



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE TEXCOCO

INGENIERÍA EN ROBÓTICA

**ROLADORA
DE
TUBOS Y PERFILES**

TESINA

GRUPO: 10MIR1

INTEGRANTES:

- 1.- Mayen Delgadillo Amanda Citlali
- 2.- Sánchez Barranco Emmanuel
- 3.- Valentín Salas José Manuel



Índice General

Índice de Figuras	iii
Índice de Tablas	iv
Resumen.	v
Abstract.	v
Objetivo General.	vi
Objetivos Particulares.	vi
Justificación.	vii
1. Estado del Arte.	2
1.1 Dobladora y roladora de perfiles en la industria.	2
1.1.1 Roladora (calandria)	3
1.1.2 Diferencias entre curvado y rolado	5
1.1.3 Roladoras en el mercado.	6
2. Marco Teórico	12
2.1 Geometría de la Máquina	12
2.1.1 Trabajo Rodillos-Pieza	14
3. Diseño Conceptual.	20
3.1 Uso de roladoras en las distintas industrias.	20
4. Diseño a detalle.	24
4.1 Prototipo general	24
4.1.1 Componentes que deben crearse o modificarse con medidas.	25
4.1.1.1 Agarre de cilindro	25
4.1.1.2 Base de cilindro	26
4.1.1.3 Cuadrado móvil	27
4.1.1.4 Cuadrado móvil	28
4.1.2 Herramientas Externas	33
4.2. Plan de mantenimiento	52
Anexo 3. Vista explosionada superior	43
Anexo 4. Piñón motorreductor	43
Anexo 5. Bisagras	44
Anexo 6. Polea de motor	44
Anexo 7. Caja que cubre cadenas	45
Anexo 8. Polea del reductor	45
Anexo 9. Miembro estructural	46
	47

Anexo 10. Simulaciones de perfiles	48
Anexo 11. Simulación tenciones	48
Anexo 12. Simulación desplazamientos	49
Anexo 13. Simulación rodillos	49
Anexo 14. Simulación tenciones en rodillos	50
Anexo 15. Simulación desplazamiento de rodillos.	50
Anexo 16. Plan de mantenimiento	52
Referencias	54

Índice de Figuras

Figura 2. Equipo necesario para calandrado	4
Figura 4. Tubos de equipos de gimnasio	5
Figura 3. Acero para Máquinas Agrícolas	5
Figura 5. Roladora Universal para Tubos y Perfiles	7
Figura 6. Geometría de la Máquina	13

Índice de Tablas

Tabla 1. Roladoras en el mercado, costos y descripción.....	7
Tabla 2. Detalles Técnicos de Roladora Universal	8
Tabla 2. Propiedades mecánicas NTC 1560.....	9
Tabla 1. Roladoras en el mercado, costos y descripción.....	9
Tabla 3. Tolerancias NTC 1560.	9
Tabla 1. Roladoras en el mercado, costos y descripción.....	9
Tabla 4. Especificaciones técnicas ASTM A500.	9
Tabla 1. Roladoras en el mercado, costos y descripción.....	9
Tabla 5. Tolerancias ASTM A500.	10
Tabla 1. Roladoras en el mercado, costos y descripción.....	10

Resumen.

La importancia del diseño de maquinaria industrial radica en la precisión que se debe tener a la hora de crear material o máquinas para empresas ya sean grandes o pequeñas, en esta investigación se hace énfasis en la creación de una roladora de tubos y perfiles, utilizada para la creación de sillas, mesas, barandillas de autobuses, mobiliario urbano, obras de arte, chasis de bicicletas, entre muchas más.

Abstract.

The importance of industrial machinery design lies in the precision that must be had when creating material or machines for companies, whether large or small, in this research emphasis is placed on the creation of a pipe and profile bending machine, used to the creation of chairs, tables, bus rails, street furniture, works of art, bicycle chassis, among many more.

Objetivo General.

Diseñar roladora de perfiles y tubos semiautomática con conocimientos adquiridos en la carrera y seminario de Diseño de Maquinaria con SolidWorks .

Objetivos Particulares.

- Modificar una roladora de perfiles existente para acelerar el tiempo de cambio de disco y hacerla automática.
- Reducir costo de la máquina en general sin perder la calidad.

Justificación.

Se eligió una roladora de perfiles y tubos ya que es una máquina muy completa en cuanto a fabricación y así podemos aplicar elementos como chapa metálica, diversos cálculos como deformación, fuerza, ruido, entre otros. Además de que tiene varios campos de aplicación como, aeroespacial, automotriz, construcción metálica, industria de muebles, publicidad luminosa, manufactura de maquinaria, tecnología de manejo de materiales, trabajos generales en material, construcción de ventanas de aluminio, construcción de cabinas de seguridad de vehículos , ingeniería estructural en acero, industria del transporte, ferrocarriles. (Boschert México, 2017).

De igual forma buscamos proponer una mejora para que el sistema sea mucho más eficaz a la hora de cambiar los rodillos que aplican la fuerza, a su vez hacerlo seguro para el usuario y eficaz al momento de rolar algún material, todo esto realizando análisis de esfuerzos o deformaciones para saber que componentes utilizar y escogerlos de acuerdo a los estudios.



ESTADO DEL ARTE

El diseño de maquinaria es muy importante y fundamental, además de que se requieren conocimientos muy precisos para obtener un producto de buena calidad, que facilite el trabajo y producción en masa. En este capítulo se recaba la información general de las roladoras existentes .

1. Estado del Arte.

Enfocándonos en el proceso del diseño de las máquinas y utilizando el software SolidWorks como herramienta, es importante mencionar que se deben de tomar en cuenta distintos puntos como lo son, el fácil uso de la máquina, ayudando de manera significativa contar con un manual de mantenimiento para prevenir posibles fallas y paros en producción que afecten de gran forma la empresa, también se toman en cuenta los distintos materiales con los que se deben trabajar, calibres, componentes electrónicos, costos de materiales y muy importante es conocer propiedades mecánicas y estructurales, así como la realización de estudios de fuerza para conocer mejor la máquina, que no dañe el los objetos que ayudará a construir o en este caso deformar y así asegurar el correcto funcionamiento.

1.1 Dobladora y roladora de perfiles en la industria.

La técnica de curvar o doblar tubo o perfil se le llama conformado en frío, y se aplica al metal antes de ser mecanizado para darle curvatura, además de otro proceso de rolado. Este método se ha aplicado desde principios del siglo XX, y resulta muy útil, por ejemplo, para la tubería de cobre.

La curvatura de tubo o perfil es el conformado con un radio de curvatura estrecho que, en relación con el diámetro del tubo, variará desde un mínimo de 1,5 veces su diámetro hasta un máximo de 5. Este proceso se lleva a cabo con máquinas dobladoras, como la que estaremos realizando, en las que se colocan los rodillos de doblado, cuya forma se transfiere al tubo.

Por su parte, el rolado de tubos es el conformado en frío con radios de curvatura amplios que van desde las 5 veces el diámetro del tubo hasta el infinito. Se utilizan para ello las máquinas roladoras o calandrias, en un proceso que suele resultar más sencillo que el doblado.

Las técnicas antes mencionadas bien pueden aplicarse a tubos de diferente materia como; acero, acero inoxidable, aluminio, titanio, latón, etcétera. Es importante mencionar que son procesos similares pero la diferencia entre ellos es el radio de la curvatura del tubo o perfil, además de que con el curvado se puede doblar un tubo con distintos radios, a lo que se le llama radio de curvatura variable.

En general los tubos y perfiles se utilizan para apoyar, encuadrar o soportar estructuras o tuberías, además de que existen una gran variedad de tubos y perfiles de los cuales deben conocerse propiedades de los materiales, diámetro y grosor para saber la fuerza que puede aplicarse para que no se fracture el tubo o perfil. No solamente se puede trabajar para generar tuberías, sino que también para cerrajería, automoción, industria petroquímica, estructuras metálicas, etcétera.

La invención de las maquinas dobladoras al igual que muchas máquinas ayudó a acelerar y facilitar el proceso de producción y doblado de los materiales, ya que trabajan de forma electromecánica, y gracias a los avances tecnológicos y las máquinas más actualizadas utilizan tecnología FULL ELECTRIC, que permite tener agilidad y mayor repetibilidad de las piezas dobladas, adicionalmente se aseguran errores mínimos y cantidades elevadas de piezas.

Este proyecto está enfocado en realizar una máquina roladora, por tal motivo a continuación se muestra información sobre esta.

1.1.1 Roladora (calandria)

La roladora o también llamada calandria (Figura 1) es caracterizada por tener tres árboles, en cada uno de ellos se encuentra un rodillo con la forma del tubo o perfil que se quiere doblar. Estas máquinas trabajan de forma hidráulica, y en la actualidad existen máquinas más modernas que cuentan con una pantalla para poder visualizar datos y mediciones, aunque de igual forma el procedimiento puede realizarse de forma manual . Para lograr el correcto rolado de los materiales es importante decir que tanto la velocidad de los árboles como el espacio que existe entre los rodillos es ajustable.



Figura 1. Roladora de tubo y perfiles (Tecnocurve).

Aunque existen varios tipos de roladoras, los diferentes tubos que pueden ser rolados son:

- Tubos redondos desde \varnothing 11mm hasta \varnothing 154mm
- Tubos cuadrados/rectangulares con una sección transversal de mínimo 6x6mm hasta 150x100mm
- Diversos tipos de perfiles
- Tubos de acero
- Tubos de acero inoxidable
- Tubos de aluminio

Equipo necesario para el calandrado de tubos:

- Al ser un proceso simple y que no requiere demasiado tiempo no se requiere mucho equipo, es suficiente con tres rodillos especialmente formados para cada sección de tubo o perfil, a través de los cuales se hace pasar el metal para darle al tubo la forma requerida.



Figura 2. Equipo necesario para calandrado

Para perfiles metálicos abiertos existen dos soluciones:

- La fabricación de rodillos especiales para la forma determinada del perfil. (Generalmente para perfiles de aluminio complejos).
- La elaboración de piezas de nailon que, combinadas con el perfil a rolar, simulan un perfil cilíndrico cerrado.

Para tubos difíciles de conformar, en los que la estética puede verse comprometida, se utilizan, en su lugar, microesferas.

Estas no son realmente un accesorio, sino un polvo a base de microesferas, con el que se llena el tubo que será calandrado; después de haber cerrado los extremos del tubo, puede procederse con el rolado. Este proceso es muy laborioso y costoso¹.

1.1.2 Diferencias entre curvado y rolado

- La diferencia más significativa es el radio de curvatura del tubo, estrecho o amplio.
- Únicamente por medio de doblado es posible hacer que el mismo tubo metálico tenga distintas curvaturas a su largo (radio de curvatura variable).
- Durante el curvado del acero, el uso de dispositivos especiales ayuda a la calidad del tubo doblado, especialmente en los casos en los que el coeficiente antes mencionado está en el límite de la viabilidad de la producción.

Además de las múltiples diferencias de ambos procesos es importante mencionar que pueden ser combinados a la vez, ya que en muchas ocasiones distintos proyectos requieren el uso de ambos, por ejemplo; los perfiles de acero para cabinas de máquinas agrícolas (Figura 3), cuya forma requiere a su vez curvado y calandrado de todos los tubos de los cuales se compone, otro ejemplo claro es para los mandos de muchos equipos de ejercicio de los gimnasios (Figura 4).



Figura 3. Acero para Máquinas Agrícolas



Figura 4. Tubos de equipos de gimnasio

¹T.(2018,20julio).Tubosmetálicos:¿Esmejordoblarlosocalandrarlos?Tecnocurve.

Antes de que existieran máquinas tan sofisticadas como actualmente, se tenían que doblar los tubos metálicos y además por separado se rolaba para después ser soldados, actualmente el conformado se puede realizar en un solo proceso con ayuda de máquinas y cnc, sin necesidad de tener soldadura, así se acelera la producción y se evita que el material se fracture.

1.1.3 Roladoras en el mercado.

MODELO	CARACTERISTICAS	PRECIO
<p data-bbox="256 705 456 737">RAZTEC-R11</p> 	<p data-bbox="540 705 1209 1262">Dobladora multifuncional, utilizada en sectores como la construcción, decoración, agricultura y otras industrias. Su uso principal es para rolar – doblar acero inoxidable y otros aceros. La dobladora multi funcional no requiere utilizar calentamiento u otro tipo de tecnología. Nuestra maquina tiene ventajas como la uniformidad, claridad. La operación de la maquina es de diseño simple y una operación muy sencilla. Puede doblar tubería de hasta 6 metros de largo y con un diámetro de 25mm o inferior. Ideal para invernaderos, muebles, rejas, industria metal mecánica, etc.</p>	<p data-bbox="1247 705 1477 737">\$50 000.00 MX.</p>
<p data-bbox="277 1314 440 1346">RBM-30HV</p> 	<p data-bbox="540 1346 1209 1766">Esta roladora de perfiles eléctrica cuenta con una estructura de tres rodillos. Tiene la ventaja de un accionamiento de dos ejes. El eje superior se puede mover hacia arriba y hacia abajo para ajustar el diámetro de la pieza de trabajo procesada. Puede realizar procesos de doblado redondo para placas, materiales en forma de T, etc. La máquina dobladora redonda tiene una rueda de rodillos estándar, de los cuales los dos tipos de ruedas delanteras se pueden usar tanto vertical como horizontalmente. El interruptor de pedal reversible facilita la operación.</p>	<p data-bbox="1247 1314 1477 1346">\$87 599.00 MX.</p>
<p data-bbox="264 1829 451 1860">HRBM-40HV</p>	<p data-bbox="540 1829 1209 1892">Su estructura es completamente sólida, está construida en acero, esta roladora hidráulica tiene</p>	<p data-bbox="1247 1829 1477 1860">\$199 999.00 MX.</p>

 <p>HRBM-40HV Roladora de Tubos, Perfil y Sección Motorizada con control hidráulico.</p>	<p>mayor potencia que las roladoras simples y convencionales. El rodillo superior es desplazado verticalmente mediante un poderoso sistema hidráulico. Puede posicionarse en modo vertical y horizontal facilitando el rolo de piezas de grandes dimensiones en espacios reducidos. El panel con los botones procura la seguridad de operación de la máquina.</p>	
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Tabla 1. Roladoras en el mercado, costos y descripción.

1.1.4 Roladoras de Tres Rodillos

Las roladoras de tres rodillos son de mucha utilidad, pueden ser de rodillos simétricos o asimétricos, el rodillo superior es fijo y los dos inferiores tienen movimiento rotatorio que dependen uno de otro, lo que hace posible el curvado de la pieza, consiguiendo los diámetros requeridos, esta máquina es con la que estaremos trabajando.

1.1.4.1 Roladora Universal para Tubos y Perfiles

Formada por tres rodillos, construcción de acero templado, dos rodillos tienen movimiento, independiente uno de otro y uno tercero fijo. Flexión de precisión utilizando 3 rodillos de accionamiento motorizado, permite maquinado horizontal y vertical, sus componentes hidráulicos son fabricados por los principales fabricantes (Bosch, Rexroth), ejes de acero, templados y rectificadas, tope de deslizamiento de husillo automático (pantalla digital) para ajuste de profundidad, control hidráulico para rodillo superior y construcción de engranajes de una pieza (Figura 5).²



Figura 5. Roladora Universal para Tubos y Perfiles

Fuente: www.gauchito.net/verproductos.asp

² www.gauchito.net/verproductos

DETALLES TECNICOS				
	Unidades	GTO40HV	GTO50	GTO50HV
Diámetro del rollo	mm	40	50	
Potencia		1.5kw/2HP	2.2kw/3HP	
Velocidad del husillo	rpm	9.3	13	
Dimensión de embalaje	mm	1400x950x340	1000x820x1550	
N.W./G.W.	kg	425/495	450/582	

Tabla 2. Detalles Técnicos de Roladora Universal

Fuente: www.gauchito.net/verproductos.asp

1.1.4.2 Rodillos para soldar: Materiales

Los elementos más importantes de la roladora son los rodillos, el material de lo que están realizados son de acero AISI 1018, AISI C 1045, debido a que están en constante desgaste y si aplican fuerzas grandes se usa AISI 4340 ya que están hechos para remplazar rápida y fácilmente.

1.1.5 Ficha Técnica de Tubería Estructural

Los tubos de acero al carbón están dentro de la norma NTC 1560, y en la siguiente tabla se muestran las especificaciones técnicas que deben seguirse.

Propiedades Mecánicas	
Características	Valores Mínimos
Esfuerzo de Fluencia	176 Mpa (25 000 psi)
Esfuerzo de Tensión	268 Mpa (38 000 psi)
Porcentaje de Elongación	21%

Tabla 2. Propiedades mecánicas NTC 1560.

Tolerancias	
Longitud	-5mm, +20mm
Diámetro	±0.1524mm
Espesor de pared	De acuerdo con NTC 7 o NTC 3940

Tabla 3. Tolerancias NTC 1560.

Tomando en cuenta la normatividad NTC 1560 se toma en cuenta de igual forma las normas ASTM A500 y NTC 4526 para la resistencia de fluencia, tracción y elongación, y así saber el tipo de pistón que se necesitará ocupar para los rodillos, y poder doblar perfiles y tubos.

ASTM A500		Resistencia a la Fluencia, min.		Resistencia a la Tracción, min.		Elongación, min.
		MPa	psi	MPa	psi	%
Redondo	Grado A	230	33000	310	45000	25
	Grado C	315	46000	425	62000	21
Cuadrado y Rectangular	Grado A	270	39000	310	45000	25
	Grado C	345	50000	425	62000	21

Tabla 4. Especificaciones técnicas ASTM A500.

Tolerancias	
Longitud \leq 6.5m	-6mm, +13mm
Longitud $>$ 6.5m	-6mm, +19mm
Espesor de pared	\pm 10%

Tabla 5. Tolerancias ASTM A500.



MARCO TEÓRICO

El uso de roladoras en múltiples áreas facilita de manera significativa el trabajo y ahorra el desperdicio de material por una ruptura o por la manera automática como hoy en día puede realizarse.

2. Marco Teórico

En esta investigación se demostrarán los conocimientos adquiridos a través de la carrera y el seminario de Diseño de Maquinaria impartido en el último semestre de esta, para dar a conocer los conocimientos seleccionamos una roladora de perfiles y tubos, ya que consideramos cuenta aspectos muy importantes a resaltar en la elaboración de cualquier proyecto.

Anteriormente se contaba ya con roladoras manuales que facilitaban el trabajo del hombre en gran cantidad, pero con el paso de los años esto ha cambiado y mejorado de manera exponencial el trabajo que se puede realizar en corto tiempo y la precisión de los doblados y ángulos. Si bien es cierto que las máquinas de ahora tienen un costo más elevado, igual reduce el costo de operaciones y fallos que puedan presentarse. Se diseñará una roladora semiautomática, y de igual forma se propondrá una mejora que ayude a reducir costos y agilizar el cambio de los discos para perfiles, a su vez acero seguro y ergonómico para su uso, considerando las propiedades los materiales con los que la máquina está diseñada para trabajar.

2.1 Geometría de la Máquina

Para diseñar una roladora de forma adecuada es importante tomar en cuenta diferentes cálculos o geometrías como radios y ángulos ³(Figura 6), principalmente de los rodillos que son piezas fundamentales para lograr el trabajo deseado.

R = radio de rodillo superior

r = radio de rodillos inferiores

L = distancia entre centros de rodillos inferiores

α

= ángulo comprendido entre la línea de simetría y línea de centros superior e inferior

³ Gangotena Rodrigo "Análisis del Doblado con Rodillo". EPN/Tesis/1 986

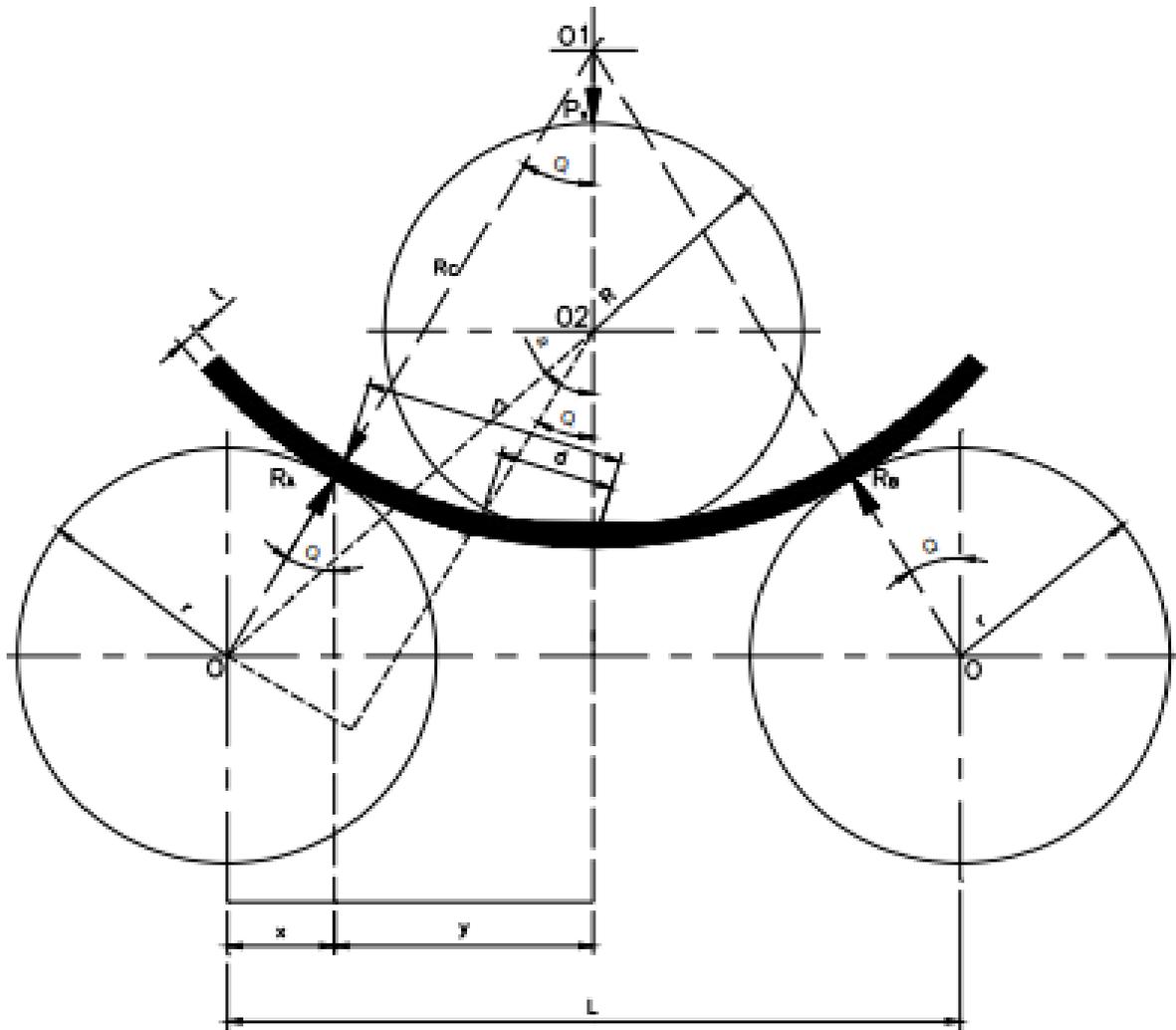


Figura 6. Geometría de la Máquina

Fuente: Gangotena Rodrigo “Análisis del Doblado con Rodillo”. EPN/Tesis/1 986

2.1.1 Trabajo Rodillos-Pieza

Conocer los parámetros para determinar la fuerza de doblado, espesor de material para doblarse y radio de curvatura de la pieza doblada. Y utilizamos lo siguiente:

P_s = fuerza de doblado aplicada en el eje de simetría

RA y RB

= reacciones a la fuerza de doblado que aparece radialmente en los rodillos inferiores

$\theta =$

ángulo comprendido entre la norma al rodillo en el punto de contacto con la lámina y la vertical

Mediante análisis geométrico se determina:

$$\theta = \alpha - \text{Cos}^{-1} \left[\frac{2(R+r+e)\text{Sen}\alpha}{L} \right]$$

Ya que diseñaremos y se harán modificaciones a la roladora, es importante que se tengan estudios de ingeniería de diferente tipo para asegurar que la máquina sea segura y cumpla con sus funciones sin tener ningún error o un margen mínimo, además de tener muy presente que al ser una máquina semiautomática se va a tener que controlar por humanos, debe hacerse muy segura para no tener accidentes de ningún tipo y ser muy precavidos en todos los sentidos posibles.

2.2 Herramientas de SolidWorks.

Para la realización correcta de nuestra máquina es importante que se utilicen todas las herramientas posibles en digital para antes de fabricarla y así evitar gastar material o atrasar el proceso de producción, en este caso utilizamos SolidWorks como software ya que ofrece múltiples opciones, entre ellas; miembro estructural, chapa metálica, soldaduras, simulaciones, croquis, planos, entre otros que fueron utilizados en este proyecto.

2.2.1 Miembro estructural

Son elementos constructivos como perfiles de acero que nos van a ayudar a soportar una carga y tensión, así que son el apoyo o funcionarán como un soporte para una carga. Para poder seleccionar que tipo de miembro estructural se va a utilizar, es importante tener en cuenta tres puntos:

- *Peso de la estructura:* peso de piezas metálicas para no tener afectaciones por una rigidez baja, en el mercado existen múltiples vigas y perfiles industriales, por lo que debe tomarse en cuenta el tamaño, aspectos y características de la estructura de acuerdo con la funcionalidad que se le dará.
- *Cargas de funcionalidad:* carga que se va a soportar con la estructura. También es importante que se tome en cuenta el peso que se va a soportar para saber si se requieren soportes o algún elemento extra que ayude a que la estructura sea resistente de acuerdo con el rol que va a cumplir o se le tiene definido.
- *Variables exteriores:* temperatura, clima o vibraciones.

Aplicaciones principales, se encuentran en el área civil como arquitectónicas, en maquinaria para estaciones de trabajo o áreas de control, herramientas para la industria u hogar.

Las ventajas que ofrece SolidWorks al contar con miembro estructural son:

- Diseño de estructuras, donde se encuentra soldadura y permite desarrollar de forma sencilla y rápida los elementos.
- Personalización, en el software se ofrecen distintos perfiles comerciales, pero de ser necesario el usuario puede crear sus propios perfiles para adecuarlos al trabajo que necesita.
- Análisis, dentro de esto podemos ver las simulaciones que se retomarán de forma específica más adelante.
- Documentación, croquis para fabricación y plasmado en materiales.

Formas comunes:

Perfiles fabricados generalmente con ASTM A500 y con medidas normalizadas de acuerdo con ASTM.

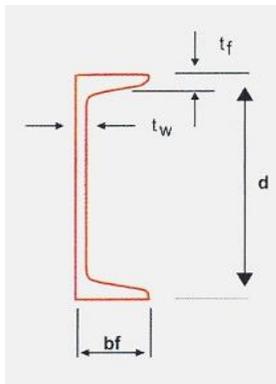


Ilustración 3 Plano de Canal tipo C

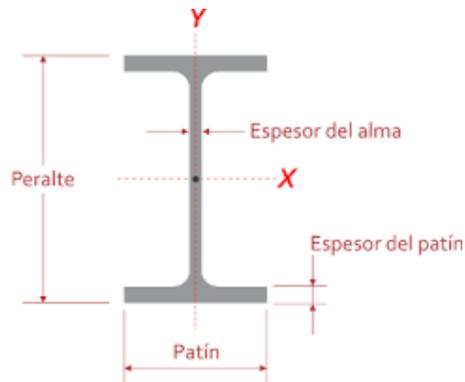


Ilustración 2 Perfil tipo I

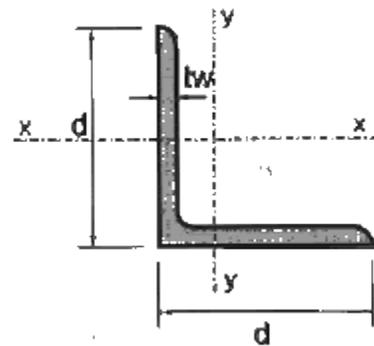


Ilustración 1 Angulo

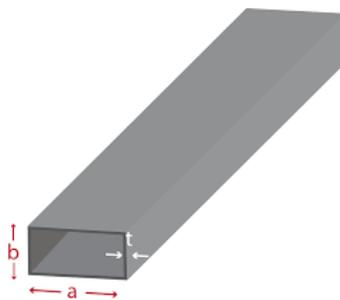


Ilustración 4 Perfil Rectangular



Ilustración 5 Perfil Cuadrado

2.2.2 Soldadura

Se realizan de tan forma que al momento de hacer los planos de fabricación sean de fácil entendimiento.

Aplicaciones en la industrial: para unir piezas de gran calibre, y formar estructuras muy fuertes y grandes, así se mantiene la resistencia de los materiales, de igual forma se pueden unir perfiles, tuberías y chapa metálica.

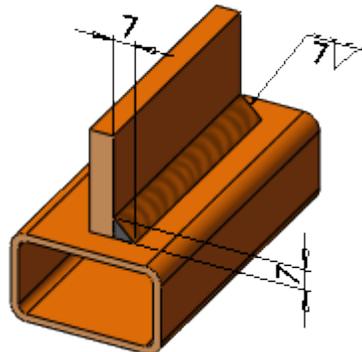


Ilustración 6 Muestra de soldadura en perfiles

2.2.3 Planos

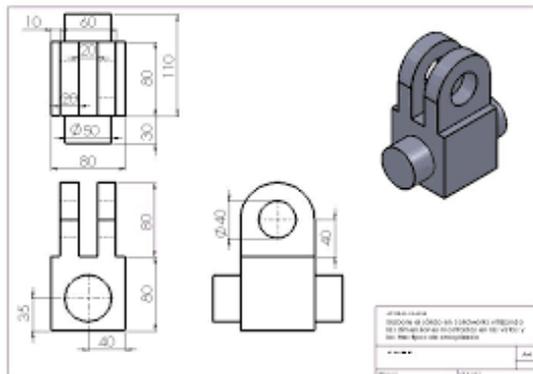


Ilustración 7 Plano en SolidWorks

Esta herramienta es fundamental para proyectar las piezas que se van a crear, ya que nos permite acotar de forma sencilla para que la persona encargada de la manufactura pueda entender fácilmente, además de que facilita el proceso de documentación basado en normatividad.

2.2.4 Simulaciones o estudios

- Estudio estático o de tensión: para calcular desplazamientos y fuerzas de creación, deformaciones unitarias, tensiones y la distribución del factor de seguridad.
- Estudio de frecuencia: si nuestra estructura está expuesta a vibraciones de ciertas frecuencias ya sean naturales o resonantes, con este análisis se pueden evitar fallos por tensiones excesivas a causa de la resonancia, y también nos dan información sobre solución de problemas.
- Pandeo: calculamos desplazamientos amplios y repentinos debido a las cargas axiales.
- Térmico: calcula la distribución de temperaturas y flujo de calor por mecanismos de conducción, convección y radiación, así evitamos condiciones térmicas no deseadas como sobrecalentamiento.



DISEÑO CONCEPTUAL

La roladora de tubos y perfiles necesita un motor para girar los rodillos con los que se realiza el trabajo, además de contar con un sistema hidráulico, por tal motivo es importante considerar los esfuerzos que estos tienen y las fuerzas que actúan en el mecanismo.

3. Diseño Conceptual.

Para tener un mejor panorama de los componentes que se utilizarán y el desarrollo que seguiremos de acuerdo con el diseño de la máquina, a continuación, se presentan especificaciones y características principales de los mismos. En este capítulo se mencionan los conocimientos necesarios para la creación y metodología que seguiremos.

3.1 Uso de roladoras en las distintas industrias.

Con frecuencia, en los procesos de la creación de un proyecto surge la necesidad de darle una curvatura a ciertos perfiles para dar una determinada solución al diseño del proyecto. A partir de lo anterior se plantea esta solución para poder resolver esta tarea.

El uso de esta roladora se puede ver en la industria constructiva, en la creación de domos para cubrir un espacio amplio.



Ilustración 8 Perfil curvo en puentes

Otro uso en esta industria de construcción es la creación de anillo para castillo de concreto redondo



Ilustración 9 Perfil curvo en construcciones

3.2 Soldadura.

La soldadura es un proceso de fijación de dos o más piezas (normalmente de metal) que mediante calor y/o presión se funde parte de dichas piezas o se añade un material de aporte, se juntan y al enfriarse se produce la unión de ellas.

La soldadura se puede llevar a cabo a través de diferentes métodos, que dependerán del tipo de material que se utilice, la fuerza que se desee obtener entre las uniones, entre otros. Puede ser con y sin aporte de material a las piezas unidas, donde el material de aporte es de igual o diferente tipo a las partes a unir. Es importante considerar que la soldadura cambia la estructura física de los materiales que se sueldan, debido a que cambia alguna de las propiedades de los materiales que se están uniendo.

Existen una gran variedad de tipos de soldadura. A continuación, te presentamos los principales tipos usados comúnmente en la industria y en las tareas de construcción:

Nombre	Descripción	Imagen
La soldadura MIG.	El proceso de MIG, también conocida como soldadura por arco gas metal (GMAW, por sus siglas en inglés) es ideal para unir aceros suaves, aceros inoxidable y aluminio.	
Soldadura por arco	La soldadura SMAW (por sus siglas en inglés) Este tipo de soldadura puede ser utilizada para la manufactura, la construcción y algunas reparaciones.	
Por gas.	Consiste en mezclar oxígeno y gas acetileno para crear una llama capaz de derretir los metales.	

<p>La soldadura TIG.</p>	<p>También conocida como GTAW por sus siglas en inglés, este es el tipo de soldadura adecuado para utilizar cuando se requiere un trabajo de alta calidad de acabado que no necesite de mucho trabajo de limpieza</p>	
--------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------

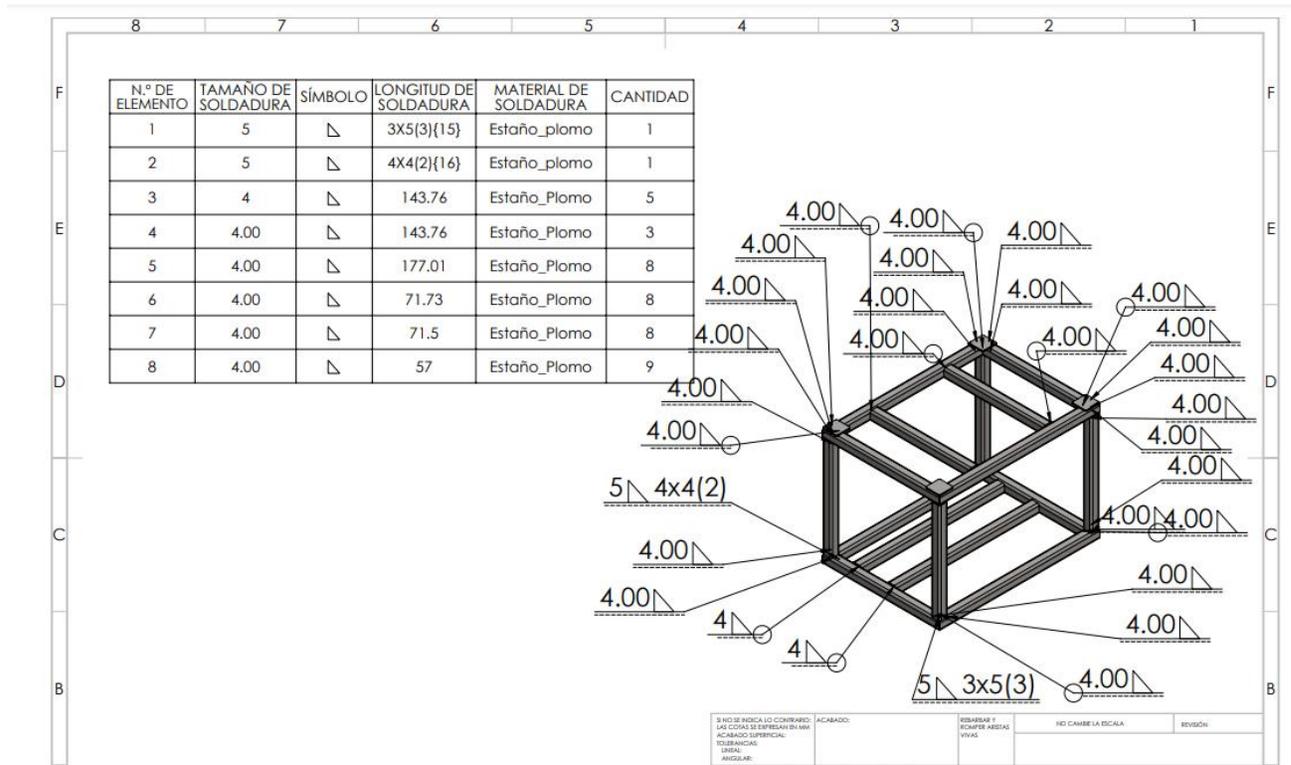


Ilustración 10 Plano Base Perfil

En este plano se muestra la base hecha con perfil cuadrado 40x40x4mm con las referencias de soldadura para que al manufacturarse se indique que tipo de soldadura se aplicara y la posición exacta.



DISEÑO A DETALLE

En este capítulo se muestra el diseño de forma específica, simulaciones y planos de cada una de las piezas, demostrando lo aprendido en el seminario de Diseño de Maquinaria.

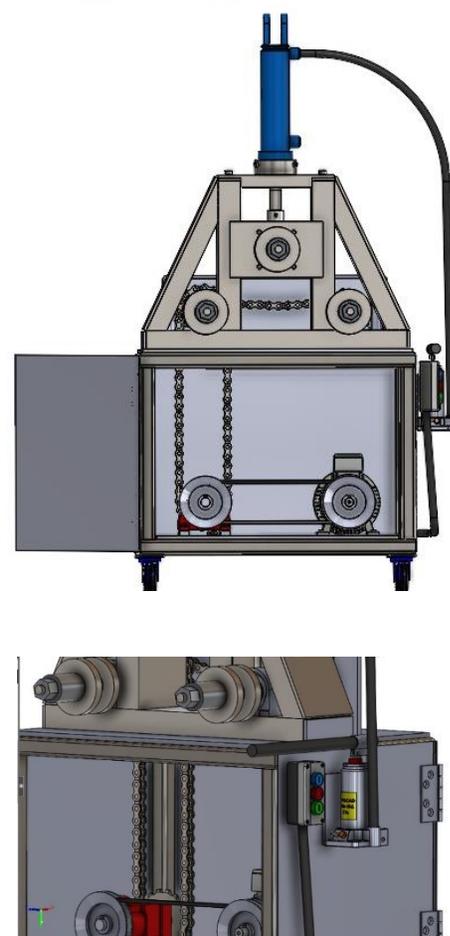
4. Diseño a detalle.

Se presentan los planos, costos, materiales, simulaciones y cálculos necesarios para la roladora de perfiles y tubos (véase anexo 1).

4.1 Prototipo general

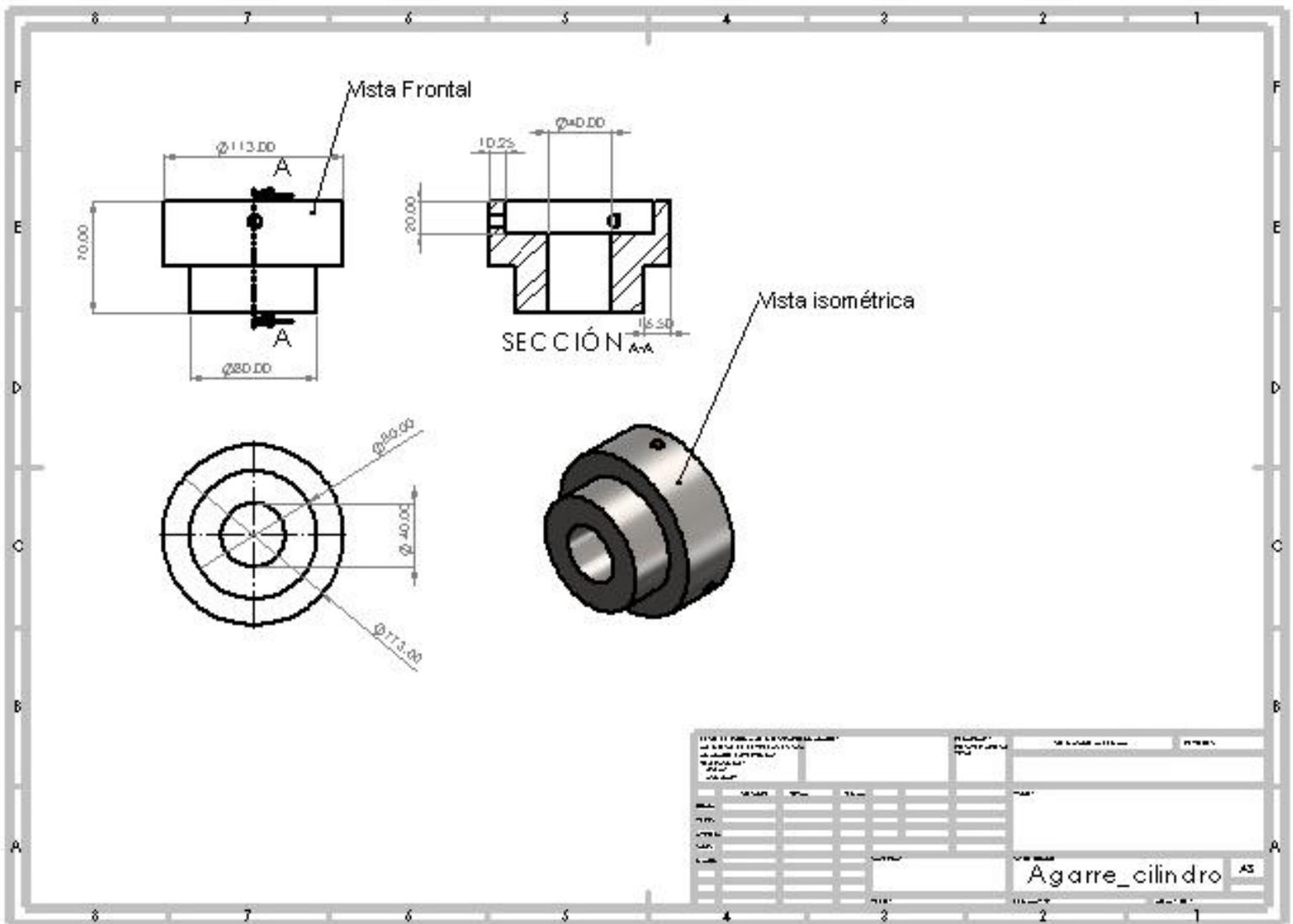
Haciendo uso del software de diseño SolidWorks se crearon las piezas que conforman la roladora de tres rodillos, a continuación, se muestran los componentes requeridos para lograr un ensamblaje exitoso.

Componentes generales por sección	Cantidad
<i>Mecanismo</i>	
Motor de 2.2kW(3HP) x 1440 RPM	1
Reductor de velocidad 1:102	1
Piñón	2
Polea	2
Cadena	2
Banda	1
<i>Sistema de control</i>	
Pistón	1
Manguera	1
Gato hidráulico	1
Botonera	1
Inversor de giro	1
<i>Estructura</i>	
Perfil Cuadrado	4
Lámina calibre 14 y 5/16"	6
Tornillería	60
Ruedas	4

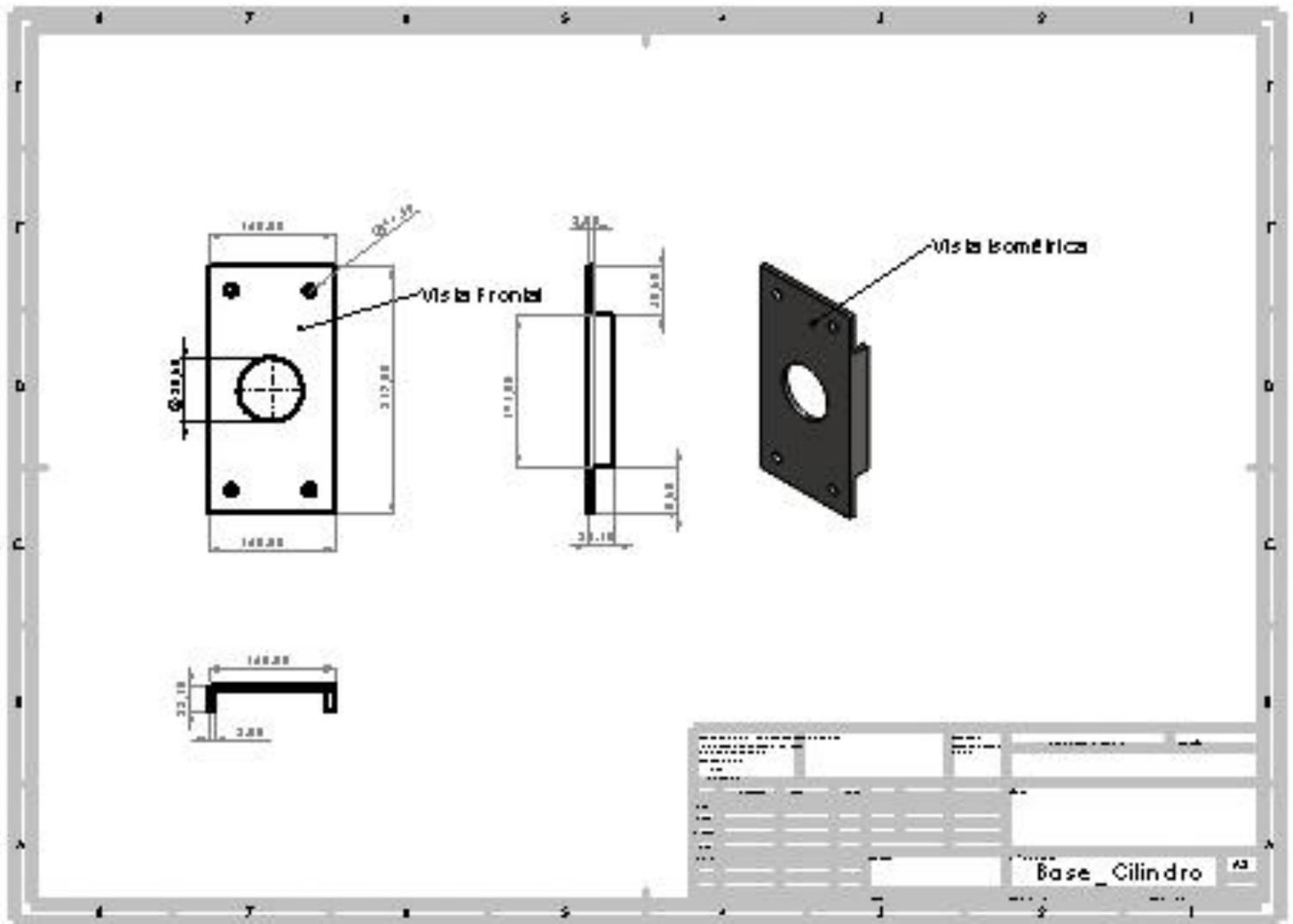


4.1.1 Componentes que deben crearse o modificarse con medidas.

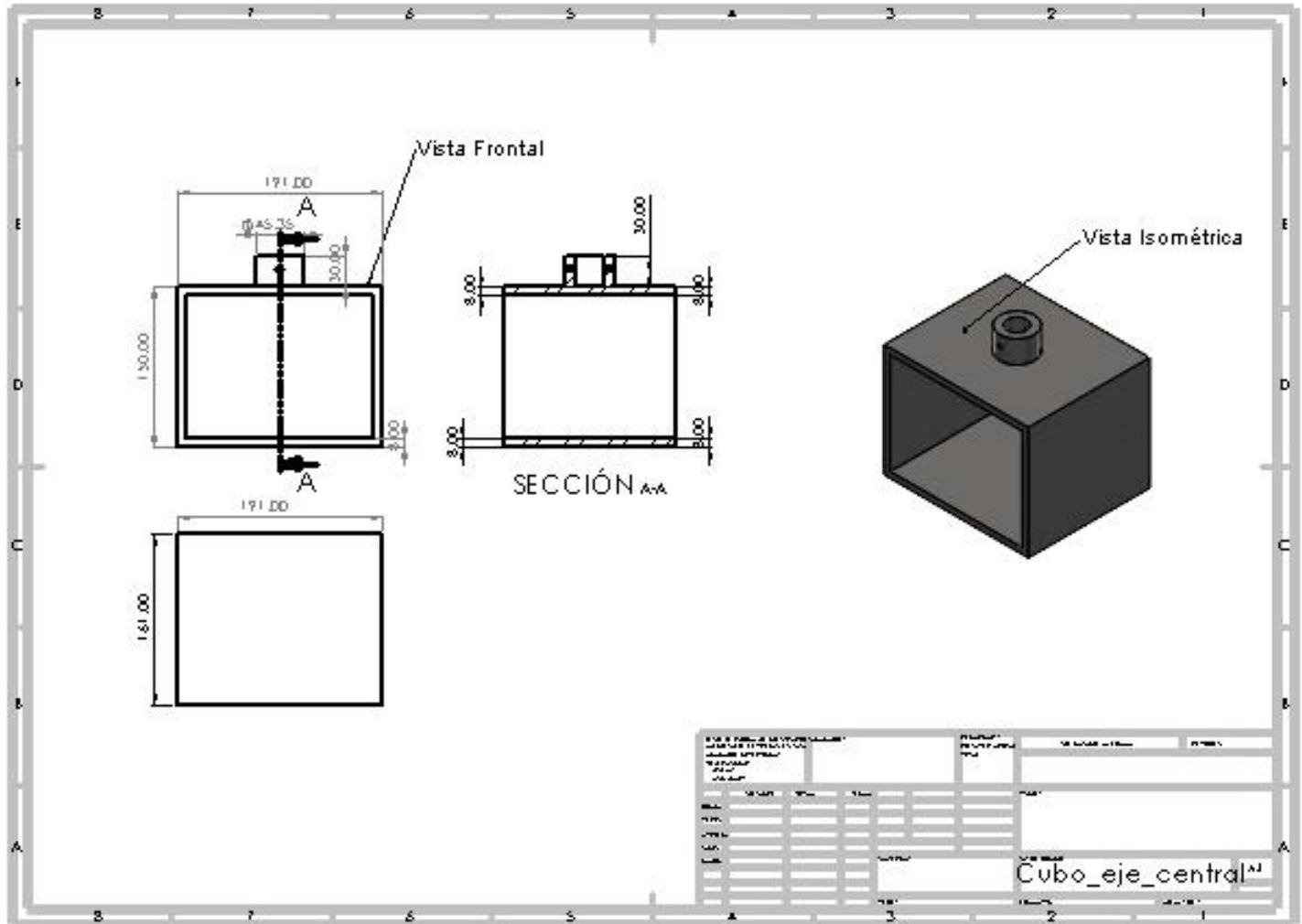
4.1.1.1 Agarre de cilindro



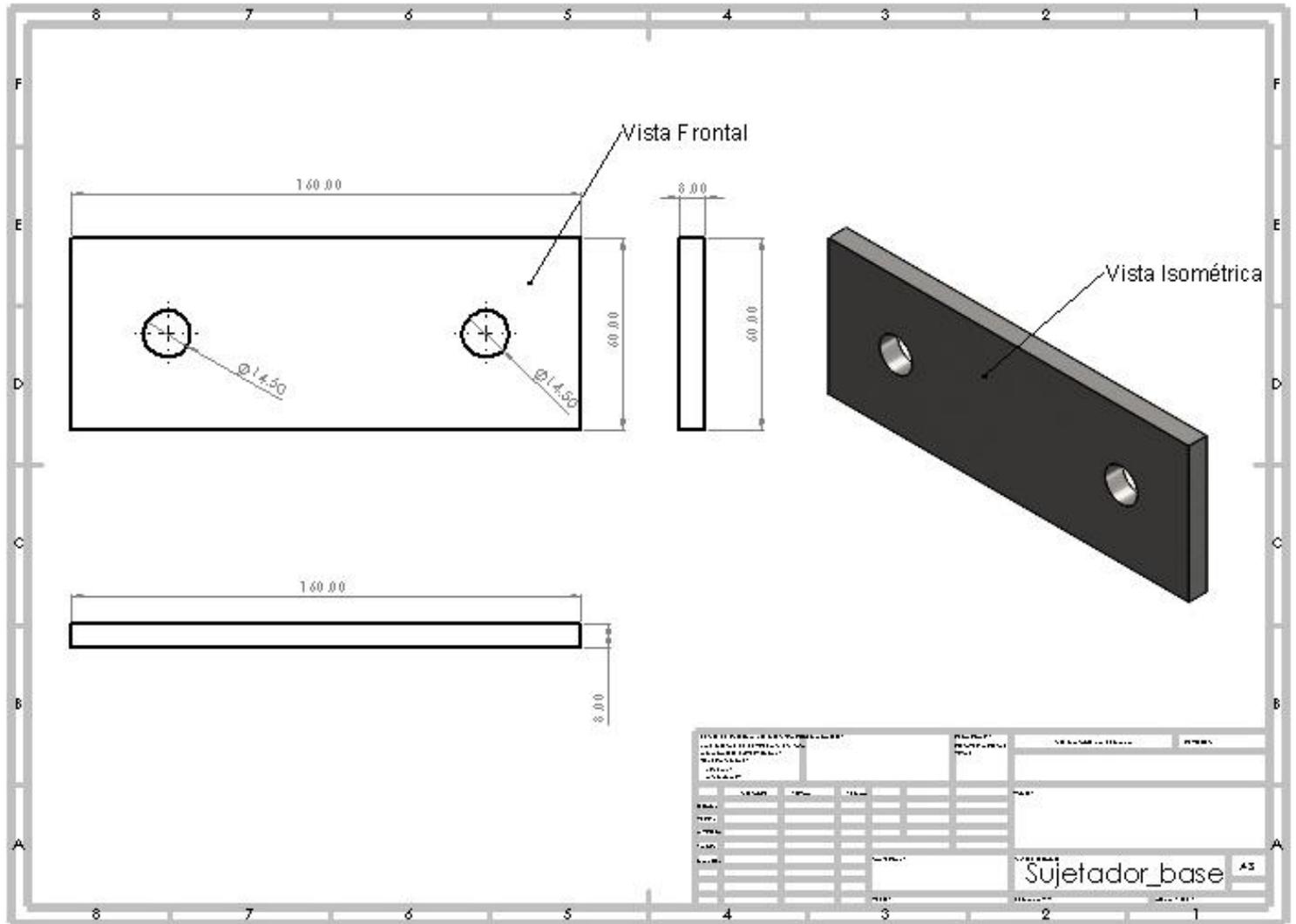
4.1.1.2 Base de cilindro



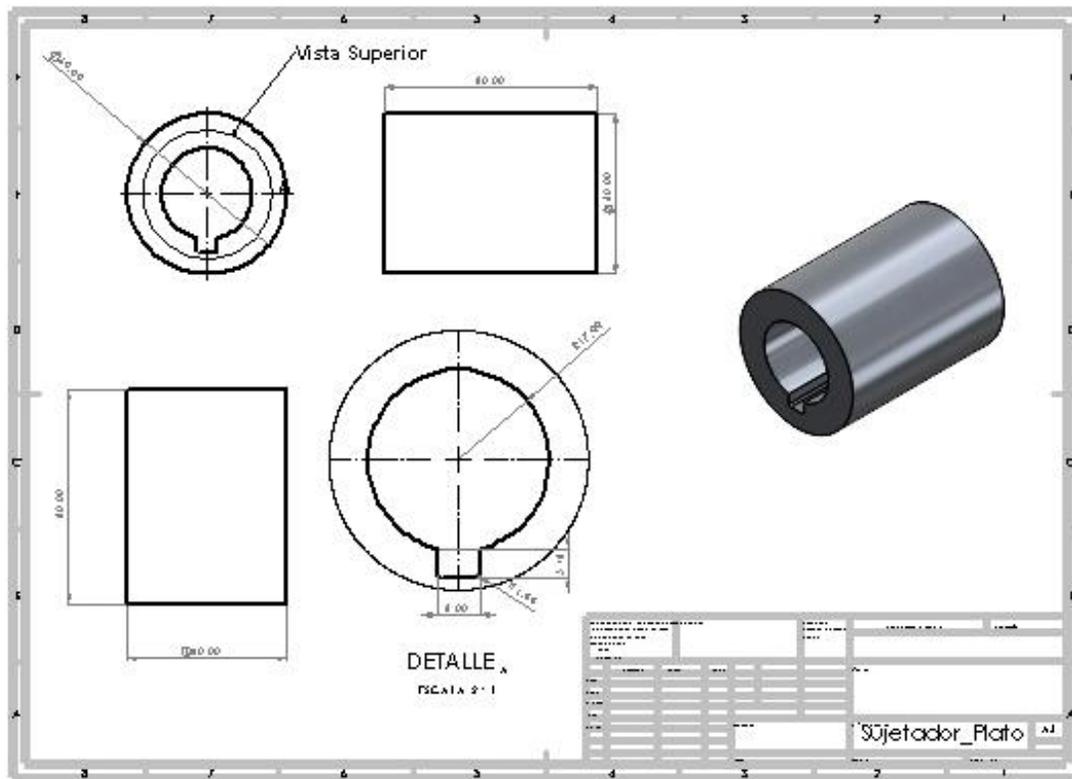
4.1.1.4 Cuadrado móvil



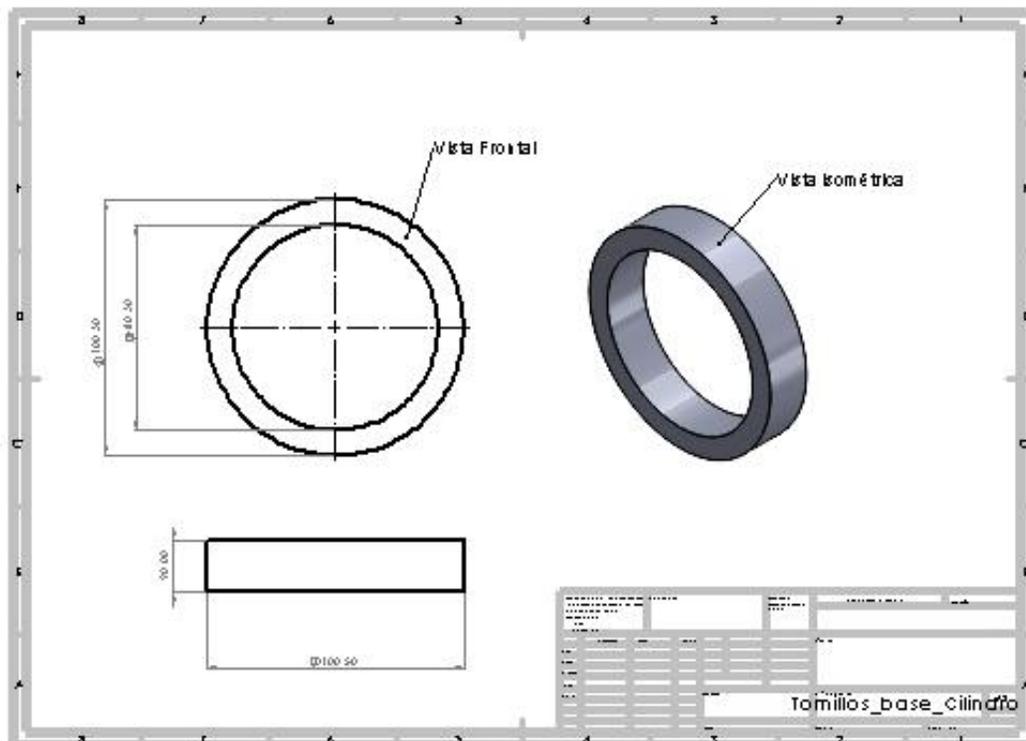
4.1.1.6 Sujetador de base



4.1.1.7 Sujetador plato



4.1.1.8.1 Tornillos base de cilindro



4.1.2 Herramientas Externas

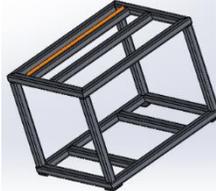
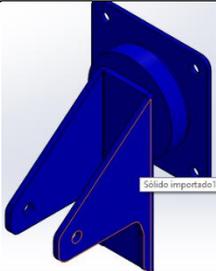
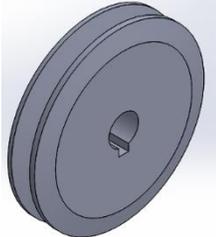
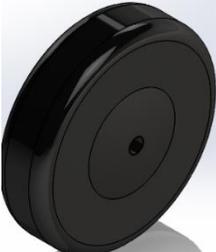
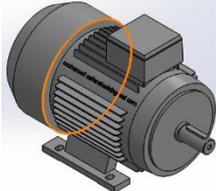
Fresadora de banco	
Torno	
Escuadras	
Taladro	
Planta de soldar	
Esmeril	

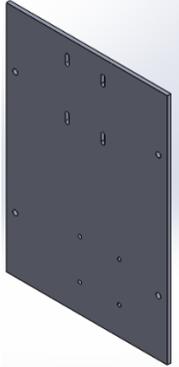
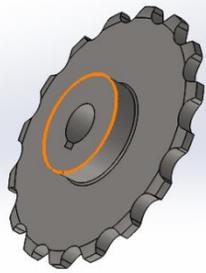
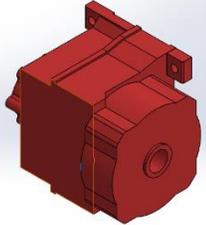
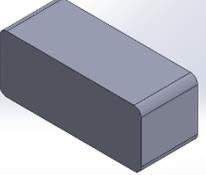
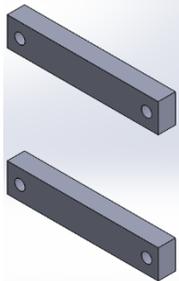


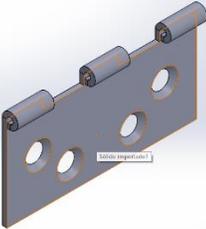
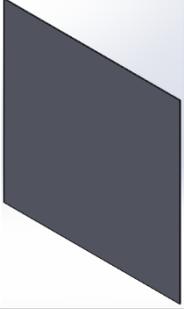
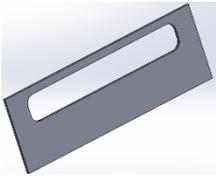
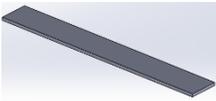
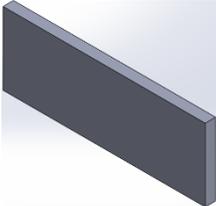
ANEXOS

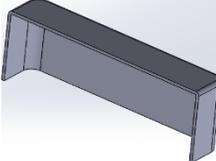
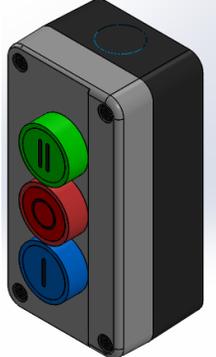
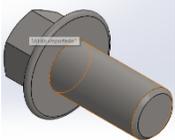
Se presentan los anexos de figuras, materiales y simulaciones del proyecto.

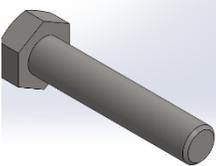
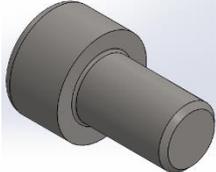
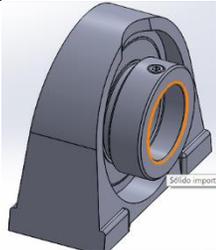
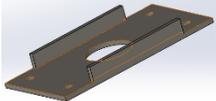
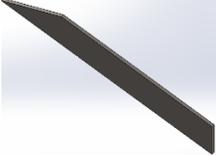
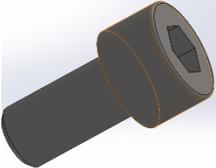
Anexo 1. Lista de componentes seleccionados, descripción e imagen.

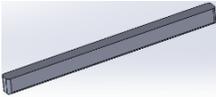
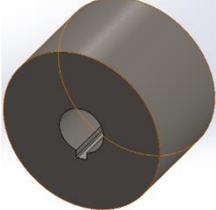
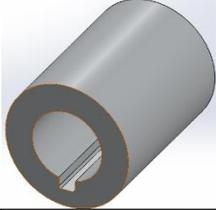
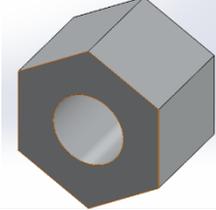
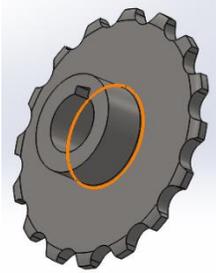
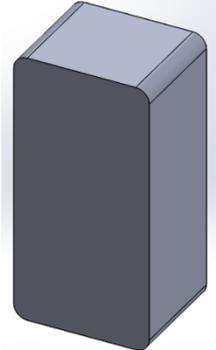
Nombre	Descripción	Cantidad	Imagen
Channel_C160	vigas de acero con forma de "U"	3	
Caja Perfil	Base de perfil cuadrado que sostiene la roladora	1	
ESTRUCTURA A RUEDA	Va unido a la caja perfil y sirve para sostener la rueda	4	
Polea	Máquina simple, un dispositivo mecánico de tracción, que sirve para transmitir una fuerza	2	
RUEDA DE 3 PULAGADAS	Rueda que ayuda a mover la roladora de un lugar a otro.	4	
Motor	Ayuda a el giro de las poleas para la transmisión de movimiento.		

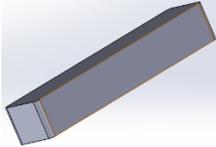
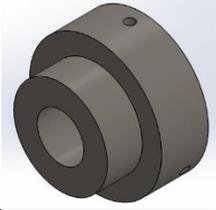
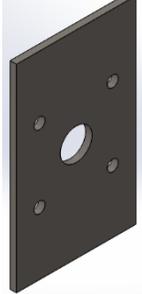
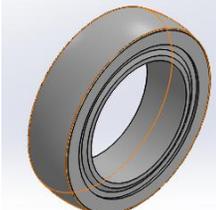
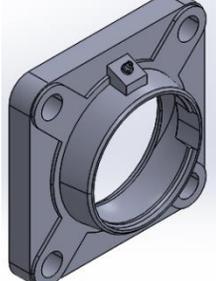
Placa base motores	Es la base donde fija el motor y el motorreductor	1	
Piñón	Rueda dentada que ayuda a la transmisión de movimiento.	1	
Reductor_1_1_02	Reduce la velocidad de un equipo de forma automática.	1	
Eje Reductor	Barra cilíndrica que atraviesa el reductor y le sirve como centro para girar.	1	
Pieza4	Mantiene la polea en el eje.	1	
Pieza5	Le da altura al reductor	1	
Cadena	Elemento de máquina que sirve para transmitir el movimiento	56	

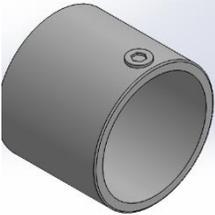
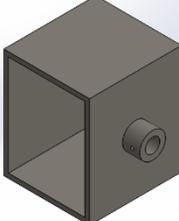
	del motor por medio de ruedas dentadas.		
Tapa Lateral	Su función es mantener la parte inferior segura y que no se llene de polvo.	2	
Bisagra	Mecanismo articulado que posibilita el giro de las puertas	8	
Tapadera	Puerta de la parte inferior de la roladora.	2	
Tapa 1	Su función es mantener la parte inferior segura y que no se llene de polvo.	1	
Tapa 2	Su función es mantener la parte inferior segura y que no se llene de polvo.	1	
Pieza 2	No permite el movimiento lateral de la parte superior de la roladora	2	

Correa	Cinta continua que ayuda a la transmisión de movimiento entre las poleas.	1	
Caja Cadena	Su función es mantener la cadena de transmisión limpia y segura.	1	
Gato hidráulico	Le otorga la presión al cilindro hidráulico.	1	
Manguera	Tubo hueco flexible diseñado para transportar el fluido del cilindro hidráulico.	1	
Botonera	Su función es la activación de la máquina.	1	
Cable	Es la conexión entre la botonera y el motor.	1	
ISO4162	Se utiliza para la sujeción de un objeto (Placa base).	4	

ISO4015	Se utiliza para la sujeción de un objeto (reductor).	8	
ISO4762	Se utiliza para la sujeción de un objeto (motor).	8	
Chumacera_P A208	Rodamiento montado que se utiliza para dar apoyo del eje de rotación	4	
Base Cilindro	Sujeta el cilindro	1	
Sujetador base	Sujeta la base del cilindro	2	
Soporte	Mantiene los canales C en su lugar	4	
Tapaderas	Le da estética a la parte superior tapando huecos que pueden llenarse de suciedad.	2	
ISO 4762 M8 x 16 - 16N	Se utiliza para la sujeción de un objeto (cilindro).	17	
Eje_40mm	Barra cilíndrica que atraviesa el rodillo y le sirve como centro para girar.	3	

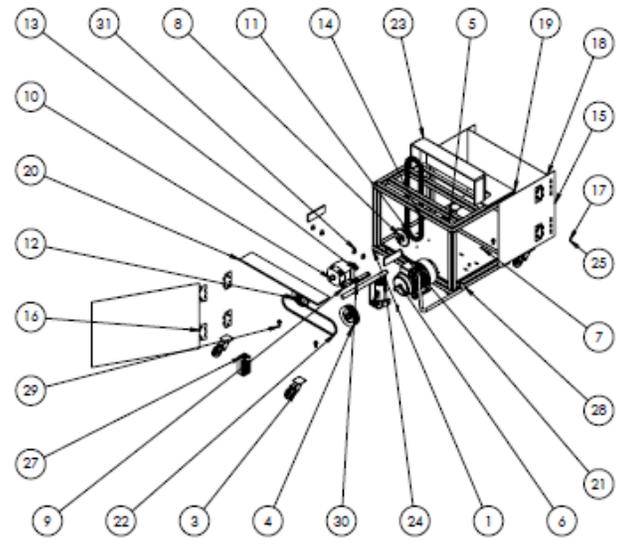
Agarre Rodillos	Mantiene el rodillo en su lugar	3	
Plato Rodillo	Rodillo que ejerce la presión en el perfil.	5	
Sujetador Plato	Mantiene el rodillo en su lugar.	3	
Tuerca	Mantiene el eje del rodillo en su lugar.	3	
Chain wheel ISO - 16Z 208AL -- 16SB50H30L3 0.0R1C1	Rueda dentada que ayuda a la transmisión de movimiento.	3	
Cadena-completa	Elemento de máquina que sirve para transmitir el movimiento del motor por medio de ruedas dentadas.	44	
Sujetador piñón LIZ	Mantiene al piñón en el eje.	1	

Sujetador piñón LDE	Mantiene al piñón en el eje.	1	
Cilindro Hidráulico	Transforma la presión del líquido en energía mecánica para darle presión a los perfiles.	1	
Agarre cilindro	Mantiene fijo el cilindro hidráulico.	1	
Tornillos base Cilindro	Anillo que agarra y mantiene en su posición al cilindro hidráulico.	1	
Tapa de cuadrado móvil.	Mantiene la chumacera cuadrada en su lugar	2	
EJE2	Rodamiento de la chumacera cuadrada.	2	
SOPORTE chumacera	Base de la chumacera cuadrada.	2	

EJE1	Mantiene el rodamiento y el eje en la chumacera.	2	
Cubo eje central	Mantiene al eje central pegado al cilindro hidráulico.	1	

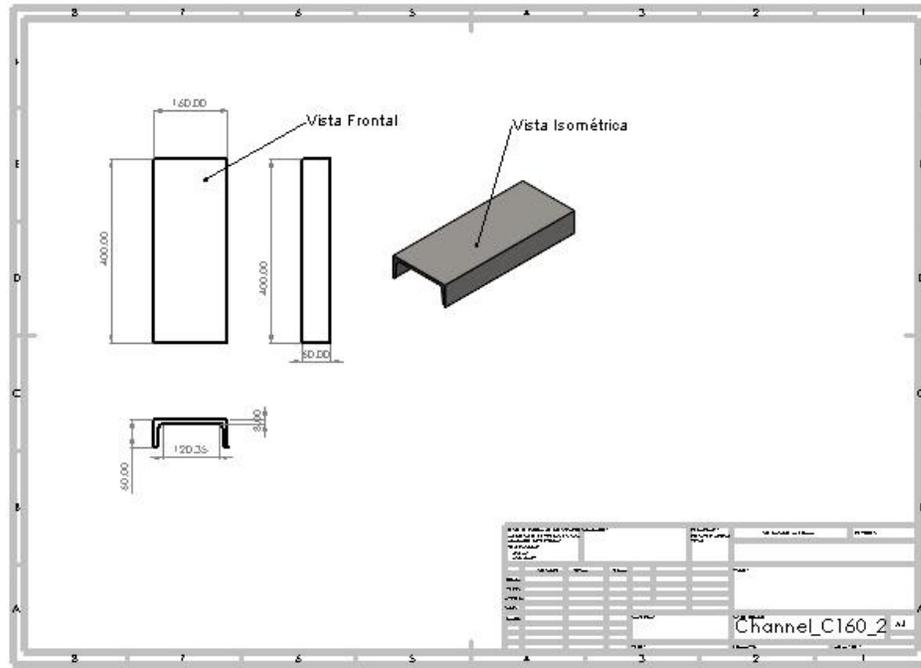
Anexo 2. Vista explosionada estructura inferior

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	CajaPerfil		1
2	Dobladora_Ensamblaje		1
3	ESTRUCTURA RUEDA		4
4	Polea		2
5	RUEDA DE 3 PULGADAS		4
6	Standard motors (Siemens Aluminum serie 1LA91 - 90 S - 1LA9 090 (2,4,6 pole))		1
7	Placa_base_motores		1
8	Chain wheel ISO - 16Z 208AL - 163850H20L20.051C1		1
9	Reductor_1_102		1
10	Eje_Reductor		1
11	Pieza3AENSAMBLAJE_NORM		1
12	Pieza4AENSAMBLAJE_NORM		1
13	Pieza5AENSAMBLAJE_NORM		1
14	Cadena-completa		56
15	Tapa_Lateral		2
16	bisagra		8
17	Pieza8AENSAMBLAJE_NORM		1
18	Tapadera		2
19	Tapa-1		1
20	Tapa-2		1
21	Pieza2AENSAMBLAJE_NORM		2
22	Conea1-4AENSAMBLAJE_NORM		1
23	Caja_cadenas		1
24	Gato_Hidraulico		1
25	Pieza7AENSAMBLAJE_NORM		1
26	Manguera		1
27	Botonera		1
28	Cable_controlAENSAMBLAJE_NORM		1
29	ISO 4162 - M12 x 25 x 25-N		4
30	ISO 4015 - M8 x 40 x 22-N		8
31	ISO 4762 M10 x 16 - 16N		8

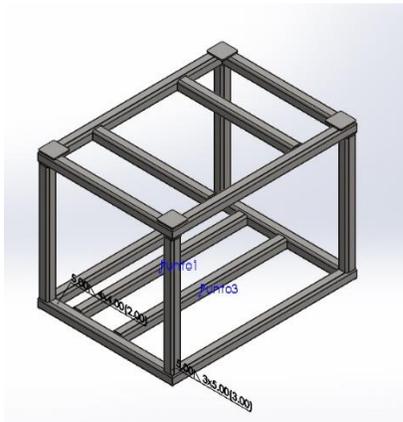


NO. DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	ACABADO	REVISIÓN Y FECHA	NO CAMBIA LA PIEZA	REVISION
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

PIEZA_INTERIOR_Explosionada



Anexo 10. Simulaciones de perfiles



Como primera instancia tenemos el perfil Tubular cuadrado con las medidas 40x40x4 mm, a la cual estudiaremos su máximo aguante ante fuerzas que colocaremos en la parte superior del mismo, estas fuerzas hacen referencia al peso de la dobladora y con ello estar seguro de la resistencia del material para su correcto uso.

Ilustración 11 Perfil base

Anexo 11. Simulación tensiones

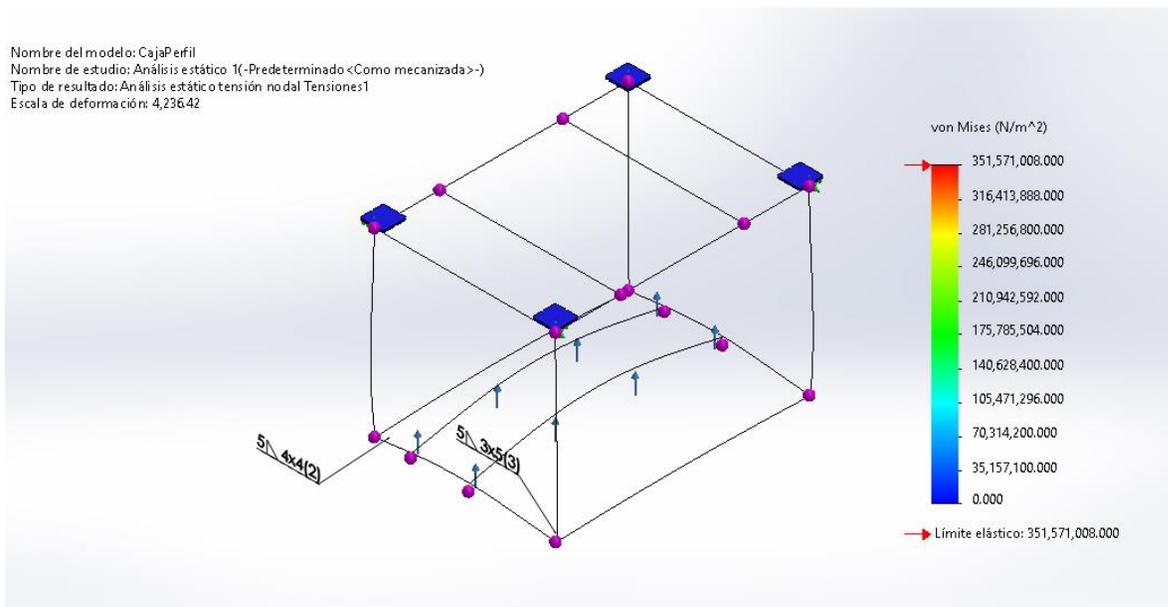


Ilustración 12 Tensiones

Como podemos observar en nuestro primer estudio, la base que hemos hecho con el perfil se deforma drásticamente pero no se obtuvo rupturas de ningún tipo. El peso o fuerza máxima que recibió para llegar a ese punto de deformación fue de 351,571,008 N/m², el cual sería nuestro rango máximo para destruir la pieza. Sin embargo, Esta pieza base hecha de perfil tiene un rango de entre 175,800,000 N/m² y 105,500,000 N/m² para el correcto funcionamiento de la base.

Anexo 12. Simulación desplazamientos

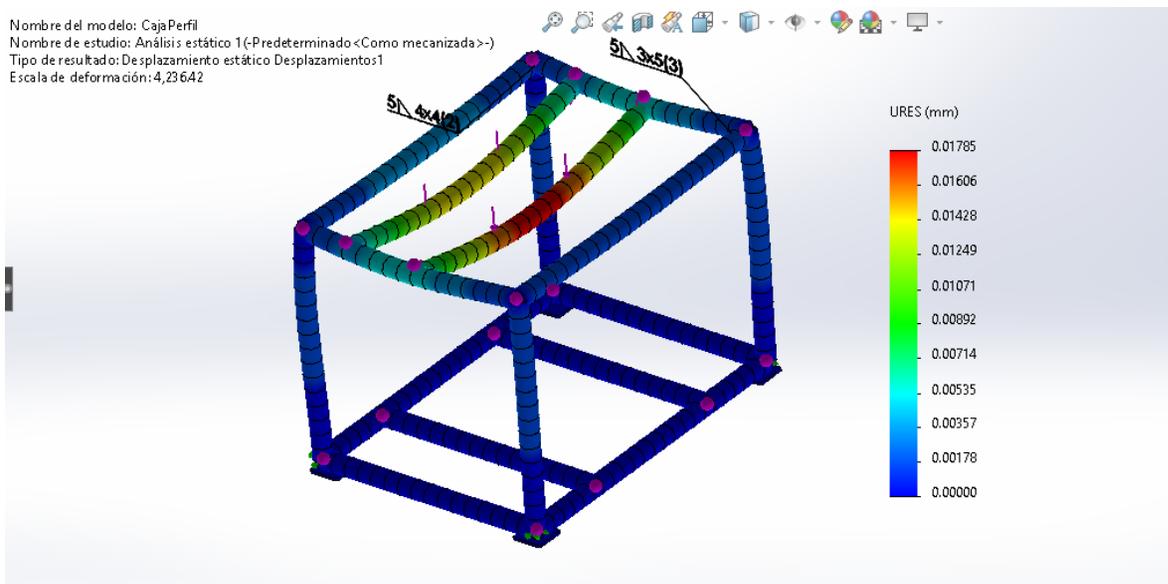


Ilustración 13 Desplazamientos

El siguiente estudio de movimiento muestra los desplazamientos muestra los milímetros con los cuales se deforma la pieza, dando una deformación máxima 0.01785mm por unidad de la maya que se creó y un mínimo de 0mm

Anexo 13. Simulación rodillos

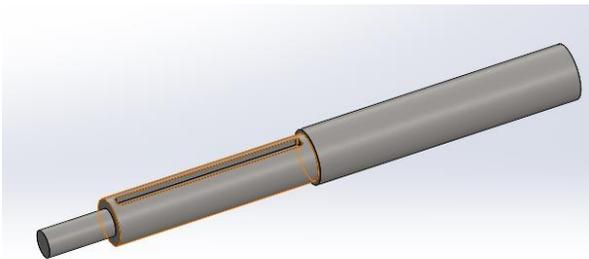


Ilustración 14 Rodillo central

El siguiente componente de los cuales estará sujeto a una gran fuerza es el rodillo central ya que es el que empujara el perfil completo hacia abajo para así poder dobla

Anexo 14. Simulación tenciones en rodillos

Sobre las tenciones podemos observar cómo nuestro rodillo se deforma drásticamente con la aplicación de 100 N/m^2 con lo cual nos deja un rango en donde nuestra pieza no se deformará de esta manera. Y podemos ver que en nuestra grafica que tenemos $73,738,609 \text{ N/m}^2$ donde la pieza no sufrirá alguna deformación.

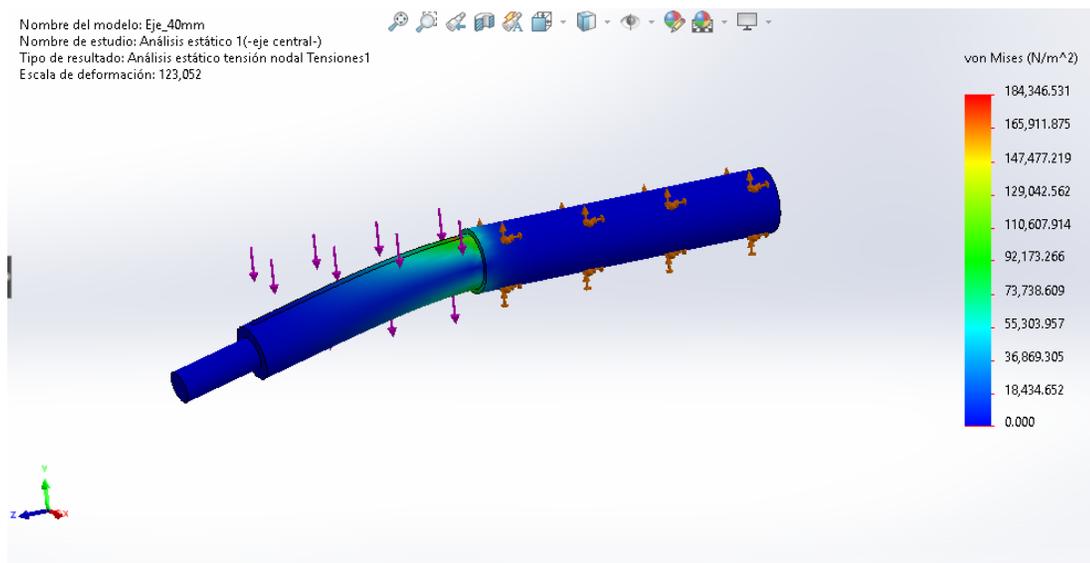


Ilustración 15 Rodillo bajo presión 100N

Anexo 15. Simulación desplazamiento de rodillos.

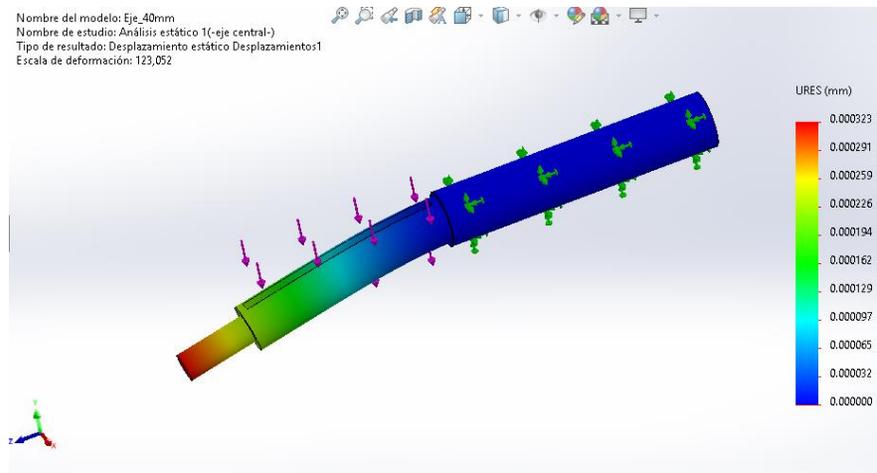


Ilustración 16 Desplazamiento de partes del rodillo

Y por último nos encontramos con los desplazamientos que tiene la pieza por unidad de acuerdo con la malla creada, donde lo ideal sería 0.000119mm por unidad de la malla.

Con estos resultados podemos afirmar que nuestro proyecto podría doblar perfiles sin problema ya que muchos de estos perfiles no superan nuestro rango tensión y oposición a la fuerza que aplicaremos.

Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
			x				x				x				x
x								x							
			x				x				x				x
x								x							
	x														
x								x							
	x			x			x			x			x		
	x			x			x			x			x		
x															
			x				x				x				x
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			x								x				
x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
			x								x				
x				x				x				x			

Referencias

doblado de tubo. (s. f.). Sldimrt. Recuperado 7 de abril de 2021, de

<http://alsimet.es/es/noticias/doblado-de-tubo-de-metal>

Productos - gauchito.net. (2015, 5 enero). Gauchito.

<https://www.gauchito.net/verproductos.asp?id=839>

Quintela, A. (2020, 5 mayo). *11 Tipos de estudios que ofrece SOLIDWORKS Simulation*.

Easyworks. <https://easyworks.es/tipos-de-estudios-que-ofrece-solidworks-simulation/>

R. (2020, 20 febrero). *Dobladora o Roladora de Tubo - Roladora de de Perfiles*. Roladoras MX.

<https://roladorasmexicanas.com/roladora-de-tubo/>

Roladora de tubo y perfiles - Boschert México. (2003, 12 enero). Boscher México.

<http://boschert.com.mx/roladora-de-perfiles-y-tubos-cnc.html>

T. (2018, 20 julio). *Tubos metálicos*. Tecnocurve.

<https://www.tecnocurve.es/blog/2018/07/11/curvado-y-calandrado-de-tubos-metalicos/>

Boschert México. (2017). *Roladora de tubo y perfiles - Boschert México*.

<http://boschert.com.mx/roladora-de-perfiles-y-tubos-cnc.html>IZA, B. (2007, mayo).

Dimensionamiento y construcción de una roladora manual para laboratorio (N.o 1). Escuela

Politécnica Nacional. <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1504/1/CD-0830.pdf>La

Campana. (2018). *NORMA NTC 1560*. [https://www.lacampana.co/articulo-norma-ntc-](https://www.lacampana.co/articulo-norma-ntc-1560)

1560La Capana. (2018). *NTC 1560*. La Campana.

[https://www.svcmscentral.com/SVsitefiles/lacampananew/contenido/doc/de2013_Norma%2](https://www.svcmscentral.com/SVsitefiles/lacampananew/contenido/doc/de2013_Norma%20NTC1560.pdf)

0NTC1560.pdfMIKEL ´S. (2020). *Pistones Hidráulicos*. MIKEL ´S MR.

<https://www.mikelsmexico.mx/fichas/PC-3.pdf>. (2018, 20 julio). Tubos metálicos: ¿Es mejor doblarlos o calandrarlos? Tecnocurve.

<https://www.tecnocurve.es/blog/2018/07/11/curvado-y-calandrado-de-tubos-metalicos/>

Video Explicativo

<https://youtu.be/32RN2tvg5tM>