



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA AUTOMOTRIZ

Factibilidad Técnica y Económica para la Producción de
Barras de Tiro en Ecuador

Trabajo de Graduación previo a la obtención del título de:
INGENIERO MECÁNICO AUTOMOTRIZ

Autores

Esteban José Carpio Iñiguez
Andre Mateo Chalco Orellana

Director

Francisco Torres Moscoso

CUENCA – ECUADOR

2019

Dedicatoria:

A Dios por estar conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar , a mis padres Sergio y Carolina por haberme guiado de la manera correcta en este largo camino, velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo en todo momento. A mis hermanos y tíos por acompañarme cada momento depositando su entera confianza en cada reto que se presentaba en especial a mi tía Alicia por apoyarme, guiarme y cuidarme siempre de una manera incondicional. Y de una manera muy particular quiero dedicar a mis abuelas Sara y Adela por criarme, y enseñarme valores que me caracterizan ahora.

Esteban José Carpio Iñiguez

Dedicatoria:

El presente trabajo investigativo le dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados. Les dedico a mis abuelitos Alfonso Chalco y Luz Vélez por haberme formado un hombre de bien. A mis padres, tíos por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí. A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa.

Andre Mateo Chalco Orellana

Agradecimiento:

Primeramente damos gracias a Dios por permitirnos tener tan buena experiencia dentro de la universidad, a nuestros padres por apoyarnos en este camino e impulsarnos a cumplir nuestro sueño. A los docentes que a lo largo de estos años han compartido sus conocimientos y experiencias; en especial al Ing. Francisco Torres por guiarnos en este proyecto con el cual damos por culminado esta etapa y marcamos el inicio de nuestra vida profesional.

André Mateo Chalco Orellana

Esteban José Carpio Iñiguez

Factibilidad Técnica y Económica para la Producción de Barras de Tiro en Ecuador.

RESUMEN

En Ecuador no existen estudios de diseño y análisis de partes automotrices (Autopartes). El estudio se realizó con la finalidad de producir las barras de tiro para las camionetas Chevrolet D-Max y Toyota Hilux. Iniciando con la elaboración del diseño del producto, analizado mediante un software CAE, en dos situaciones: Frenado con una fuerza de compresión de -8258.21 N y la reacción de 1682.5 N que ejerce el remolque sobre la barra de tiro, en el análisis de aceleración se lo realizó con una fuerza de tracción de 8371.77 N y con la reacción nombrada anteriormente, con un factor de seguridad de 1.44 y 1.03 respectivamente, permitiendo la fabricación de la barra de tiro, se propuso una producción por lotes (Job Shop) y finalmente se realizó un estudio de mercado que determinó que la barra de tiro es viable y rentable para su comercialización.

Palabras Claves— Barra de tiro, CAE, Autopartes, Job Shop, Comercialización.



Francisco Torres Moscoso
Director del trabajo de titulación



Robert Rockwood Iglesias
Coordinador de escuela



Esteban Carpio Iñiguez
Autor



Mateo Chalco Orellana
Autor

Technical and Economic Feasibility for the Production of Drawbar in Ecuador.

ABSTRACT

There are no design studies or analysis of automotive parts (Auto parts) in Ecuador. This study was conducted in order to produce drawbars for Chevrolet D-Max and Toyota Hilux trucks. The investigation began with the development of the product design, and the analysis of two situations through a CAE software: Braking with a compression force of -8258.21 N and the reaction of 1682.5 N that a trailer would exert on the drawbar. The acceleration analysis was carried out with a traction force of 8371.77 N and the reaction mentioned above with a safety factor of 1.44 and 1.03 respectively. This allowed the manufacture of the drawbar. A batch production (Job Shop) was proposed and a market study was conducted, which determined that the drawbar is viable and profitable for commercialization.

Keywords— Drawbar, CAE, Auto parts, Job Shop, commercialization.



Francisco Torres Moscoso
Thesis Director



Robert Rockwood Iglesias
Faculty Coordinator



Esteban Carpio Iñiguez
Author



Mateo Chalco Orellana
Author

Factibilidad Técnica y Económica para la Producción de Barras de Tiro en Ecuador.

Francisco Torres, Andrés López, Gustavo Álvarez, Damián Encalada
Esteban Carpio, Mateo Chalco

Facultad de Ciencia y Tecnología/Escuela de Ingeniería Automotriz, Universidad del Azuay
ftorres@uazuay.edu.ec, alopezh@uazuay.edu.ec, galvarezc@uazuay.edu.ec, dencalada@uazuay.edu.ec,
josecarpio93@es.uazuay.edu.ec, achalco95@es.uazuay.edu.ec

Resumen— En Ecuador no existen estudios de diseño y análisis de partes automotrices (Autopartes). El estudio se realizó con la finalidad de producir las barras de tiro para las camionetas Chevrolet D-Max y Toyota Hilux. Iniciando con la elaboración del diseño del producto, analizado mediante un software CAE, en dos situaciones: Frenado con una fuerza de compresión de -8258.21 N y la reacción de 1682.5 N que ejerce el remolque sobre la barra de tiro, en el análisis de aceleración se lo realizó con una fuerza de tracción de 8371.77 N y con la reacción nombrada anteriormente, con un factor de seguridad de 1.44 y 1.03 respectivamente, permitiendo la fabricación de la barra de tiro, se propuso una producción por lotes (Job Shop) y finalmente se realizó un estudio de mercado que determinó que la barra de tiro es viable y rentable para su comercialización.

Palabras Claves— Barra de tiro, CAE, Autopartes, Job Shop, Comercialización.

Abstract – There are not design studies or analysis of automotive parts (Auto parts) in Ecuador. This study was conducted in order to produce drawbars for Chevrolet D-Max and Toyota Hilux trucks. The investigation began with the development of the product design, and the analysis of two situations through a CAE software: Braking with a compression force of -8258.21 N and the reaction of 1682.5 N that a trailer would exert on the drawbar. The acceleration analysis was carried out with a traction force of 8371.77 N and the reaction mentioned above with a safety factor of 1.44 and 1.03 respectively. This allowed the manufacture of the drawbar. A batch production (Job Shop) was proposed and market study was conducted, which determined that the drawbar is viable and profitable for commercialization.

Keywords- Drawbar, CAE, Auto parts, Job shop and commercialization.

I. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador la barra de tiro es un producto utilizado para enganchar al vehículo cualquier tipo de carga a ser remolcada, ya sea un vehículo autopropulsado, una herramienta agrícola, un remolque de carga o publicidad [1]. En el mercado existen diferentes tipos y modelos de las barras de tiro que dependerán netamente de la finalidad específica de la barra y a la carga que será sometida.

Para este estudio se elegirá una barra de tiro sencilla que está compuesta por un tubo hueco, cilíndrico o cubico, de una longitud casi equivalente al

ancho del bastidor del vehículo, con un orificio centrado a lo largo de su estructura, encargado de acoplar la carga mediante diferentes sistemas, unida por soldadura a unas placas y estas a los largueros del chasis [2], como se muestra en la *figura 1*.



Fig. 1 Barra de tiro sencilla [2].

La capacidad de carga de la barra de tiro es un valor del esfuerzo máximo que se puede aplicar para que trabaje en las condiciones establecidas, dicha medida viene dada por el fabricante, que recomienda que la carga a ser remolcada no supere el 60% del peso del vehículo [1].

En la Universidad Tecnológica Equinoccial se realizó un diseño de una barra de tiro, donde se considera que la potencia y el torque del motor de los vehículos SUV's y camionetas al momento de halar una carga, podrán hacerlo con mayor facilidad, siendo una ventaja en relación a vehículos pequeños o de menor cilindraje.

En la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se realizó la implementación de un sistema de seguridad al frenado en un remolque, donde se analizó la barra de tiro mediante el software estructural Ansys, siendo un sistema de programas CAE para diseño, análisis y simulación de partes por elementos finitos (FEA). Los resultados que obtuvieron fueron que la máxima deformación de la barra de tiro es 3.3 mm y con el sistema que implementaron en el remolque redujeron la distancia de frenado en un 49.3% a 70 km/h con una carga de 500 kg [3].

En otros países como Brasil hay empresas encargadas de la fabricación de barras de tiro, estas están homologadas según las normas de Instituto Nacional de metrología (INMETRO) y con el Departamento Nacional de Tránsito (Contran). Tanto las normas como los reglamentos técnicos hacen

mención a las características de los productos como el tamaño, la forma, la función y el rendimiento [2].

En España el usuario al momento de adquirir una barra de tiro el instalador debe brindar una certificación que cumpla la normativa local y posteriormente esta será revisada por la Inspección Técnica Vehicular (ITV). Además, previa a la comercialización se debe realizar una prueba de fuerza dinámica de 2 millones de ciclos que simula la vida útil de la barra de tiro. En este país el mercado de la barra de tiro es netamente de trabajo [4].

En el Ecuador, la masa del remolque no debe superar los 750 kg para vehículos utilitarios y camionetas según lo estipulado en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN ISO 3833 [5].

Este trabajo determina la factibilidad técnica y económica para la producción de las barras de tiro en el Ecuador.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A) Establecer el diseño de la barra de tiro

1. Establecer los diseños existentes de barras de tiro en el mercado.

La empresa brasileña KEKO garantiza que las barras de tiro sean sometidas a simulaciones y pruebas físicas. Este producto está aprobado de acuerdo a las reglas INMETRO y a las regulaciones de Contran, respetando la originalidad del vehículo y utilizando los puntos de apoyo destinados por el fabricante en la **figura 2** se muestra un modelo [2].

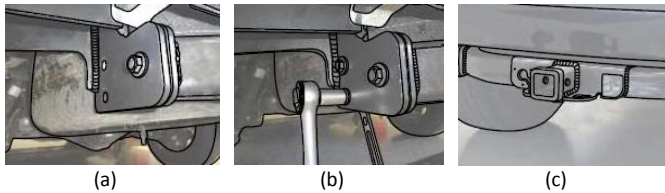


Fig. 2 Barra de tiro KEKO, en la figura (a) representa los pernos de sujeción en el chasis, En la figura (b) se demuestra el ajuste de los pernos y en la figura (c) está la barra de tiro acoplada en el vehículo [2].

Las barras de tiro producidas en la ciudad de Cuenca por diferentes talleres artesanales carecen de análisis estático estructural, ya que no existe una normativa que exija los mismos. En este tipo de análisis, las fuerzas y las características de seguridad que intervienen no son analizadas.

2. Realizar el modelo del diseño acorde a las necesidades del producto.

Para este diseño en particular se consideró un remolque de un solo eje, en el cual descansa un vehículo. La masa del vehículo y remolque es 820 kg y 740 kg, respectivamente. La carga total en la barra de tiro es de 1560 kg, ver **figura 3**.



Fig. 3 Remolque y vehículo considerados para la simulación.

2.1. Cálculo de la reacción que ejerce la carga total sobre la barra de tiro.

Para el cálculo de las reacciones que ejercen sobre la barra de tiro se ha realizado un análisis estático, donde se considera el peso del remolque y la masa a transportar. En la **figura 4** se indica el diagrama de cuerpo libre que permite analizar las fuerzas aplicadas en el remolque.

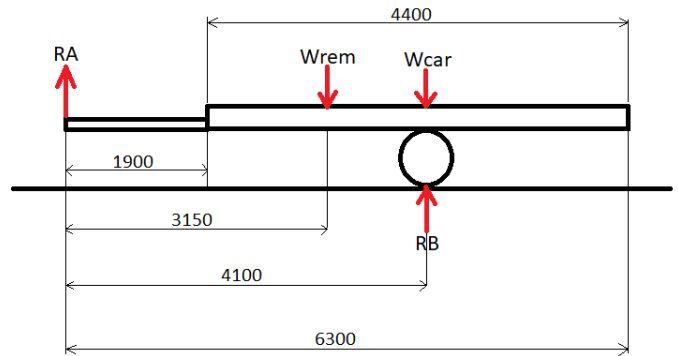


Fig. 4 Reacciones del remolque.

Mediante la sumatoria de fuerzas se concederán los siguientes datos:

Peso del remolque.

$$W_{rem} = M_{rem} * g \quad (1)$$

$$W_{rem} = 740 \text{ Kg} * 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$W_{rem} = 7259.4 \text{ [N]}$$

En donde W_{rem} es el peso del remolque, M_{rem} es la masa del remolque y la g es la gravedad.

$$W_{car} = M_{car} * dr * g \quad (2)$$

$$W_{car} = 820 \frac{Kg}{m} * 4.4 \text{ m} * 9.81 \frac{m}{s^2}$$

$$W_{car} = 35 \ 394.48 \text{ [N]}$$

Donde W_{car} es el peso de la carga, M_{car} es la masa del vehículo distribuida a lo largo del remolque, dr es la distancia en donde va el vehículo y g es la gravedad.

Con las siguientes ecuaciones se realiza la sumatoria de momentos y otra sumatoria en el eje “Y” para obtener las reacciones deseadas:

Sumatoria de momentos en el punto A anti horario positivo.

$$M = F \times d \quad (3)$$

$$\Sigma M_A \curvearrowright = 0$$

$$-W_{rem} * (3:15m) + R_B * (4.1) - W_{car} * (4.1) = 0$$

$$R_B = 40971.3 [N]$$

Donde R_B es la reacción que ejerce el peso sobre el neumático del remolque.

Sumatoria de fuerzas en el eje “y”.

$$\Sigma F_y \uparrow = 0 \quad (4)$$

$$R_A - W_{rem} - W_{car} + R_B = 0$$

$$R_A = 1682.54 [N]$$

Donde R_A es la reacción que ejerce el peso total sobre la barra de tiro.

2.2. Determinación de la fuerza de aceleración y de frenado ejercida sobre la barra de tiro.

De la ficha técnica del vehículo Isuzu D-Max, se ha seleccionado los siguientes datos, aceleración máxima, desaceleración máxima y desaceleración promedio, como explica la **figura 5** [6].

0-60 km/h	4.68 segundos
0-100 km/h	10.83 segundos
60-110 km/h	8.23 segundos
Máxima aceleración	5.15025 m/s ²
Máxima desaceleración	-10.6144 m/s ²
70-0 km/h	-5.51 m/s ²

Fig. 5 Datos del fabricante Isuzu D-Max [6].

Fuerza de tracción [7].

Es la sumatoria de fuerzas que se oponen al movimiento del vehículo (F_x).

$$F_x = f_d + R_x + R_i + R_g \quad (5)$$

Dónde f_d es la fuerza de arrastre, R_x es resistencia la rodadura, R_i es resistencia a la inercia, R_g es resistencia de la pendiente.

Fuerza de arrastre.

$$f_d = \frac{1}{2} * C_d * \rho * A * V^2 \quad (6)$$

Dónde C_d es coeficiente de arrastre, ρ es la densidad del aire, A es el área frontal, V velocidad del vehículo.

Resistencia a la rodadura.

$$R_x = f_r * m * g * \cos \theta \quad (7)$$

Dónde f_r coeficiente de resistencia a la rodadura, m es la masa total, θ es ángulo de la pendiente.

Resistencia a la inercia.

$$R_i = m * a \quad (8)$$

Dónde m es la masa total, a es la aceleración.

Resistencia a la pendiente.

$$R_g = m * g * \sin \theta \quad (9)$$

Dónde m es la masa total, g gravedad, θ es ángulo de la pendiente.

Sumatoria de fuerzas

$$F_x = f_d + R_x + R_i + R_g$$

$$F_x = 107.82N + 229.55N + 8034.39N + 0N$$

$$F_x = 8371.77N$$

Fuerza de compresión.

El cálculo de la fuerza de compresión se lo realizo con el mismo análisis de la fuerza de tracción a excepción de la resistencia a la inercia donde la desaceleración es de -5.51 m/s².

Resistencia a la inercia

$$R_i = m * a$$

$$R_i = 1560 Kg * -5.51 m/s^2$$

$$R_i = -8595.6[N]$$

Sumatoria de fuerzas

$$F_c = f_d + R_x + R_i + R_g$$

$$F_c = 107.82N + 229.55N - 8595.6N + 0N$$

$$F_c = -8258.2N$$

Con los resultados obtenidos de R_A , F_c y F_x se procede con el análisis estructural de la barra de tiro. La fuerza de tracción F_x es negativa porque se opone al movimiento del vehículo.

2.3. Diseño de la barra de tiro

Se ha realizado el modelo de la barra de tiro tomando en cuenta los puntos de apoyo que tiene el chasis del vehículo y las dimensiones dadas por el fabricante y las fuerzas y reacciones que intervienen en el cálculo. También se ha considerado la parte estética del producto en la *figura 6* se observa el modelo propuesto.

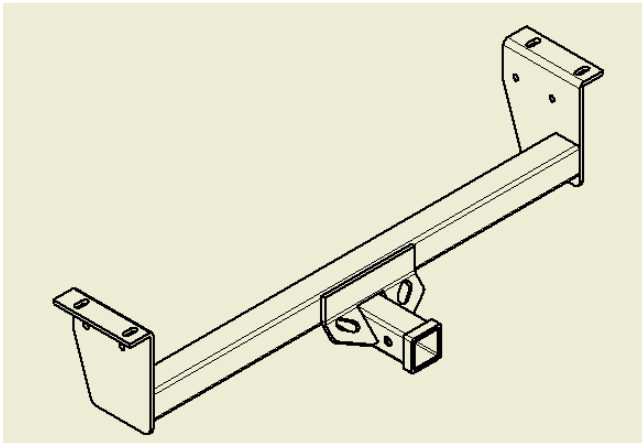


Fig. 6 Diseño de la barra de tiro.

3. Validación del diseño mediante software de simulación.

De acuerdo a la materia prima que existe en el mercado se ha impuesto un espesor de 3 mm para el tubo estructural y de 8 mm para las planchas de la barra.

La barra de tiro se ha analizado en el programa Hypermesh, con las fuerzas calculadas anteriormente en este estudio. Continuando con el análisis se creó la malla estructural del diseño propuesto en el cual se usó un mallado en 2D para las placas, para el perfil y una malla en 3D para el porta cadenas en el cual van las cadenas de seguridad del remolque y el orificio de acople de la barra la *figura 7* indica el diseño de la barra de tiro considerando los puntos de apoyo aplicados en el software.

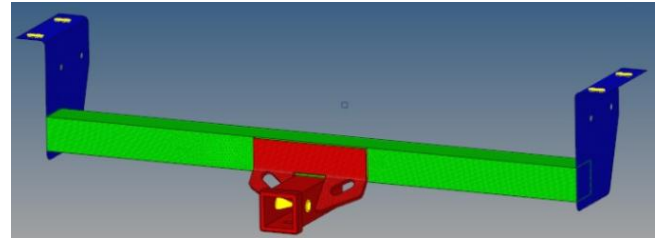


Fig. 7 Mallado de la barra de tiro.

3.1. Puntos de apoyo y fuerzas en la barra de tiro.

Los puntos de apoyo se colocaron en el chasis de las camionetas los mismos son realizados por el fabricante, las fuerzas fueron colocadas en un punto rígido que simula el pasador que une el remolque con la barra de tiro. Los apoyos y las fuerzas están expuestos en la *figura 8 y 9*.

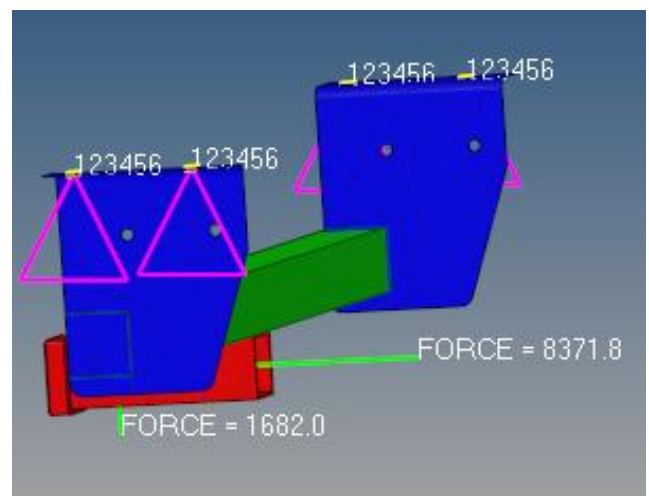


Fig. 8 Fuerza de tracción y apoyos.

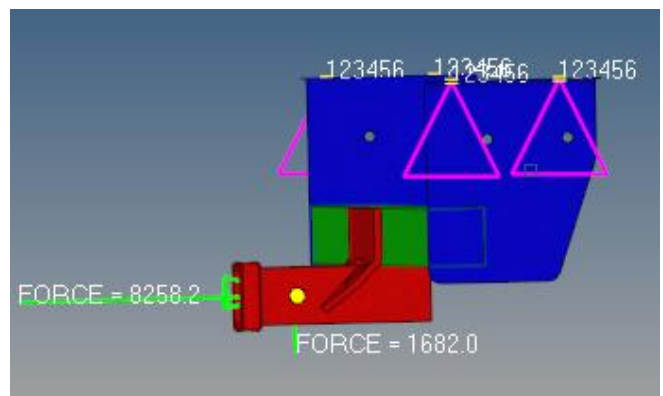


Fig. 9 Fuerza de compresión y apoyos.

3.2. Resultados de los esfuerzos de Von Mises y desplazamiento.

El esfuerzo de Von Mises se usa para predecir el rendimiento de materiales bajo cargas complejas a partir de los resultados de las pruebas de tracción y de compresión, el desplazamiento es la flexión que se produce en la mitad de una viga debido a la tracción y compresión [8].

Fuerza de compresión.

Este análisis tiene un resultado de esfuerzo de Von Mises máximo de 256MPa como se observa en la **figura 10**.

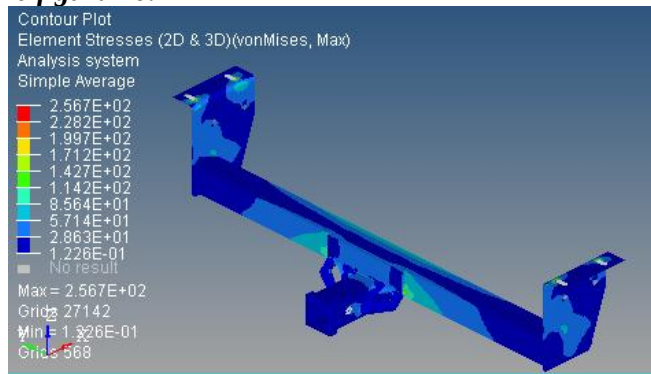


Fig. 10 Esfuerzo máximo.

En donde el factor de seguridad es:

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma_{max}} \quad (10)$$

$$\eta = \frac{370 \text{ Mpa}}{256 \text{ Mpa}}$$

$$\eta = 1.44$$

Donde S_y es Resistencia a la fluencia, σ_{max} es el resultado del esfuerzo máximo de Von Mises.

Fuerza de tracción

Fuerza a superar el motor para tirar del remolque.

Este análisis tiene como resultado un esfuerzo de Von Mises máximo de 359 MPa como se observa en la **figura 11**.

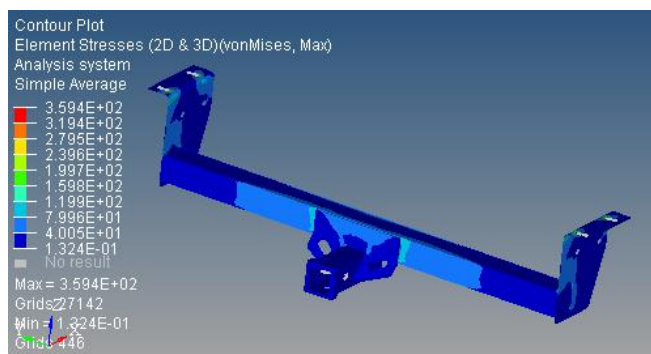


Fig. 11 Esfuerzo máximo.

En donde el factor de seguridad es:

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma_{max}}$$

$$\eta = \frac{370 \text{ Mpa}}{359 \text{ Mpa}}$$

$$\eta = 1.03$$

En el análisis de desplazamiento se realizó en cada uno de los esfuerzos seleccionados, dando un resultado de deformación máxima de 1.6mm esto quiere decir que no existe deformación en la barra de tiro como se muestra en la **figura 12**.

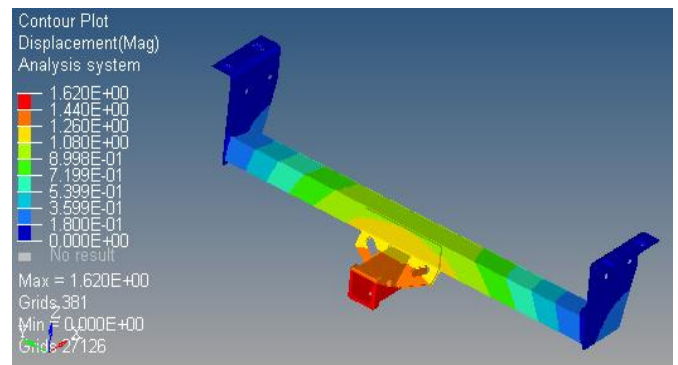


Fig. 12 Desplazamiento de la barra.

B) Seleccionar la materia prima para la producción de barras de tiro.

1. Materiales.

El abastecimiento de materiales para la producción de barras de tiro construida con acero es mediante proveedores nacionales, como son: Pro hierro, Tugalt y talleres Mejía, de lo cual la materia prima se detalla en la **Tabla I**.

TABLA I.
MATERIALES

LISTADO DE MATERIALES QUE SE REQUIEREN PARA LA PRODUCCIÓN DE BARRAS DE TIRO
Lamina de acero al carbono laminadas en caliente, ASTM A36
Tubo estructural acero negro AISI 1018 60x60x3mm
Pernos de sujeción G8 1/2 x 1 1/2plg
Postizo o Lengüeta
Bola de Remolque 1 7/8 o 2 plg
Pasador con llave

2. Selección de la materia prima.

De acuerdo a los esfuerzos obtenidos en el software se ha decidido optar por un acero AISI 1018 laminado en frio ya que tiene un esfuerzo de fluencia de 370 MPa. Debido a su alta tenacidad y baja resistencia mecánica es adecuado para componentes de maquinaria [8].

C) Definir el proceso productivo

La **Figura 13** presenta la evaluación del proceso, los puntos más importantes son establecer el diseño, realizar el análisis estructural, la selección de la materia prima, revisar las máquinas y herramientas a utilizar, establecer el modelo productivo, calcular el análisis financiero, obtener el producto final y la comercialización del producto.

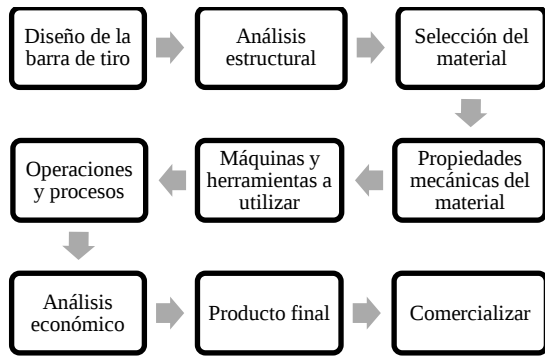


Fig. 13 Procesos de caracterización.

1. Etapa Analítica.

1.1 Definir proceso de producción

El proceso de producción que se ha definido es Job Shop (por lotes) ya que implica la producción de un número limitado de productos idénticos. Esto va de acuerdo a la demanda y especificaciones del cliente, se caracteriza por la fabricación de pequeños lotes de una gran variedad de productos con características personalizadas de acuerdo a la demanda del cliente [9].

De acuerdo a las necesidades que se tienen para la producción de la barra de tiro tenemos el siguiente listado de máquinas a utilizar ver **Tabla II**.

Tabla II.
MAQUINARIA

LISTA DE MÁQUINAS A OCUPAR
Computadora (Diseño y calculo estructural)
Cortadora de Plasma CNC (Hypertherm 105A)
Soldadora (Mic) (Lincoln 255C)
Plegadora semiautomática (Blecken CNC)
Tronzadora (Dewalt)

2. Etapa de Síntesis.

Para la etapa de síntesis se ha realizado encuestas en las concesionarias, donde se dará a cabo la comercialización del producto.

El cálculo para obtener el número de encuestas se realizó con la siguiente formula [9].

$$n = \frac{N \cdot z^2 \cdot p \cdot q}{e^2 \cdot (N-1) + z^2 \cdot p \cdot q} \quad (11)$$

$$n = \frac{5061 \cdot 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.06^2 \cdot (5061 - 1) + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}$$

$$n = 254$$

Dónde n es el número de encuestas, N es tamaño de la muestra, z es el nivel de confianza 95%, p es la probabilidad de éxito 50%, q es la probabilidad de fracaso 50 % y e es el error máximo admisible 6%

Con un número de 254 encuestas se ha obtenido los siguientes resultados:

El 92% de las personas encuestadas desean adquirir la barra de tiro como producto nacional como se muestra en la **figura 14**.

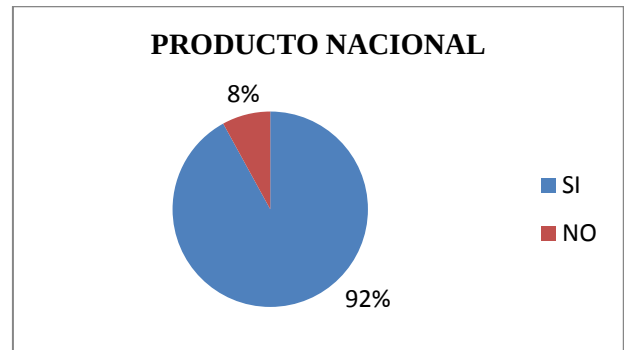


Fig. 14 Aceptación del producto nacional.

En cuanto al valor del producto el 52% de los usuarios de barras de tiro están dispuestos a pagar entre \$200-350 como se muestra en la **figura 15**.

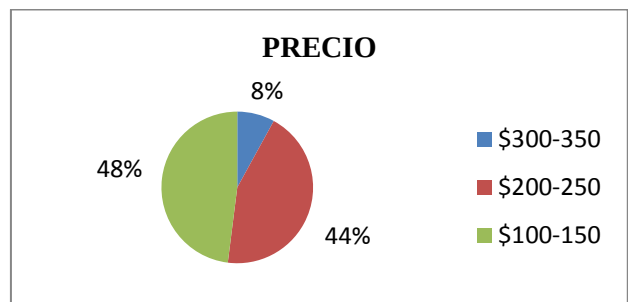


Fig. 15 Precio establecido por los encuestados.

A su vez, el 68% de los clientes que adquirieran la barra de tiro la usaran para trabajo, y desea tener una garantía de 5 años del producto. De acuerdo al resultado de las encuestas se puede asegurar que existe demanda para el producto. Realizando un estudio de las necesidades para la producción de la barra de tiro se ha tomado en cuenta la maquinaria y los insumos para obtener el costo del valor unitario de la barra de tiro ver **Tabla III**.

Tabla III.
MATERIA PRIMA

COSTOS MATERIA PRIMA			
Materiales	Cantidad	V. Unitario	Total
Tubo estructural	1	\$5,88	,\$.88
Plancha	1	\$9,16	\$9,16
Platina	1	\$0,83	\$0,83
Macho	1	\$17,00	\$17,00
Esfera de remolque	1	\$10,00	\$10,00
Pasador	1	\$4,00	\$4,00
Socket	1	\$20,00	\$20,00
Pernos	6	\$0,40	2,40
Total			\$69,27

\$69,27 es el costo de materia prima para una barra de tiro. Con la materia prima establecida se realiza el análisis para el proceso de ensamble con el costo de las diferentes máquinas a utilizar ver **Tabla IV**.

Tabla. IV.
ENSAMBLE

COSTOS MAQUINARIA				
Maquinaria	Tiempo de trabajo	V. Unitario	Cantidad	Total
Soldadora	1 h	\$0,66	20	\$13,20
Plegadora	10 min	\$1,5	3	\$4,50
Cortadora Plasma	10min	\$2,50	10	\$25,00
Pintura electroestática	2h	\$12,50	1	\$12,50
Materia prima				\$69,27
Total				\$124,47

Con estos datos establecidos se obtiene que el costo de la barra de tiro es de \$124,47 para la venta del producto ya instalado el costo estaría avaluado entre \$200,00-250,00 este valor está acorde al precio que los clientes están dispuestos a pagar.

Con los estudios realizados anteriormente tenemos que en el mercado ecuatoriano se vende anualmente 3031 camionetas Chevrolet D-Max y 2030 camionetas Hilux por lo que se tiene aproximadamente 5061 clientes con el resultado de las encuestas realizadas existen 4060 clientes que desean la barra de tiro de producción nacional [10].

3. Etapa de Acondicionamiento.

De acuerdo al análisis del mercado se optado por realizar la compra de la plancha de acero con las siguientes medidas 1.22 x 2.44 m, e = 8 mm en Talleres Mejía. El Tubo estructural acero al carbono AISI 1018 60x60x3 mm en la distribuidora Pro hierro.

En cuanto a la economía de la empresa es posible vender 4060 barras de tiro anualmente a \$250,00 cada una.

Con la optimización de materia prima tenemos una producción de 18 barras de tiro. Para el primer lote se tiene una inversión de \$2240,00 que consta de materiales y ensamble para las 18 barras de tiro.

La empresa ganará \$4500,00 en su primer lote de venta recuperando la inversión inicial y con una utilidad del 50% haciendo rentable este proyecto.

El VAN y el TIR son dos herramientas para calcular la viabilidad de un proyecto empresarial, independiente de sus características o área de desempeño. En este estudio los factores que se

tomaron en cuenta fueron: inversiones de equipos, maquinaria, gastos y costos tanto de la materia prima como del proceso de producción [11].

En conclusión el VAN es el valor actual neto y el TIR el tiempo que la empresa tardará en recuperar la inversión inicial. Dichos indicadores se observan en la **Tabla V**.

Tabla V.
INDICADORES

TIR Y VAN	
Inversión	205,548.00
Capital de trabajo	\$ 123,469.58
TRI	30%
Prueba acida	2.73
Tasa de deuda	0.03
Rentabilidad sobre ventas	54.94%
Rentabilidad económica	75.20%
Rentabilidad financiera	96.64%
VAN	\$547,002.44
TIR	136.47%

D) Comercialización de las barras de tiro

En la mercadotecnia, también llamadas las 4p's de la producción, representan los cuatro pilares básicos de cualquier estrategia de marketing: Producto, Precio, Plaza y Promoción, cuando las 4 están en equilibrio, tienden a influir y a conquistar al cliente como se muestra en la **figura 16** [12].



Fig. 16 Las 4p's de la producción [12].

El producto debe ajustarse a la demanda de los consumidores (barra de tiro), el precio de la barra de tiro debe tener una buena relación entre calidad y precio, la plaza es el lugar donde el cliente o consumidor puede adquirir la barra de tiro y la Promoción es publicidad, relaciones públicas, promoción de ventas, venta personal y redes sociales que se usan como herramientas de comunicación claves para llegar al cliente.

Es importante analizar los canales de comercialización de las barras de tiro, su estructura, flujos y función. En la **figura 17** el sistema vertical consiste en que el productor pueda distribuir al mercado mayorista, minorista y a su vez al cliente final. Este sistema es el que se ha decidido utilizar ya que con esto se puede llegar a comercializar de forma directa a las concesionarias y al cliente final, y poder tener un mercado asegurado para aumentar el número de ventas [13].

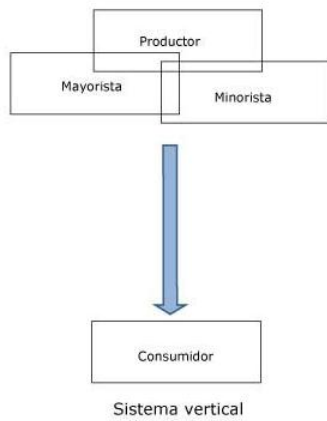


Fig. 17 Sistema vertical [13].

III. RESULTADOS

- En el análisis estructural del diseño el producto tiene un factor de seguridad de 1.03 en el análisis de tracción y de 1.44 en el análisis de compresión.
- La barra de tiro está diseñada para soportar 2000 Kg, pero el fabricante de los vehículos recomienda que el peso a remolcar no supere el 60% del peso del vehículo, por ejemplo la Isuzu D-Max pesa 2950 kg por lo tanto este vehículo puede remolcar 1770 kg con esto se puede asegurar que la barra de tiro soportará el peso admisible de la camioneta.
- En el análisis se indica la barra de tiro para la Chevrolet Luv D-Max, y aplica el mismo análisis para la Toyota Hilux, en la cual se debe hacer cuatro orificios en las placas laterales para sujetarse con el chasis, sin intervenir en los resultados del cálculo de fuerzas y esfuerzos.
- De acuerdo a las encuestas realizadas el 92% de los clientes están dispuestos a pagar un valor entre \$200,00 y \$350,00 este es un valor adecuado ya que se puede competir en el mercado nacional como en el internacional, en el caso de la barra marca KEKO de origen brasileño cuyo precio es \$360,00 y la fabricada aquí con este análisis es de \$250,00

IV. CONCLUSIONES

- El diseño fue realizado mediante un software CAD, respetando los puntos de anclaje que sugiere el fabricante, sin

alterar la originalidad del vehículo. Por seguridad la barra de tiro no debe presentar superficies cortantes para evitar lesiones a personas que manipulen el producto.

- La barra de tiro se la analizó en situaciones críticas como es a máxima aceleración con una pendiente de 33% y máxima desaceleración con una pendiente de 0 y 33% obteniendo los siguientes resultados ver **Tabla VI**.

Tabla VI.
Casos

ANÁLISIS EXTREMOS			
Caso	Von Mises	Desplazamiento	Factor de seguridad
Aceleración máxima pendiente 33%	415 MPa	1.86 mm	0.89
Desaceleración máxima pendiente 0%	551 MPa	2.45 mm	0.67
Desaceleración máxima pendiente 33%	495 MPa	2.21 mm	0.74

- Luego de varias iteraciones realizadas en el software de simulación se escogió un acero AISI 1018 laminado en frío por sus propiedades mecánicas, con un espesor de 3 mm para el perfil cuadrado y 8 mm para las placas que sujetan al chasis, teniendo un diseño no sobredimensionado.
- Con la materia prima establecida se obtuvo cotizaciones de diferentes proveedores, decidiendo el de mejor calidad y precio.
- El proceso de producción que se ha definido es Job shop
- Para la comercialización se ha propuesto un sistema vertical ya que con él se puede distribuir el producto de forma mayorista, minorista y directamente al consumidor final.
- En la parte económica de acuerdo a los estudios realizados es factible la producción y comercialización de la barra de tiro ya que con un indicador económico como el TIR se obtiene que la empresa es 136.4% rentable.

V. RECOMENDACIONES

- Respetar las dimensiones del chasis del vehículo para la elaboración de la barra, de igual manera los puntos de sujeción destinados por el fabricante.
- La continuidad de este proyecto puede ser el análisis de un remolque con freno incorporado donde variarán las fuerzas de la barra de tiro.
- Se recomienda sacar una patente de la barra de tiro para garantizar el producto comercializado y aumentar la producción de la misma sin riesgo de competencia externa.
- La barra de tiro se puede comercializar en internet, en ferias de la rama con la finalidad de abarcar un mayor mercado y posiblemente el mercado internacional.

VI. REFERENCIAS

- [1] G. Jairo, "Diseño Automotriz 3B Barra de tiro," Universidad Tecnológica Equinoccial, 2013.
- [2] "Barra de Tiro marca KEKO." 2018.
- [3] LUIS ALBERTO REYES ESPINOZA, "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD AL FRENADO, EN UNA UNIDAD DE CARGA MUY LIVIANA PARA REDUCIR LA DISTANCIA DE FRENADO, ANTE EL RIESGO DE ACCIDENTES EN SITUACIONES DE EMERGENCIA.," ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ, 2018.
- [4] MURUA, "Fabricacion, montaje y reparacion de todo tipo de remolques y enganches para vehiculos.," 2016. [Online]. Available: <http://www.remolquesmurua.es/preguntas-frecuentes/>.
- [5] ANT, "Normas y reglamentos INEN," 2009.
- [6] P. Drive, "2018 Isuzu D-Max review," 2018 *Isuzu D-Max review*, 2018. [Online]. Available: https://performancedrive.com.au/2018-isuzu-d-max-review-ls-t-ls-u-2522/?fbclid=IwAR3J408Y_o-F-7vczWl5eOuaG0iETNDMTc-cqb2YgP4dOZnBWpWCnKMQaZA.
- [7] D. V. Aparicio Francisco, Vera Carlos, *Teoria de los vehiculos automoviles*. 1995.
- [8] Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett, "Diseño en Ingenieria Mecanica de Shigley," *Diseño en Ing. mecánica*, p. 1020, 2008.
- [9] Damian Encalda, "Clasificacion de los procesos productivos."
- [10] AEADE, "Cifras de mercado automotriz ecuatoriano," Quito, 2018.
- [11] O. B. School, "VAN y TIR, dos herramientas para la viabilidad de una inversion.," 2018. [Online]. Available: <https://obsbusiness.school/es/blog-investigacion/finanzas/van-y-tir-dos-herramientas-para-la-viabilidad-de-una-inversion>.
- [12] E. B. School, *El proceso de Produccion*. 2017.
- [13] LUIS HUAYNALAYA CORDOVA, "PROCESOS BASICOS DE COMERCIALIZACION," 2009. [Online]. Available: <https://procesosbasicosdecomercializacion.blogspot.com/2009/12/procesos-basicos-de-comercializacion.html?fbclid=IwAR2KsX24SdSV7l4du1TmCkmTrKW1fdjwsVYEiDX9WX5Bbet-0dE4H8ERrLU>.