
| Tensiones1 | VON: Tensión de von Mises | 3990.43 N/m ² Nodo: 2383 | 2.54972e+006 N/m ² Nodo: 19719 |
|  <p>Pieza1-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1</p> | | | |

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|------------------|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Desplazamientos1 | URES: Desplazamiento resultante | 0 mm Nodo: 1591 | 0.00153604 mm Nodo: 4211 |



| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|--------------------------|---|--------------------------------|-----------------------------|
| Deformaciones unitarias1 | ESTRN: Deformación unitaria equivalente | 2.94775e-009 Elemento: 8931 | 6.4877e-006 Elemento: 56 |



| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|----------------------|------------|-------------|------------|
| Factor de seguridad1 | Automático | 98.0499 | 62650 |
| | | Nodo: 19719 | Nodo: 2383 |

Nombre de modelo: Pieza1
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 98

Pieza1-Estudio 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

8.2.2 Perfil C Acero A36

Tabla 2. Perfil C Acero A36 - Factor de seguridad: 13

Nombre del modelo: **perfil c**
Configuración actual: **Predeterminado**

Sólidos

| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
|----------------------------------|--------------|--------------------------|---|
| | | | |

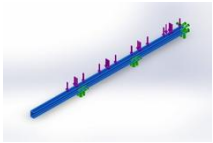
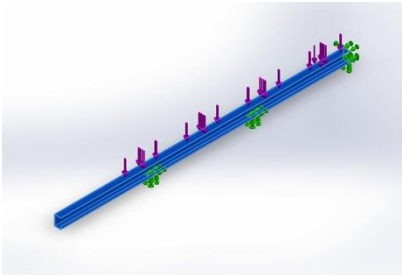
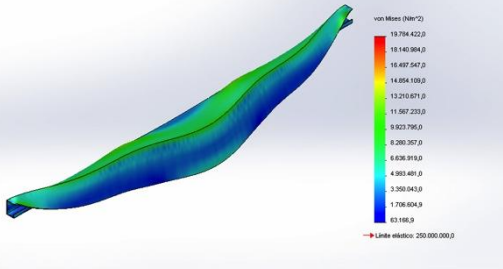
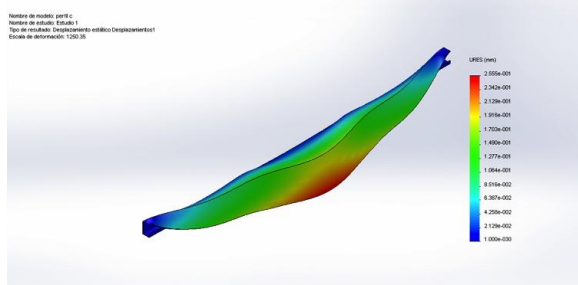
| | | | |
|---|---------------|---|---|
| Cortar-Extruir1  | Sólido | Masa:10.7407 kg Volumen:0.00136825 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:105.259 N | C:\Users\Usuario\Desktop\gIO\enserio\ perfil c.SLDPRT Jan 25 13:27:29 2014 |
|---|---------------|---|---|

Tabla 3. Propiedades de material

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|--|---|-------------------------------------|
|  | Nombre: ASTM A36 Acero Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises Límite elástico: 2.5e+008 N/m ² Límite de tracción: 4e+008 N/m ² Módulo elástico: 2e+011 N/m ² Coefficiente de Poisson: 0.26 Densidad: 7850 kg/m ³ Módulo cortante: 7.93e+010 N/m ² | Sólido 1(Cortar-Extruir1)(perfil c) |
| Datos de curva:N/A | | |

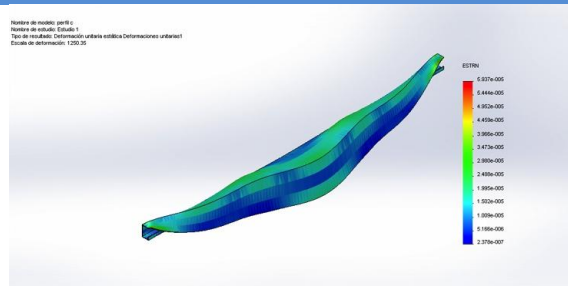
| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|--|---------------------------|--|--|
| Tensiones1 | VON: Tensión de von Mises | 63166.9 N/m ² Nodo: 5761 | 1.97844e+007 N/m ² Nodo: 13120 |
| <div data-bbox="293 1455 435 1493" style="font-size: small;"> Nombre de modelo: perfil c Nombre de estudio: Estudio 1 Tipo de resultado: Datos de tensión-nodos Tensiones1 Escala de deformación: 1.250,35 </div>  <p data-bbox="293 1780 719 1812">perfil c-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1</p> | | | |

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|------------------|---------------------------------|---------|-------------|
| Desplazamientos1 | URES: Desplazamiento resultante | 0 mm | 0.255471 mm |
| | | Nodo: 1 | Nodo: 13552 |



perfil c-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|--------------------------|---|----------------|----------------|
| Deformaciones unitarias1 | ESTRN: Deformación unitaria equivalente | 2.37781e-007 | 5.93718e-005 |
| | | Elemento: 3493 | Elemento: 1805 |



perfil c-Estudio 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

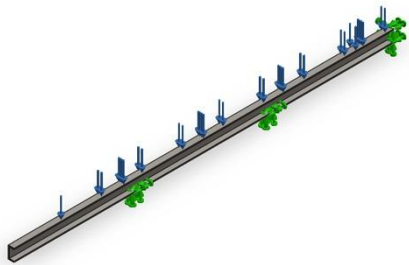
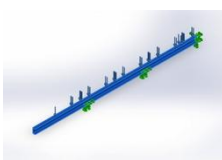
| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|----------------------|------------|-------------|------------|
| Factor de seguridad1 | Automático | 12.6362 | 3957.77 |
| | | Nodo: 13120 | Nodo: 5761 |

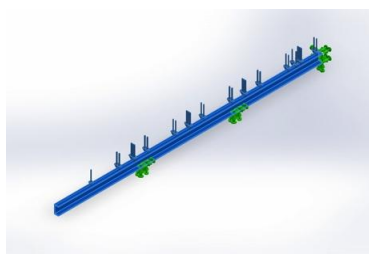


perfil c-Estudio 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

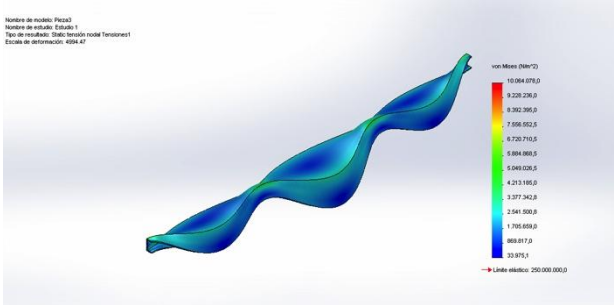
8.2.3 Canal en U acero A36

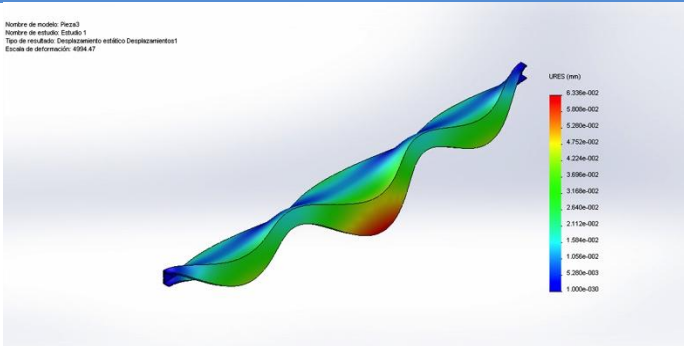
Tabla 4. Canal en U acero A36 - Factor de seguridad: 25

|  | | | |
|---|---------------|---|---|
| Nombre del modelo: Pieza3 | | | |
| Configuración actual: Predeterminado | | | |
| Sólidos | | | |
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
| Cortar-Extruir3  | Sólido | Masa:14.6309 kg Volumen:0.00186381 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:143.383 N | |

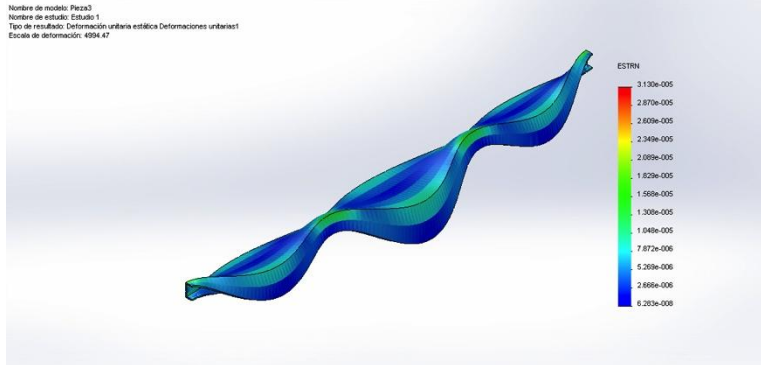
| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|---|--|
|  | Nombre: ASTM A36 Acero Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises Límite elástico: 2.5e+008 N/m² Límite de tracción: 4e+008 N/m² Módulo elástico: 2e+011 N/m² | Sólido 1(Cortar-Extruir3)(Pieza3) |

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|----------------------------|---|-------------|
| | Coeficiente de 0.26 Poisson: Densidad: 7850 kg/m³ Módulo cortante: 7.93e+010 N/m² | |
| Datos de curva: N/A | | |

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|--|---------------------------|--|--|
| Tensiones1 | VON: Tensión de von Mises | 33975.1 N/m ² Nodo: 1745 | 1.00641e+007 N/m ² Nodo: 15718 |
| <p>Nombre de modelo: Pieza3 Nombre de estudio: Estudio 1 Tipo de resultado: Stress tensor nodal Tensiones1 Escala de deformación: 400x.47</p>  <p>Pieza3-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1</p> | | | |

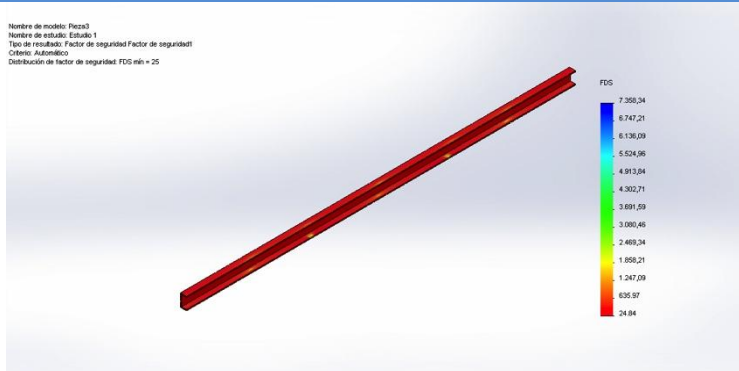
| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|--|---------------------------------|-----------------|---------------------------|
| Desplazamientos1 | URES: Desplazamiento resultante | 0 mm Nodo: 1 | 0.0633595 mm Nodo: 362 |
| <p>Nombre de modelo: Pieza3 Nombre de estudio: Estudio 1 Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1 Escala de deformación: 400x.47</p>  <p>Pieza3-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1</p> | | | |

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|--------------------------|---|-------------------------------|--------------------------------|
| Deformaciones unitarias1 | ESTRN: Deformación unitaria equivalente | 6.28283e-008 Elemento: 342 | 3.13012e-005 Elemento: 7069 |



Pieza3-Estudio 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

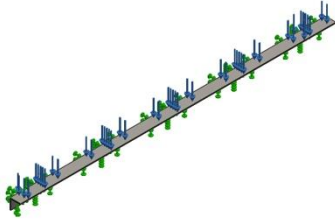
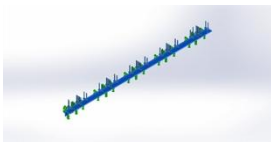
| Factor de seguridad1 | Automático | 24.8408 Nodo: 15718 | 7358.34 Nodo: 1745 |
|----------------------|------------|------------------------|-----------------------|
|----------------------|------------|------------------------|-----------------------|

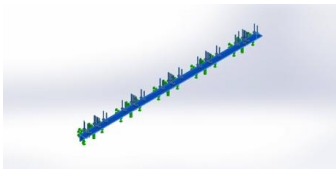


Pieza3-Estudio 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

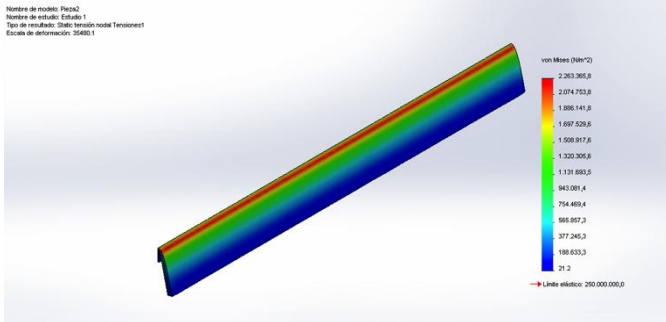
8.2.4 Angulo 3pulg x 1/4 Acero A36

Tabla 5. Angulo 3pulg x 1/4 Acero A36 - Factor de seguridad: 111

|  | | | |
|--|---------------|---|---|
| Nombre del modelo: Angulo Contorno | | | |
| Configuración actual: Predeterminado | | | |
| Sólidos | | | |
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
| Saliente-Extruir1  | Sólido | Masa:16.4533 kg Volumen:0.00209596 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:161.242 N | |

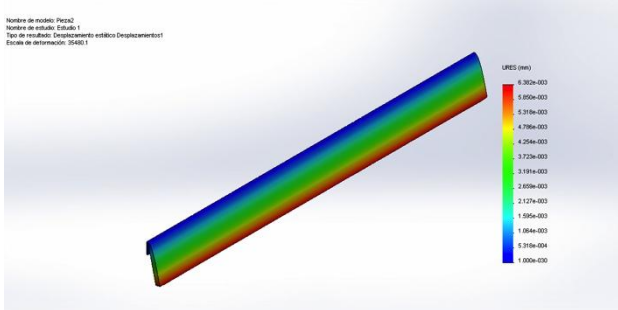
| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|--|--|
|  | Nombre: ASTM A36 Acero Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error: Tensión máxima de von Mises predeterminado: Límite elástico: 2.5e+008 N/m² Límite de tracción: 4e+008 N/m² Módulo elástico: 2e+011 N/m² Coeficiente de 0.26 Poisson: Densidad: 7850 kg/m³ Módulo cortante: 7.93e+010 N/m² | Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Pieza2) |
| Datos de curva:N/A | | |

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|------------|---------------------------|--|--|
| Tensiones1 | VON: Tensión de von Mises | 21.2085 N/m ² Nodo: 9632 | 2.26337e+006 N/m ² Nodo: 680 |



Pieza2-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1

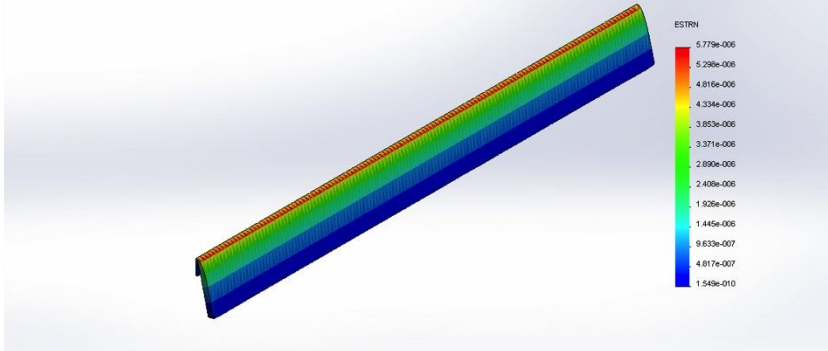
| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|------------------|---------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Desplazamientos1 | URES: Desplazamiento resultante | 0 mm Nodo: 279 | 0.00638154 mm Nodo: 14956 |



Pieza2-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|--------------------------|---|--------------------------------|-------------------------------|
| Deformaciones unitarias1 | ESTRN: Deformación unitaria equivalente | 1.54851e-010 Elemento: 5609 | 5.7791e-006 Elemento: 6642 |

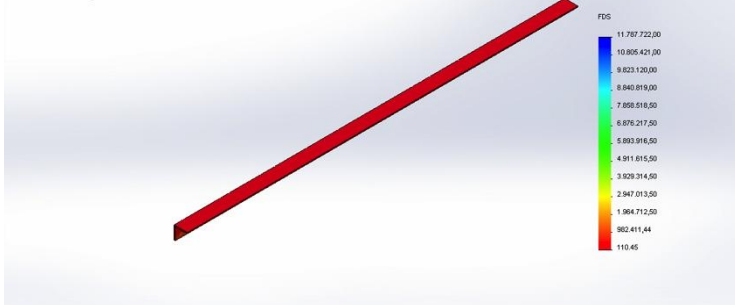
Nombre de modelo: Pieza2
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 35480.1



Pieza2-Estudio 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

| Factor de seguridad1 | Automático | 110.455 Nodo: 680 | 1.17877e+007 Nodo: 9632 |
|----------------------|------------|----------------------|----------------------------|
|----------------------|------------|----------------------|----------------------------|

Nombre de modelo: Pieza2
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 1.1e+002



Pieza2-Estudio 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

8.3 CONCLUSIONES PARTES DE ACERO A36

8.3.1 IPE 100. En la ipe 100 vemos que está diseñada para soportar cargas mucho más elevadas de 3000 kg, esto se evidencia ya que muestra un factor de seguridad de 98, por lo que se debe rediseñar la pieza para no desperdiciar material y lograr reducir el peso y el costo.

8.3.2 perfil en C. Se evidencia un factor de seguridad de 13 indicando que es elevado y se puede rediseñar, aunque el ideal para soportar el peso que se es necesario oscila entre 2 y 4 para poder tener un buen diseño esta pieza se podría dejar así ya que muchas veces es necesario un factor de seguridad un poco más alto para que la pieza sea más segura y no falle.

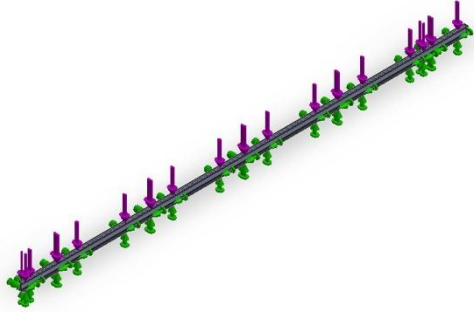
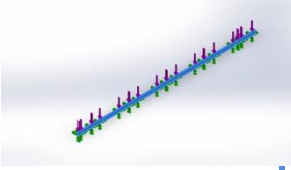
8.3.3 canal en U. Esta pieza nos muestra que tiene un factor de seguridad de 25, lo cual nos dice que se puede rediseñar para la carga que necesitamos soportar, lo ideal sería llevarla a 4 pero con un factor de seguridad de 10 u 11 se podría ahorrar material y bajar su costo.

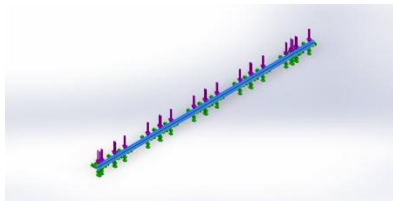
8.6.4 Angulo 3pulg X ¼ . Esta pieza nos muestra un factor de seguridad de 110 lo cual nos indica que está sobredimensionada para la carga que se necesita soportar, esta pieza por ser la que conforma el contorno de la plataforma-piso se podría bajar el factor de seguridad a 20 ya que esta soportara también la puerta y las paredes del furgón.

9. ANÁLISIS PARTES EN ALUMINIO

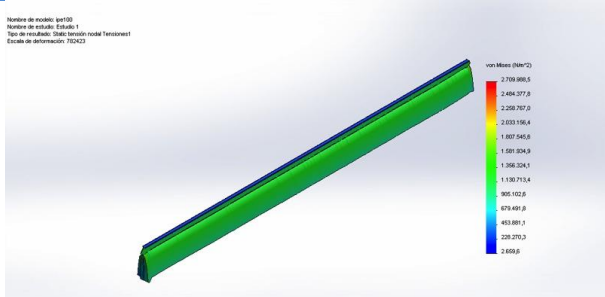
9.1 IPE 100

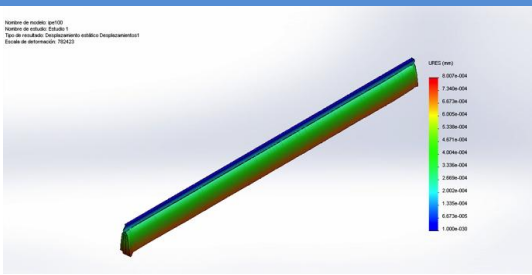
Tabla 6. IPE 100 - Factor de seguridad: 264

|  | | | |
|---|---------------|--|---|
| Nombre del modelo: ipe100 | | | |
| Configuración actual: Predeterminado | | | |
| Sólidos | | | |
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
| Saliente-Extruir1  | Sólido | Masa:25.3456 kg Volumen:0.0064004 m ³ Densidad:3960 kg/m ³ Peso:248.387 N | C:\Users\Usuario\Desktop\gl\Olen serio\ipe100.SLDPRT Jan 25 08:46:43 2014 |

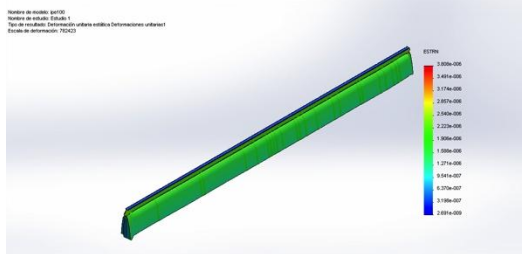
| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|--|--|
|  | Nombre: Aluminio Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite de tracción: 3e+008 N/m² Límite de 3e+009 N/m² | Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Pieza1) |

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---------------------------|--|-------------|
| | compresión: Módulo elástico: 3.7e+011 N/m² Coeficiente de 0.22 Poisson: Densidad: 3960 kg/m³ Módulo cortante: 1.5e+011 N/m² Coeficiente de 7.4e-006 /Kelvin dilatación térmica: | |
| Datos de curva:N/A | | |

| Nombre | Tipo | Mín. | Máy. |
|--|---------------------------|---|--|
| Tensiones1 | VON: Tensión de von Mises | 2659.59 N/m ² Nodo: 14055 | 2.70999e+006 N/m ² Nodo: 20025 |
| <p>Nombre de modelo: Ipe100 Nombre de estudio: Estudio 1 Tipo de resultado: Stress (estado) Model Tension1 Estado de deformación: TDC423</p>  <p>ipe100-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1</p> | | | |

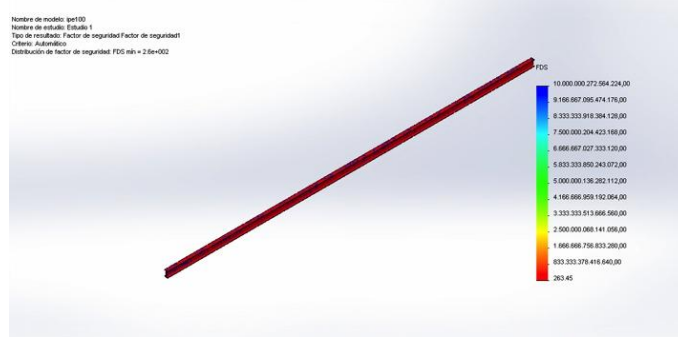
| Nombre | Tipo | Mín. | Máy. |
|---|---------------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Desplazamientos1 | URES: Desplazamiento resultante | 0 mm Nodo: 1591 | 0.00080073 mm Nodo: 4283 |
| <p>Nombre de modelo: Ipe100 Nombre de estudio: Estudio 1 Tipo de resultado: Desplazamiento estático (Desplazamientos1) Estado de deformación: TDC423</p>  <p>ipe100-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1</p> | | | |

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|--------------------------|---|--------------------------------|------------------------------|
| Deformaciones unitarias1 | ESTRN: Deformación unitaria equivalente | 2.69135e-009 Elemento: 5004 | 3.80833e-006 Elemento: 18 |



ipe100-Estudio 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|----------------------|------------|-----------------------|---------------------|
| Factor de seguridad1 | Automático | 263.45 Nodo: 20025 | 1e+016 Nodo: 818 |

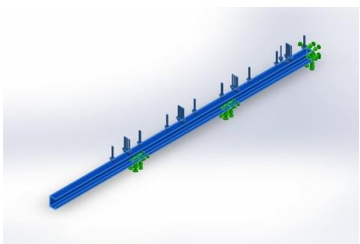


ipe100-Estudio 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

9.2 PERFIL C

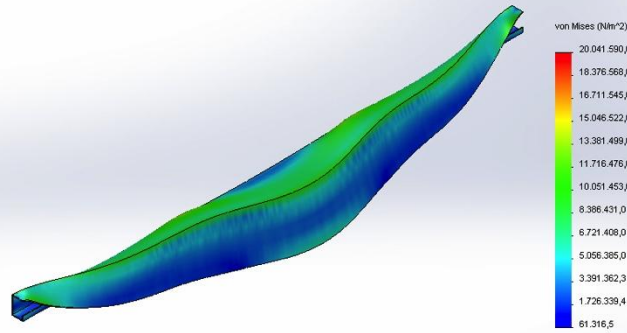
Tabla 7. Perfil C. Factor de seguridad: 43

|  | | | |
|--|---------------|--|---|
| Nombre del modelo: perfil c | | | |
| Configuración actual: Predeterminado | | | |
| Sólidos | | | |
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
| Cortar-Extruir1  | Sólido | Masa:5.41826 kg Volumen:0.00136825 m ³ Densidad:3960 kg/m ³ Peso:53.099 N | C:\Users\Usuario\Desktop\gIO \enserio\perfil c.SLDPRT Jan 25 13:27:29 2014 |

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|---|--|
|  | Nombre: Aluminio Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error: Desconocido predeterminado: Límite de tracción: 3e+008 N/m² Límite de compresión: 3e+009 N/m² Módulo elástico: 3.7e+011 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.22 Densidad: 3960 kg/m³ Módulo cortante: 1.5e+011 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 7.4e-006 /Kelvin | Sólido 1(Cortar-Extruir1)(perfil c) |
| Datos de curva:N/A | | |

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|------------|---------------------------|--|--|
| Tensiones1 | VON: Tensión de von Mises | 61316.5 N/m ² Nodo: 5761 | 2.00416e+007 N/m ² Nodo: 13120 |

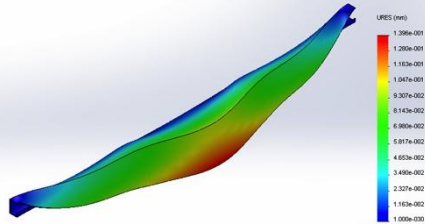
Nombre de modelo: perfil c
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 2289.15



perfil c-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1

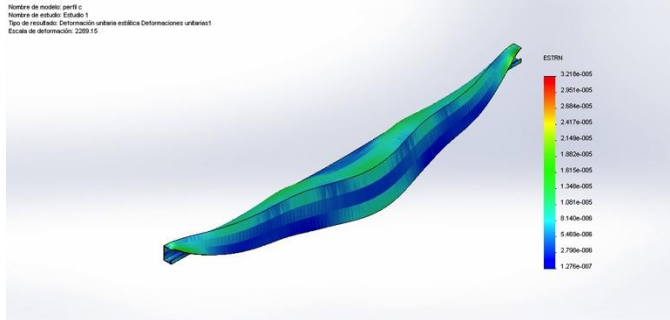
| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|------------------|---------------------------------|-----------------|----------------------------|
| Desplazamientos1 | URES: Desplazamiento resultante | 0 mm Nodo: 1 | 0.139602 mm Nodo: 13552 |

Nombre de modelo: perfil c
Nombre de estudio: Estudio 1
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 2289.15



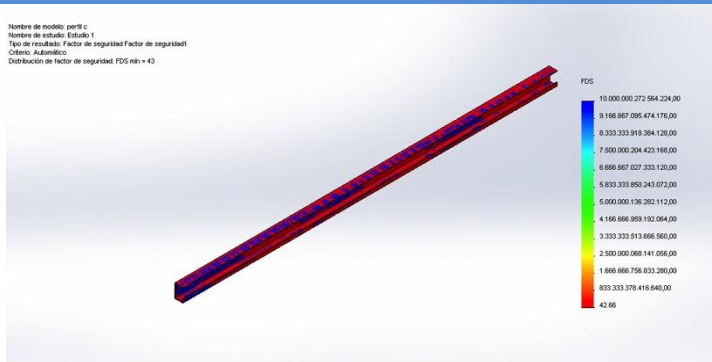
perfil c-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|--------------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|
| Deformaciones unitarias1 | ESTRN: Deformación unitaria equivalente | 1.27567e-007 Elemento: 3437 | 3.21782e-005 Elemento: 1805 |



perfil c-Estudio 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

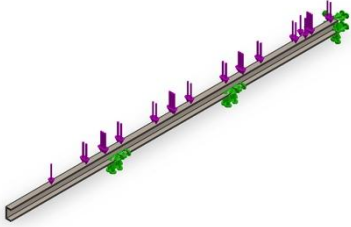
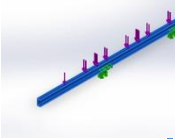
| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|----------------------|------------|----------------------|-------------------|
| Factor de seguridad1 | Automático | 42.662 Nodo: 5315 | 1e+016 Nodo: 1 |

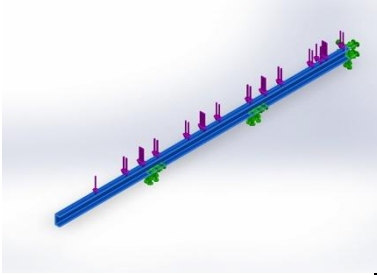


perfil c-Estudio 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

9.3 CANAL EN U

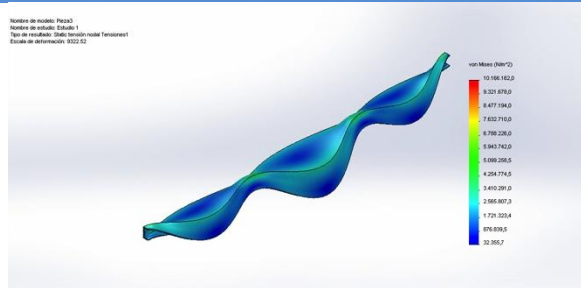
Tabla 8. Canal en U - Factor de seguridad: 228

|  | | | |
|---|---------------|---|---|
| Nombre del modelo: Pieza3 | | | |
| Configuración actual: Predeterminado | | | |
| Sólidos | | | |
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
| Cortar-Extruir3  | Sólido | Masa:7.38069 kg Volumen:0.00186381 m ³ Densidad:3960 kg/m ³ Peso:72.3307 N | |

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|---|--|
|  | Nombre: Aluminio Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite de tracción: 3e+008 N/m² Límite de compresión: 3e+009 N/m² Módulo elástico: 3.7e+011 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.22 Densidad: 3960 kg/m³ | Sólido 1(Cortar-Extruir3)(Pieza3) |

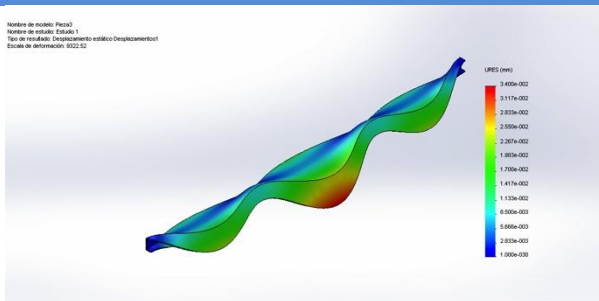
| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---------------------------|--|-------------|
| | Módulo cortante: 1.5e+011 N/m² Coeficiente de dilatación térmica: 7.4e-006 /Kelvin | |
| Datos de curva:N/A | | |

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|------------|---------------------------|--|--|
| Tensiones1 | VON: Tensión de von Mises | 32355.7 N/m ² Nodo: 1745 | 1.01662e+007 N/m ² Nodo: 15718 |



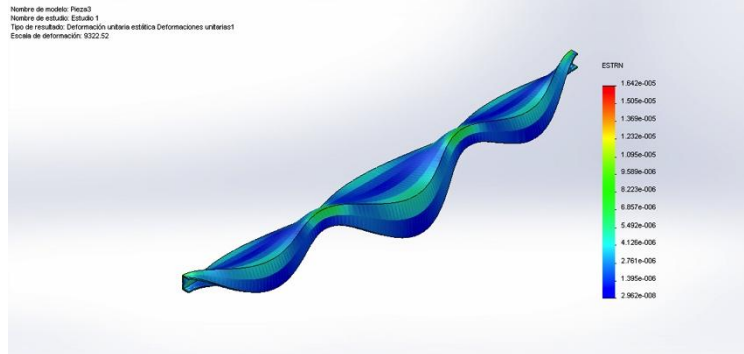
Pieza3-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------|
| Desplazamientos1 | URES: Desplazamiento resultante | 0 mm Nodo: 1 | 0.0339982 mm Nodo: 362 |



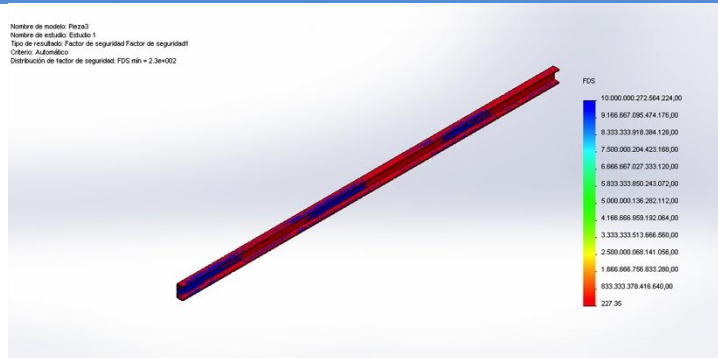
Pieza3-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|--------------------------|---|--------------------------------|--------------------------------|
| Deformaciones unitarias1 | ESTRN: Deformación unitaria equivalente | 2.96235e-008 Elemento: 7368 | 1.64164e-005 Elemento: 7069 |



Pieza3-Estudio 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

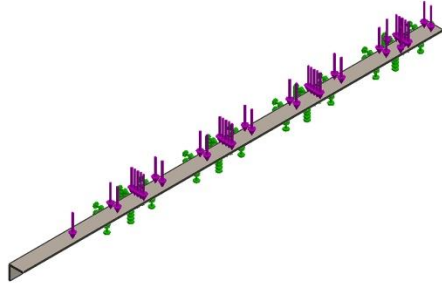
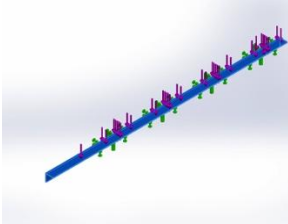
| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|----------------------|------------|-----------------------|-------------------|
| Factor de seguridad1 | Automático | 227.351 Nodo: 5315 | 1e+016 Nodo: 1 |

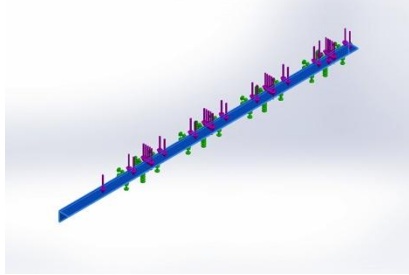


Pieza3-Estudio 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

9.4 ANGULO 3pulg x ¼

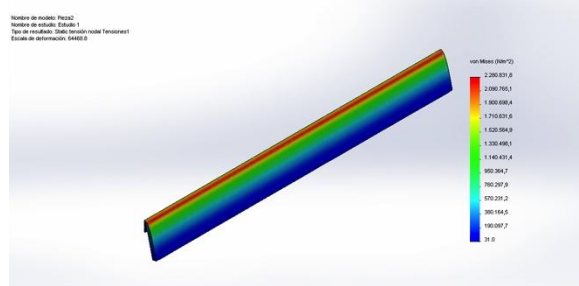
Tabla 9. Angulo 3pulg x ¼ - Factor de seguridad: 510

|  | | | |
|---|---------------|---|---|
| Nombre del modelo: Pieza2 | | | |
| Configuración actual: Predeterminado | | | |
| Sólidos | | | |
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
| Saliente-Extruir1  | Sólido | Masa:8.30002 kg Volumen:0.00209596 m ³ Densidad:3960 kg/m ³ Peso:81.3402 N | |

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|--|--|
|  | Nombre: Aluminio Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Desconocido Límite de tracción: 3e+008 N/m² Límite de compresión: 3e+009 N/m² Módulo elástico: 3.7e+011 N/m² | Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Pieza2) |

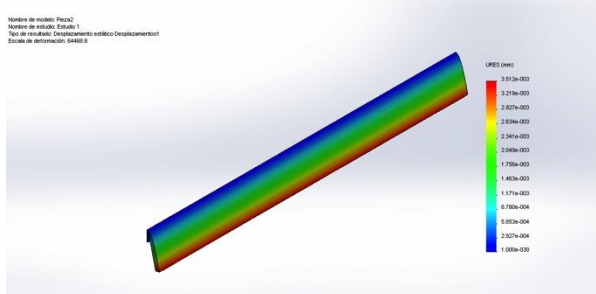
| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---------------------------|---|-------------|
| | Coeficiente de 0.22 Poisson: Densidad: 3960 kg/m³ Módulo cortante: 1.5e+011 N/m² Coeficiente de 7.4e-006 /Kelvin dilatación térmica: | |
| Datos de curva:N/A | | |

| Nombre | Tipo | Mín. | Máy. |
|------------|---------------------------|--|--|
| Tensiones1 | VON: Tensión de von Mises | 30.9875 N/m ² Nodo: 9679 | 2.28083e+006 N/m ² Nodo: 680 |



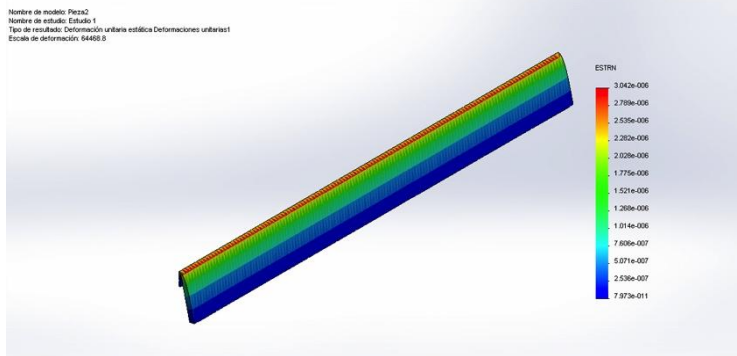
Pieza2-Estudio 1-Tensiones-Tensiones1

| Nombre | Tipo | Mín. | Máy. |
|------------------|---------------------------------|-------------------|--------------------------|
| Desplazamientos1 | URES: Desplazamiento resultante | 0 mm Nodo: 279 | 0.00351209 mm Nodo: 6 |



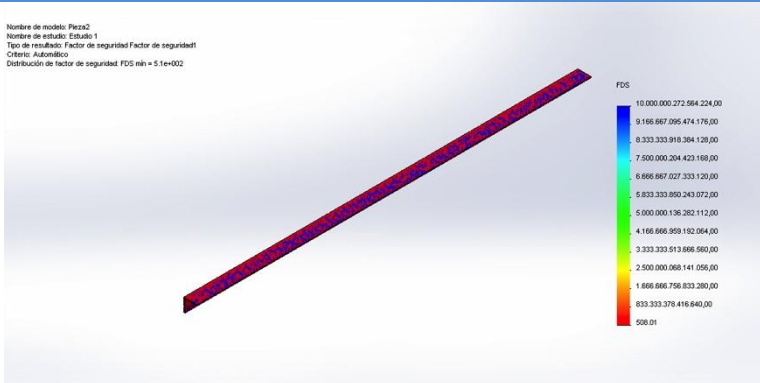
Pieza2-Estudio 1-Desplazamientos-Desplazamientos1

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|--------------------------|---|-------------------------------|--------------------------------|
| Deformaciones unitarias1 | ESTRN: Deformación unitaria equivalente | 7.9735e-011 Elemento: 6568 | 3.04204e-006 Elemento: 4516 |



Pieza2-Estudio 1-Deformaciones unitarias-Deformaciones unitarias1

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|----------------------|------------|----------------------|-------------------|
| Factor de seguridad1 | Automático | 508.007 Nodo: 279 | 1e+016 Nodo: 3 |



Pieza2-Estudio 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

10. CONCLUSIONES PARTES EN ALUMINIO

10.1 IPE100

Esta pieza nos muestra un factor de seguridad de 264 lo cual hace que está sobredimensionada para el peso que se necesita soportar, hay que hacer un rediseño a la pieza para no desperdiciar tanto material.

10.2 PERFIL EN C

Esta pieza nos muestra un factor de seguridad de 43, eso quiere decir que está sobredimensionada para el peso a soportar, la cual requiere un rediseño y así lograr un óptimo desarrollo ahorrando material y bajar los costos de producción.

10.3 CANAL EN U

Esta pieza nos muestra un factor de seguridad de 228, lo cual hace q este diseñada para soportar cargas más elevadas, para la carga que se necesita se debe rediseñar la pieza y lograr un factor de seguridad hasta 4 que sería el ideal.

10.4 ANGULO 3 pulg x ¼

Esta pieza nos muestra un factor de seguridad de 510, lo cual quiere decir que fue diseñada para soportar cargas muy elevadas, por consiguiente está siendo desaprovechada en la plataforma-piso existente, por esto se debe rediseñar para dar un óptimo uso y así bajar el peso y los costos de producción.

11. CONCLUSIONES GENERALES

Como se pudo observar en los resultados de los dos materiales estudiados acero A36 y aluminio, todos los factores de seguridad están muy altos, esto quiere decir que todas las piezas están sobredimensionadas y echas para soportar cargas más elevadas para la necesaria.

Ahora bien se necesita rediseñar todas las piezas y así lograr optimizarlas a la carga deseada y así poder ahorrar material, bajar el peso y reducir costos.

12. CUADRO COMPARATIVO DE PESOS

| NOMBRE PIEZA | MATERIAL | |
|---------------------|------------------|------------------|
| | ACERO A36 | ALUMINIO |
| IPE 100 X 6.20 M | 50,24 KG X 2 | 23,345 KG X 2 |
| PERFIL C X 2.26 M | 10,740 X 8 | 5,4 KG X 8 |
| CANAL U X 2.26 M | 14,63 KG X 11 | 7,38 KG X 11 |
| ANGULO 1/4 X 6.20 M | 45,57 KG X 2 | 21,44 KG X 2 |
| ANGULO 1/4 X 2.26 M | 16,45 KG X 2 | 8,30 KG X 2 |
| PESO TOTAL | 471.37 KG | 230,55 KG |

En este cuadro podemos observar que la diferencia de pesos entre el acero A36 y el aluminio es casi la mitad.

12.1 CUADRO DE PRECIOS EN EL MERCADO DE LOS MATERIALES.

| NOMBRE PIEZA | MATERIAL | |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|
| | ACERO A36 | ALUMINIO |
| IPE 100 X 6.20 M | \$20051 mt = (\$124316)X2 | \$70567 mt = (\$437515)X2 |
| PERFIL C X 2.26 M | \$19166 mt = (\$43315)X8 | \$30680 mt = (\$69336)X8 |
| CANAL U X 2.26 M | \$8500 mt = (\$19210)X11 | \$15253 mt = (\$34471)X11 |
| ANGULO 1/4 X 6.20 M | \$4666 mt = (\$28929)X2 | \$11124 mt = (\$68968)X2 |
| ANGULO 1/4 X 2.26 M | \$4666 mt = (\$10545)X2 | \$11124 mt = (\$25140)X2 |
| PRECIO TOTAL | \$885408 | \$1.997115 |

En este cuadro comparativo vemos que el aluminio es más costoso que el acero, siendo que con el acero podríamos construir 2 y media plataformas con lo que cuesta el aluminio.

El aluminio en la totalidad de la plataforma baja el peso a la mitad pero incrementa el precio a un poco más del doble.

13. NORMAS APLICADAS A LOS ENSAYOS DE LABORATORIO (aluminio)

Los ensayos se han realizado aplicando las correspondientes normas ASTM. Esta normativa ha sido desarrollada por la American Society for Testing and Materials (ASTM, de ahí la denominación) como estándares para la realización de ensayos de materiales estableciendo las condiciones y procedimientos más adecuados para la obtención de buenos resultados. Las normas aplicables en cada caso se indican a continuación:

- Ensayos de tracción: E8M – 00
- Ensayos de fatiga: E466 – 96, E739 – 91
- Crecimiento de grieta: E647 – 99, E1820 – 05 □

13.1 MATERIAL Y DISEÑO DE LAS PROBETAS □

El material empleado es Aluminio 7075 que es una aleación de aluminio tratable térmicamente muy utilizada en situaciones en las que se requieran una gran resistencia mecánica y ligereza a la vez. Su composición química se muestra en la tabla 5.1-1 (en % en peso): □

Tabla 10. Composición química del AL-7075. □

| Si | Fe | Cu | Mn | Mg | Zn | Ti | Otros | Al |
|------|------|----------------|------|----------------|----------------|-------------|-------|-------|
| 0.40 | 0.50 | 1.20 – 2.00 | 0.30 | 2.10 – 2.90 | 5.10 – 6.10 | +Zr 0.20 | 0.15 | Resto |

Esta aleación posee un límite elástico y de rotura muy superior al resto de las aleaciones basadas en el aluminio obteniendo una resistencia a fatiga y dureza superiores. Como elementos negativos nos encontramos una mayor dificultad en el conformado y menor resistencia a la corrosión frente a otras aleaciones de

aluminio. □A continuación se muestran las dimensiones de las probetas utilizadas en cada caso.

Tracción:

Figura 7. Dimensiones de las probetas para ensayo de tracción.

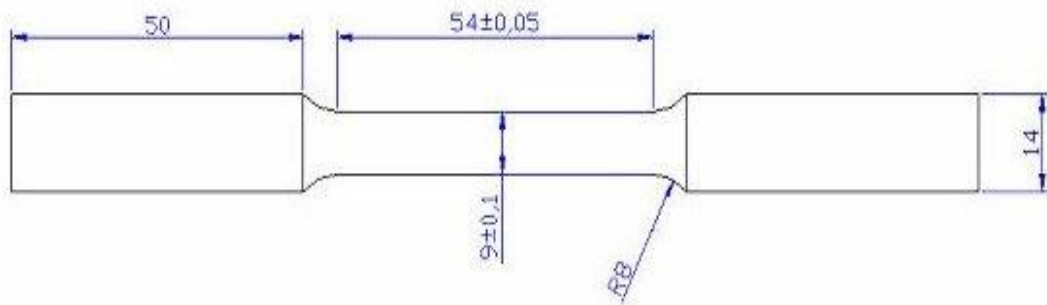


Figura 8. Fotografía de una probeta de ensayo de tracción.



Fatiga:

Figura 9. Dimensiones de las probetas para ensayos de vida a fatiga.

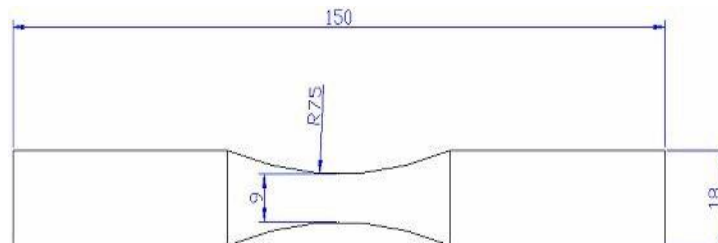


Figura 10. Fotografía de una probeta de ensayos de vida a fatiga.



El material de partida para las probetas (aluminio 7075-T651) se encontraba en forma de barras y las probetas se obtuvieron mediante mecanizado. Por su parte, las probetas destinadas a ensayos de fatiga fueron pulidas hasta alcanzar una rugosidad superficial media en torno a $0.2\mu\text{m}$. La tabla 11 muestra las rugosidades medias obtenidas en las probetas (en μm) junto con su código de identificación:

Tabla 11. Rugosidad superficial de las probetas para ensayos de vida a fatiga.

| | Rugosidad Media | Rugosidad Máxima |
|---------|-----------------|------------------|
| 178F-04 | 0.2 | 1.8 |
| 179F-04 | 0.2 | 1.2 |
| 180-F04 | 0.2 | 1.6 |
| 181F-04 | 0.2 | 1.6 |
| 182F-04 | 0.1 | 1.6 |
| 183F-04 | 0.3 | 2.0 |
| 184F-04 | 0.1 | 1.4 |
| 185F-04 | 0.1 | 1.4 |
| 186F-04 | 0.2 | 1.8 |
| 187F-04 | 0.1 | 1.2 |
| 188F-04 | 0.1 | 0.8 |
| 189F-04 | 0.2 | 1.8 |
| 190F-04 | 0.1 | 0.6 |
| 191F-04 | 0.2 | 1.8 |
| 192F-04 | 0.2 | 1.4 |
| 193F-04 | 0.2 | 1.6 |
| 194F-04 | 0.1 | 1.4 |
| 195F-04 | 0.1 | 0.8 |
| 196F-04 | 0.2 | 2.2 |
| 197F-04 | 0.1 | 1.0 |
| 198F-04 | 0.1 | 0.8 |
| 199F-04 | 0.1 | 1.0 |
| 200F-04 | 0.2 | 1.6 |
| 201F-04 | 0.2 | 1.8 |
| 202F-04 | 0.1 | 1.4 |
| 203F-04 | 0.2 | 1.8 |
| 204F-04 | 0.1 | 1.0 |
| 205F-04 | 0.1 | 1.2 |
| 206F-04 | 0.2 | 1.4 |
| 207F-04 | 0.2 | 1.4 |
| 208F-04 | 0.1 | 1.4 |

13.2 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

13.2.1 Tracción. Con la realización de estos ensayos se pretende determinar el límite de fluencia, elongación en el punto de fluencia, carga de rotura, elongación en rotura y reducción de área de acuerdo a lo establecido por la norma ASTM E8M – 00.

Las probetas deben cumplir, en el caso de probetas cilíndricas, que la longitud inicial entre puntos sea de cinco veces el diámetro. En nuestro caso el diámetro es de 9 mm y la distancia entre puntos (G) de 45 mm, cumpliendo con dicho requisito.

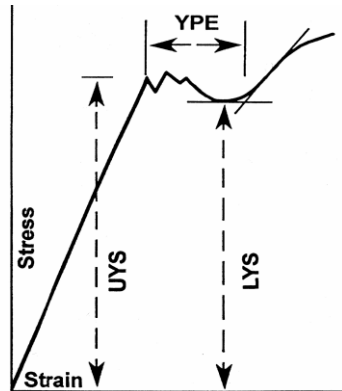
Conceptos básicos

Serán de aplicación una serie de definiciones que se indican a continuación:

- Longitud entre puntos o longitud calibrada, G: longitud original de la porción de probeta cuya deformación o cambio de longitud se va a medir.
- Fluencia discontinua: Oscilación o fluctuación observada al principio de la zona de deformación plástica, debido a la fluencia localizada. En algunos materiales puede no aparecer.
- Límite inferior de fluencia, LYS: mínima tensión registrada durante la fluencia discontinua, ignorando efectos transitorios.
- Límite superior de fluencia, UYS: Primera tensión máxima asociada a la fluencia discontinua.

Elongación en el punto de fluencia, YPE: Se obtiene de la curva tensión – deformación y se define como la diferencia, expresada en porcentaje, entre la deformación que presenta el primer punto de pendiente cero y la deformación correspondiente al punto de transición entre fluencia discontinua y el endurecimiento uniforme.

Figura 11. Puntos característicos de una curva de ensayo de tracción.



Equipo empleado

Estos ensayos fueron realizados con la Máquina Universal de Ensayos MTS 810, empleando unas mordazas adecuadas a las dimensiones de la probeta. La medida de la deformación se obtiene mediante un extensómetro con una distancia entre puntos de medida de 25 mm.

Figura 12. Extensómetro empleado en la realización de ensayos de tracción

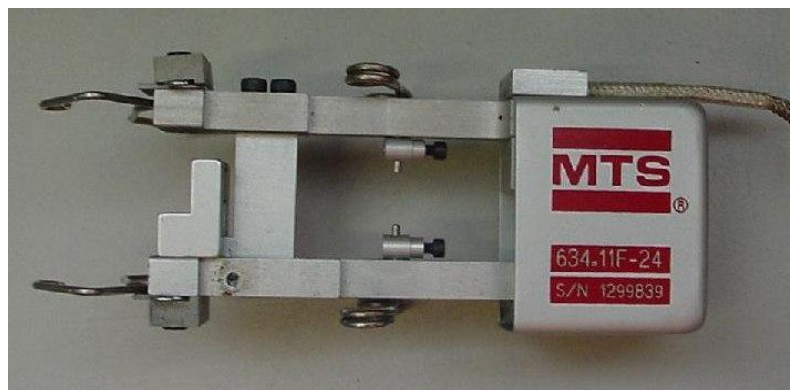


Figura 13. Probeta rota durante ensayo de tracción, vista lateral.



Figura 14. Probeta rota durante ensayo de tracción, vista frontal.



13.2.2 Fatiga. Este procedimiento se basa en la norma ASTM, E 466 – 96 y en la ASTM E 739 – 91 para la presentación de resultados. El fin de estos ensayos es la determinación de la vida a fatiga de materiales metálicos sometidos a carga axial cíclica de amplitud constante en función del número de ciclos de carga.

La carga aplicada durante el ensayo es monoaxial cíclica de amplitud constante, controlando la fuerza aplicada. Dicha carga se aplica hasta el fallo de la probeta, obteniéndose así la vida a fatiga de la probeta bajo dichas cargas.

Conceptos básicos

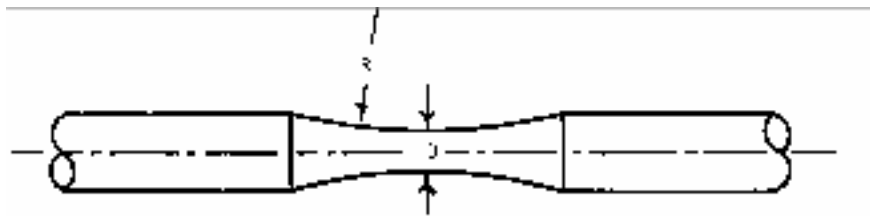
En primer lugar se detallan una serie de términos de importancia en la realización de estos ensayos:

- Tensión máxima, S_{max} : Máxima tensión del ciclo de carga □
- Tensión mínima, S_{min} : Mínima tensión del ciclo de carga □
- Tensión media, S_m : Definida como $S_m = 0.5(S_{max} + S_{min})$ □
- Tensión alterna, S_a : Definida como $S_a = 0.5(S_{max} - S_{min})$
- Coeficiente de asimetría de la carga, R : Es el cociente $R = S_{min} / S_{max}$

Equipo empleado

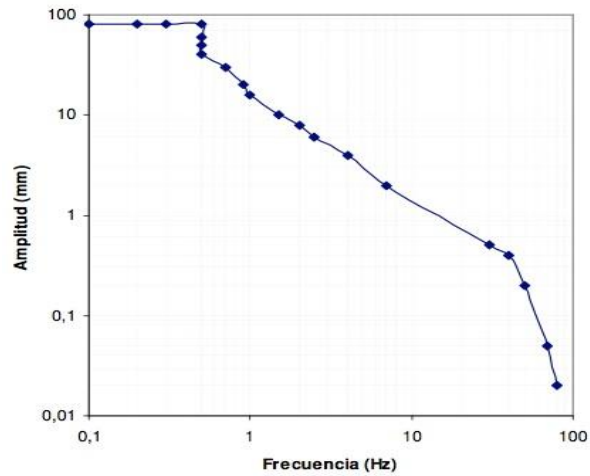
El equipo empleado fue universal de ensayos MTS 810 conectada a su consola de control y ésta a su vez a un ordenador mediante un conector BNC-2110 de National Instruments.

Figura 15. Probeta cilíndrica de radio continuo.



Otro dato importante a la hora de realizar los ensayos es la frecuencia a la que estos son realizados. Esta frecuencia se determina cargando la probeta estáticamente con la máxima carga a que será sometida durante el ensayo y a la carga mínima. Se anota el desplazamiento del pistón y con este dato se entra en la figura que se muestra a continuación.

Figura 16. Curva para la obtención de la frecuencia máxima.



La frecuencia de ensayo no debe superar el 50% de la frecuencia obtenida mediante la figura.

El ensayo finaliza con la rotura de la probeta. Una vez finalizado el ensayo se anota el número de ciclos de duración del mismo.

Figura 17. Probeta rota durante un ensayo de vida a fatiga, vista lateral.



Figura 18. Probeta rota durante un ensayo de vida a fatiga, vista frontal

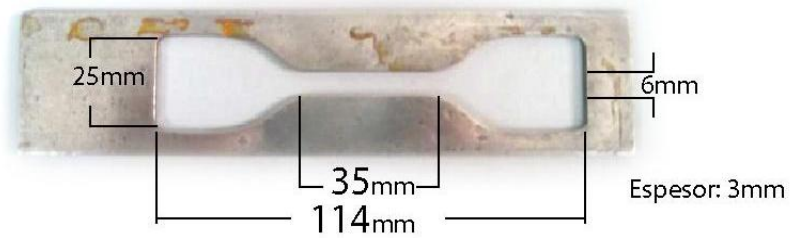


13.2.4 Preparación de probetas (Maderplast y Plastipol). La preparación de las probetas, se originó gracias a la cooperación de las empresas MADERPLAST S.A. y PLASTIPOL S.A. quienes facilitaron el material requerido. La construcción de las probetas se realizó en la empresa EXTRUCOL S.A, quienes en su laboratorio con la máquina manual de inyección RAY-RAN, elaboraron las probetas de tracción, flexión y compresión. Estas Probetas se crearon con las normas ASTM D 638, ASTM D 690, ASTM D 695, para ensayos mecánicos en plásticos reforzados.

Probeta de tracción

Para la elaboración de ensayos de tracción se tuvo en cuenta la elaboración de los moldes y probetas según norma ASTM D 638, Método estándar para las propiedades de plásticos en ensayo de tracción.

Figura 19. Probeta de tracción



Molde probeta de Tracción



13.2.5 Probeta de flexión. Para la preparación de esta muestra de flexión se empleó la norma ASTM D 690, método estándar para propiedades de flexión de plásticos sin refuerzo y reforzados y materiales aislantes eléctricos.

Figura 20. Probeta de flexión



Molde probeta de Flexión
Ancho:12,7mm Largo:127mm Espesor: 3,2mm



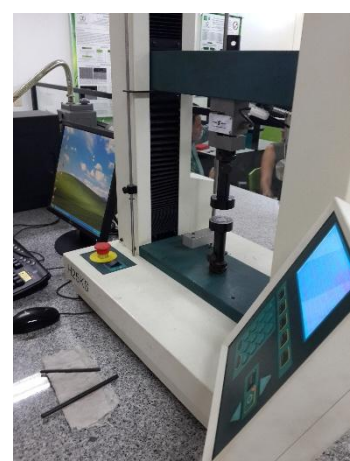
13.2.6 Probeta de Compresión. Para este ensayo de compresión se utilizó la norma ASTM D 695, método estándar para propiedades a compresión de plásticos rígidos.

Figura 21. Probeta de Compresión



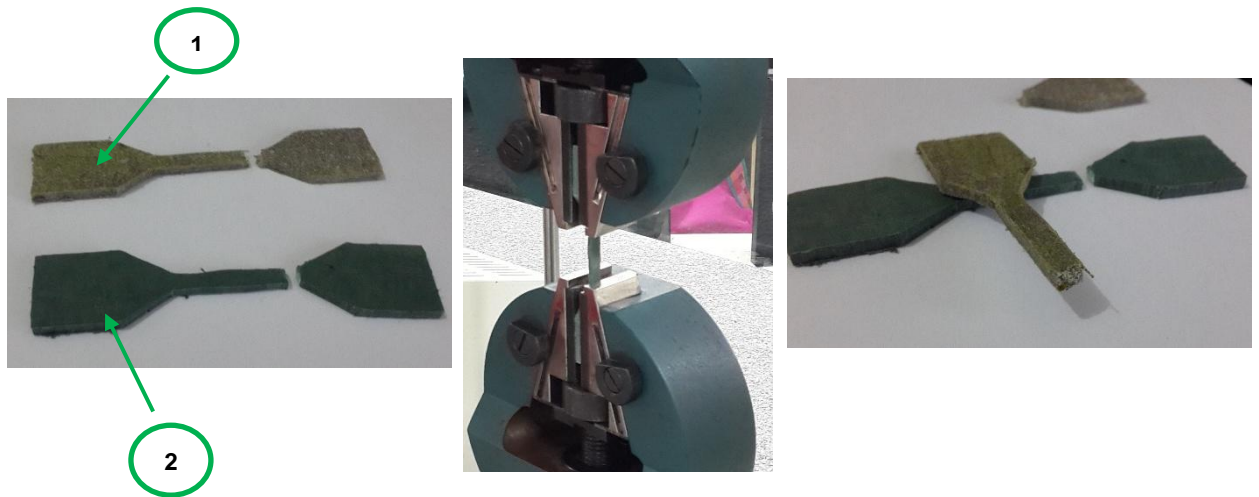
13.2.7 Caracterización mecánica. Estos ensayos físico mecánicos se realizaron en el laboratorio de biomateriales en la escuela de metalúrgica y ciencia de los materiales, el cual cuenta con una maquina especializada de marca y referencia TiniusOlsen H25KS.

Figura 22. Caracterización mecánica



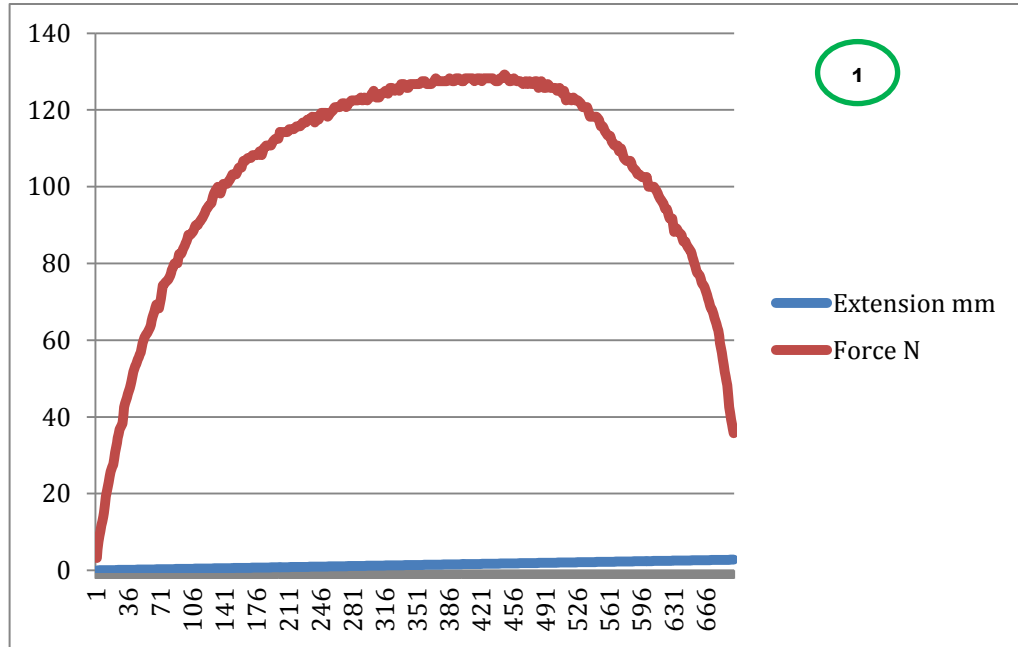
13.2.8 Ensayo de tracción. Siguiendo la norma ASTM D 638, esta prueba consiste en someter a una probeta normalizada a un esfuerzo axial de tracción creciente hasta que se produce la rotura de la probeta. Este ensayo mide la resistencia de un material a una fuerza estática o aplicada lentamente. Las velocidades de deformación en un ensayo de tensión suelen ser muy pequeñas. Para esta prueba la máquina se programó a una velocidad de acción sobre la muestra de 5mm/min.

Figura 23. Ensayo de tracción

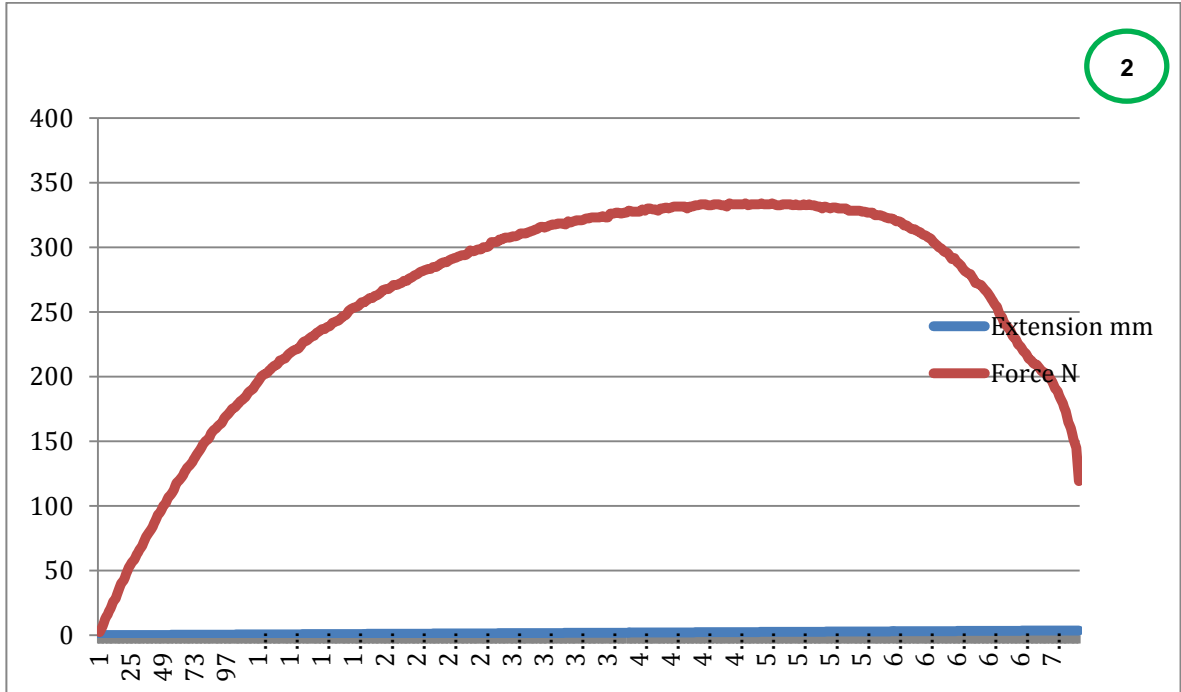


- a) Muestra final de ensayo
- b) Probetas después de la ruptura.
 - 1) Material Plastipol
 - 2) Material Maderplast

Gráfica 1. Probeta a tracción Material Plastipol



Gráfica 2. Probeta a tracción Material Plastipol



13.2.9 Conclusiones Metodología Experimental

13.2.10 Conclusiones de ensayos de laboratorio

13.2.11 Conclusión ensayo de tracción

Tabla 12. Conclusión ensayo de tracción

| MATERIAL | DESPLAZAMIENTO | FUERZA MAX[N] | ESFUERZO [MPa] | DEFORMACIÓN |
|------------|----------------|---------------|----------------|-------------|
| Plastipol | 1,78 | 128,5 | 12,7 | 0,887 |
| Maderplast | 2,42 | 333,2 | 14,3 | 1,042 |

- La principal influencia en la deformación de rotura del material, tanto en condiciones estáticas como dinámicas, es la triaxialidad (resistencia) del campo tensional.
- La estructura de la opción 2 (Maderplast) permite una mayor elongación, arrojando datos que doblan la opción 1.

13.2.12 Ensayo de flexión. Se buscó obtener de este ensayo la resistencia a la flexión del material, sometiéndolo a la acción progresiva de fuerzas deformando la probeta encontrando su punto de fluencia y su ruptura, y así obteniendo las gráficas de datos de cada ensayo.

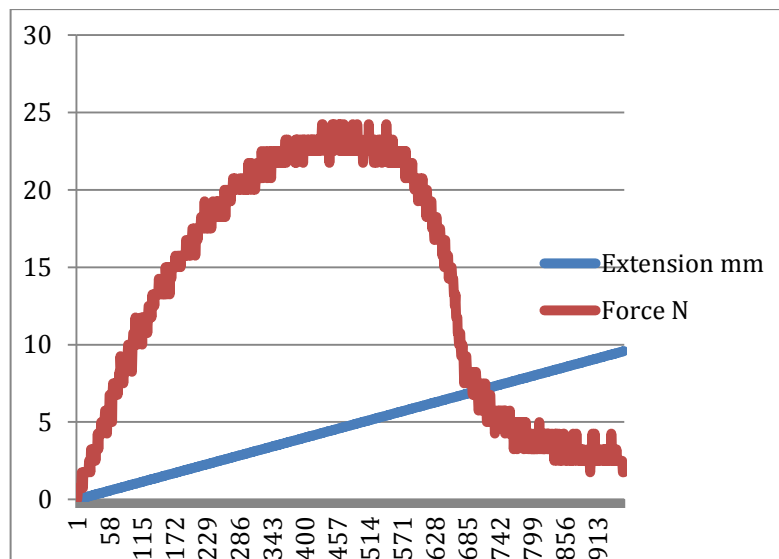
Para esta prueba la máquina se programó a una velocidad de acción sobre la muestra de 10 mm/min

Figura 24. Ensayo de flexión – Prueba

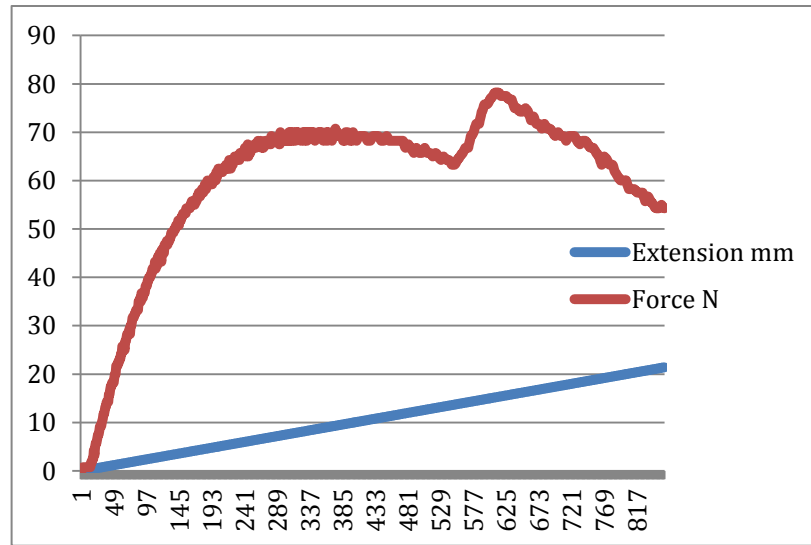


- a) Muestra final de ensayo de flexión
- b) Probetas deformadas después del ensayo
- 1) Material Plastipol
- 2) Material Maderplast

Gráfica 3. Fuerza sobre extensión, Material Plastipol



Gráfica 4. Fuerza sobre extensión, Material Maderplast



13.2.13 Conclusión ensayo de flexión

Tabla 13. Conclusión ensayo de flexión

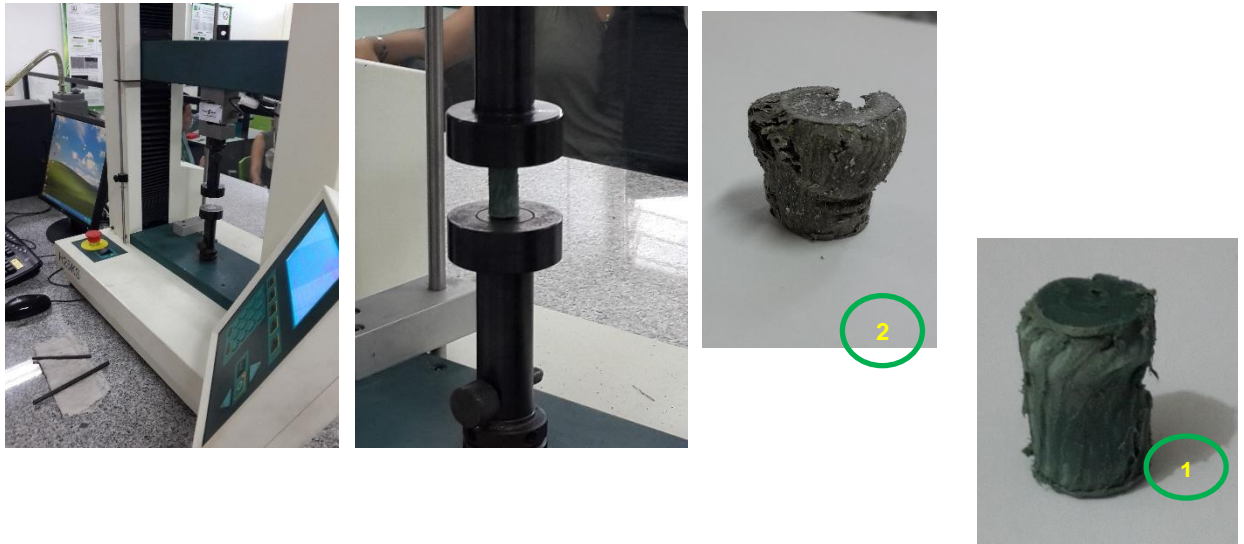
| MATERIAL | DESPLAZAMIENTO [mm] | FUERZA MAX[N] | ESFUERZO [MPa] | MÓDULO DE FLEXIÓN [MPa] | MOMENTO MAX FLEXIÓN [N*mm] |
|------------|---------------------|---------------|----------------|-------------------------|----------------------------|
| Plastipol | 4,55 | 23 | 35,83 | 2,34 | 110,45 |
| Maderplast | 9,97 | 70 | 82,23 | 5,07 | 132,24 |

- El material suministrado por Maderplast presentó una mayor extensión en el ensayo y necesitó una fuerza mayor haciéndolo el más resistente a fuerzas de flexión sin presentar ruptura.

13.2.14 Ensayo de compresión. En este ensayo podemos comprobar la resistencia del material sometándolo a cargas de compresión, gracias a estas pruebas de laboratorio se pudo obtener las gráficas con datos específicos para cada ensayo.

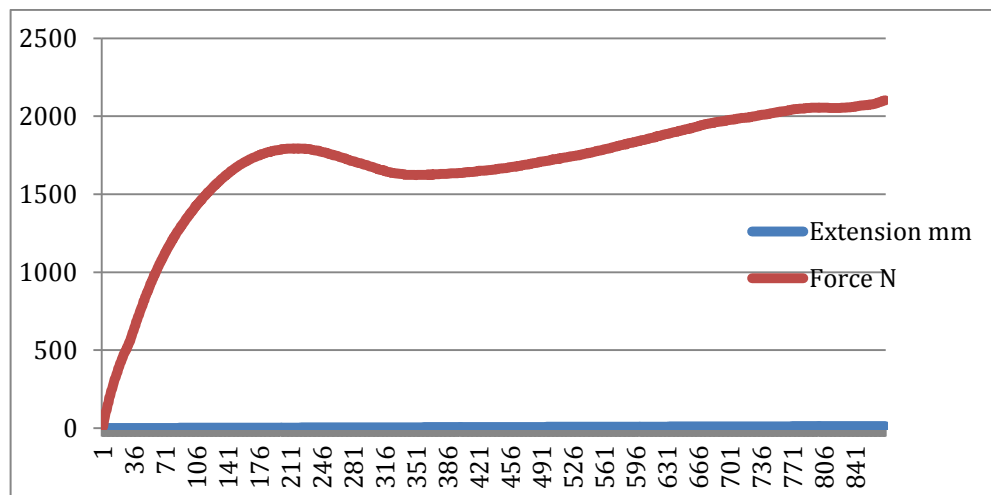
Para esta prueba la máquina se programó a una velocidad de acción sobre la muestra de 10 mm/min

Figura 25. Ensayo de compresión - Prueba

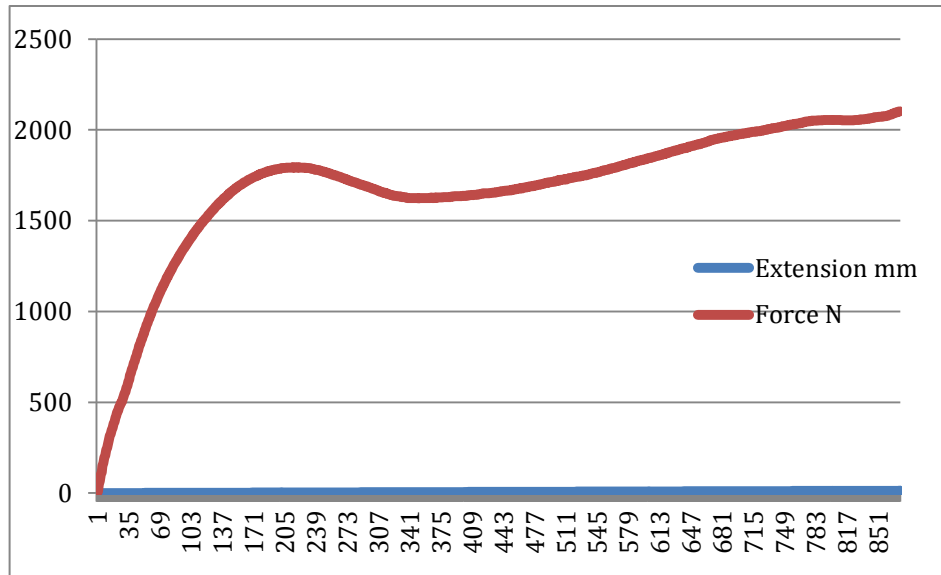


- a) Muestra inicial de ensayo
- b) Muestra final de ensayo
- c) Probetas después de la ruptura.
 - 1) Material Plastipol
 - 2) Material Maderplast

Gráfica 5. Probeta compresión, Material Plastipol



Gráfica 6. Probeta compresión, Material Maderplast



13.2.15 Conclusión ensayo de compresión

Tabla 14. Conclusión ensayo de compresión

| MATERIAL | DESPLAZAMIENTO [mm] | FUERZA MAX[N] | ESFUERZO [Mpa] | DEFORMACIÓN UNITARIA |
|------------|---------------------|---------------|----------------|----------------------|
| Plastipol | 13,08 | 2100 | 16,24 | 0,362 |
| Maderplast | 12,1 | 3536 | 27,35 | 0,359 |

- Una mayor maleabilidad del material Maderplast por su deformación plástica sin ruptura frente al Plastipol que se rompe al iniciar la deformación.
- De igual modo se observó, independientemente de la maleabilidad una mayor resistencia ante tales esfuerzos por parte de la opción 2 (Maderplast) que requiere de un valor mayor en un 7% hasta llegar al fallo.
- El material más óptimo resistente a la acción de fuerzas a compresión es el material Maderplast.

13.2.16 Conclusiones Generales

- La velocidad de deformación tiende a aumentar la deformación de rotura.
- El material suministrado por Maderplast tuvo una mayor tolerancia al esfuerzo de compresión

13.2.17 Ensayo de compresión Estructura interna Piso. En este ensayo podemos comprobar la resistencia del material sometiéndolo a cargas de compresión, gracias a estas pruebas de laboratorio se pudo obtener las gráficas con datos específicos para cada ensayo.

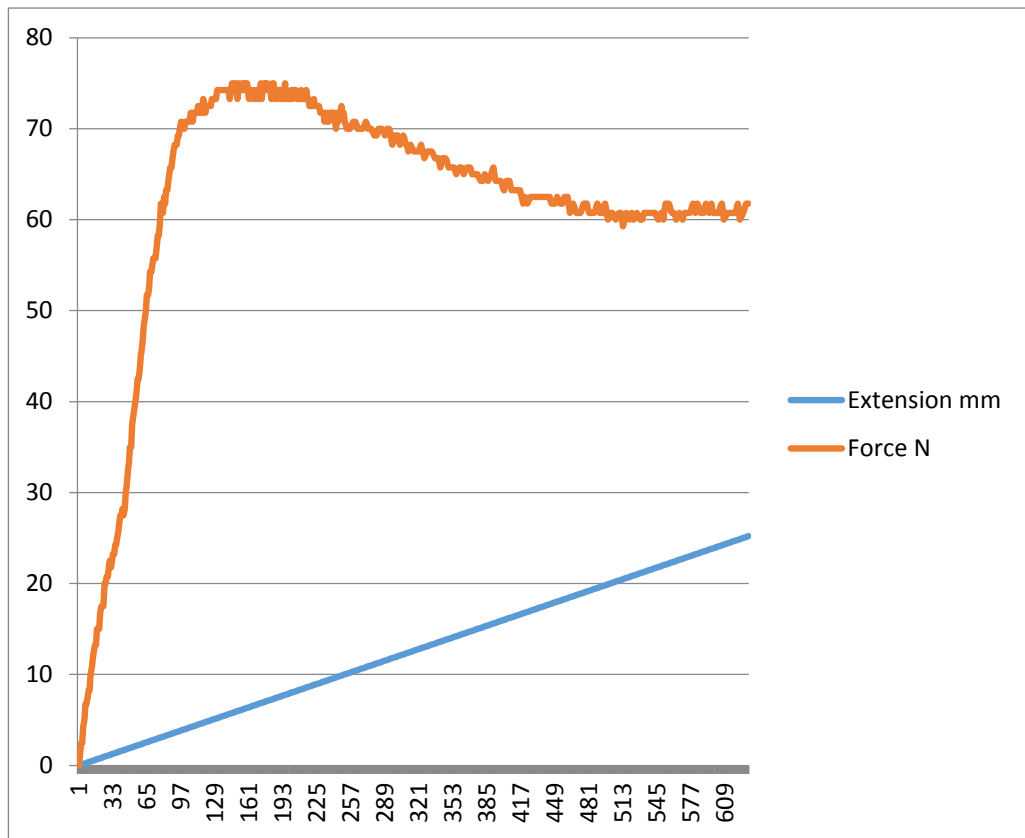
Para esta prueba la máquina se programó a una velocidad de acción sobre la muestra de 15 mm/min.

Figura 26. Ensayo de compresión Estructura interna Piso - Prueba



- a) Muestra inicial de ensayo
- b) Muestra final de ensayo
- c) Probetas después de la ruptura.

Gráfica 7. Probeta compresión, Estructura interna.



| MATERIAL | DESPLAZAMIENTO [mm] | FUERZA MAX[N] | ESFUERZO [Mpa] | DEFORMACIÓN UNITARIA |
|----------------------------|---------------------|---------------|----------------|----------------------|
| Estructura Interna Piso | 5,84 | 75 | 11,48 | 0,102 |

13.2.18 Conclusiones Generales

- La estructura logra absorber el impacto gracias a la espuma de polietileno, ofreciendo gran resistencia a la deformación.

14. REDISEÑO

14.1 REQUERIMIENTOS

14.1.1 Requerimientos de uso

- La plataforma-piso no debe tener filos o aristas sobresalientes que puedan causar algún riesgo.
- Para agilizar y simplificar la producción se debe diseñar con elementos comerciales.
- Los materiales de la plataforma-piso deben ser comerciales para el fácil mantenimiento de esta.
- La plataforma piso debe disminuir su peso en un 30% como mínimo.

14.1.2 Requerimientos de función.

- La plataforma- piso debe soportar 6 toneladas y no excederse en su resistencia.
- La plataforma-piso debe estar recubierta de un material anti deslizante para protegerse de la humedad, ser más seguro a la ves de manipular los alimentos dentro del furgón y a su vez tener un mejor acabado final.
- El diseño de la plataforma deberá ser de fácil acceso para la espuma poliuretano.

14.1.3 Requerimientos estructurales.

- La plataforma-piso no debe excederse en 15 número de vigas y en más de 2 perfiles ipe.
- La plataforma piso debe contar con 2 o 3 vigas centro de llantas para dar estabilidad funcional.

- La plataforma-piso debe constatar que cada uno de los componentes cumplen su función al máximo.
- La estructura debe constar con una estructura de protección, contra posibles colisiones y a su vez que lo proteja del óxido.
- La plataforma-piso en sus uniones deben estar provistas de soldadura 6010 ya que es fácil de conseguir y muy económica.

14.1.4 Requerimientos técnico-productivos.

- Furgoriente debe contar con profesionales en soldadura, grúas para el fácil transporte de la plataforma y las diferentes herramientas para el buen desempeño del trabajo.
- Furgoriente debe contar con materiales comerciales manteniendo las medidas específicas de furgones isotérmicos las cuales no deben excederse en ancho:2.60 m, alto:4.40 m desde el piso, largo: 10.80
- Debe considerarse que el costo de producción debe disminuir al disminuir su peso.
- Los costos de producción de la plataforma-piso no deben excederse en 2 millones de pesos.
- La plataforma-piso debe contar con pruebas de tracción, compresión y tensión en todos sus elementos que la componen para comprobar su funcionalidad.

14.1.5 Requerimientos de mercado.

- La plataforma-piso se le da una garantía de 10 años a todos sus componentes.
- La plataforma-piso se dará a conocer por medios escritos y visuales en los diferentes medios de la ciudad y pagina web de la empresa.

14.1.6 Requerimientos formales.

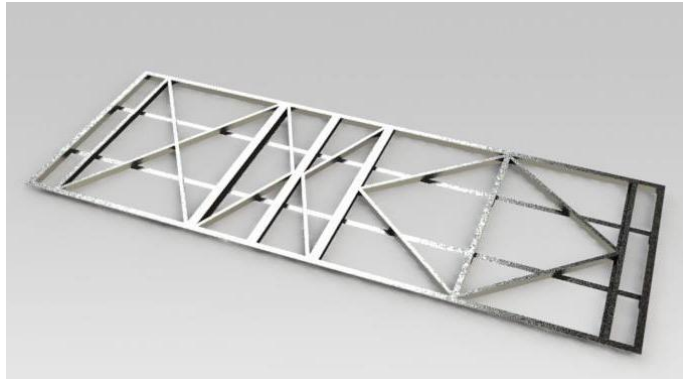
- La superficie de la plataforma-piso en su exterior así como todos los componentes del furgón en su exterior debe ser de color blanco ya que es un requerimiento para los vehículos de transporte de alimentos.

15. ALTERNATIVAS

15.1 ALTERNATIVA 1

Esta alternativa se crea pensando en la reducción de vigas perpendiculares y se trata de llenar el espacio con vigas puestas en ángulos, esto reduciría la cantidad de vigas utilizadas por ende bajaría el peso de toda la plataforma, la cual resiste muy bien el peso.

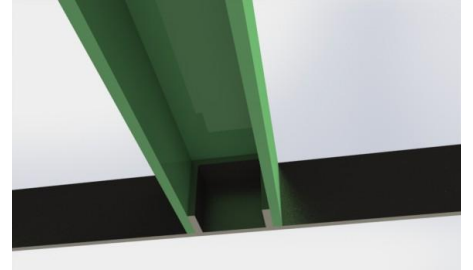
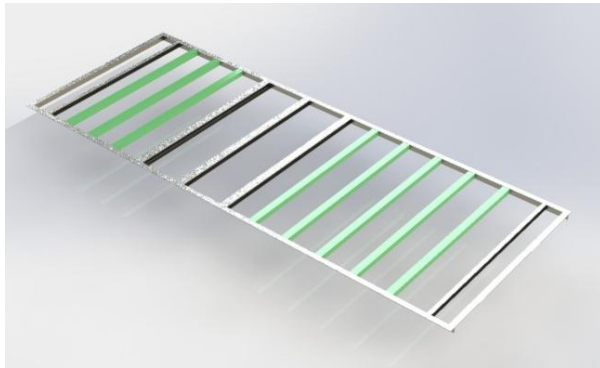
Figura 27. Alternativa 1



15.2 ALTERNATIVA 2

Esta alternativa se desarrolla partiendo del material Maderplast y los resultados obtenidos en laboratorio, donde se sustituyen los perfiles de acero de 1/8 por secciones de 6mm de espesor, que estarán sujetas mediante tornillos a bases previamente soldadas. El objetivo principal de esta opción es reducir el peso de la estructura ya que el Maderplast solo tiene 1/3 del peso del acero.

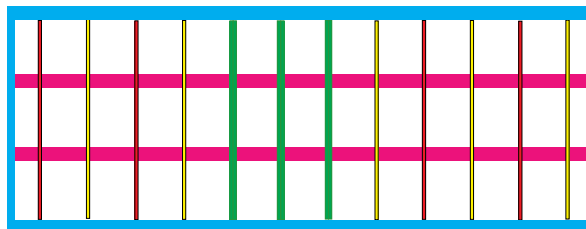
Figura 28. Alternativa 2



15.3 ALTERNATIVA 3

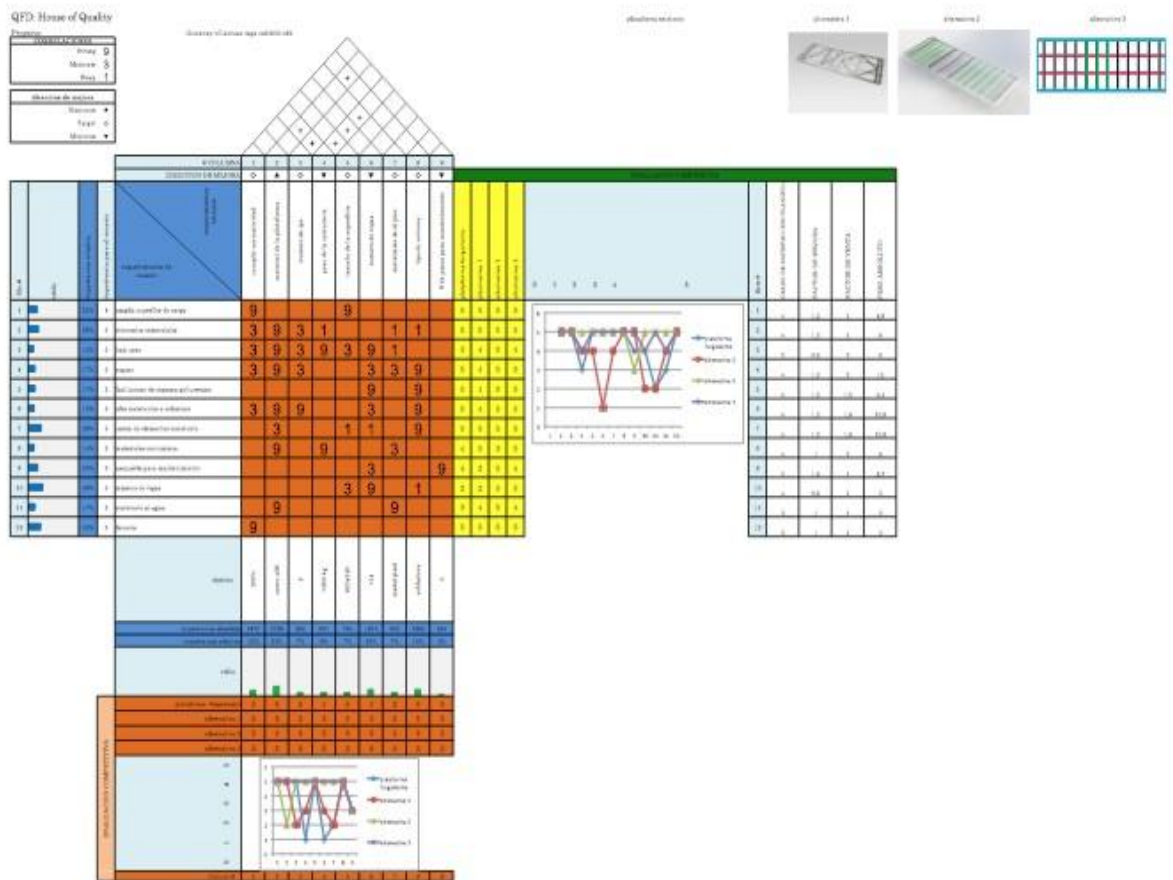
Esta alternativa se crea partiendo de la original, Pero aumentando la separación que hay entre vigas de 35 cm a 45 cm para repartir un poco más las cargas, tratando de que el material al recibir más peso pueda bajar su factor de seguridad y a su vez su peso.

Figura 29. Alternativa 3


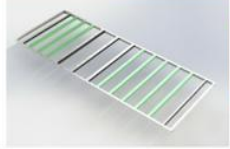
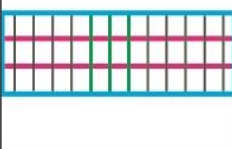


16. QFD DE ALTERNATIVAS (QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT)

Figura 30. QFD de alternativas (Quality Function Deployment)



MATRIZ DE SELECCION
 plataforma piso furgoriente s.a

| criterios de selección | conceptos | | | |
|------------------------------------|------------|---|--|---|
| | REFERENCIA |  |  |  |
| amplia superficie de carga | 0 | 0 | 0 | 0 |
| elementos comerciales | 0 | 0 | 0 | 0 |
| bajo peso | 0 | 0 | + | 0 |
| seguro | 0 | + | + | + |
| facil acceso de espuma poliuretano | 0 | - | 0 | 0 |
| alta resistencia a esfuerzos | 0 | 0 | + | 0 |
| union de elementos resistentes | 0 | 0 | 0 | 0 |
| materiales economicos | 0 | - | - | 0 |
| absequible para mantenimiento | 0 | 0 | 0 | + |
| minimo de vigas | 0 | + | + | + |
| resistente al agua | 0 | 0 | + | + |
| evaluacion neta | 0 | 2 | 5 | 4 |
| lugar | 4 | 3 | 1 | 2 |
| continuar? | no | no | si | si |

Esta matriz de evaluación nos arroja resultados muy cercanos entre las plataformas escogidas como alternativas finales, resaltando la eficiencia en ambas, por consiguiente la alternativa final de 2 es la opción indicada por costos, ya que en comparación con la alternativa híbrida (acero-Maderplast) sería más económica.

MATRIZ DE EVALUACION

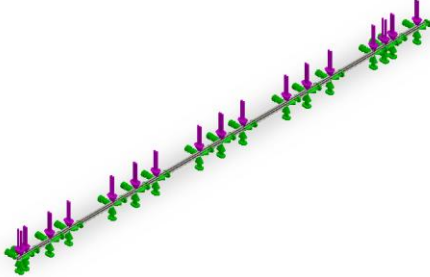
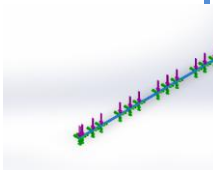
PLATAFORMA-PIOS FURGORIENTE S.A

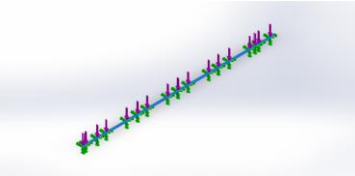
| CONCEPTOS | | | | | |
|------------------------------------|------|--|-------------|---|-------------|
| criterios de selección | peso |  | |  | |
| | | calificacion | Eval ponder | calificacion | Eval ponder |
| amplia superficie de carga | 5% | 5 | 0,25 | 5 | 0,25 |
| elementos comerciales | 8% | 5 | 0,4 | 5 | 0,4 |
| bajo peso | 15% | 5 | 0,75 | 5 | 0,75 |
| seguro | 8% | 5 | 0,4 | 5 | 0,4 |
| facil acceso de espuma poliuretano | 15% | 5 | 0,75 | 5 | 0,75 |
| alta resistencia a esfuerzos | 8% | 5 | 0,4 | 5 | 0,4 |
| union de elementos resistentes | 10% | 4 | 0,4 | 5 | 0,5 |
| materiales economicos | 9% | 2 | 0,18 | 5 | 0,45 |
| absequible para mantenimiento | 5% | 4 | 0,2 | 2 | 0,1 |
| minimo de vigas | 12% | 5 | 0,6 | 5 | 0,6 |
| resisntente al agua | 5% | 5 | 0,25 | 3 | 0,15 |
| 100% | | | | | |
| total puntos | | 4,58 | | 4,75 | |
| lugar | | 2 | | 1 | |
| continuar? | | NO | | SI | |

17. REDISEÑO DE PIEZAS EXISTENTES (OPTIMIZACIÓN)

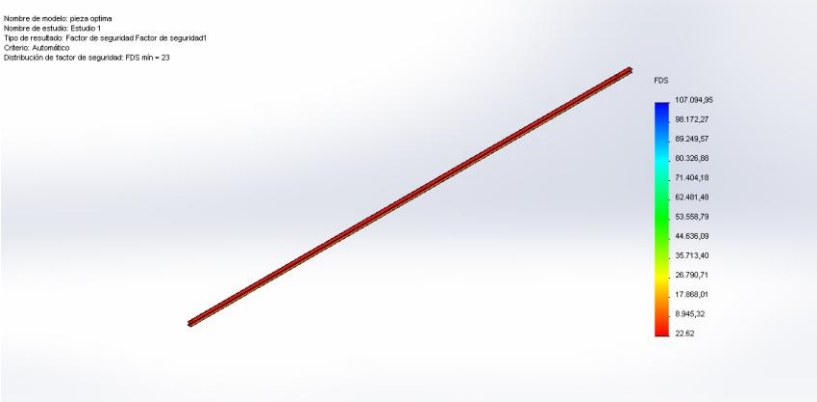
17.1 IPE 100

Tabla 15. IPE 100 - Facto de seguridad 23

|  | | | |
|---|---------------|--|---|
| Nombre del modelo: pieza optima | | | |
| Configuración actual: Predeterminado | | | |
| Sólidos | | | |
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
| Saliente-Extruir1  | Sólido | Masa:14.1873 kg Volumen:0.0018073 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:139.036 N | C:\Users\Usuario\Desktop\glo\enserio\pieza optima.SLDPRT Jan 25 08:33:20 2014 |

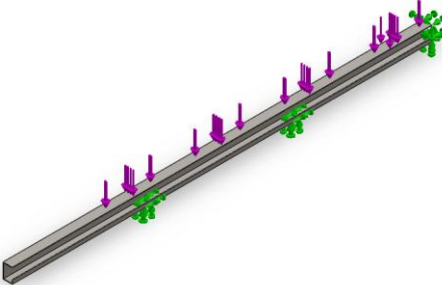
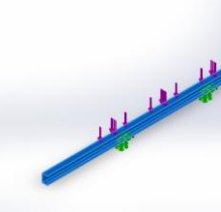
| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|--|--|
|  | Nombre: ASTM A36 Acero Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises Límite elástico: 2.5e+008 N/m² | Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Pieza1) |

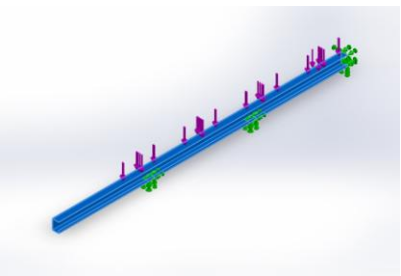
| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---------------------------|--|-------------|
| | Límite de tracción: 4e+008 N/m² Módulo elástico: 2e+011 N/m² Coeficiente de 0.26 Poisson: Densidad: 7850 kg/m³ Módulo cortante: 7.93e+010 N/m² | |
| Datos de curva:N/A | | |

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|--|------------|-------------|-------------|
| Factor de seguridad1 | Automático | 22.6225 | 107095 |
| | | Nodo: 21857 | Nodo: 12325 |
| <p>Nombre de modelo: pieza optima Nombre de estudio: Estudio 1 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1 Criterio: Automático Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 23</p>  <p>pieza optima-Estudio 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1</p> | | | |

17.2 PERFIL C ACERO A36

Tabla 16. Perfil C Acero A36 - Factor de seguridad 13

|  | | | | |
|---|------|---------------|---|---|
| Nombre del modelo: perfil c | | | | |
| Configuración actual: Predeterminado | | | | |
| Sólidos | | | | |
| Nombre de documento y referencia | de y | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
|  | | | Masa:10.7407 kg Volumen:0.00136825 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:105.259 N | C:\Users\Usuario\Desktop\glO\enserio\perfil c.SLDPRT Jan 25 13:27:29 2014 |
| | | Sólido | | |

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|---|--|
|  | Nombre: ASTM A36 Acero Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises Límite elástico: 2.5e+008 N/m² Límite de tracción: 4e+008 N/m² Módulo elástico: 2e+011 N/m² | Sólido 1(Cortar-Extruir1)(perfil c) |

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|----------------------------|---|-------------|
| | Coeficiente de 0.26 Poisson: Densidad: 7850 kg/m³ Módulo cortante: 7.93e+010 N/m² | |
| Datos de curva: N/A | | |

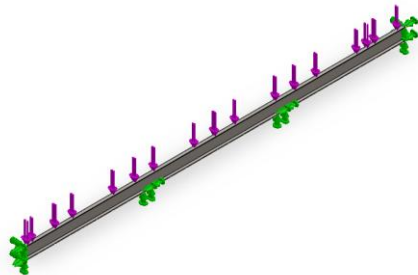
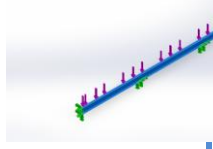
| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|----------------------|------------|-------------|------------|
| Factor de seguridad1 | Automático | 12.6362 | 3957.77 |
| | | Nodo: 13120 | Nodo: 5761 |

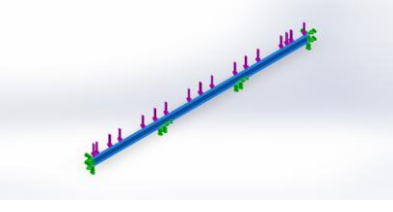
Nombre de modelo: perfil c
 Nombre de estudio: Estudio 1
 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
 Criterio: Automático
 Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 13

perfil c-Estudio 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1

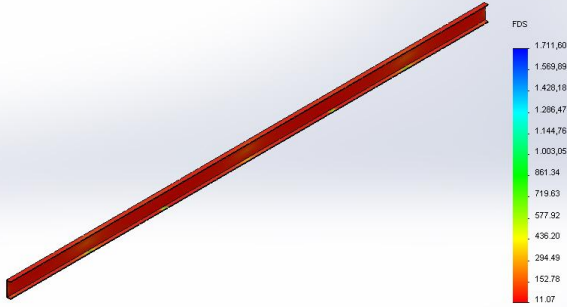
17.3 CANAL EN U

Tabla 17. Canal en U- Factor de seguridad: 11

|  | | | | |
|---|------|---------------|--|--|
| Nombre del modelo: CANAL U | | | | |
| Configuración actual: Predeterminado | | | | |
| Sólidos | | | | |
| Nombre de documento y referencia | de y | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
|  | | Sólido | Masa:5.70167 kg Volumen:0.000726327 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:55.8763 N | C:\Users\Usuario\Desktop\glO\ense rio\CANAL U.SLDPRT Jan 25 16:05:01 2014 |

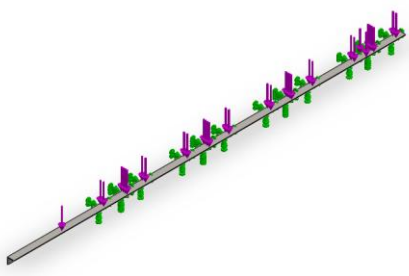
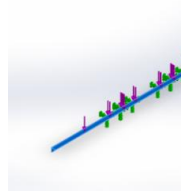
| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|--|---|
|  | Nombre: ASTM A36 Acero Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises Límite elástico: 2.5e+008 N/m² Límite de tracción: 4e+008 N/m² Módulo elástico: 2e+011 N/m² Coeficiente de Poisson: 0.26 | Sólido 1(Cortar-Extruir3)(CANAL U) |

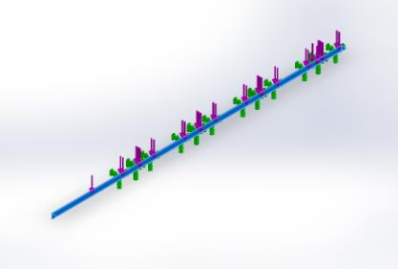
| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|----------------------------|---|-------------|
| | Densidad: 7850 kg/m³ Módulo cortante: 7.93e+010 N/m² | |
| Datos de curva: N/A | | |

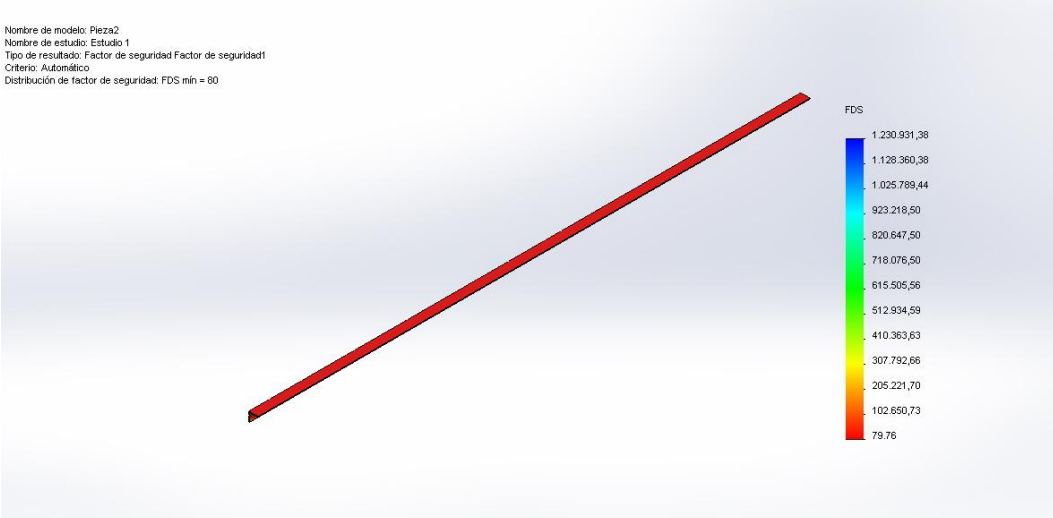
| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|---|------------|------------------------|----------------------|
| Factor de seguridad1 | Automático | 11.0742 Nodo: 12246 | 1711.6 Nodo: 4540 |
| <p>Nombre de modelo: CANAL U Nombre de estudio: Estudio 2 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1 Criterio: Automático Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 11</p>  <p>CANAL U-Estudio 2-Factor de seguridad-Factor de seguridad1</p> | | | |

17.4 ANGULO ¼

Tabla 18. Angulo ¼ - Factor de seguridad: 80

|  | | | |
|---|---------------|--|---|
| Nombre del modelo: Pieza2 | | | |
| Configuración actual: Predeterminado | | | |
| Sólidos | | | |
| Nombre de documento y referencia | Tratado como | Propiedades volumétricas | Ruta al documento/Fecha de modificación |
| <p>Saliente-Extruir1</p>  | Sólido | Masa:4.11333 kg Volumen:0.000523991 m ³ Densidad:7850 kg/m ³ Peso:40.3106 N | |

| Referencia de modelo | Propiedades | Componentes |
|---|---|--|
|  | Nombre: ASTM A36 Acero Tipo de modelo: Isotrópico elástico lineal Criterio de error predeterminado: Tensión máxima de von Mises Límite elástico: 2.5e+008 N/m^2 Límite de tracción: 4e+008 N/m^2 Módulo elástico: 2e+011 N/m^2 Coeficiente de Poisson: 0.26 Densidad: 7850 kg/m^3 Módulo cortante: 7.93e+010 N/m^2 | Sólido 1(Saliente-Extruir1)(Pieza2) |
| Datos de curva:N/A | | |

| Nombre | Tipo | Min. | Máx. |
|--|------------|-----------------------|----------------------------|
| Factor de seguridad1 | Automático | 79.7593 Nodo: 6061 | 1.23093e+006 Nodo: 4398 |
| <p>Nombre de modelo: Pieza2 Nombre de estudio: Estudio 1 Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1 Criterio: Automático Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 80</p>  <p>Pieza2-Estudio 1-Factor de seguridad-Factor de seguridad1</p> | | | |

18. CONCLUSIONES REDISEÑO DE PIEZAS.

18.1 IPE 100

Esta pieza en su rediseño nos arroja una disminución de peso de 50.24 kg a 14.18 kg esto quiere decir que comercialmente podríamos utilizar la ipe 80 o podríamos fundir una pieza con las especificaciones que nos da el software.

18.2 PERFIL C.

Esta pieza en su rediseño no cambia lo cual nos indica que es una pieza óptima para el trabajo a realizar.

18.3 CANAL EN U

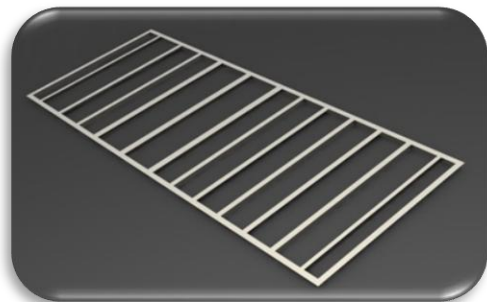
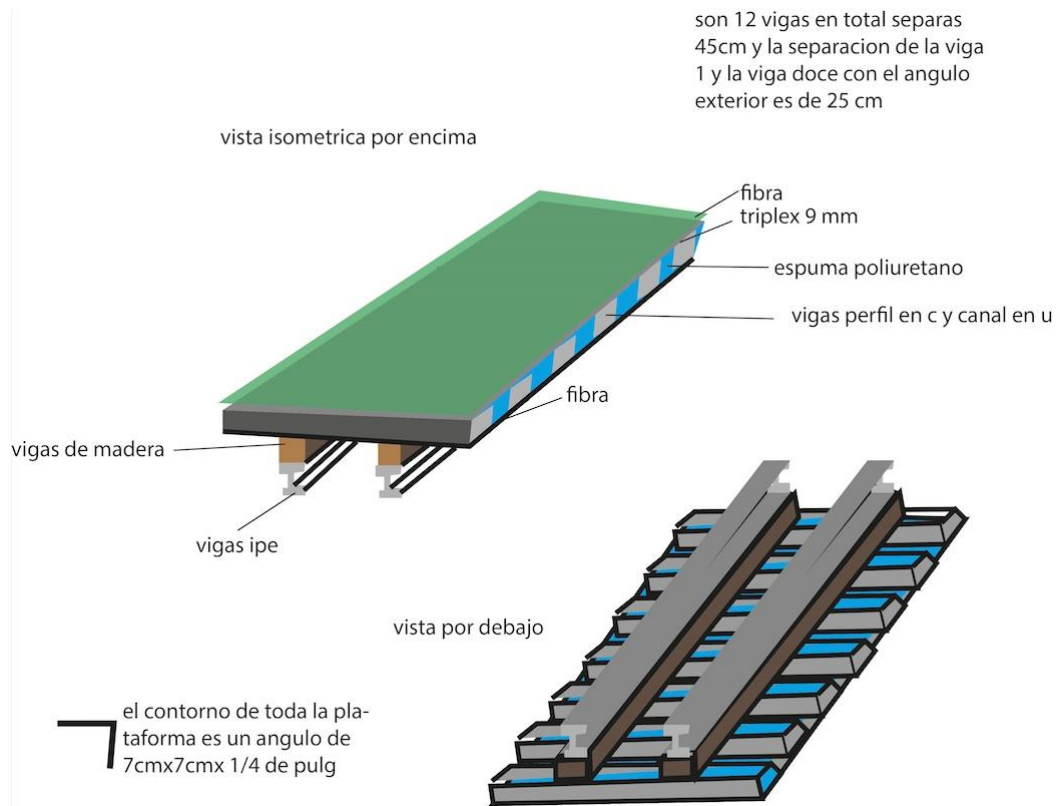
Esta pieza en su rediseño nos arroja una disminución de peso de 14.63 kg a 5.70 kg más de la mitad, lo cual quiere decir que comercialmente podemos trabajar con una viga de 1/8 la cual nos ayudara en la reducción del peso, o si no podríamos fundir la pieza tal cual el requerimiento.

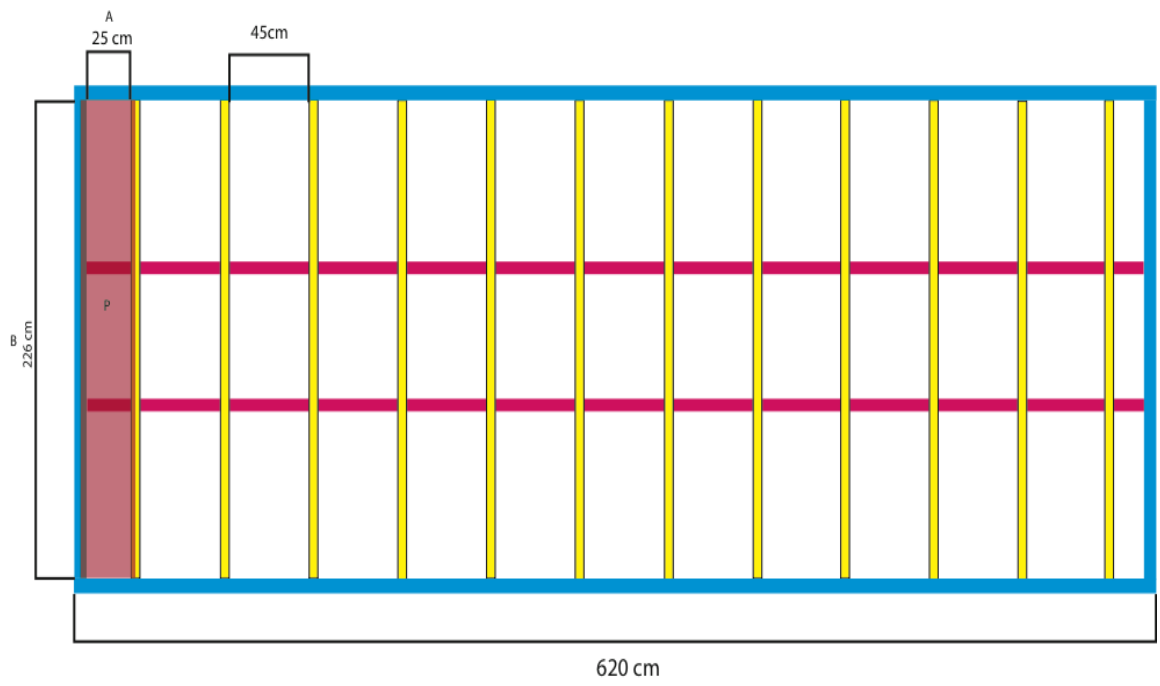
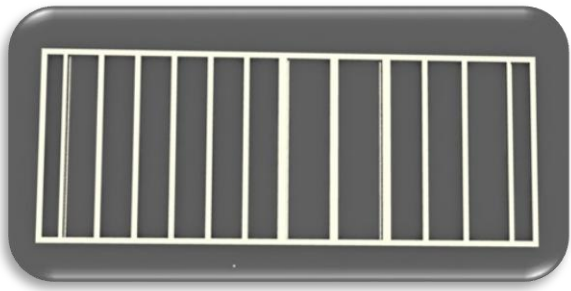
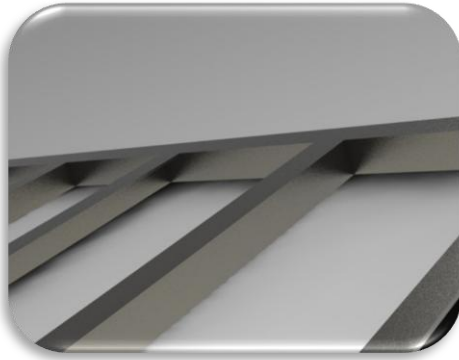
18.4 ANGULO $\frac{3}{4}$

Esta pieza en su rediseño nos muestra una disminución de peso de 16.45kg a 4,11 kg esto quiere decir que comercialmente podemos utilizar un ángulo de 1/8 o en su defecto mandar a fabricar la pieza con las medidas recomendadas por el software.

19. REDISEÑO FINAL PLATAFORMA-PISO.

Figura 31. Rediseño final plataforma – Piso





$$W = \frac{6000\text{kg}}{2.40 \times 6.20} = \frac{6000\text{kg}}{2.40 \times 6.20 \text{ m}^2} = 403.22 \text{ kg/m}^2$$

$$P = w(axb)$$



Angulo 3pul x 1/4

$$P = 403,22 \text{ kg/m}^2 (0,310 \times 2,26) \text{m}^2$$

$$P = 282,50 \text{ kg}$$

$$P/2 = 142,25 \text{ kg}$$



Viga en C 1/8z



Viga en C 1/8z

$$P = 403,22 \text{ kg/m}^2 (0,50 \times 2,26) \text{m}^2$$

$$P = 455,63$$

$$P/2 = 227,815 \text{ kg}$$



Viga en C 1/8z

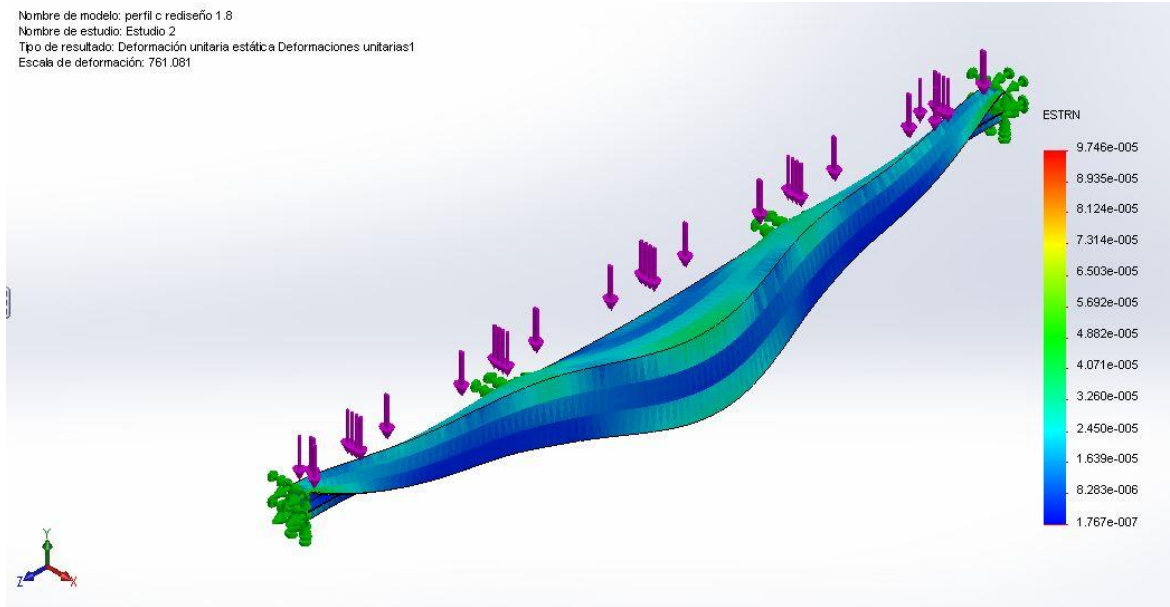
| Material | Peso |
|-----------------------|---------------|
| Angulo ¼ A36 x 2.26 m | 16.45 kg x 2 |
| Angulo ¼ A36 x 6.20 m | 45,12 kg x 2 |
| Perfil c A36 | 10.74 kg x 12 |
| lpe 100 | 50.24 kg x 2 |
| total | 352.5 kg |

La plataforma en acero A36 en su rediseño logro bajar su peso de 471.37 kg a 352.5 kg, entonces tenemos una reducción de 118,87 kg un 25.22%, optimizando las piezas encontradas comercialmente.

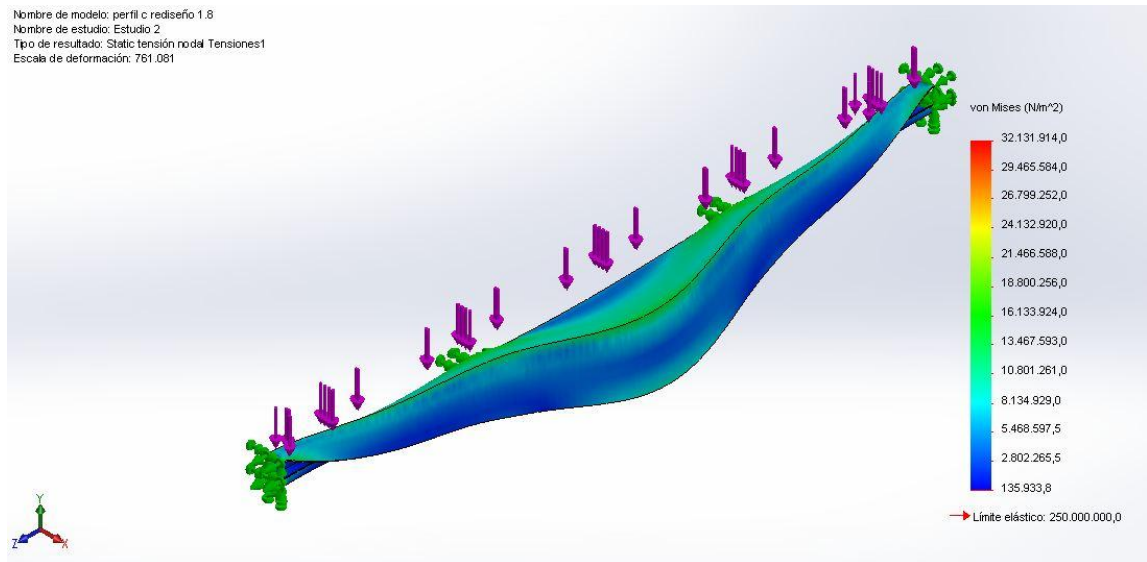
19.1 PERFIL C

Figura 32. Perfil C

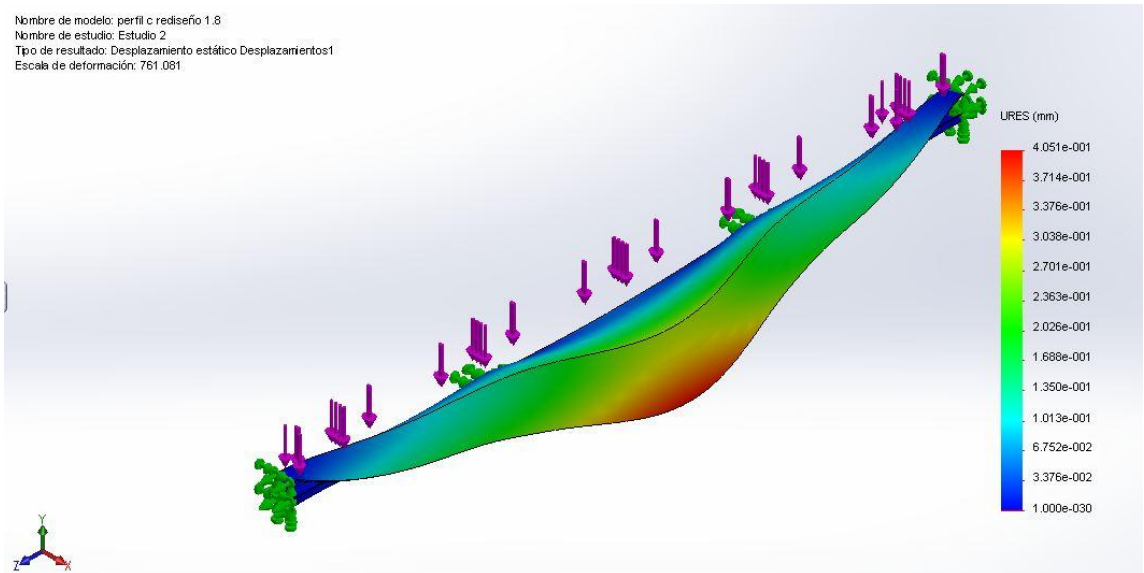
Nombre de modelo: perfil c rediseño 1.8
Nombre de estudio: Estudio 2
Tipo de resultado: Deformación unitaria estática Deformaciones unitarias1
Escala de deformación: 761.081



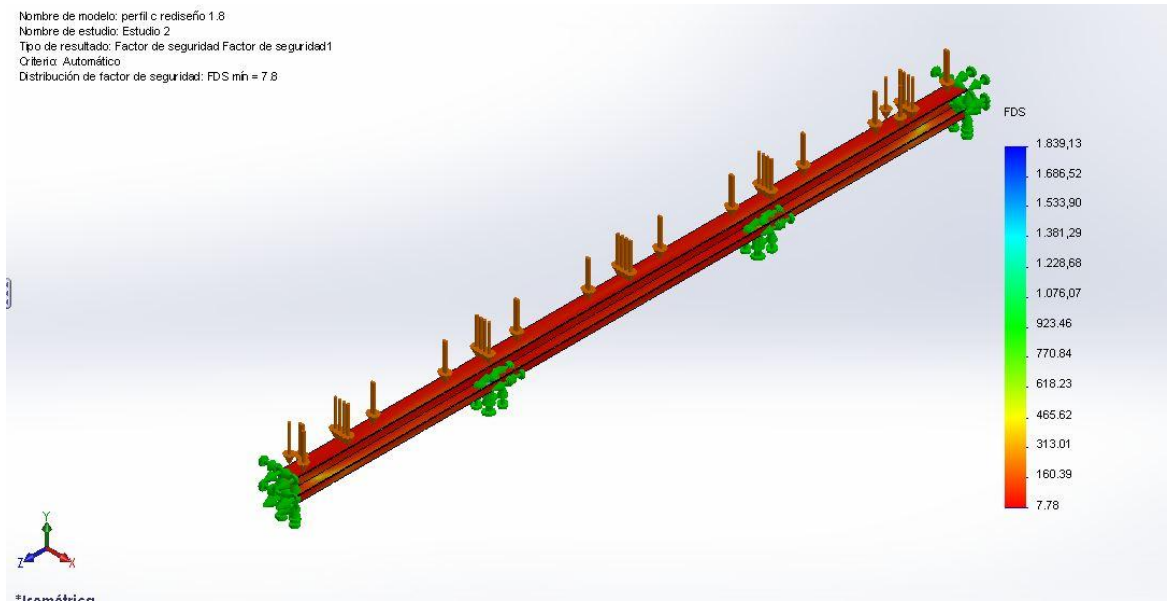
Nombre de modelo: perfil c rediseño 1.8
Nombre de estudio: Estudio 2
Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 761.081



Nombre de modelo: perfil c rediseño 1.8
Nombre de estudio: Estudio 2
Tipo de resultado: Desplazamiento estático Desplazamientos1
Escala de deformación: 761.081



Nombre de modelo: perfil c rediseño 1.8
Nombre de estudio: Estudio 2
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 7.8



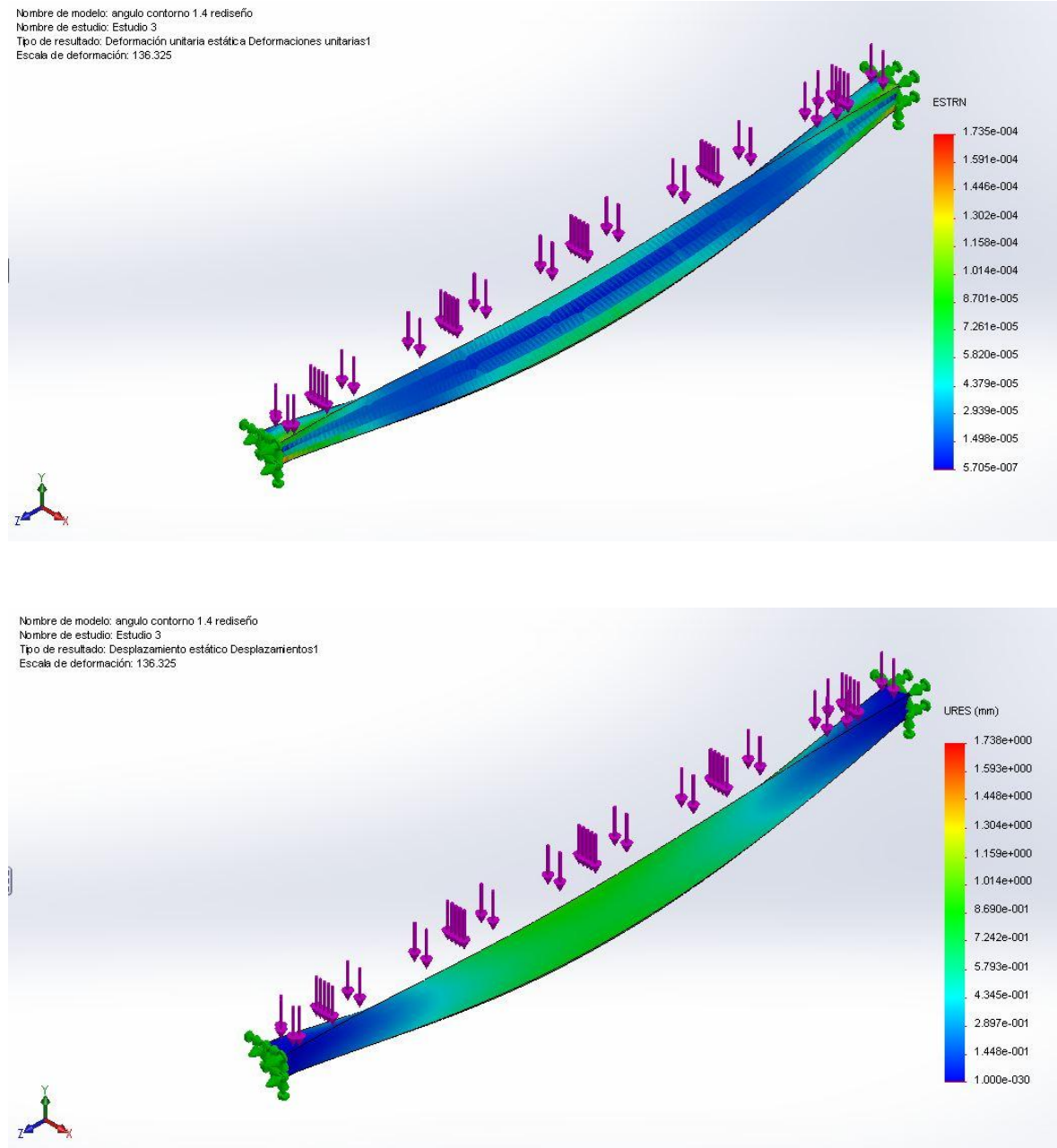
Conclusiones perfil c

Esta pieza nos muestra que al aumentar la separación entre vigas, la fuerza a soportar es mayor lo cual hace que nuestra pieza tenga un factor de seguridad de 7,8 lo cual no es el más óptimo porque aún sigue teniendo un desperdicio de

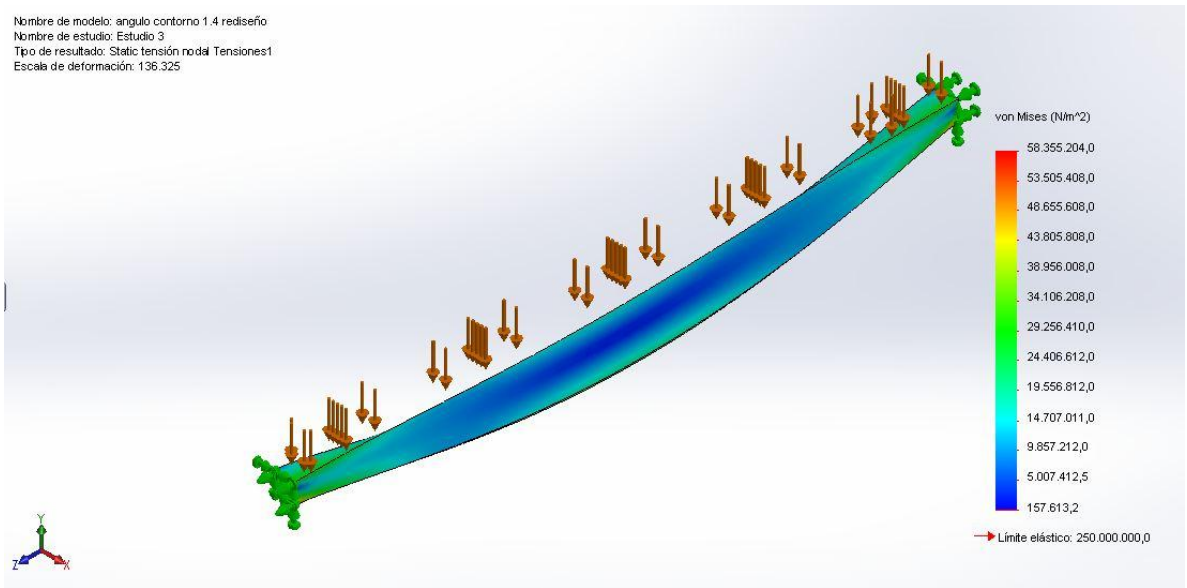
material pero es muy bajo ya que esta es la pieza más adecuada encontrada comercialmente es la que se escoge para el diseño final.

19.2 ANGULO $\frac{3}{4}$

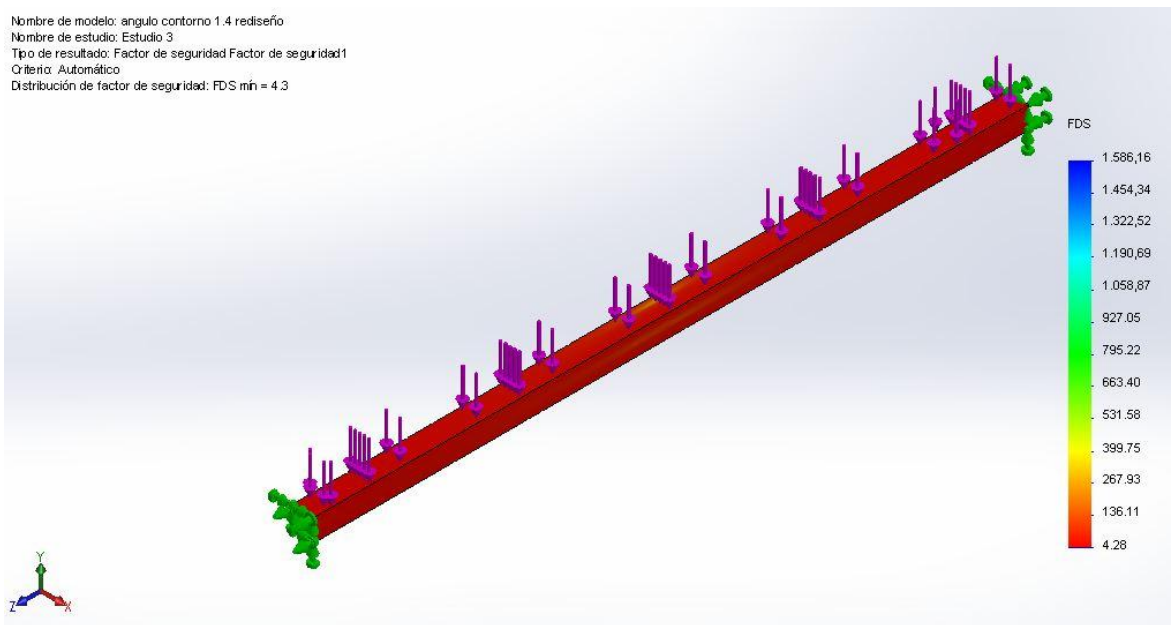
Figura 33. Angulo $\frac{3}{4}$



Nombre de modelo: angulo contorno 1.4 rediseño
Nombre de estudio: Estudio 3
Tipo de resultado: Static tensión nodal Tensiones1
Escala de deformación: 136.325



Nombre de modelo: angulo contorno 1.4 rediseño
Nombre de estudio: Estudio 3
Tipo de resultado: Factor de seguridad Factor de seguridad1
Criterio: Automático
Distribución de factor de seguridad: FDS mín = 4.3



20. CONCLUSIONES ANGULO $\frac{3}{4}$

En esta pieza podemos observar que al cambiar la separación de las vigas cambia la fuerza a soportar donde esta nos da un factor de seguridad de 4,3 lo cual quiere decir que es óptima y que hay un mínimo de desperdicio de material y es la que actualmente conseguimos comercialmente.

Conclusiones de rediseño:

Si nos damos cuenta la separación de las vigas se incrementó de 34,5 cm a 45 cm, esta separación aumento debido a la medida de las canastillas donde va a ir empacado los alimentos que son de 60 cm, y así se pudo optimizar las vigas que soportaban el peso.

El principal problema de la plataforma-piso era que se estaba construyendo de la misma manera un furgón de 6 toneladas y un furgón de 22 toneladas, siempre sin el previo estudio de las fuerzas a soportar.

Se estaba utilizando 2 clases de vigas por el temor a que no soportara muy bien el peso y esta cediera o se doblara.

con el estudio de material nos dimos cuenta que podíamos utilizar una sola clase de viga la cual iba a soportar el peso adecuado y no iba a presentar ningún daño, paralelo se estudió el sándwich de fibra triplex y espuma poliuretano la cual nos arrojó resultados donde está en sus separaciones que es donde va a estar más expuesta resiste aproximadamente 735 kg antes que se fracture, esto es conveniente en el transporte de alimentos como cárnicos especialmente cuando se transportan reses completas si alguna cae y causa un impacto no se fracture muy fácilmente, sin embargo en otra clase de alimentos se podría trabajar con un

triplex menos grueso de 6 mm para que baje el peso un poco más de la plataforma.

BIBLIOGRAFÍA

A.S.T.M. Normas de prueba. Exclusivamente para consulta

BELTRÁN, M. y MARCILLA, A.. Tecnología de polímeros. Tema 1 estructura y propiedades de los polímeros. Capítulo 3 - Propiedades comunes de los polímeros. Capítulo 5 - Comportamiento reológico de polímeros fundidos y en dilución. Capítulo 6 - Propiedades mecánicas

DAVIS, Harmer E.. Ensayo e inspección de materiales. CESA.

Disponible en: http://www.chevrolet.com.co/content/dam/Chevrolet/lat-am/Colombia/nscwebsite/es/home/buses/frr_forward/model-overview/02_PDF/ficha_tecnica_chevrolet_frr_2013.pdf

ESCACENA VENTURA, José Manuel. Caracterización de las propiedades mecánicas del aluminio 7075-T651

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. Escuela superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. unidad profesional Azcapotzalco.

KARL T. ULRICH, STEVEN D. EPPINGER. Diseño y desarrollo de productos. Editorial Mc Graw Hill, 2009. Capítulo 5 “Especificaciones del Producto”. Capítulo 6 “Generación de Concepto”¹². Análisis Bibliográfico

MANGONOT, Pat L. Ciencia de materiales selección y diseño. Editorial Prentice Hall, 2001

STUPENENGO, Franco. Materiales y materias primas. Capítulo 10, materiales compuestos.