



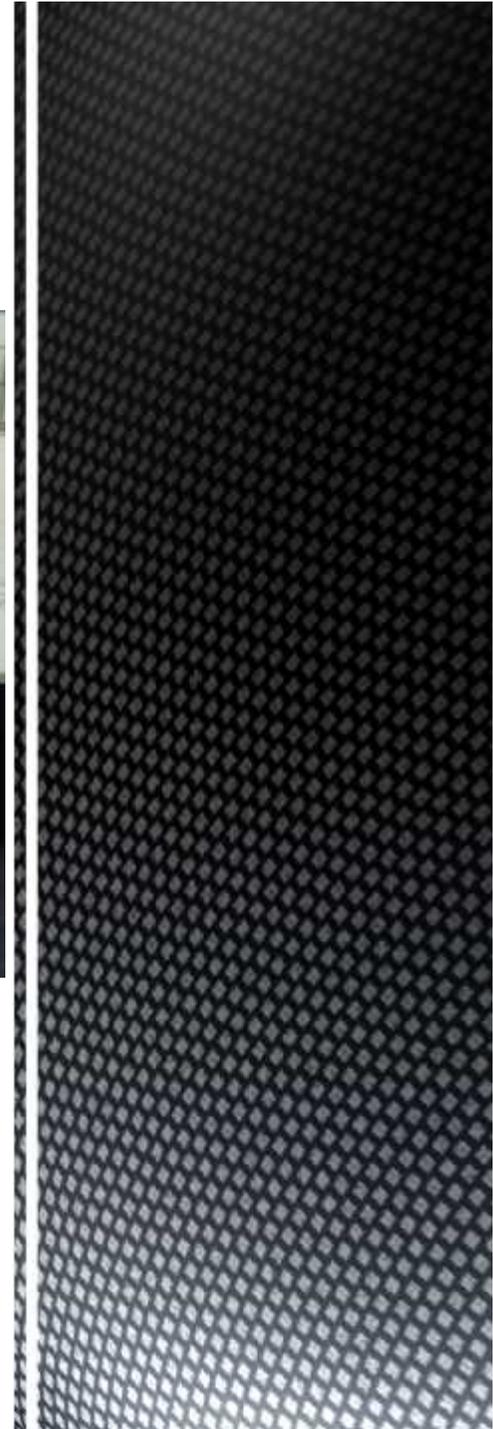
ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN MECANISMO DE
ACCIONAMIENTO HIDRÁULICO-NEUMÁTICO QUE PERMITA EL
ACCESO A PERSONAS CON DISCAPACIDAD FÍSICA EN UN BUS
TIPO URBANO**

30 DE JUNIO DEL 2015



Mecanismo para personas con discapacidad física en un autobus



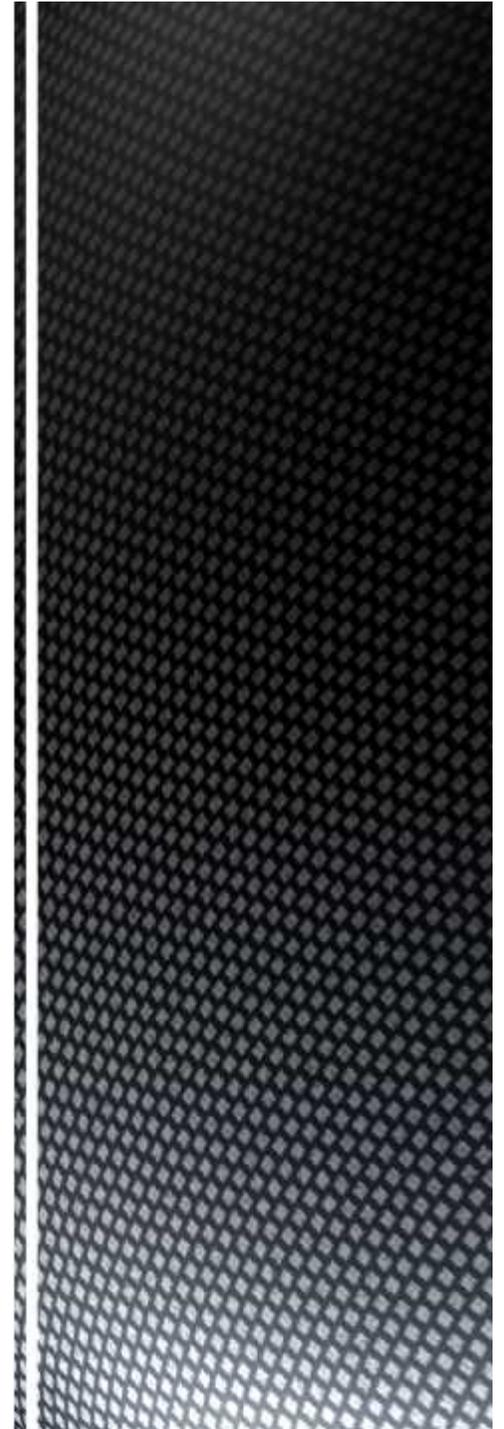
DIRECTOR:
Ing. William Bonilla
CODIRECTOR:
Ing. Ernesto Santillán

AUTORES:
Fernando José Fiallos Ávila
Mauro Daniel Álvarez Martínez



Introducción

El presente proyecto es un mecanismo que permite el acceso a personas con discapacidad física a un bus tipo urbano.



Planteamiento del problema

Sistemas De Transporte



La discapacidad o movilidad reducida no se debe entender como un concepto estático, puesto que puede ser adquirido temporal o permanentemente.



Tipos de discapacidad, población y porcentajes

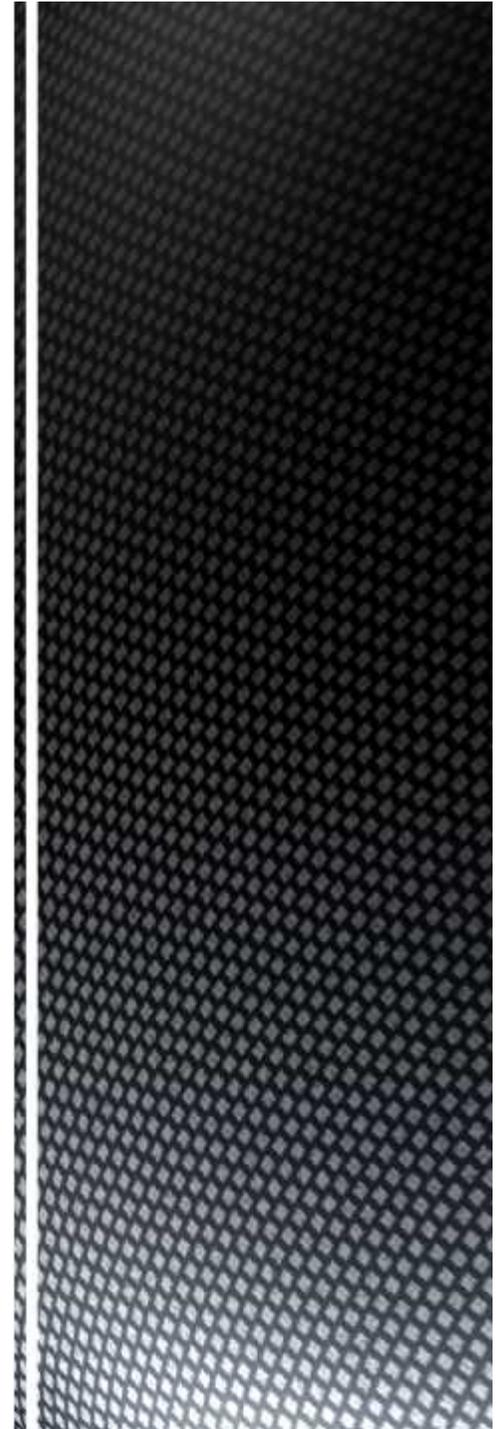
TIPO DE DISCAPACIDAD	CANTIDAD	PORCENTAJE
FÍSICA	175.444	48,53%
SENSORIAL	90.443	25,02%
INTELECTUAL	81.450	22,53%
PSICOLÓGICA	14.150	3,91%
TOTAL	361.487	100,00%

Fuente: Guía Sobre Discapacidades 2013

Este proyecto tiene como área de influencia la ciudad de Ambato, provincia Tungurahua.

**DICAPACIDAD
TUNGURAHUA**

**FISICA
4248**



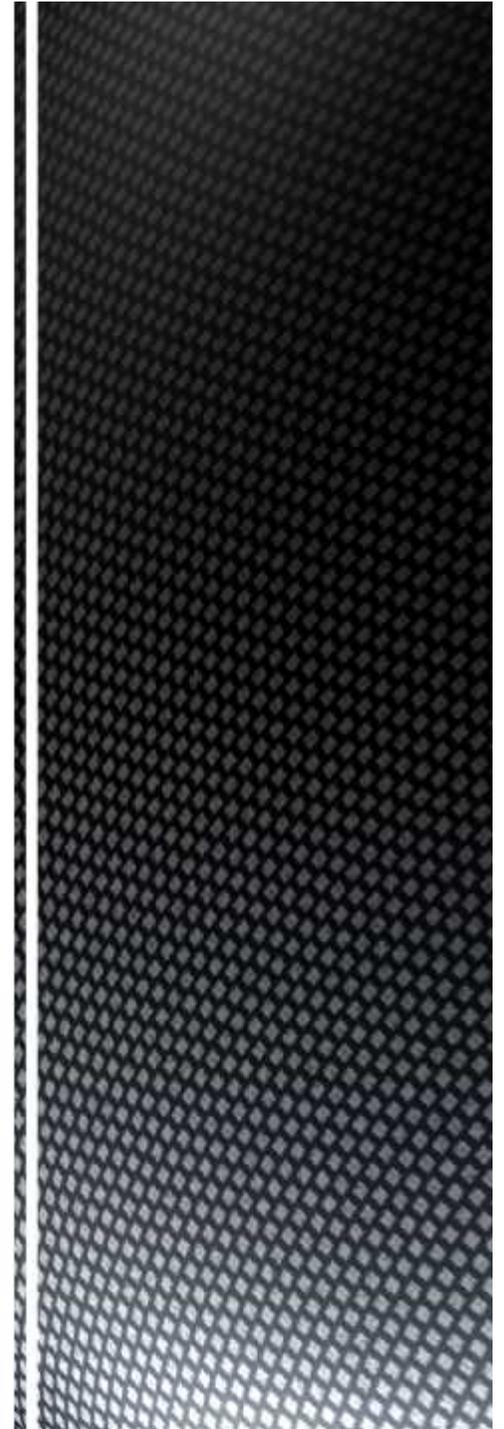


Aprobada en sesión el 24 de Junio del 2013
(SENPLADES)

Este proyecto hace hincapié al objetivo #2

**Auspiciar la igualdad, la cohesión, la inclusión y la equidad social
y territorial en la diversidad**

La accesibilidad por medio de un mecanismo que se amolden a las necesidades de la gran mayoría de personas con movilidad reducida es el fundamento del desarrollo del proyecto .



Ley Orgánica de Discapacidades

En Registro Oficial el 25 de Septiembre del 2012

Artículo 4.-Principios fundamentales

***Accesibilidad:** se garantiza el acceso de las personas con discapacidad al entorno físico, al transporte, la información y las comunicaciones, incluidos los sistemas y las tecnologías de información y las comunicaciones, y a otros servicios e instalaciones abiertos al público o de uso público, tanto en zonas urbanas como rurales, así como, la eliminación de obstáculos que dificulten el goce y ejercicio de los derechos de las personas con discapacidad, y se facilitará las condiciones necesarias para procurar el mayor grado de autonomía en sus vidas cotidianas.*

Sección séptima de la accesibilidad

Artículo 58.- Accesibilidad

Se garantizará a las personas con discapacidad la accesibilidad y utilización de bienes y servicios de la sociedad, eliminando barreras que impidan o dificulten su normal desenvolvimiento e integración social.

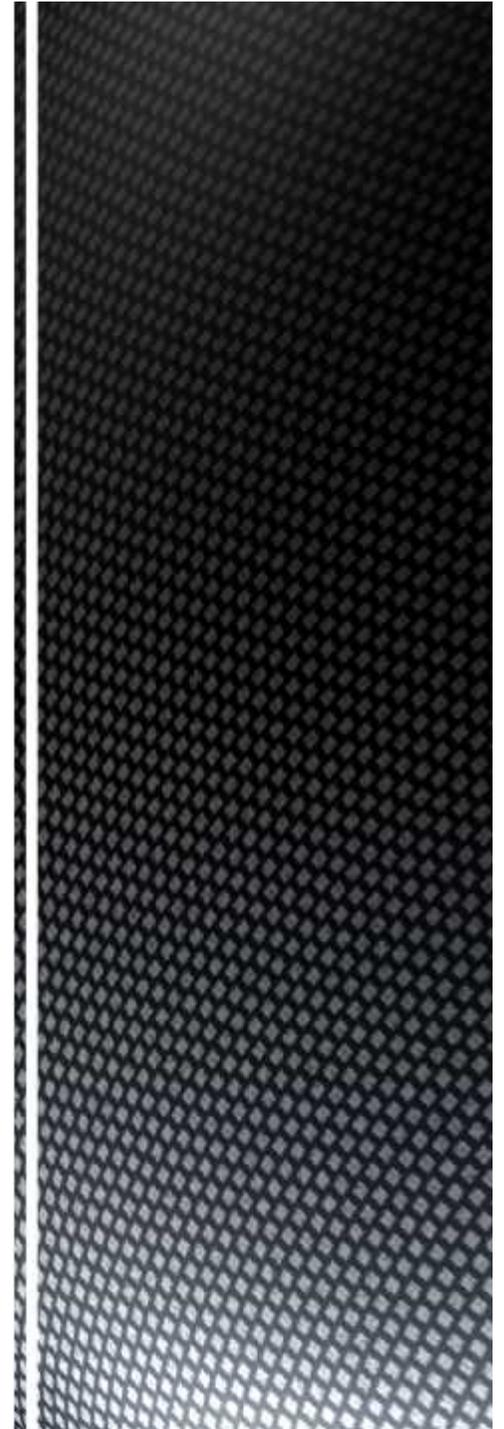




FUENTE: PNBV 2013-2017

Objetivo

Diseñar y construir un mecanismo que permita el acceso de manera efectiva a personas con diversas formas de discapacidad motriz en un autobús urbano.



Ventajas del proyecto

Este proyecto radica en la necesidad de tener un transporte público sin barreras para ningún individuo, es la vinculación con un problema de carácter social que forma parte de la estructura de objetivos que se esperan del Plan Nacional Del Buen Vivir, con el diseño y la construcción adecuada de un sistema que solvete esta exclusión a personas con discapacidad motriz.



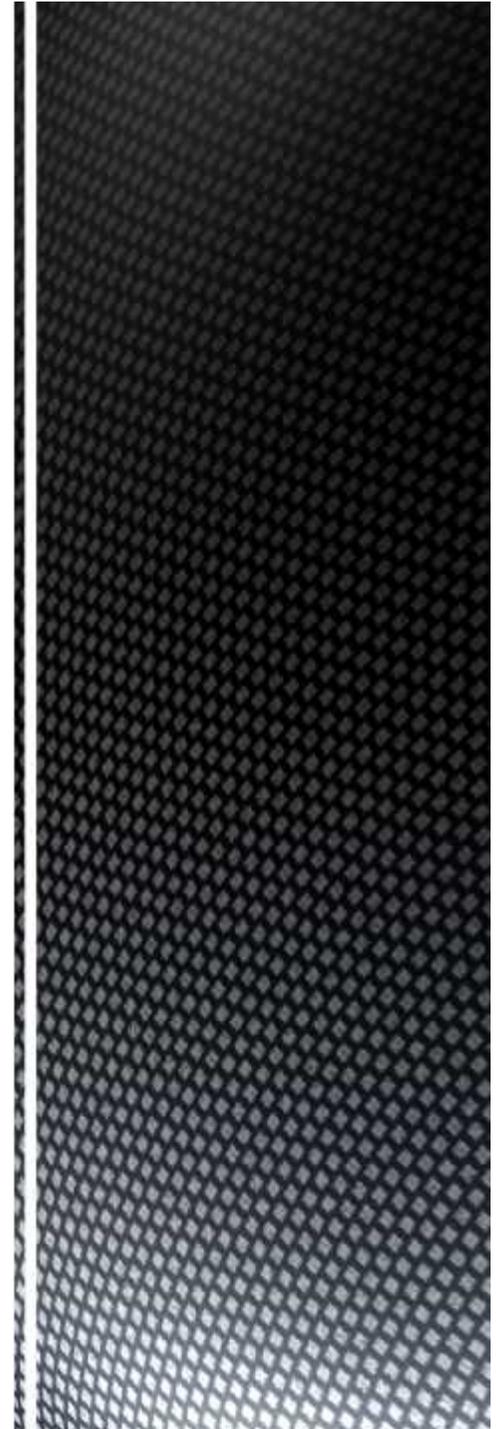


FUENTE: *(omnibusparaibanos, 2015)*

Diseños Existentes



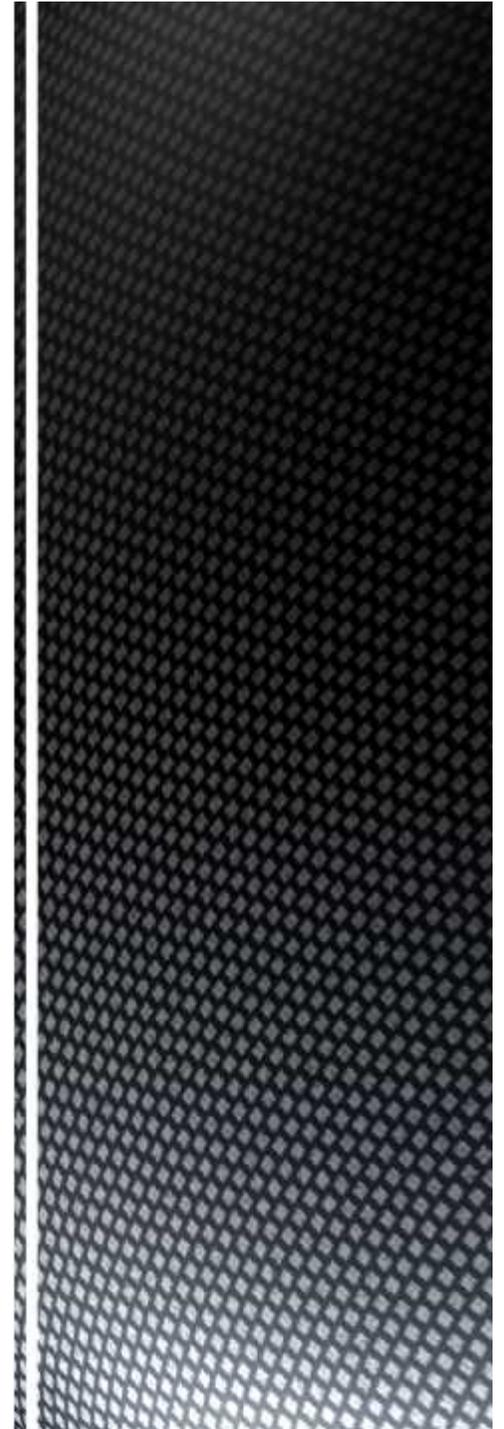
FUENTE: *(mobilitycarsolutions, 2015)*



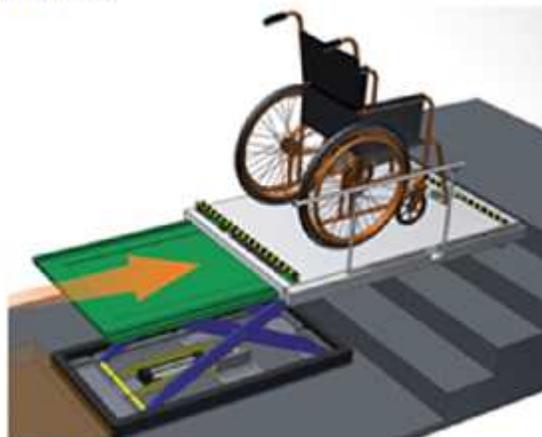
DISEÑO



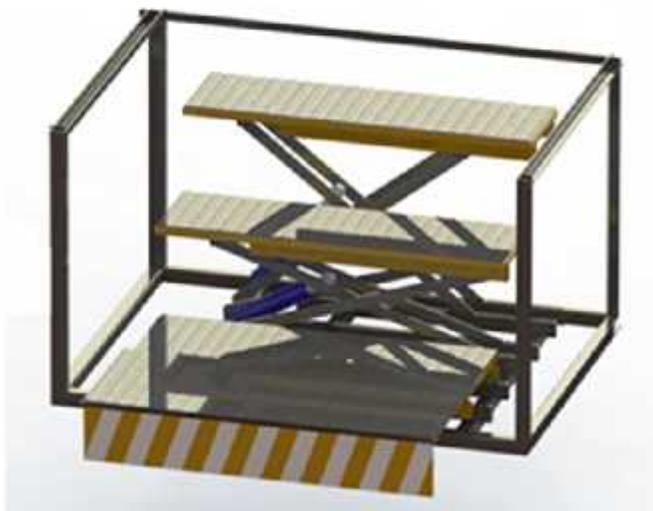
Etapas de construcción de autobús urbano



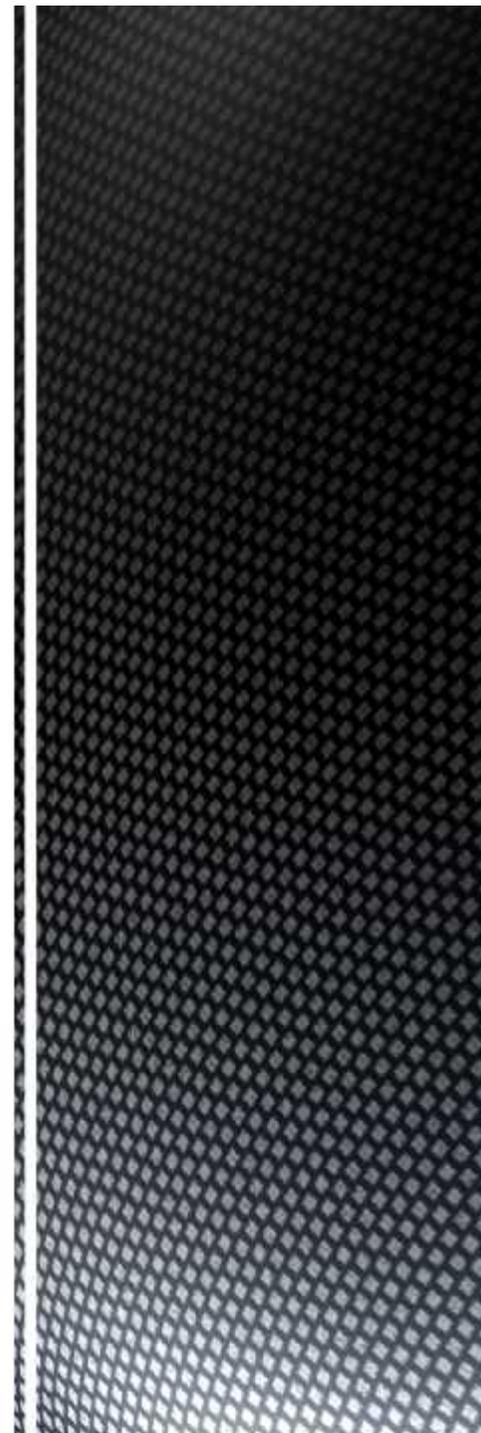
a) Plataforma deslizante



b) Gradas beta



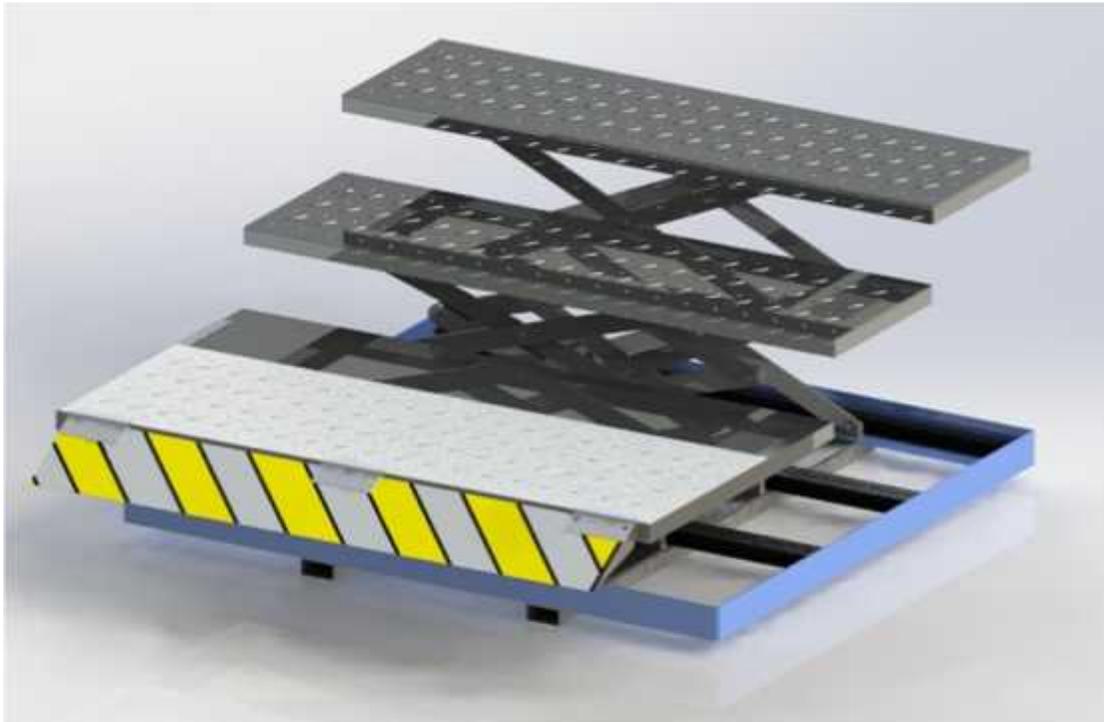
Diseños Conceptuales



Elevador de tijeras

La estructura del prototipo consta de:

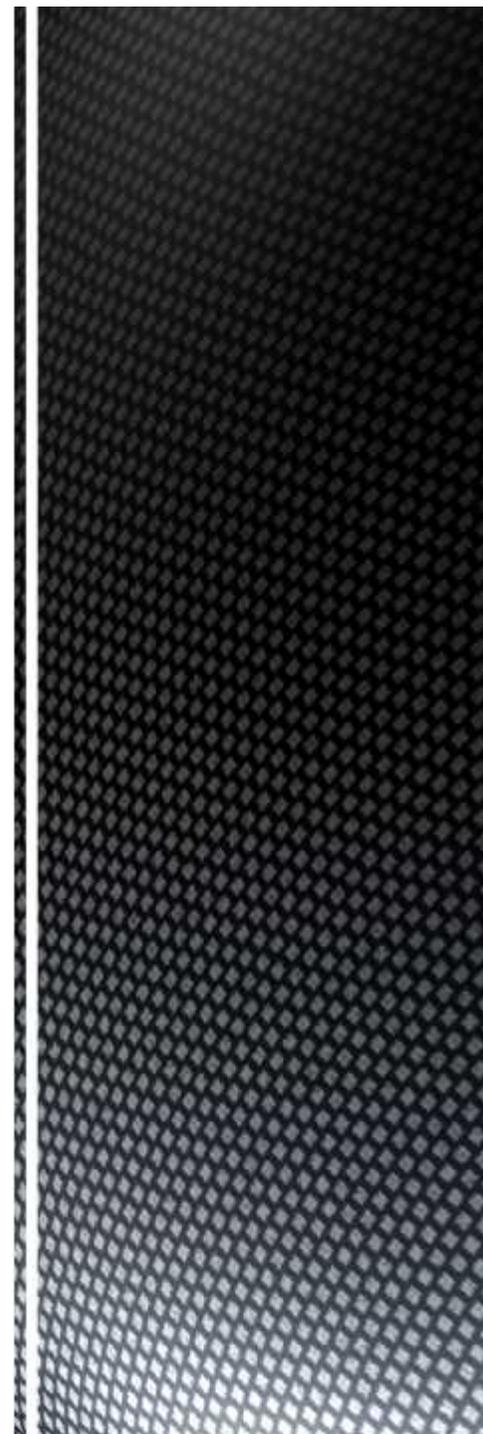
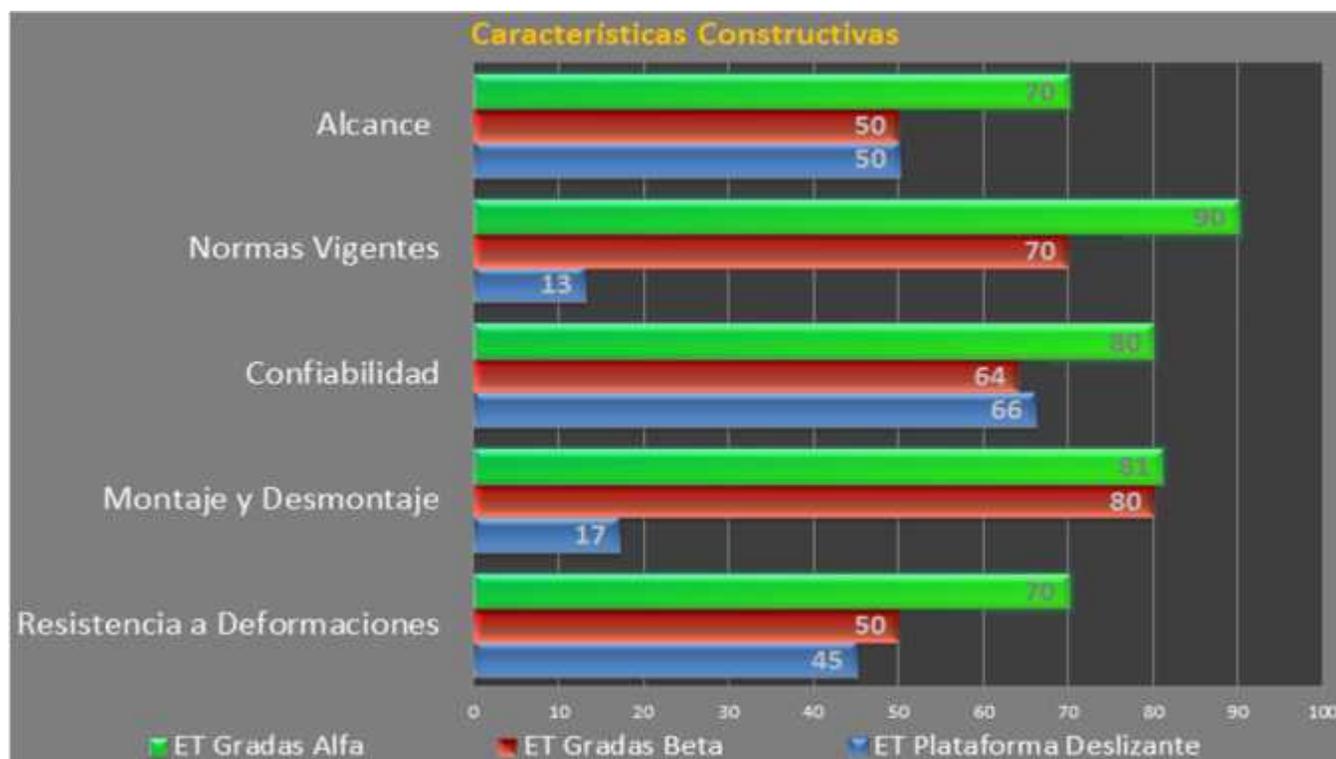
- Tres gradas regulables en altura por un mecanismo articulado de tijeras de ocho eslabones por cada grada
- Una plataforma deslizante
- Una rampa de acople final hacia la vereda



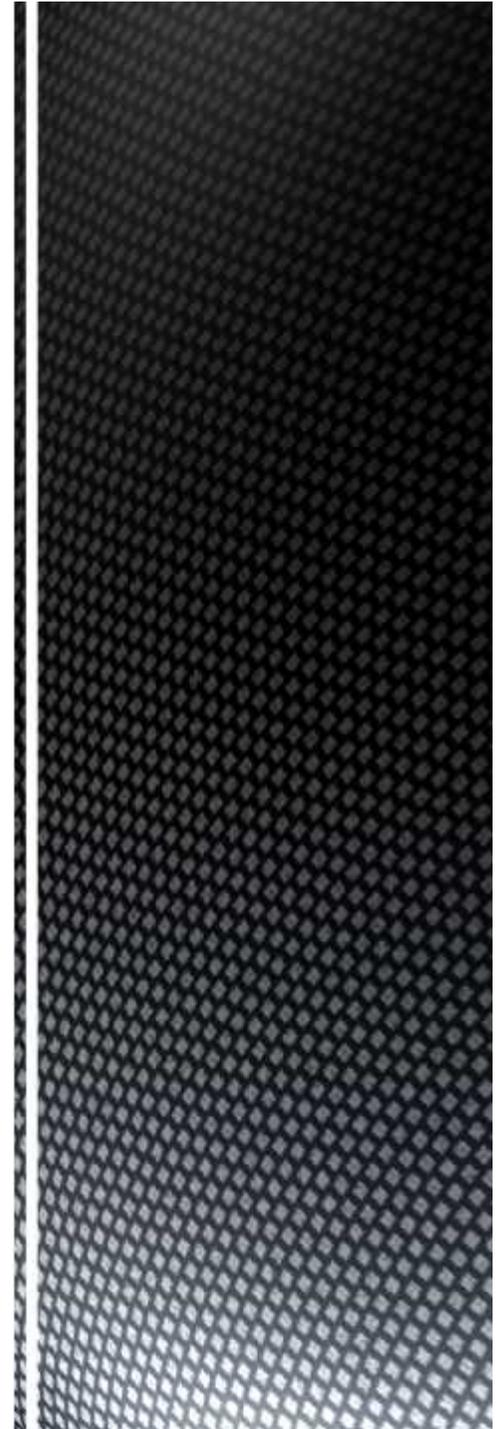
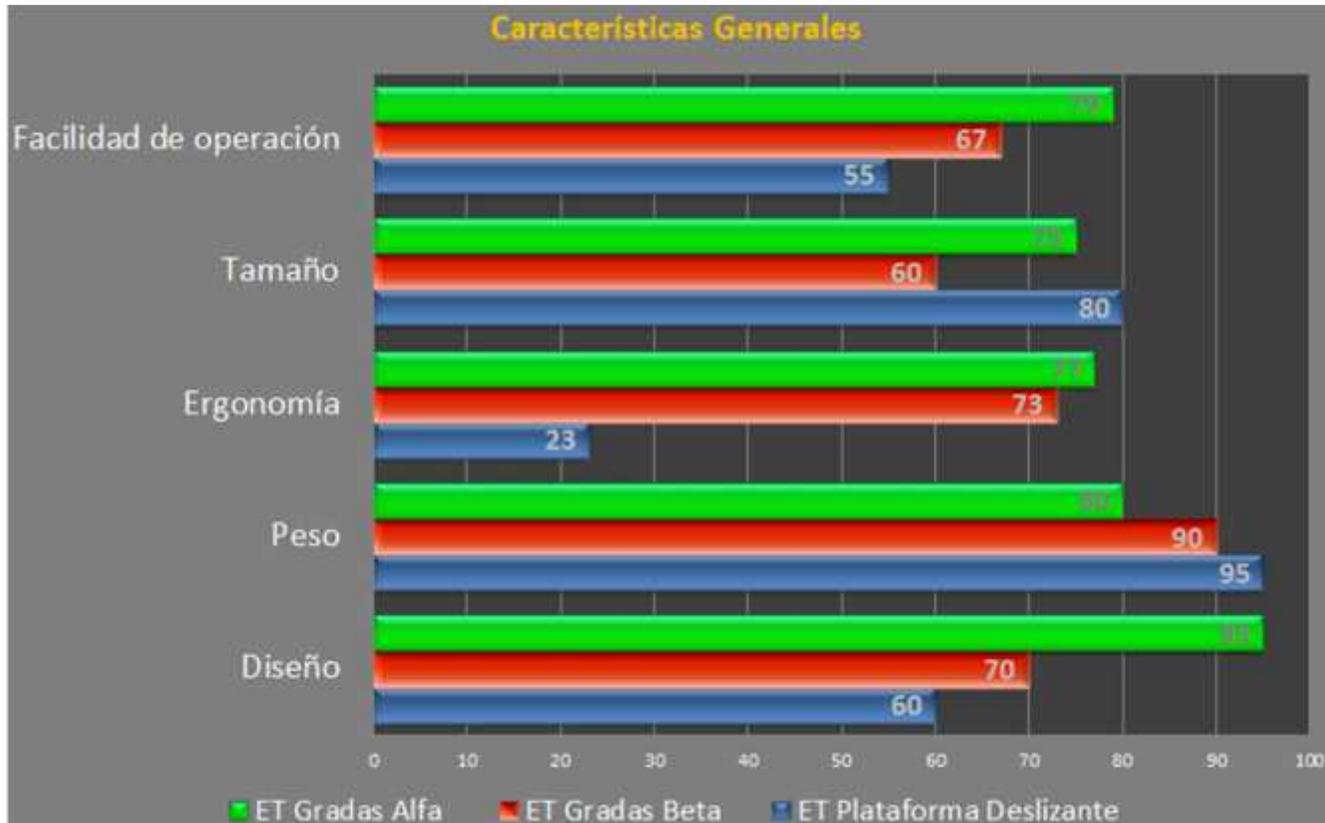
Diseño definitivo ensamblado en un autobús



Comparación constructiva



Comparación general



Actuadores

Actuador hidráulico

Se basa generalmente en la presión ejercida por un fluido mineral o aceite.

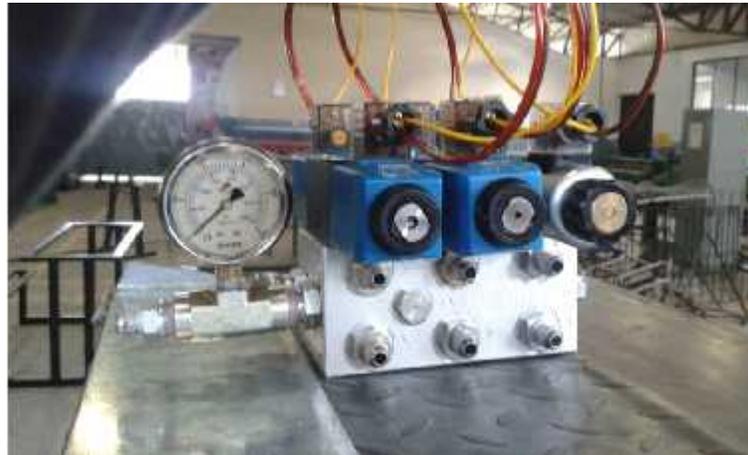
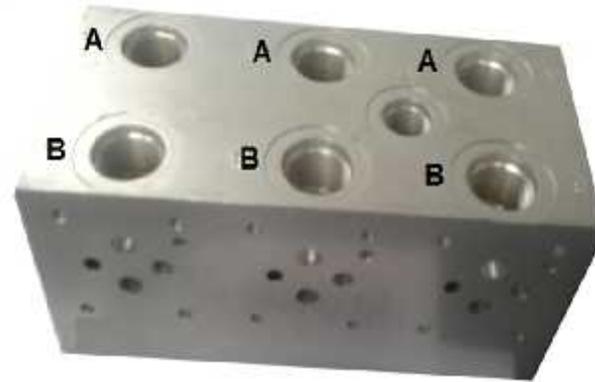
- Los actuadores hidráulicos son generalmente robustos están sellados herméticamente, conformados de gran resistencia mecánica.
- Operan para aplicaciones de carga pesada o potencia.
- Se auto lubrican y tienen una presión de trabajo que va desde los 500 psi en adelante.



Bomba hidráulica



Electroválvula y manifold



Sistema hidráulico



Actuador neumático

Los actuadores neumáticos se rigen bajo los mismos principios pero utilizan aire comprimido o sobre presión (por encima de una atmosfera) para producir trabajo.

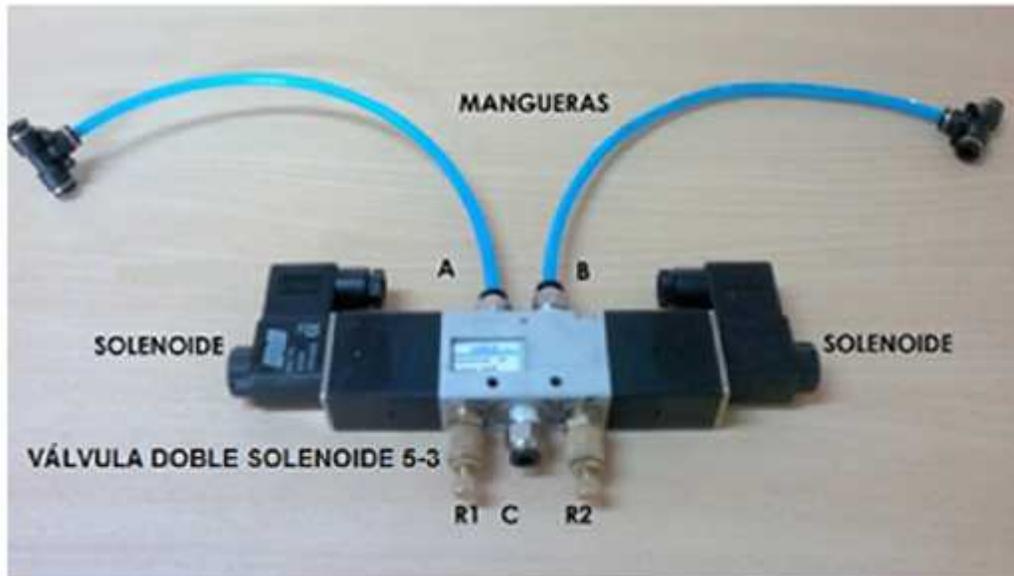
- Estos actuadores se usan para posicionamientos mas no para fuerza, debido a su construcción más ligera.
- Trabajan con presiones mínimas para ejercer sobrepresión hasta unos 400 – 500 psi.
- Requieren de una fuente de aire comprimido (compresor)



Cilindro de doble efecto



Válvula solenoide



Cilindros compactos y Válvula Solenoide



Actuador eléctrico

La estructura de un actuador eléctrico requiere de electricidad como fuente de poder

- Pueden recibir corriente continua (VCC) o corriente alterna (VCA).
- Son los más difundidos debido a las redes de distribución eléctrica, son muy precisos, silenciosos y de fácil control.
- Son muy versátiles debido a que no hay restricciones entre la fuente de poder y el actuador.



CÁLCULOS

Cálculo de la fuerza del cilindro hidráulico

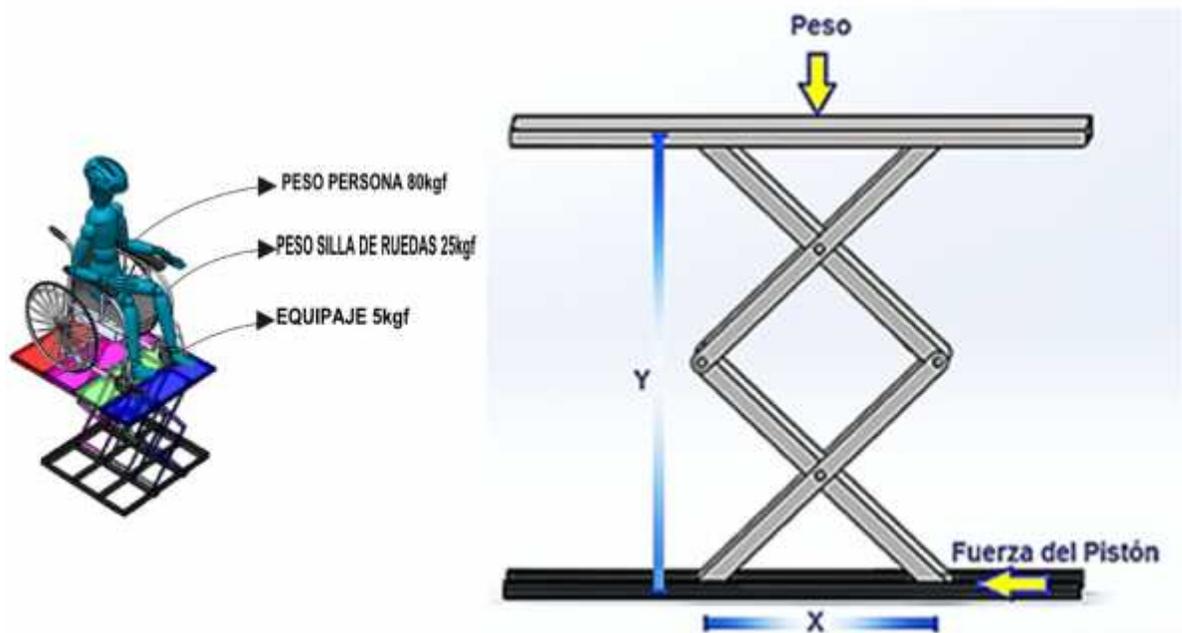


CÁLCULOS

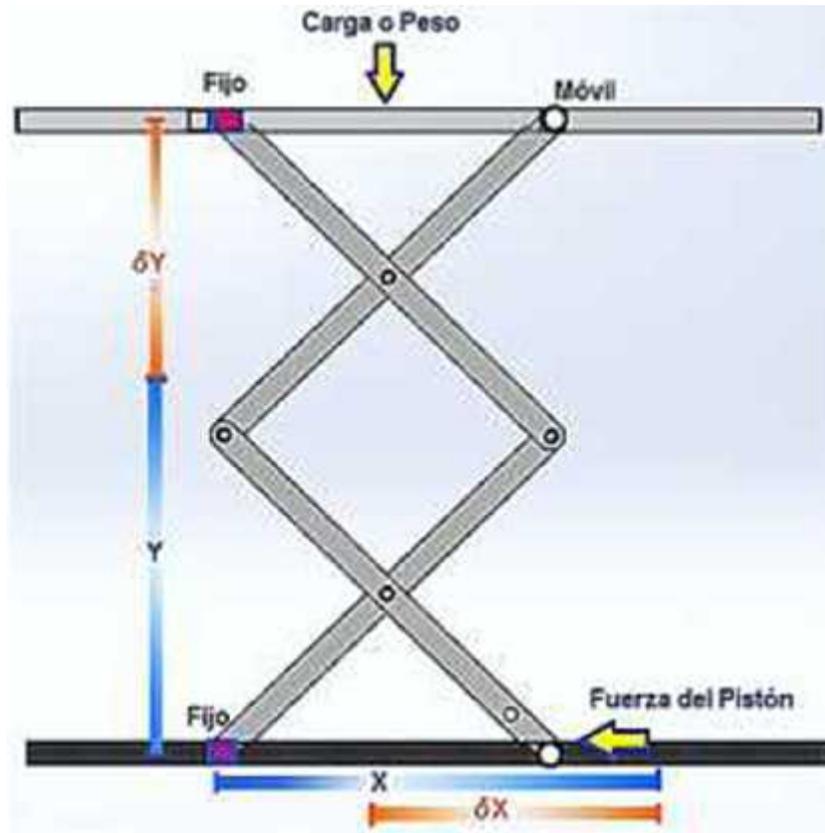
Método del trabajo virtual

$P \rightarrow 80 \text{ kg persona} + 25 \text{ kg silla de ruedas} + 5 \text{ kg equipaje}$
 $P \rightarrow \text{peso (110 kgf)}$

$F_{pis} \rightarrow \text{Fuerza del Pistón}$
 $y \rightarrow \text{altura del Mecanismo}$
 $x \rightarrow \text{distancia horizontal entre tijeras}$

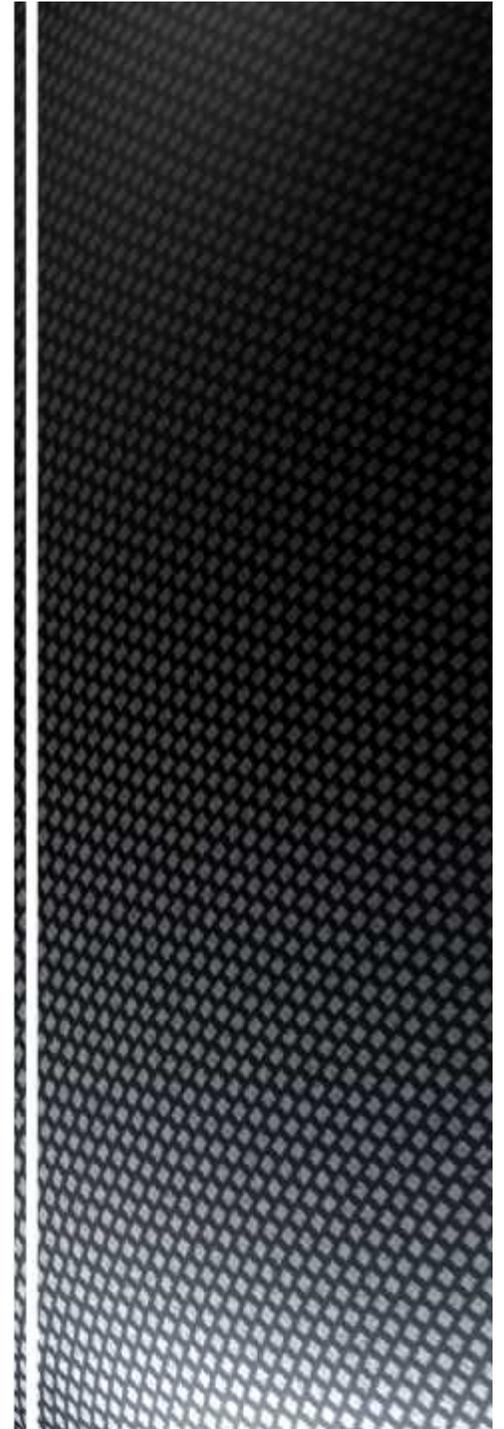


Desplazamiento virtual

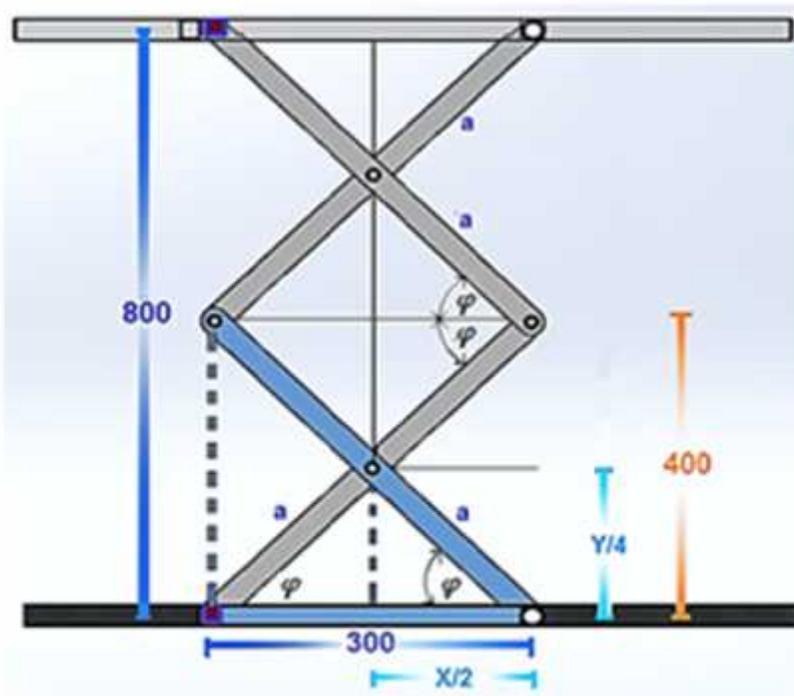


$$\delta U = 0$$

$$-P\delta y - F_{pis}\delta x = 0 \quad \text{Ec. Trabajo Virtual}$$



Geometría del mecanismo



$$\sin \varphi = \frac{y/4}{a}$$

$$\frac{y}{4} = a \sin \varphi$$

$$y = 4a \sin \varphi$$

$$\cos \varphi = \frac{x/2}{a}$$

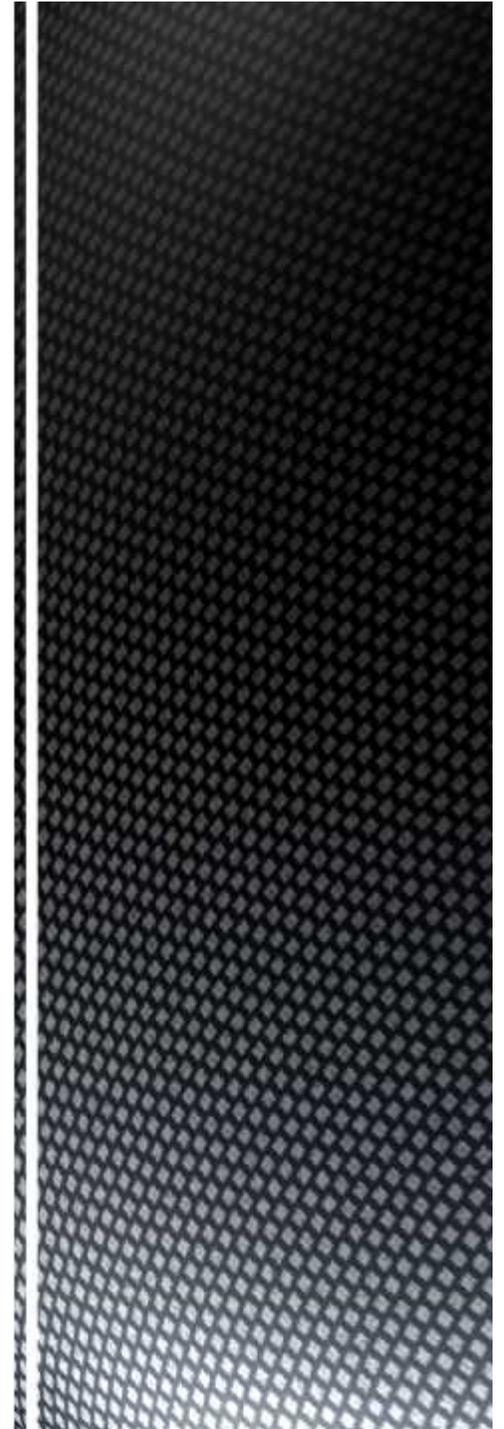
$$\frac{x}{2} = a \cos \varphi$$

$$x = 2a \cos \varphi$$

Sus respectivas derivadas:

$$\delta y = 4a \cos \varphi \delta \varphi$$

$$\delta x = -2a \sin \varphi \delta \varphi$$



$$P 4a \cos \varphi \delta \varphi + F_{pis} (-2a \sin \varphi \delta \varphi) = 0$$

$$F_{pis} = P \frac{4a \cos \varphi \delta \varphi}{2a \sin \varphi \delta \varphi}$$

$$F_{pis} = 2P \cot \varphi \text{ Ecuación del Sistema}$$

Datos iniciales.

$$y_{\text{mín}} = 0.14 \text{ m}$$

$$y_{\text{máx}} = 0.8 \text{ m}$$

$$a = 0.25 \text{ m}$$

$$\varphi_{\text{mín}} = \sin^{-1} \frac{y_{\text{mín}}}{4a}$$

$$\varphi_{\text{mín}} = 8.05^\circ$$

$$\varphi_{\text{máx}} = \sin^{-1} \frac{y_{\text{máx}}}{4a}$$

$$\varphi_{\text{máx}} = 53.8^\circ$$

$$F_{pis} = 220 \cot 8.05^\circ = 1555.5 \text{ kgf} \approx 15.24 \text{ KN} \quad \text{Plegado}$$

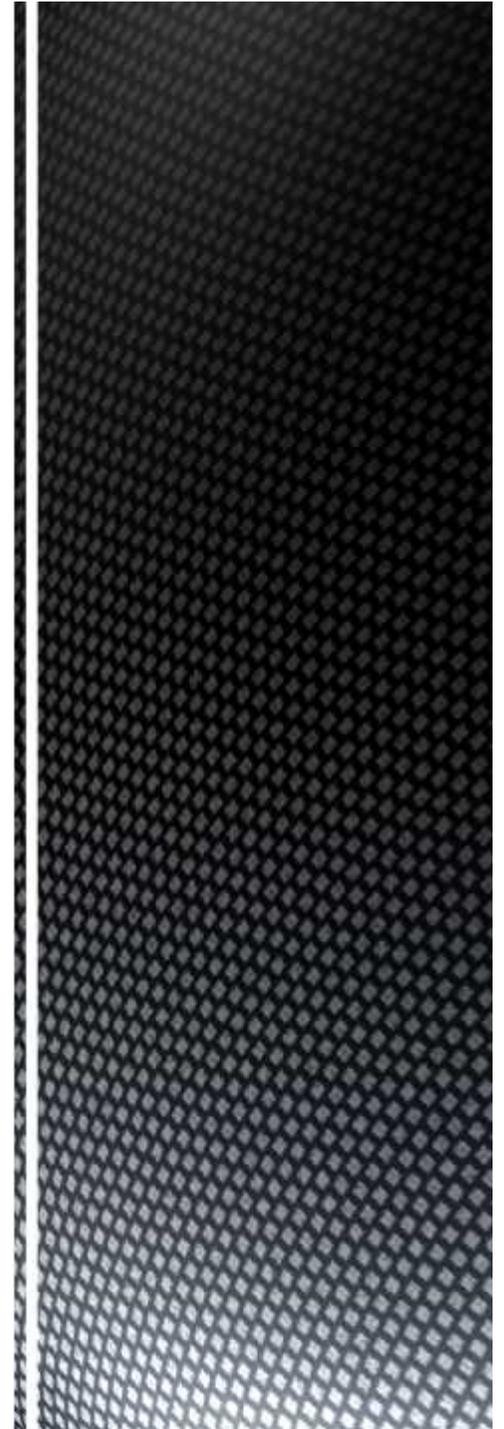
$$F_{pis} = 220 \cot 53^\circ = 165.8 \text{ kgf} \approx 1.62 \text{ KN} \quad \text{Alzado}$$

Superficie de compresión cilindro

$$S = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}$$

$$S = \frac{\pi(58^2 - 28^2)}{4}$$

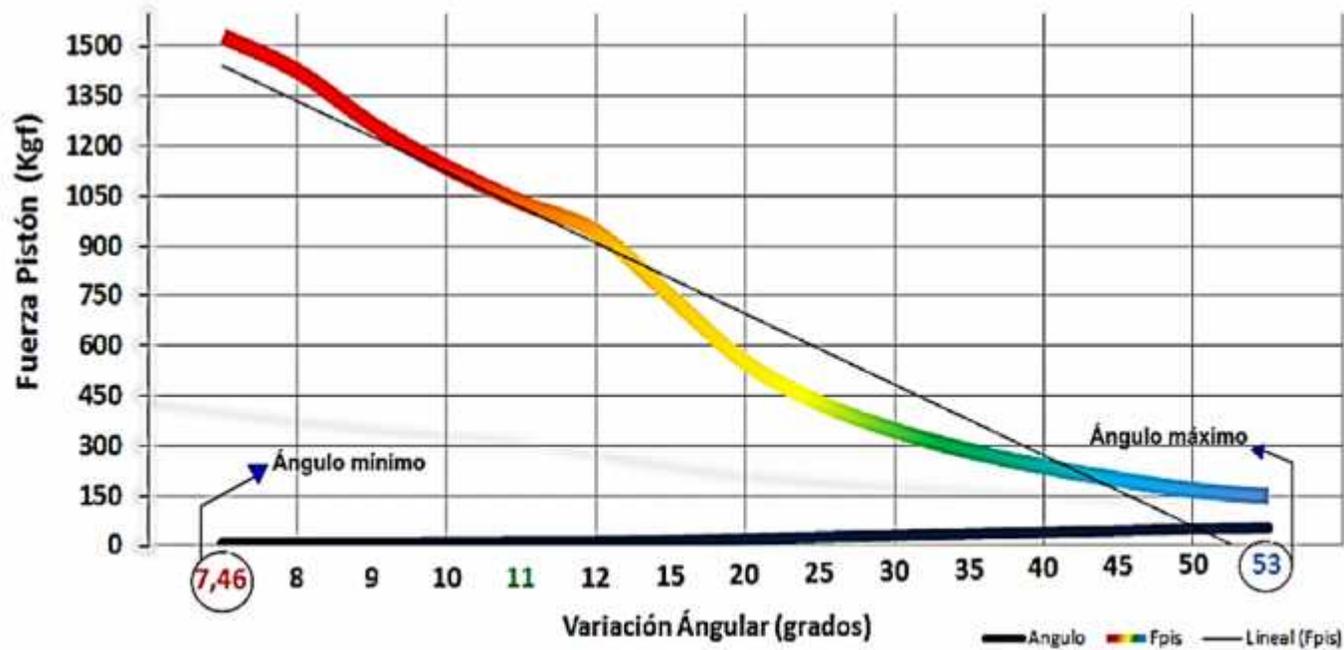
$$S = 2026.32 \text{ mm}^2 \approx 3.14 \text{ plg}^2$$



Fuerza del pistón hidráulico aplicado desde el punto más bajo hasta el más alto

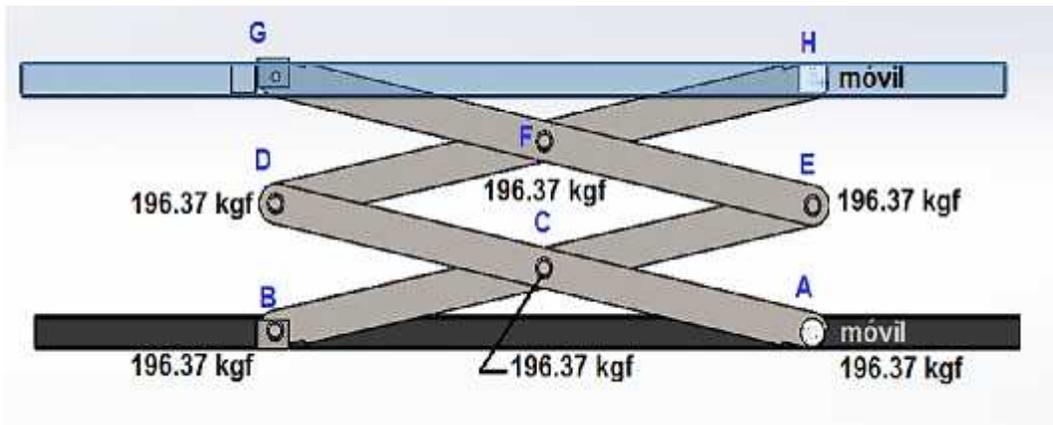
<i>F vs $\Delta\varphi^\circ$</i>			
Variación Angular	Fuerza Pis (kgf)	Fuerza (N)	Presión (psi)
8.05	1555.5	15244	1090
9	1389	13612	973,1
10	1247.6	12227	874,11
11	1131.8	11092	793

Fuerza vs $\Delta\varphi$



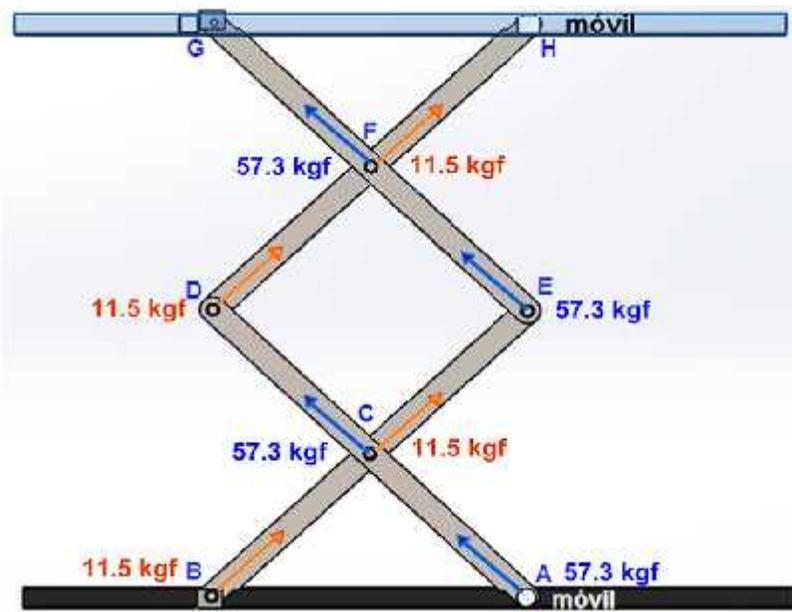
Reacciones en los nodos

Totalmente plegado

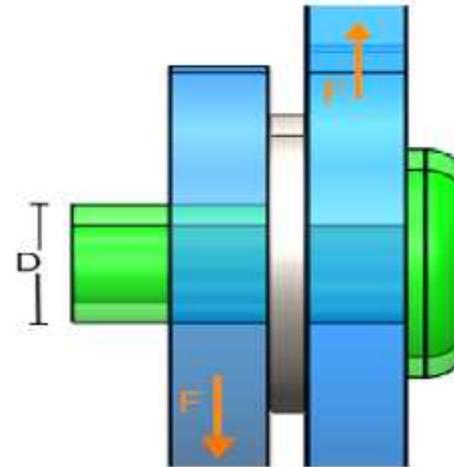
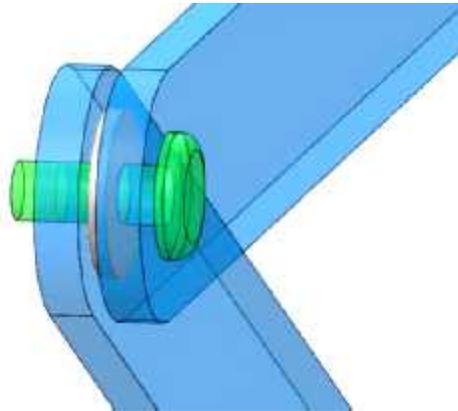


Reacciones en los nodos

Totalmente alzado



Esfuerzo cortante en los remaches



Vista lateral

Características del remache

Remache acero 1040
 $D \rightarrow 9\text{mm}$

$F \rightarrow$ Fuerza puntual de un nodo (1,9KN)

Límite Cortante (MPa) (N/mm²)

351

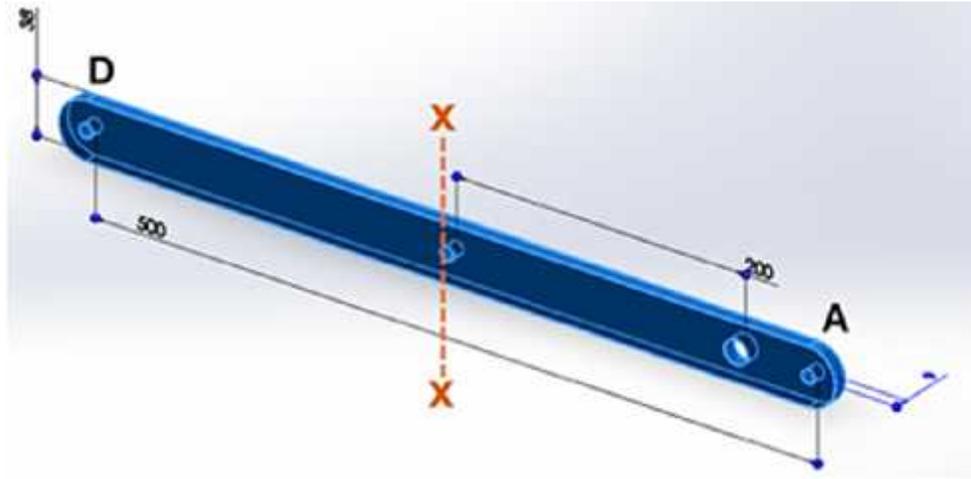
$$\tau = \frac{4F}{\pi \times D^2} < S_Y$$

$$\tau = \frac{4 \times (1923)}{\pi \times 9^2}$$

$$\tau = 30,25\text{N/mm}^2 < 351\text{N/mm}^2$$



Esbeltez de la platina

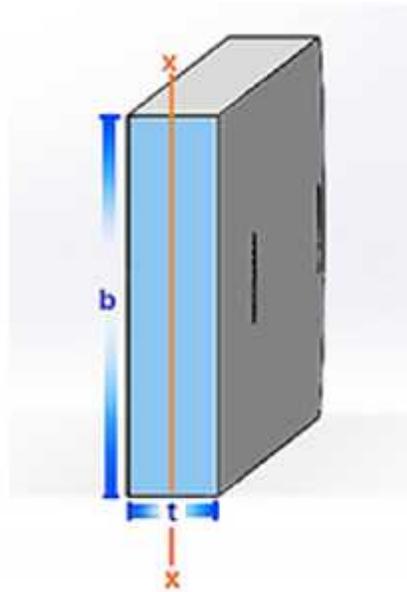


$b \rightarrow$ altura
 $t \rightarrow$ espesor

a) Área sección transversal (A)

$$A = b \times t$$

$$A = 38 \times 9 = 342 \text{ mm}^2$$



Vista lateral



ESBELTEZ DE LA PLATINA

b) Momento de inercia (I)

$$I = \frac{bt^3}{12}$$

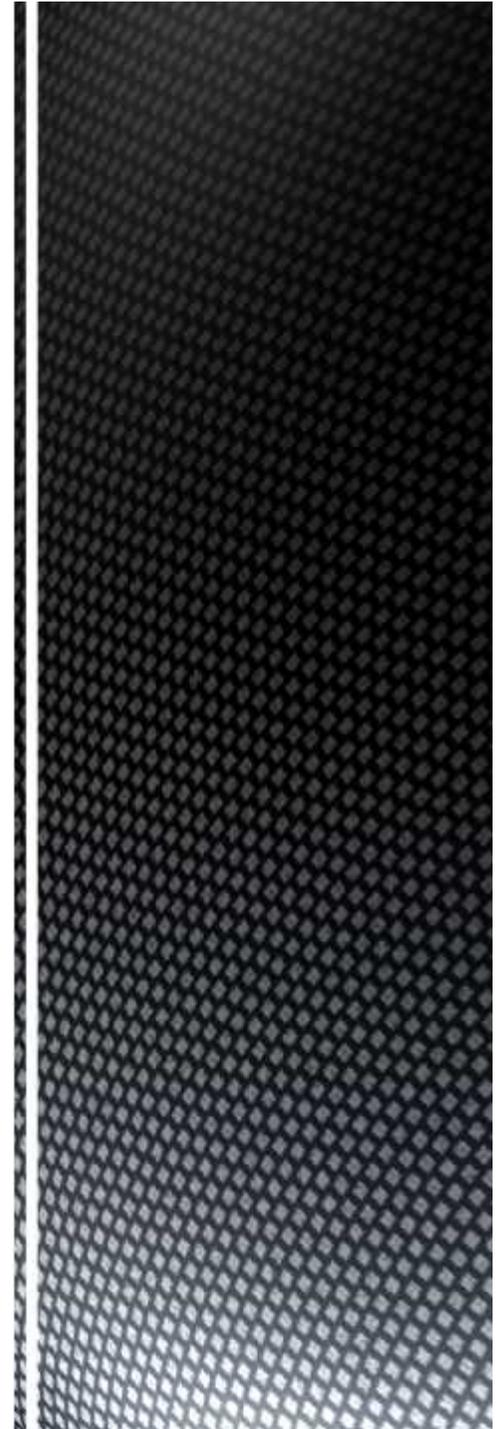
$$I = \frac{38 \times 9^3}{12} = 2308.9 \text{mm}^4$$

c) Radio de giro (r_{xx})

Es el radio mínimo que se considera por el cual la platina puede llegar a pandearse.

$$r_{xx} = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

$$r_{xx} = \sqrt{\frac{2308.9}{342}} \quad \therefore \quad r_{xx} = 2.6 \text{mm}$$



ESBELTEZ DE LA PLATINA

d) Razón de esbeltez (λ)

Es la relación longitud efectiva (altura/diámetro) con su radio de giro mínimo o llamada también dimensión lateral. Es un paso del análisis de columnas con carga al centro

$k \rightarrow$ es una constante que depende de la fijación de los extremos

$L \rightarrow$ es longitud de los extremos fijados

$$\lambda = \frac{k \times L}{r_{xx}}$$
$$\lambda = \frac{0.8 \times 200}{2.6} = 61.53 \text{ mm}$$

e) Constante de la columna (C_c)

Representa el valor de la razón de delgadez que separa una columna larga de una corta, dependiendo del valor a continuación se considera el procedimiento de Euler o Johnson.

$$C_c = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{S_y}}$$
$$C_c = \sqrt{\frac{2 \times \pi^2 \times 200 \times 10^9}{250 \times 10^6}} = 125.66$$

$\therefore \lambda < C_c \rightarrow$ columna corta



ESBELTEZ DE LA PLATINA

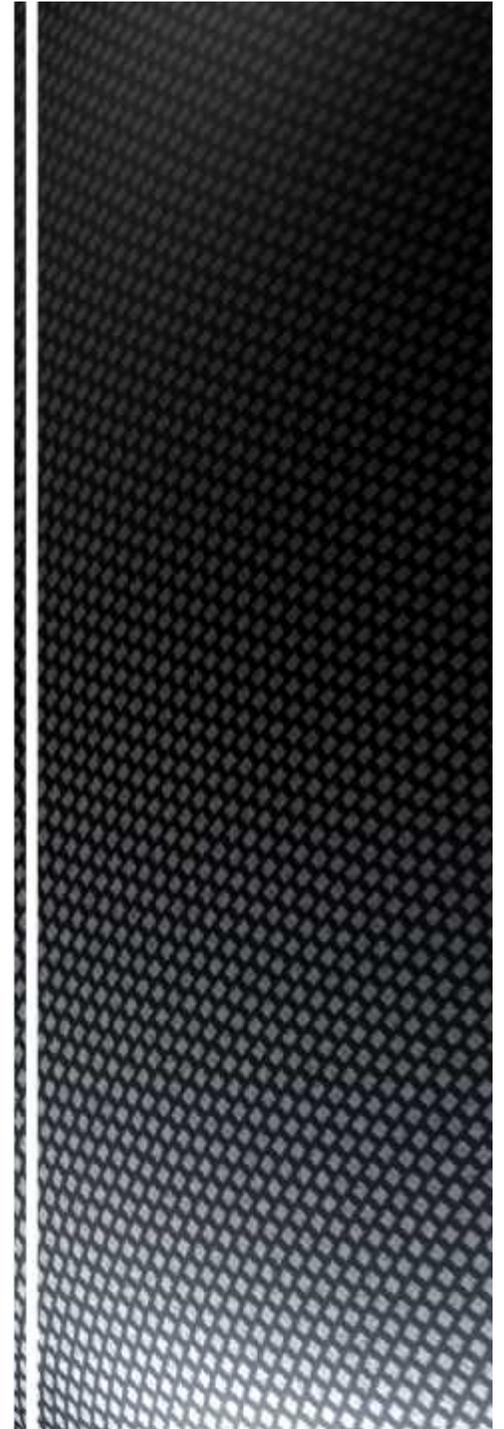
f) Carga crítica (P_{Cr})

Existen dos fórmulas para calcular la carga crítica, la fórmula de Euler para columnas largas y la fórmula de J.B Johnson para columnas cortas, como la razón de esbeltez es decir Kl/r es menor a Cc se consideran una “columna” corta y por tanto se calcula de la siguiente manera.

$$P_{Cr} = AS_y \left[1 - \frac{S_y \left(\frac{KL}{r} \right)^2}{4\pi^2 E} \right] \quad (\text{J.B Johnson})$$

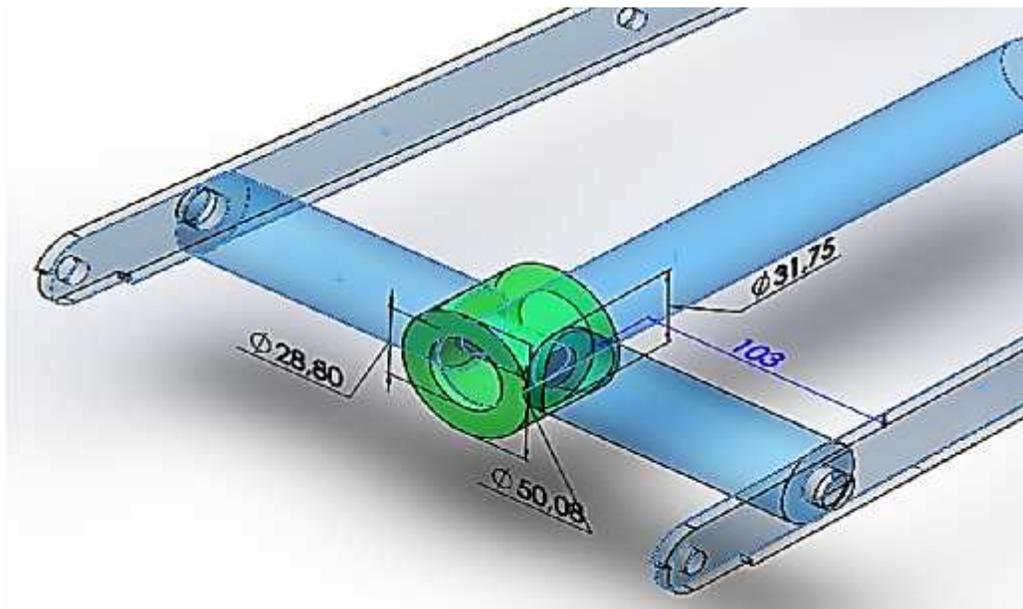
$$P_{Cr} = (342)250 \left[1 - \frac{250 \times 10^6 (76.92)^2}{4\pi^2 207 \times 10^9} \right] = 70.02 \text{KN}$$

$$P_{Cr} = 7145 \text{Kgf}$$



ESFUERZOS FLEXORES Y CORTANTES

El final del vástago del cilindro se encuentra cruzado por un eje de acero 1 1/4 de pulgada (31.75 mm), su cálculo puede considerarse como una viga con carga centrada.



Acero al carbono AISI 4340

Eje al carbono AISI 4340

Dimensiones:

longitud eje \rightarrow 220mm

diámetro eje \rightarrow 31.75mm

diámetro menor \rightarrow 12.7mm

Límite Elástico
(MPa) (N/mm²)

Módulo de
Elasticidad
(GPa)

Cortante

Tensión

V= 235

Sy= 470

E= 207



ESFUERZOS FLEXORES Y CORTANTES

a) Reacciones de apoyo

Una perspectiva biaxial simplifica el cálculo por esfuerzo transversal del vástago del pistón sobre el eje perpendicular, el cual va conectado a su vez con los eslabones (tijeras).

$$\curvearrow +\Sigma M_1 = 0$$

$$F_{pis}(112) - R_2(225) = 0$$

$$R_2 = \frac{F_{pis} \cdot d}{L}$$

$$R_2 = \frac{1555(112)}{225}$$

$$R_2 = 777.8 \text{ kgf} \approx 7622 \text{ N}$$

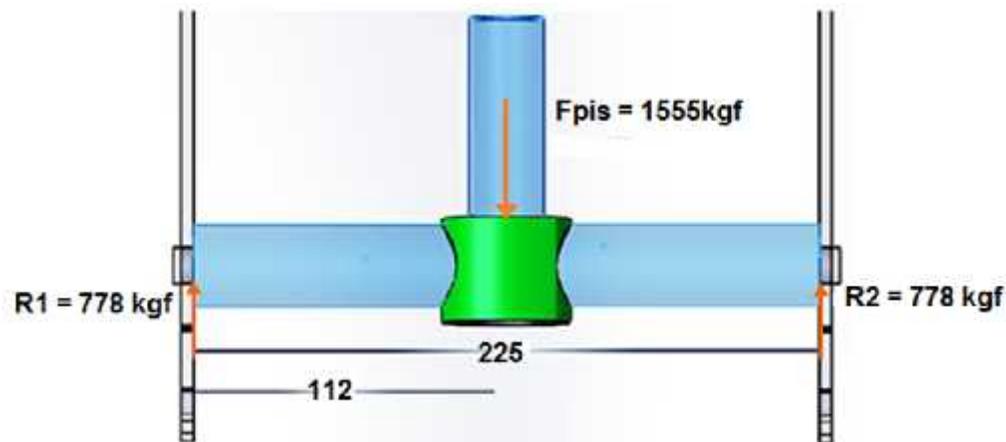
$$\uparrow +\Sigma F_y = 0$$

$$R_1 + R_2 - F_{pis} = 0$$

$$R_1 + R_2 = P$$

$$R_1 = 1555 - 777.8$$

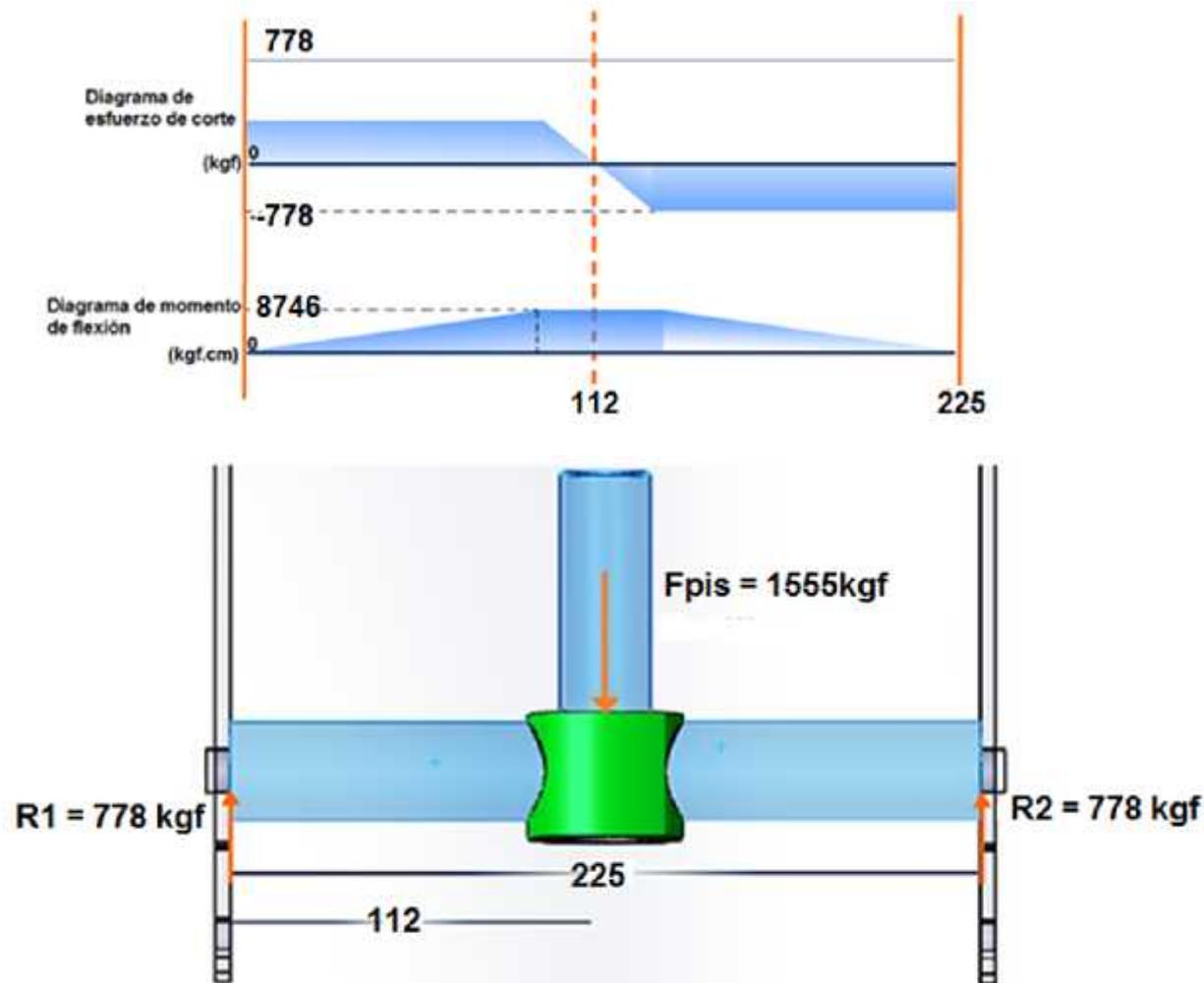
$$R_1 = 777.8 \text{ kgf} \approx 7622 \text{ N}$$



ESFUERZOS FLEXORES Y CORTANTES

b) Diagramas de corte y flexión

Son las representaciones gráficas de los valores de esfuerzos de corte y flexión distribuidas sobre la longitud total de la viga.



ESFUERZOS FLEXORES Y CORTANTES

c) **Momento máximo ($M_{m\acute{a}x}$)**

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{F_{pis} d^2}{2d}$$

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{1555 (11.2^2)}{2(11.2)}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 8746.87 \text{ Kgf.cm} \approx 858 \text{ N.m}$$

d) **Momento de inercia del eje transversal (I)**

Es una medida de la inercia rotacional de un cuerpo en torno a uno de los ejes principales.

$D \rightarrow$ diámetro del semieje

$c \rightarrow$ distancia del eje neutral a la sección más exterior

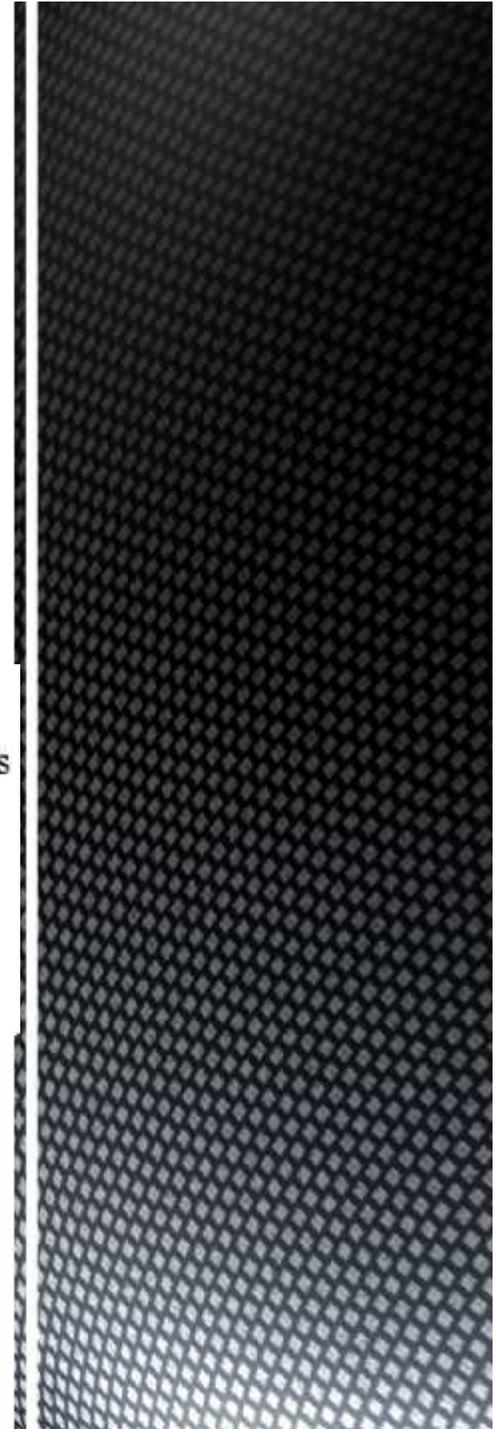
$$I = \frac{\pi D^4}{64}$$

$$I = \frac{\pi 31.75^4}{64}$$

$$I = 49882.1 \text{ mm}^4$$

$$c = \frac{D}{2}$$

$$c = 15,87 \text{ mm}$$



ESFUERZOS FLEXORES Y CORTANTES

c) **Momento máximo ($M_{m\acute{a}x}$)**

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{F_{pis} d^2}{2d}$$

$$M_{m\acute{a}x} = \frac{1555 (11.2^2)}{2(11.2)}$$

$$M_{m\acute{a}x} = 8746.87 \text{ Kgf.cm} \approx 858 \text{ N.m}$$

d) **Momento de inercia del eje transversal (I)**

Es una medida de la inercia rotacional de un cuerpo en torno a uno de los ejes principales.

$D \rightarrow$ diámetro del semieje

$c \rightarrow$ distancia del eje neutral a la sección más exterior

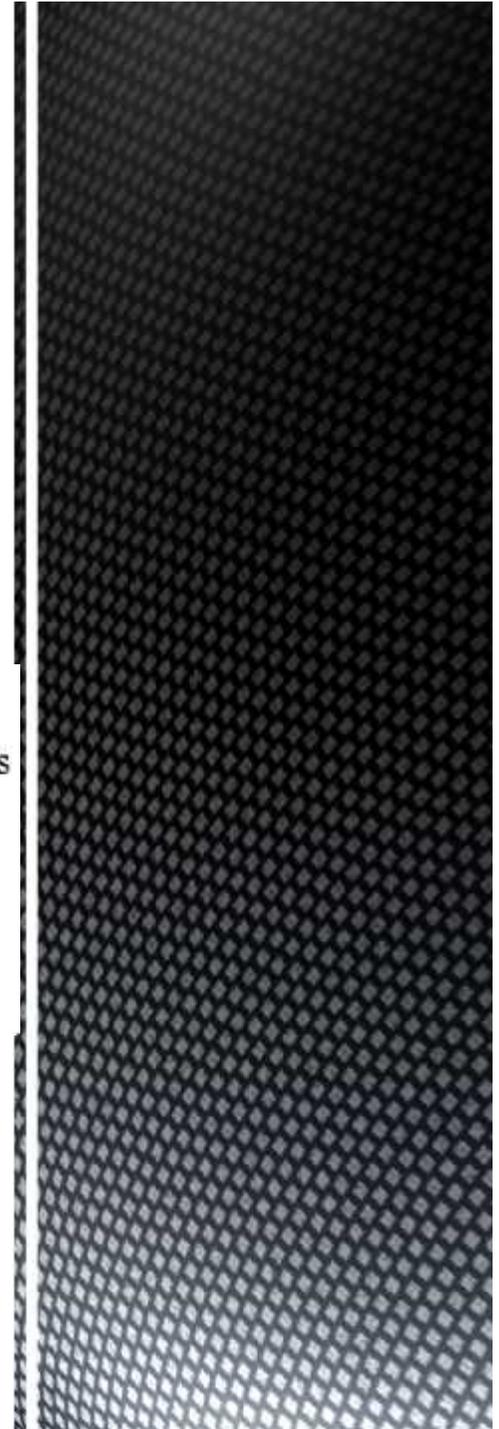
$$I = \frac{\pi D^4}{64}$$

$$I = \frac{\pi 31.75^4}{64}$$

$$I = 49882.1 \text{ mm}^4$$

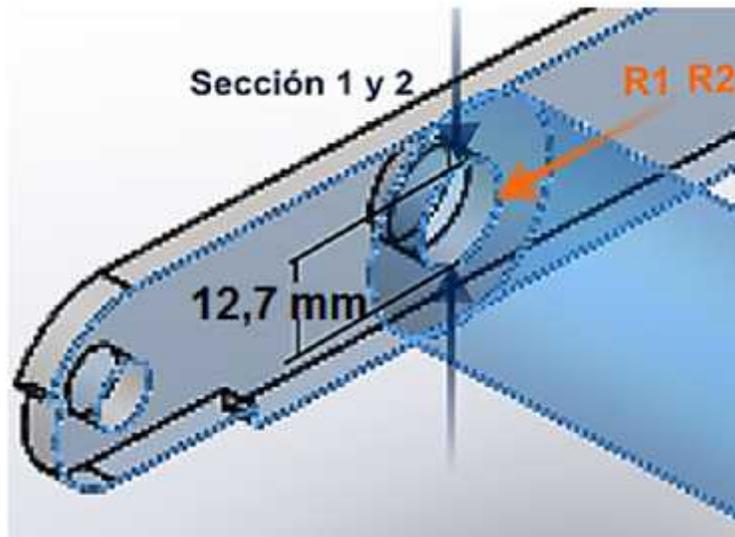
$$c = \frac{D}{2}$$

$$c = 15,87 \text{ mm}$$



ESFUERZOS CORTANTE EJE REDUCIDO

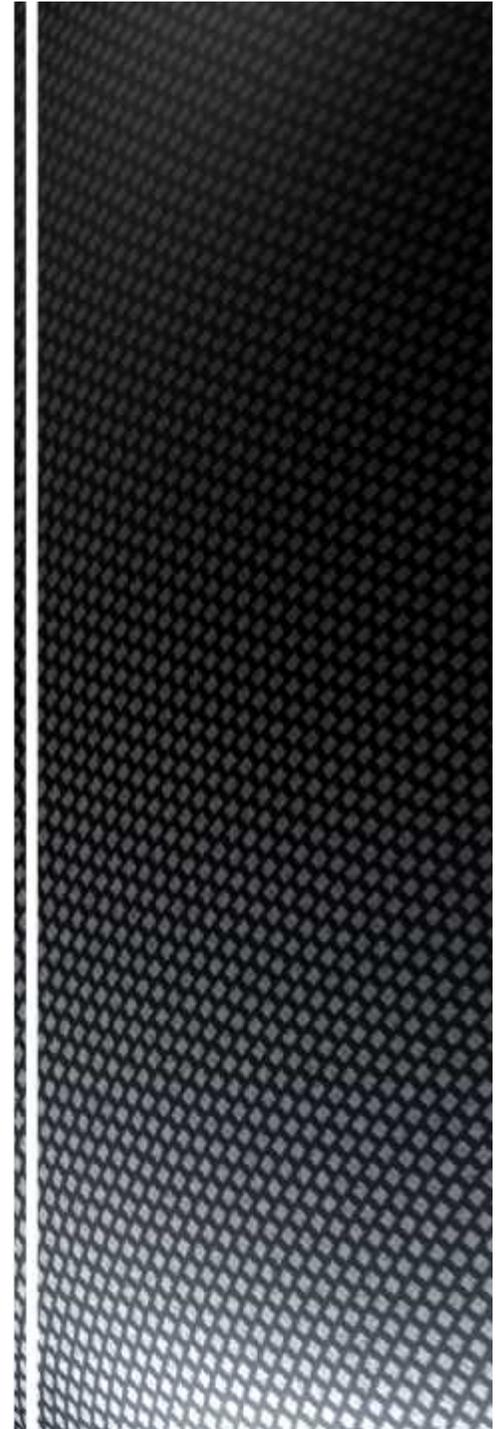
Estas secciones son un área crítica porque los ejes pasan a reducirse sus diámetros (31.75mm a 12.7mm) y, la fuerza que se produzca los podrá hacer fallar solo por corte similar al de una cizalla.



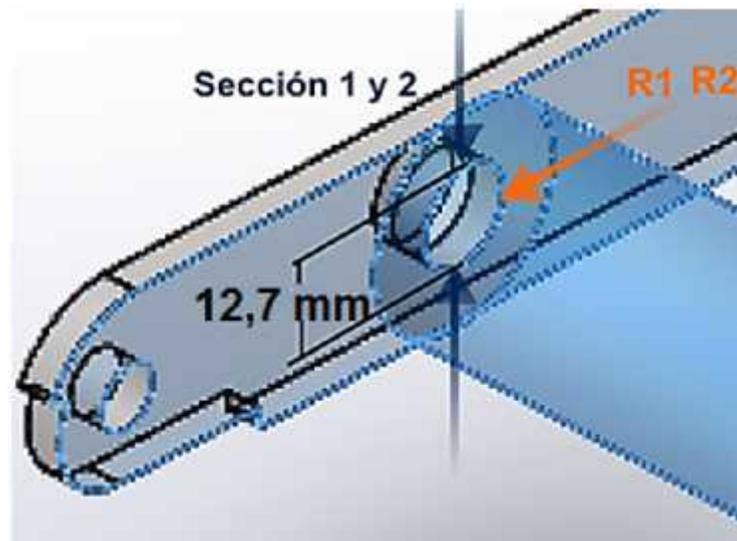
$A \rightarrow$ área del eje en su sección crítica

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi \left(\frac{12,7}{2} \right)^2 = 126.67 \text{ mm}^2$$



ESFUERZOS CORTANTE EJE REDUCIDO



$V \rightarrow$ *esfuerzo cortante máximo (N)*

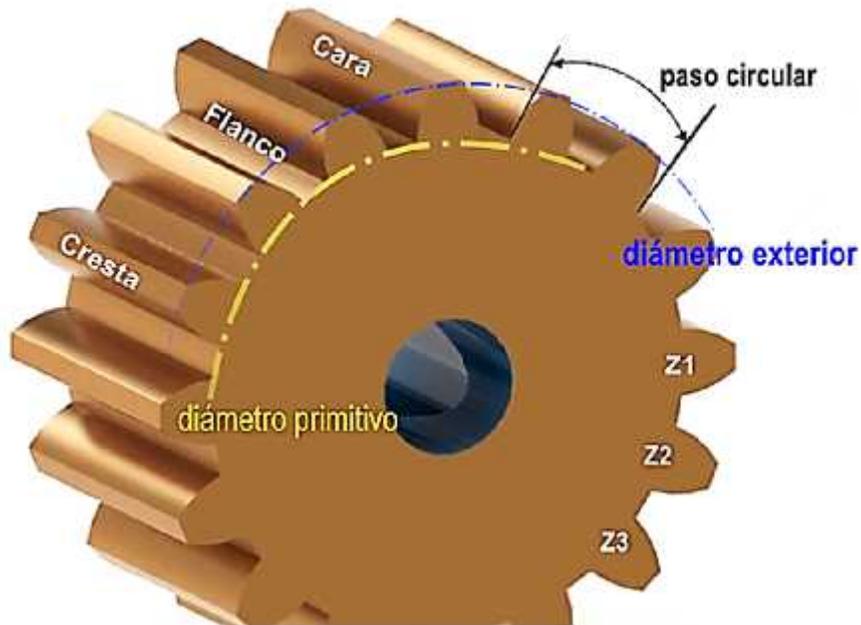
$$\tau = \frac{4V}{3A}$$

$$\tau = \frac{4(7624.4)}{3(126.67)}$$

$$\tau = 80.3 \text{ N/mm}^2 \text{ (MPa)} < 235 \text{ N/mm}^2 \text{ AISI 4340}$$



CÁLCULOS PARA EL PIÑÓN Y LA CREMALLERA



Diseño constructivo del piñón

Bronce Grafitado Dimensiones:	Velocidad de Giro (rpm)	Torque (kg.cm)	η (%)
diámetro exterior $\rightarrow d_e = 36 \text{ mm}$ diámetro primitivo $\rightarrow d_p = 32 \text{ mm}$ número de dientes $\rightarrow z = 16$	40	7	90



CÁLCULOS PARA EL PIÑÓN Y LA CREMALLERA

Velocidad de avance (V_a)

Se considera a la velocidad de traslación de la cremallera sobre el piñón

$$V_a = \frac{N \cdot d_p \cdot \pi}{60000}$$

$$V_a = \frac{40 \cdot 32 \cdot \pi}{60000} = 0.067 \text{ m/s}$$

Tiempo de avance (t)

Corresponde al tiempo que tome desplazar completamente la plataforma

$l \rightarrow$ longitud total de la cremallera (m)

$$t = \frac{l}{V_a}$$

$$t = \frac{0.35}{0.067} = 5,22 \text{ s}$$



CÁLCULOS PARA EL PIÑÓN Y LA CREMALLERA

Fuerza Tangencial (F_t)

Esta fuerza considera el rozamiento, y por ende, las pérdidas de energía que se producen entre el piñón y la cremallera.

Masa a trasladar (peso de la plataforma) $\rightarrow M = 8kg$.

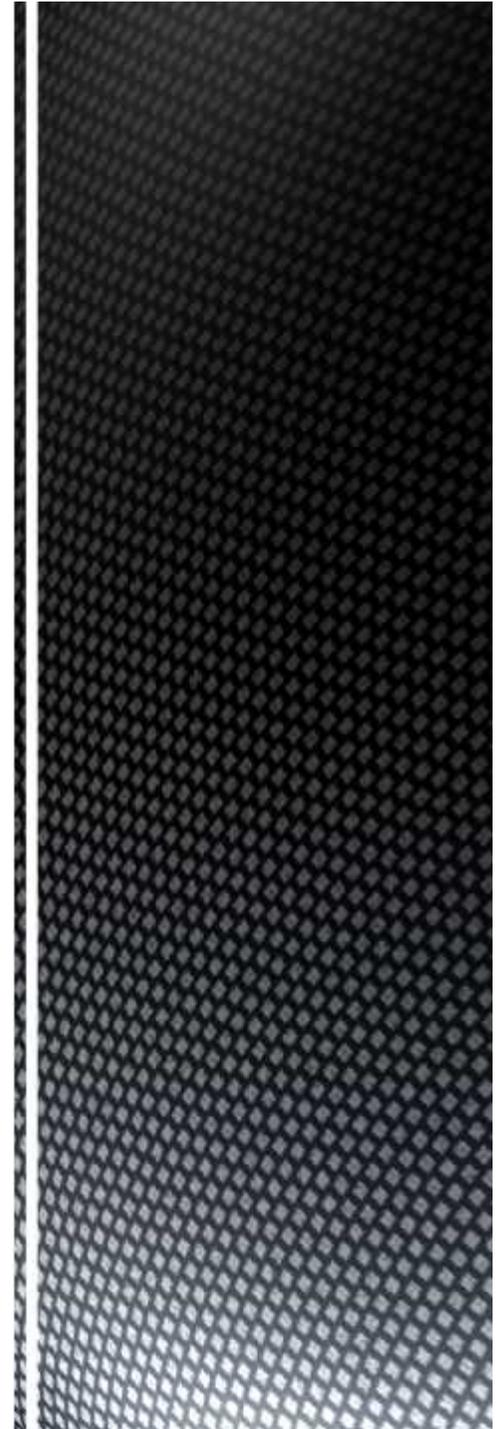
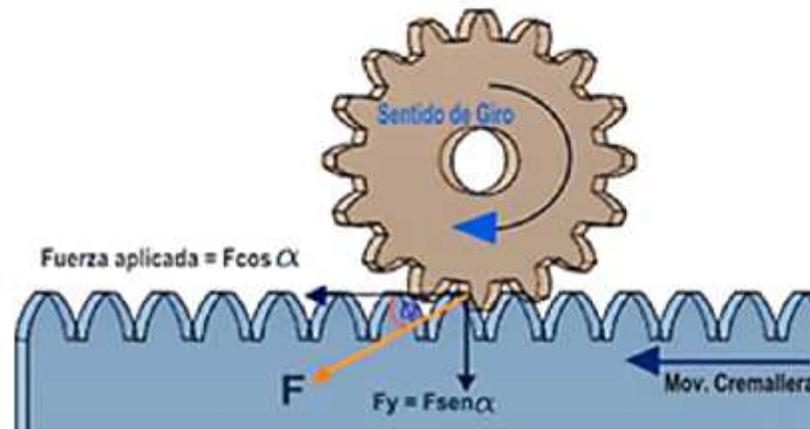
$$F_{tr} = M(9.81\mu + a)$$

$$F_{tr} = 8 (9.81 \times 0.7) = 55N$$

$$F_{aplicada} = F \cos \alpha$$

$$F_{aplicada} = 55 \cos 20$$

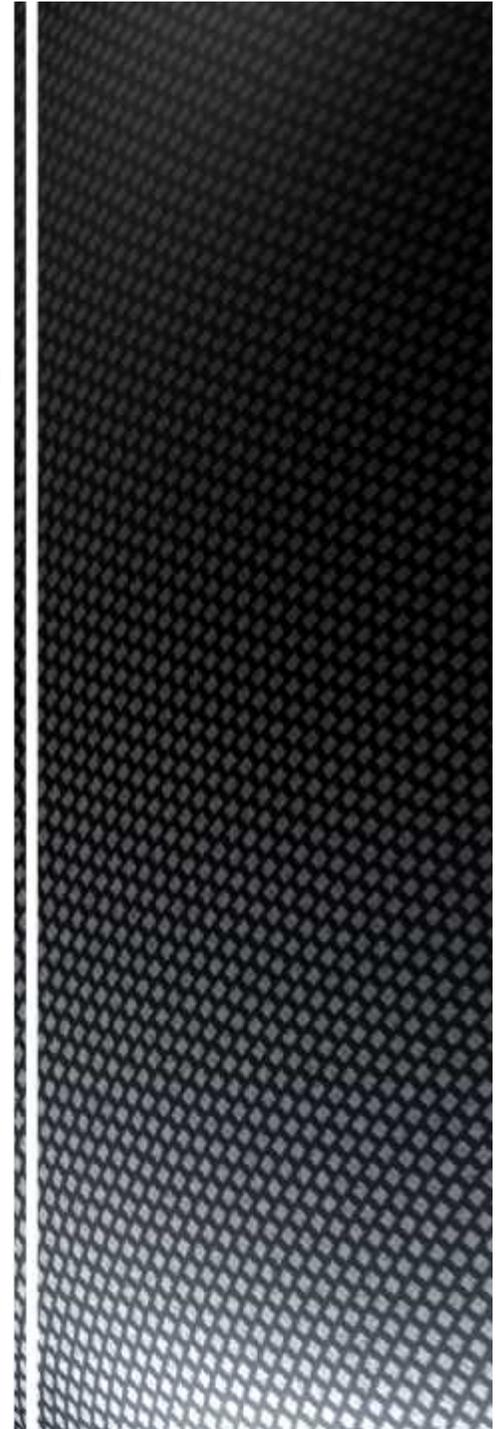
$$F_{aplicada} = 51.86N \approx 5.27kgf$$



Software de diseño

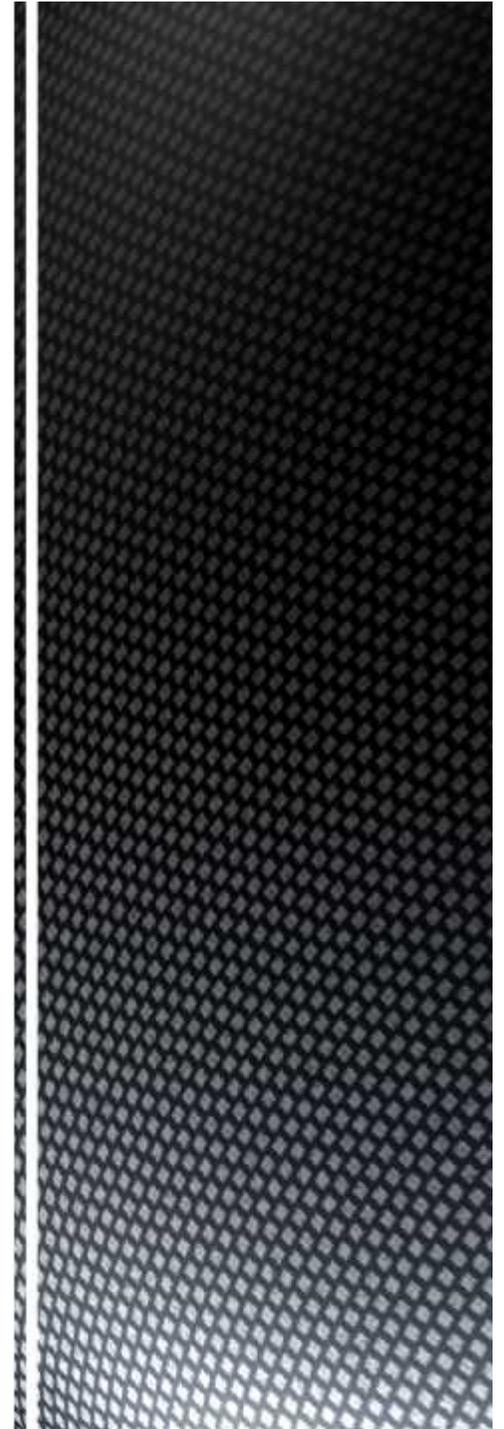
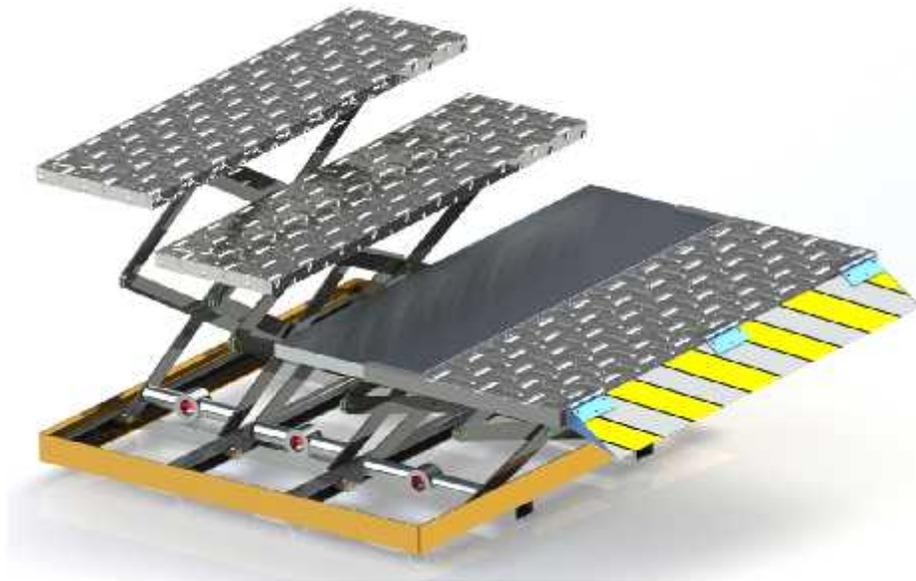
The logo for SolidWorks 2014 is displayed on a dark blue rectangular background. It features the SolidWorks 'S' logo on the left, followed by the word 'SOLIDWORKS' in a bold, white, sans-serif font. Below 'SOLIDWORKS', the year '2014' is written in a smaller, white, sans-serif font.

SOLIDWORKS
2014





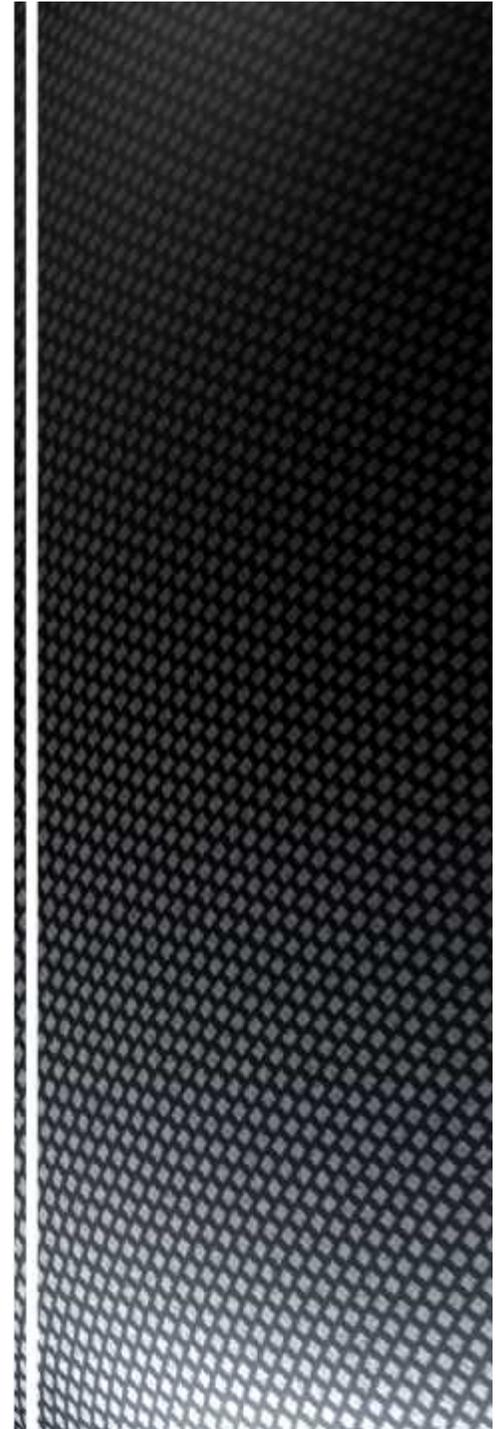
Es una herramienta para diseño mecánico en 3D (tridimensional) que permite modelar piezas, ensambles, construcción de planos, simulaciones de tipo ingenieril y otras aplicaciones importantes.



El proceso de simulación de fuerzas sobre el mecanismo se lo realiza también en Solidworks, para este proceso utiliza un proceso numérico llamado MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS (MEF).



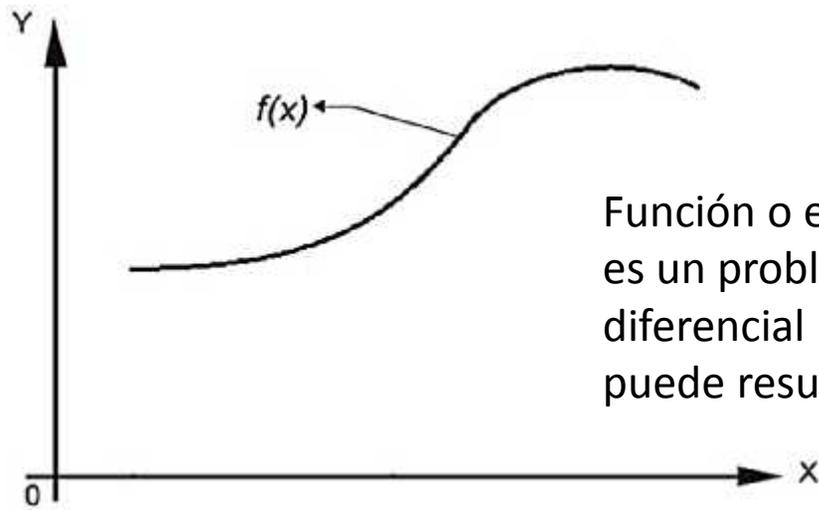
FUENTE (help.solidworks, 2015)



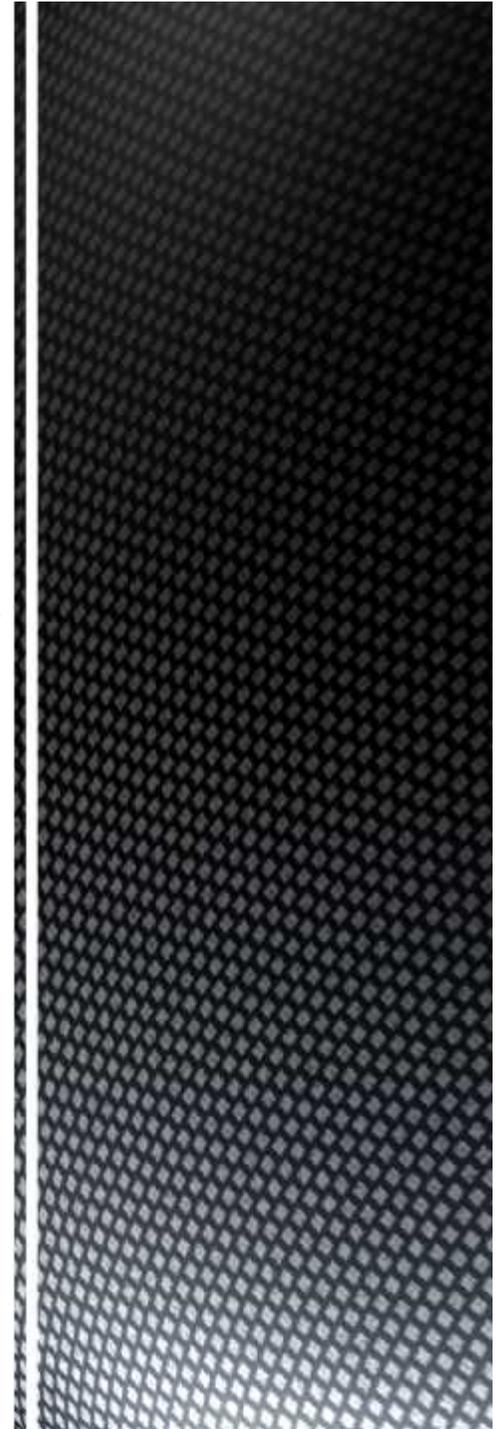


Que hace el MEF?

Permite resolver ecuaciones diferenciales planteadas en forma débil o integral que están asociadas a un problema físico y se puede usar sobre geometrías complicadas

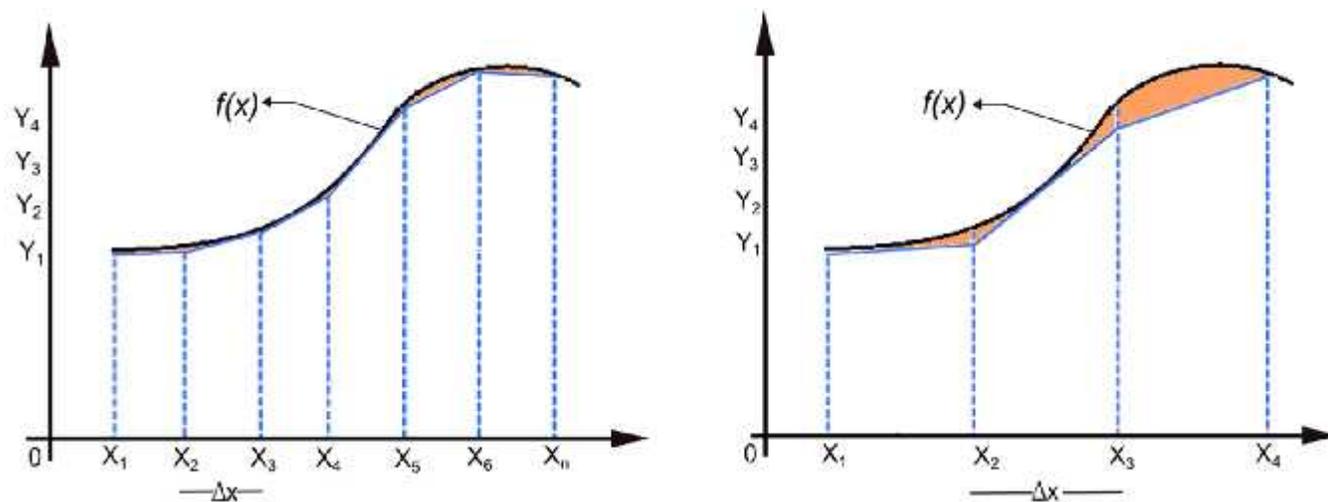


Función o ecuación diferencial que es un problema de cálculo diferencial pero su resolución se lo puede resumir al algebra lineal.



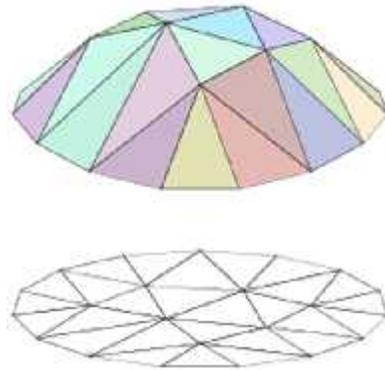
Como resuelve el MEF?

Divide una función en elementos bien definidos y finitos, para formar sobre estas, ecuaciones resolutivas del área de la sección



Establece límites y según el criterio de segmentos que se haga en la función, se puede subestimar el valor real o aproximarse al mismo





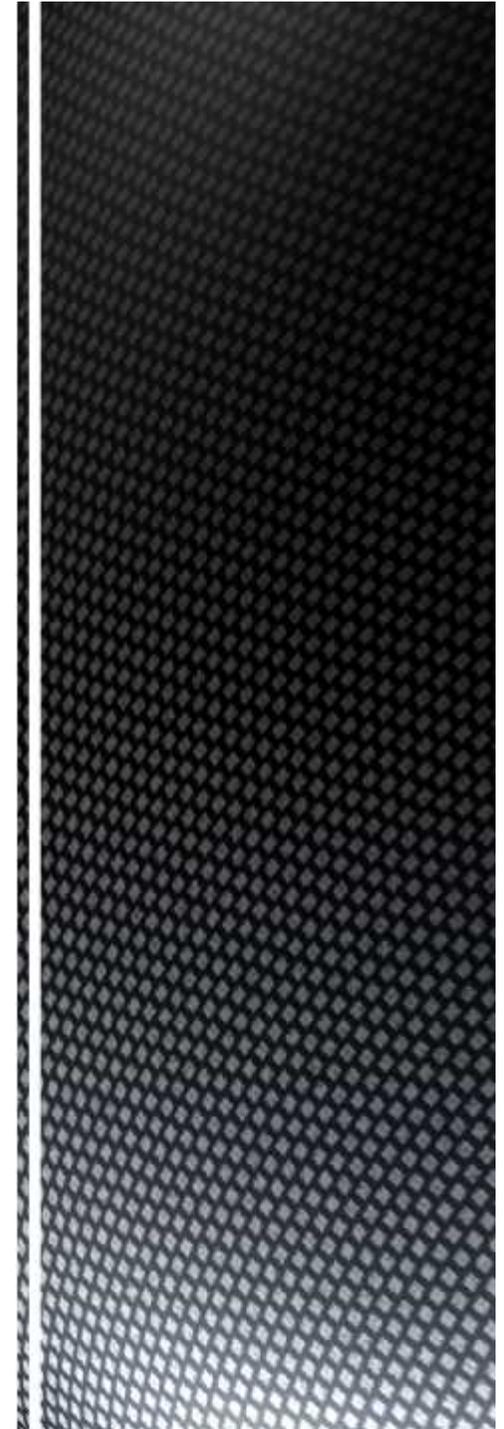
FUENTE: (wikipedia, 2015)

Errores y limitaciones del mef

Errores computacionales.- Errores de redondeo provenientes de los cálculos de punto flotante.

Errores de conversión discreta.- Mediante el uso de un número finito de elementos para modelar la estructura introduce errores al igualar la geometría.

Limitaciones.-respuestas numéricas cuantitativas concretas no relaciones cualitativas generales

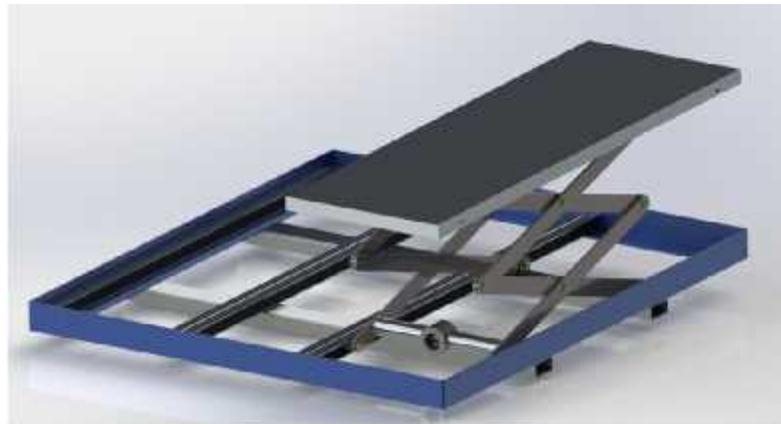




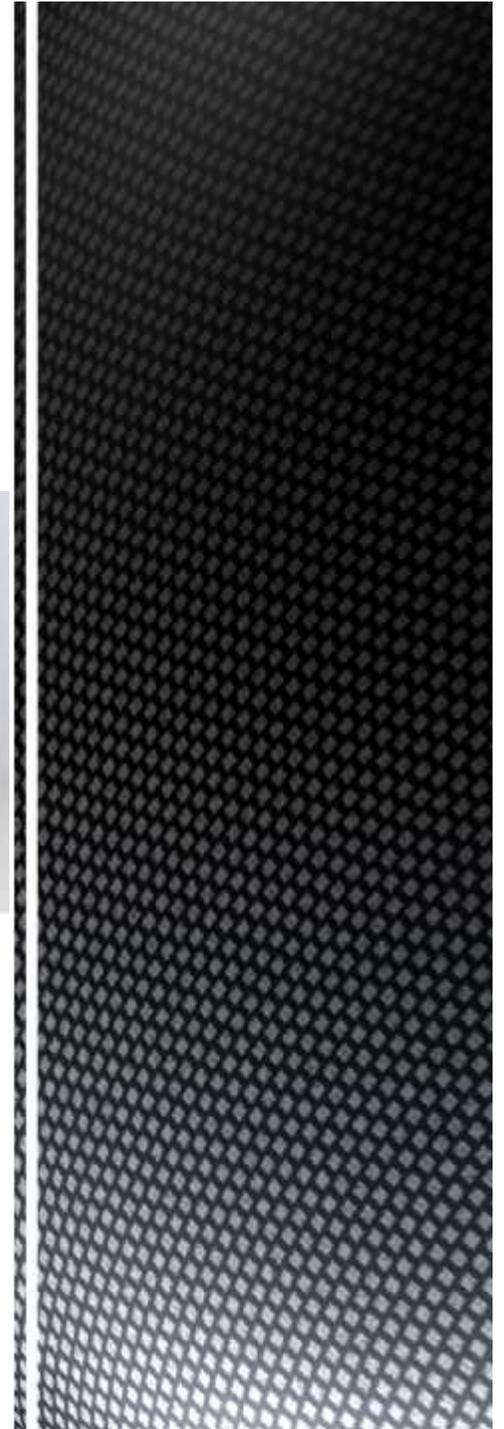
Dos condiciones:



1era. Posición Estándar

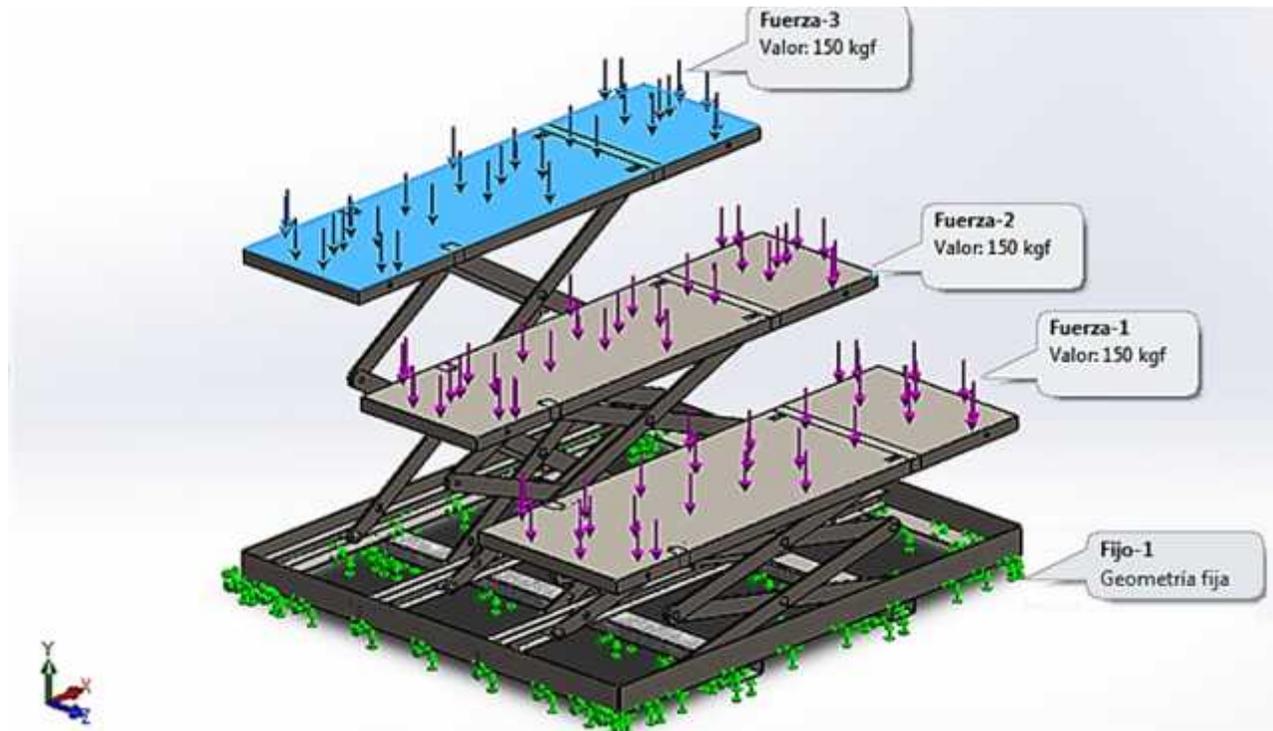


2da. Rigidez y deformación de los ejes

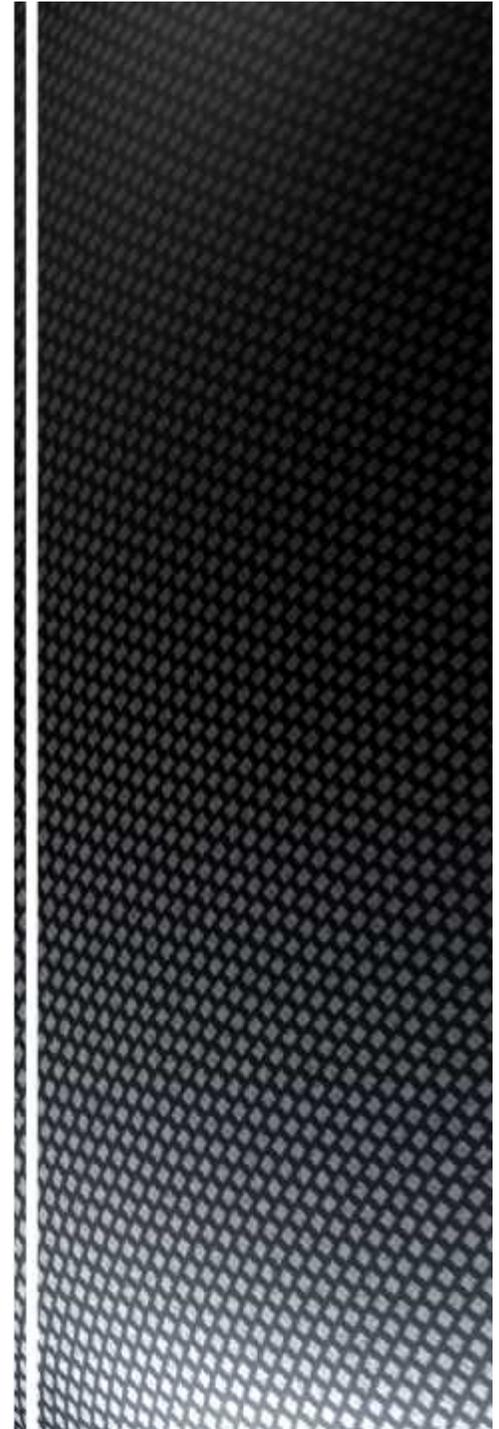




1era. Condición:

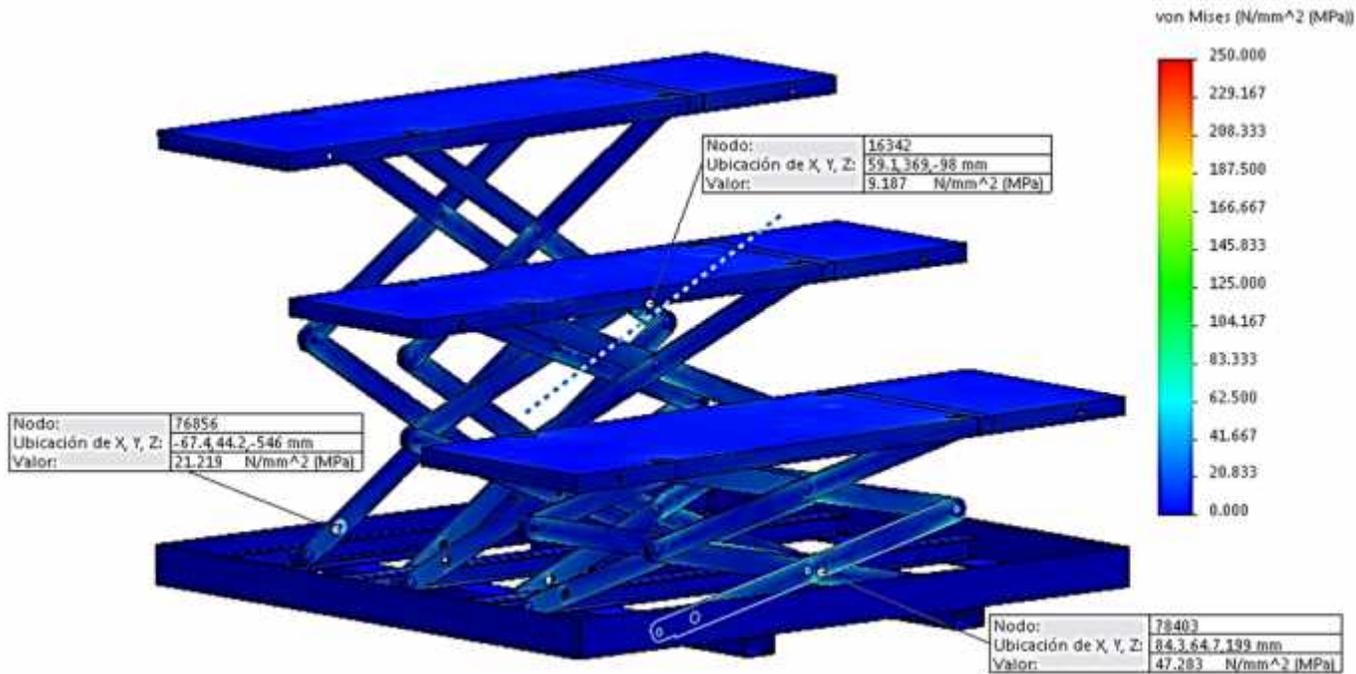


La estructura en su posición estándar se le aplica una fuerza perpendicular de 150 kgf, por cada peldaño, este valor podría suponer dos personas paradas en cada una de ellas mientras mantienen su posición





Esfuerzos sobre la estructura

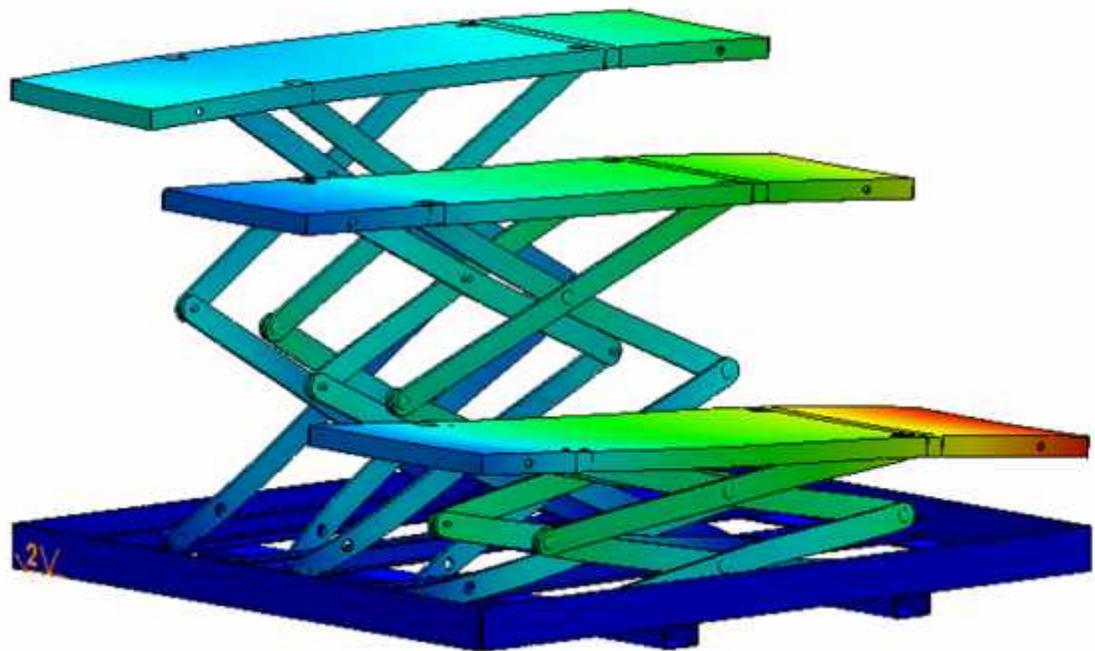


Acero ASTM A-36 utilizado en la simulación posee un límite de esfuerzo de 250MPa, esfuerzos en las estructura hasta los 90 MPa. La sección más crítica se encuentra en los remaches y su esfuerzo máximo alcanza los 120 MPa.





Desplazamientos

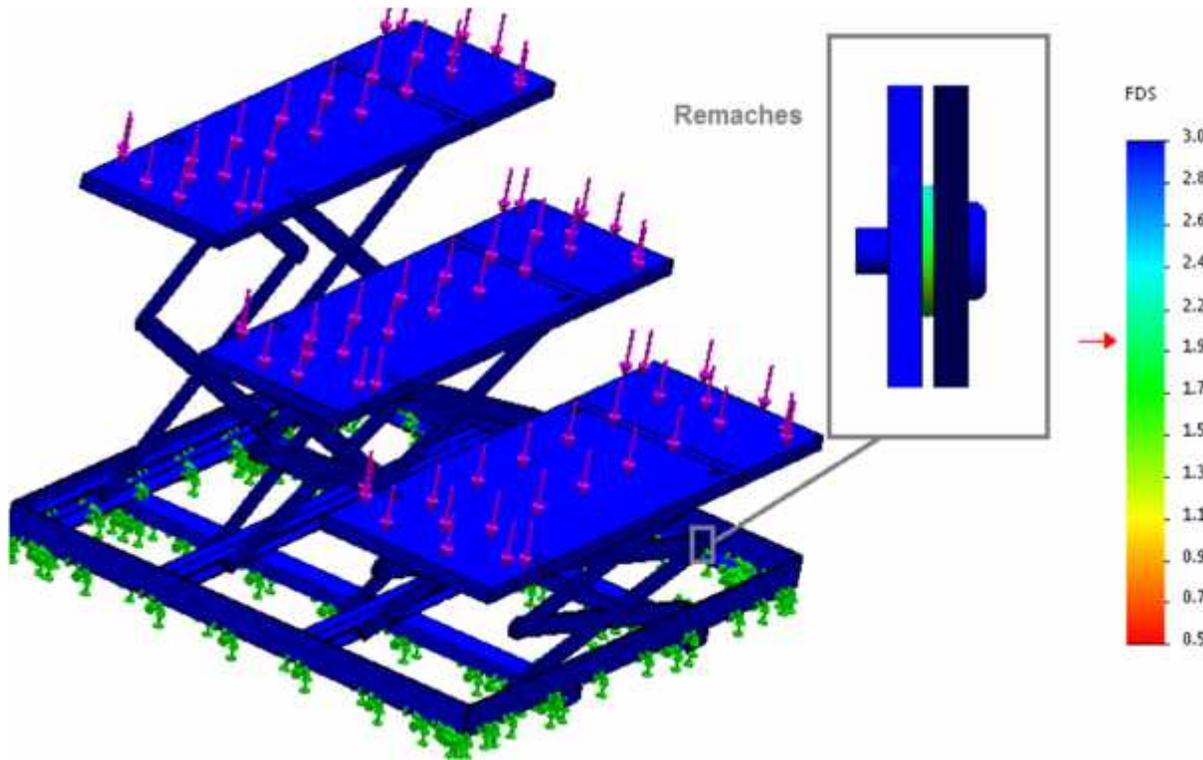


La gráfica muestra el desplazamiento producido a causa de la fuerza aplicada, la representación visual se ha aumentado 37 veces más para su mejor apreciación

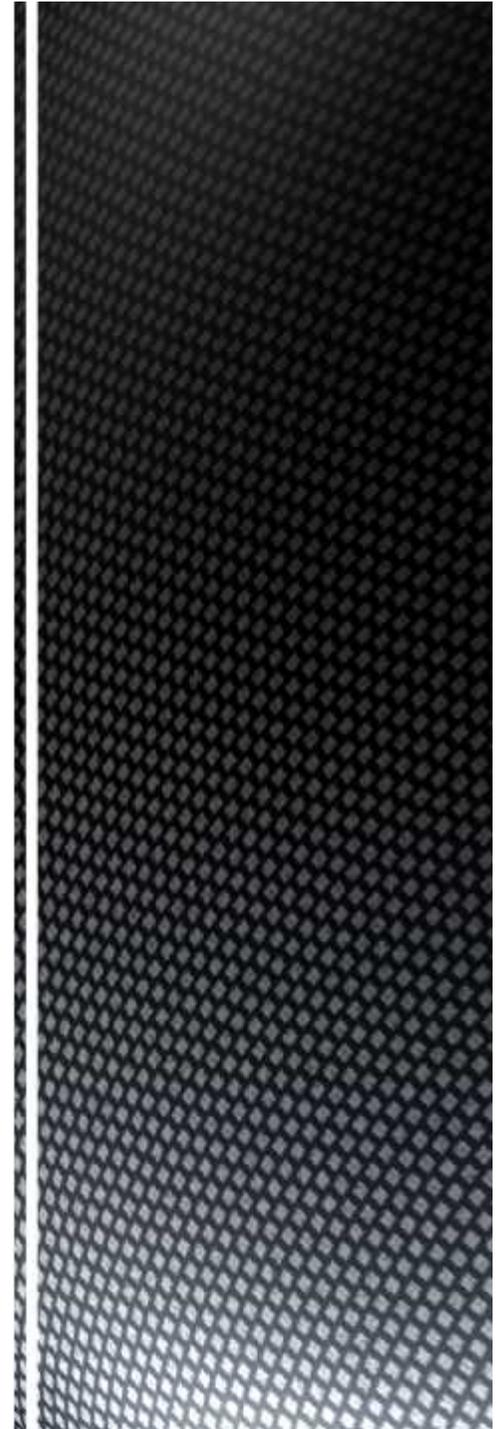




Factor de Seguridad

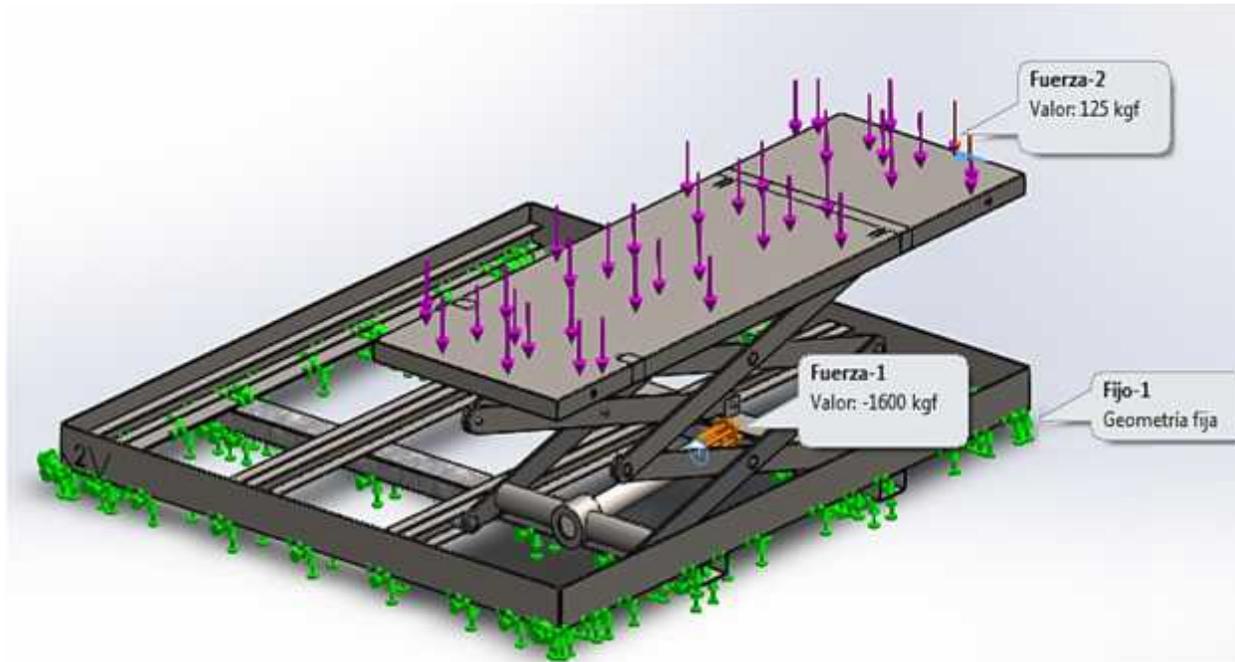


El factor mínimo obtenido se encuentra en los remaches, sin embargo el valor garantiza un margen aceptable al peso aplicado. El valor mínimo del FDS se encuentra entre 1,9 a 2

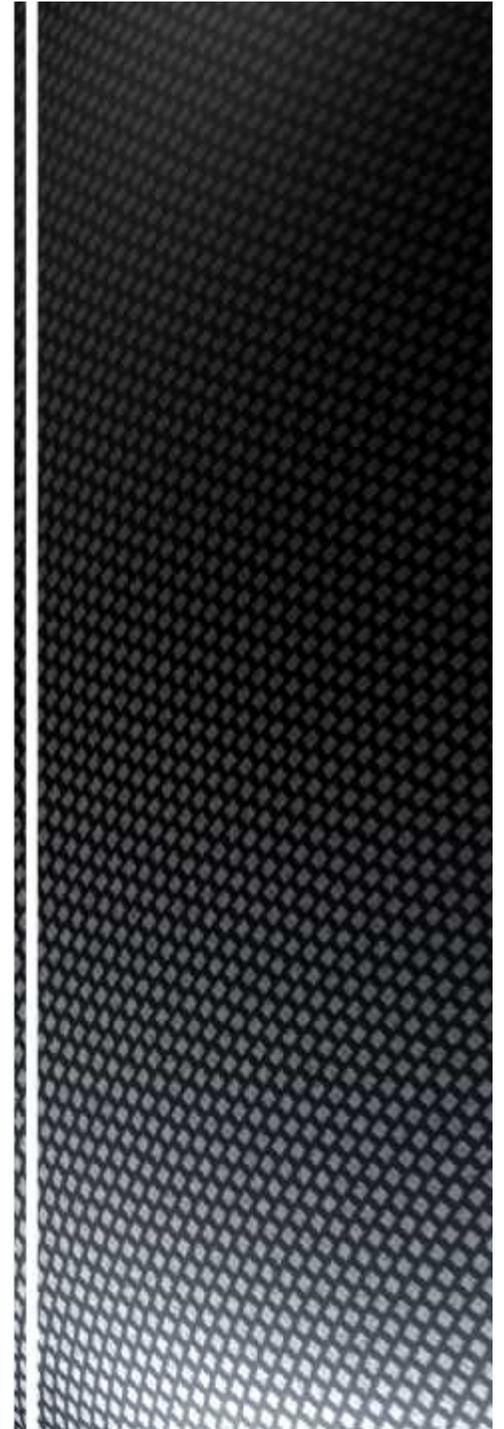




2da. Condición

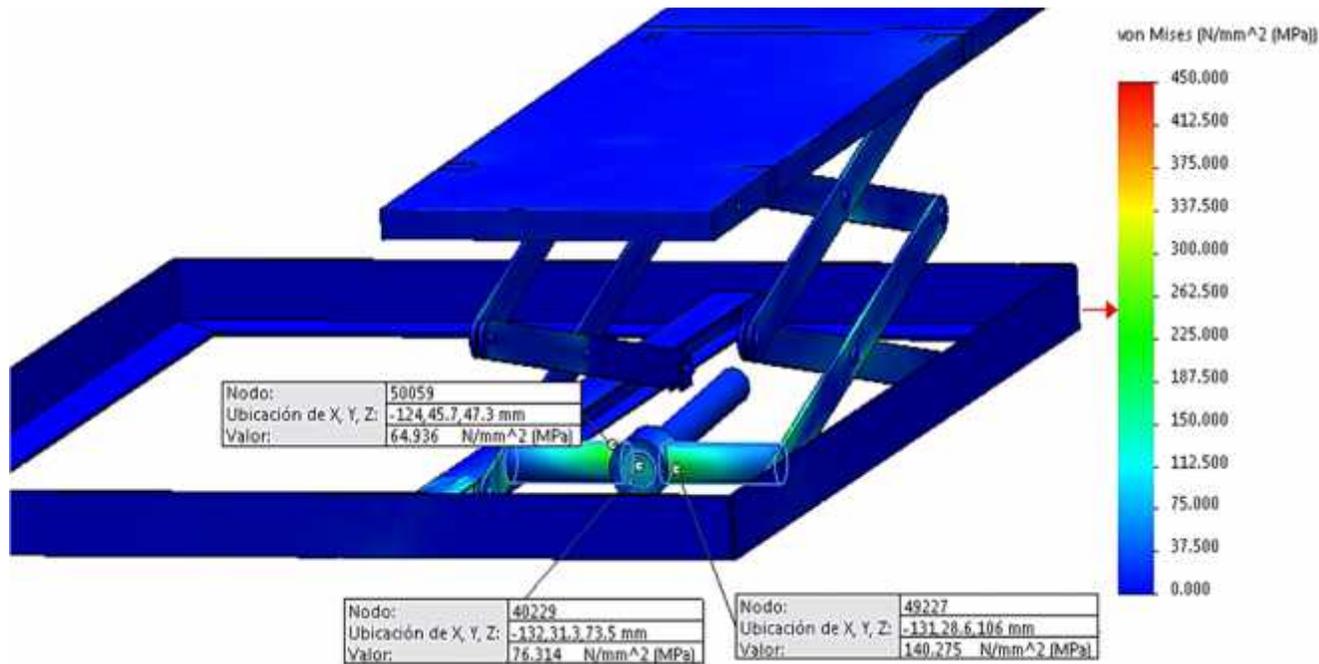


Comprobar el diseño de los semiejes si son aptos para resistir la fuerza aplicada por el pistón hidráulico, el cual es de 1555 kgf.

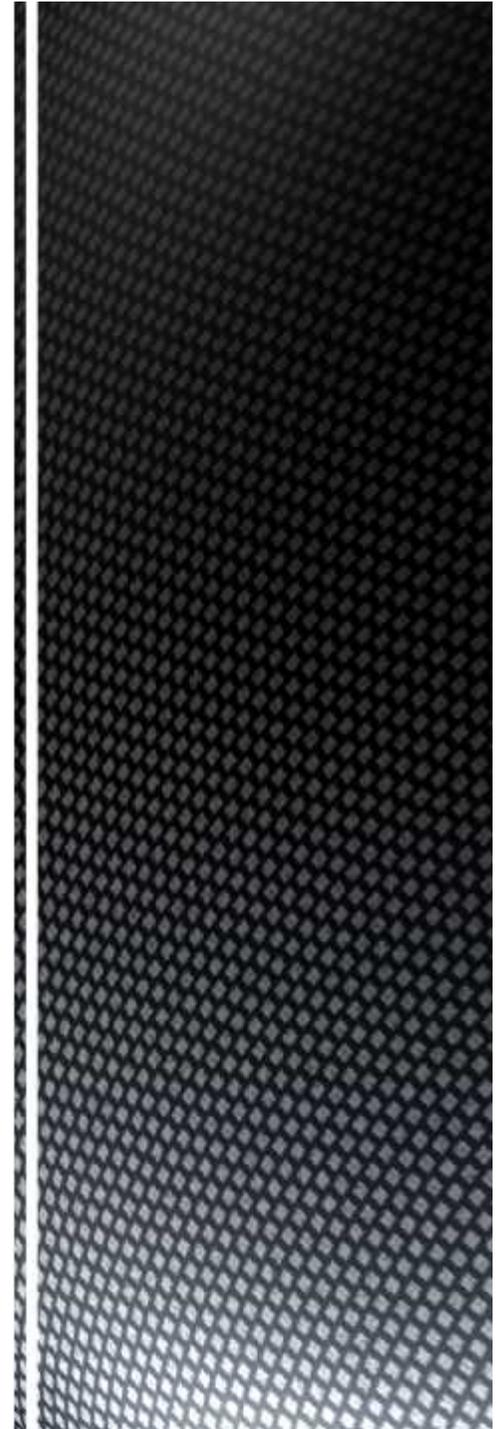




Esfuerzos sobre la estructura

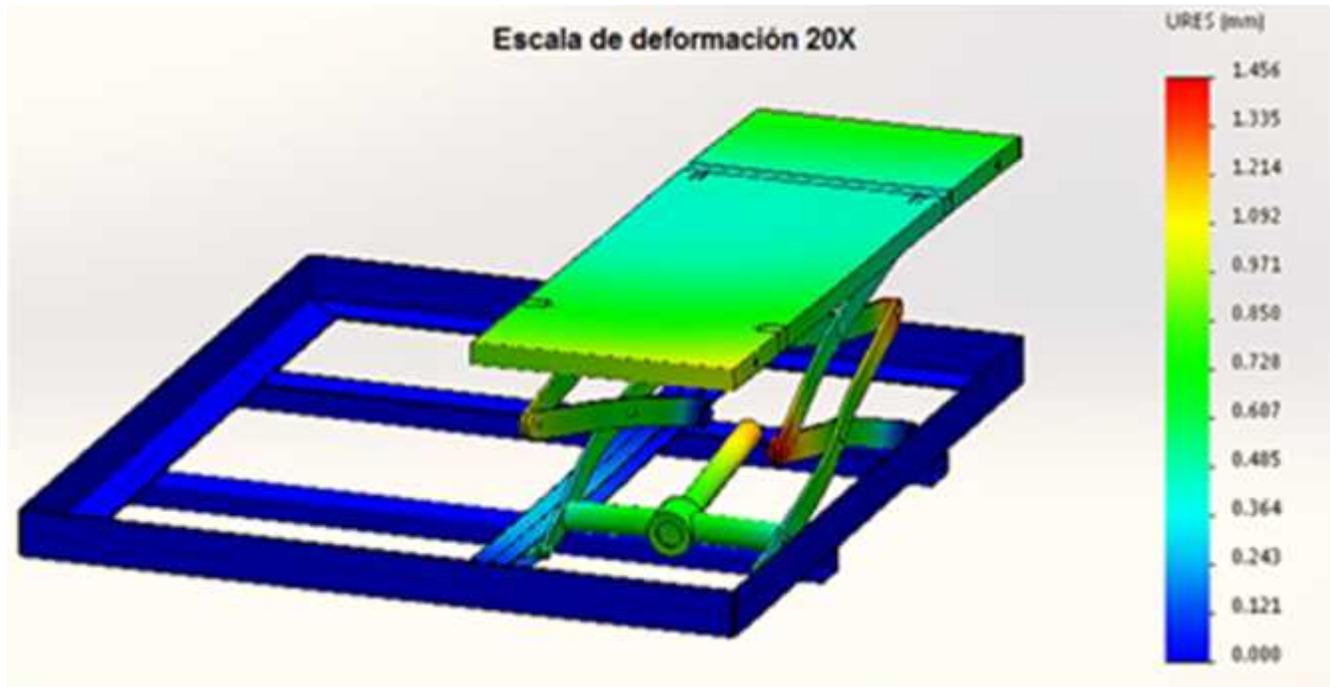


El esfuerzo máximo obtenido en los semiejes es 247MPa, están diseñados con acero AISI 4340 y poseen un límite de tensión de 470MPa

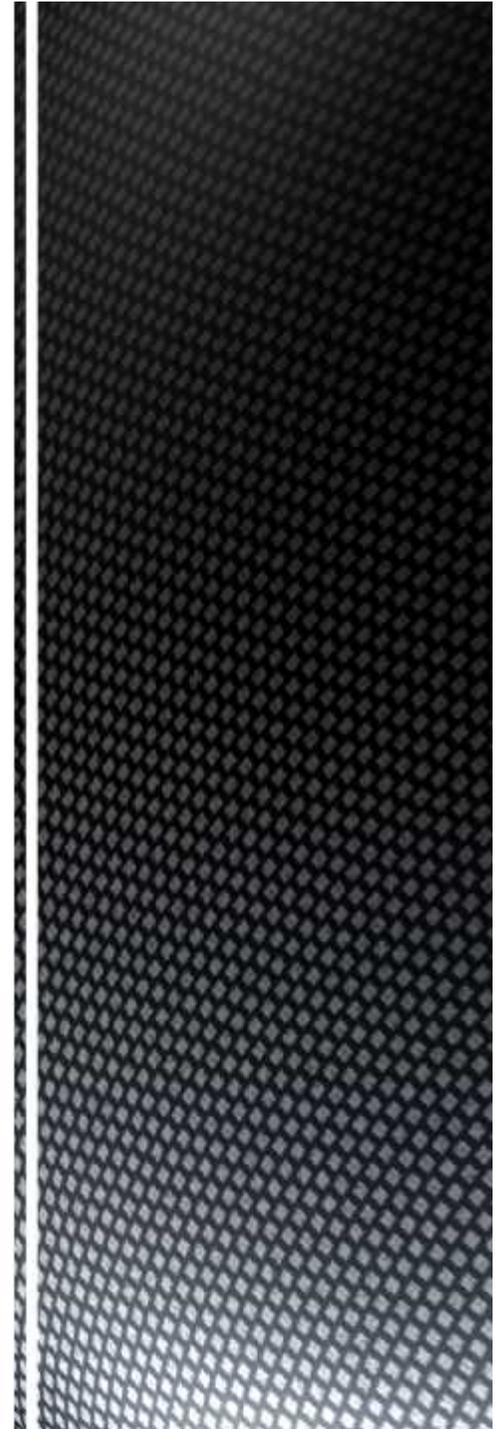




Desplazamientos

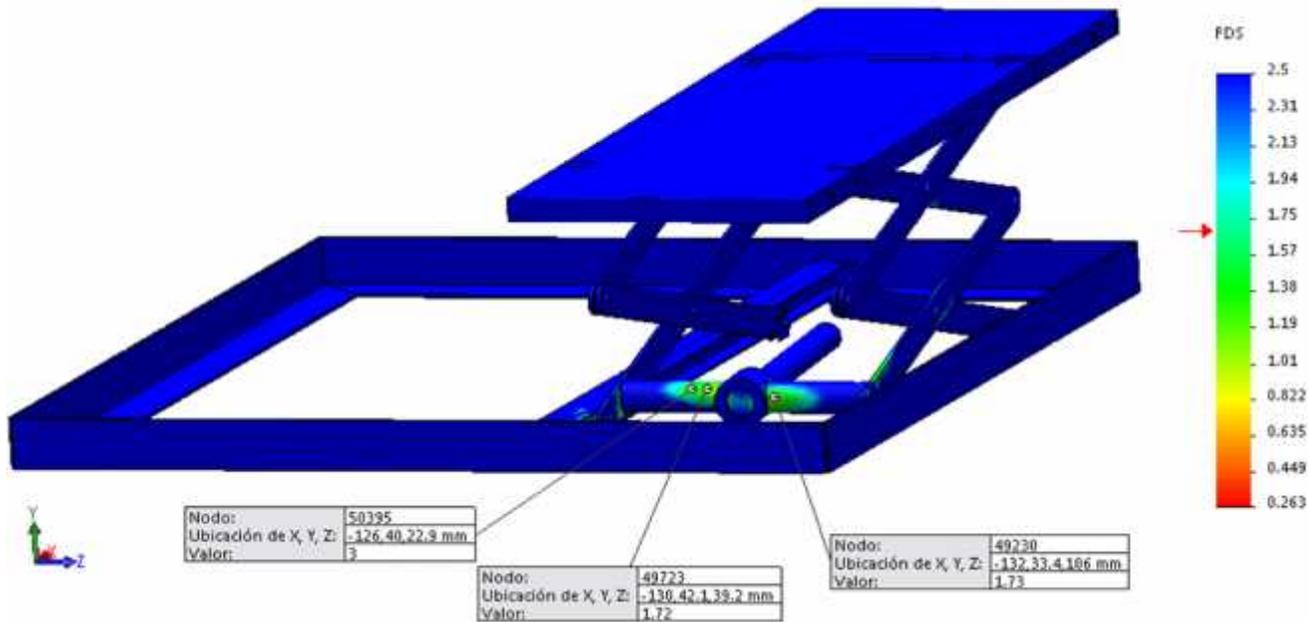


Los desplazamientos en el mecanismo indican que es un mecanismo sólido y sus secciones no se deforman en más de 2 mm en ninguna sección, la representación visual ha sido aumentada 20 veces más para su apreciación





Factor de Seguridad

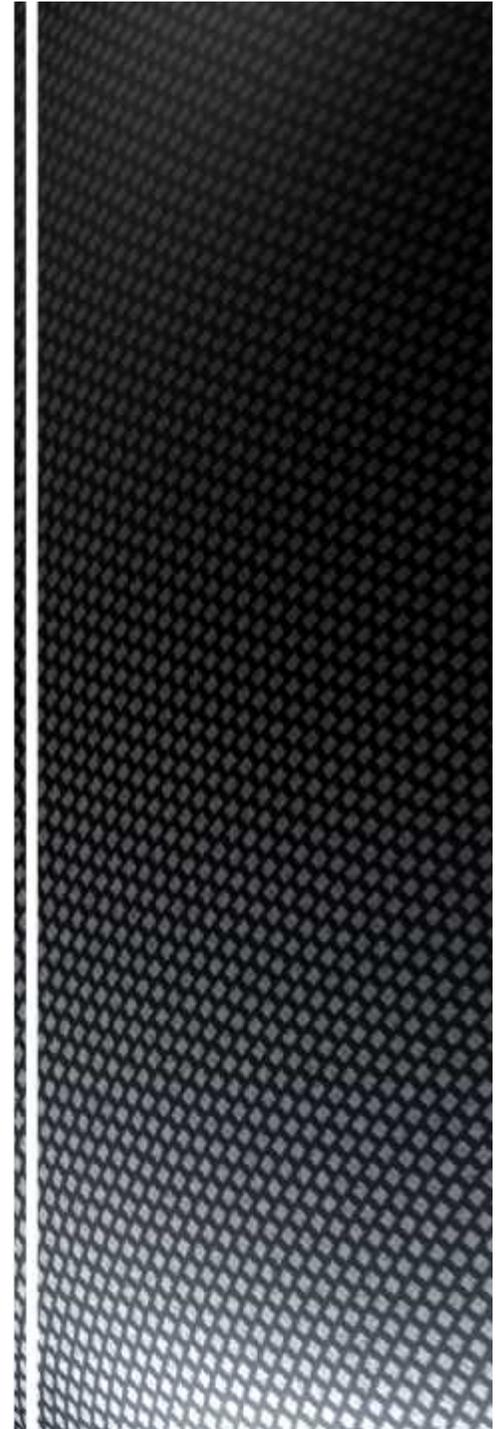


El valor de 1,7 obtenido se encuentra en un margen seguro de uso, ya que las condiciones hipotéticas para el análisis son exigentes y el diseño de los semiejes son de un acero superior al resto de aceros del mecanismo



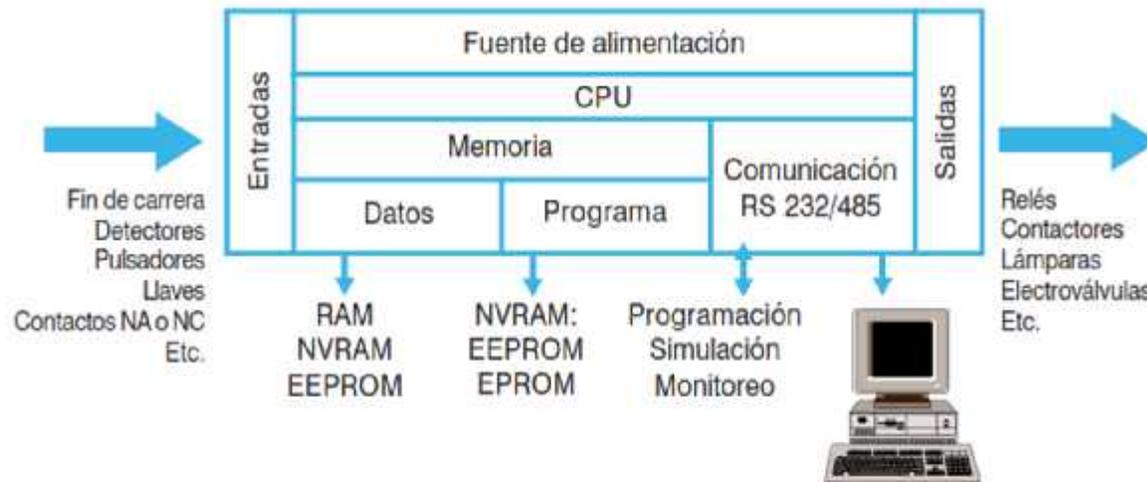
Automatización

El mecanismo debe ser controlado y activado por un solo dispositivo durable que permita energizar a los actuadores en secuencias específicas y sea operado desde la cabina del autobús.



Programmable Logic Controller PLC

Diseñado con el objetivo de controlar procesos electromecánicos para productos industriales, el PLC es un computador industrial dedicado a controlar múltiples elementos de salida basados en el estado de las entradas.



Esquema básico de un PLC



Automatización

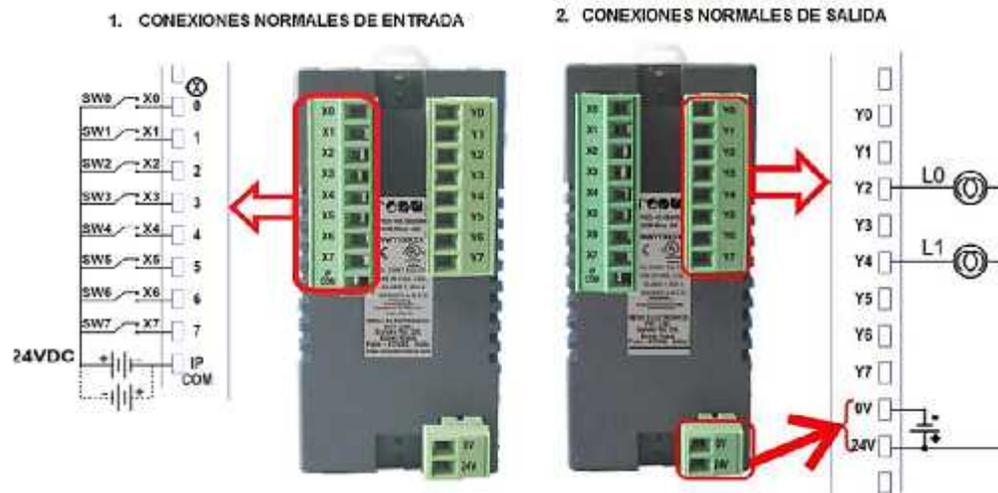


PLC con HMI. Renu Electronics

- Pueden manejar altas cargas de potencia
- Se requiere poco diseño eléctrico.
- Capacidad de almacenamiento
- Posibilidad de introducir modificaciones sin cambiar el cableado ni añadir aparatos.
- Si se requiere otra secuencia no es necesario cambiar el PLC solo se precisa reprogramarlo



Automatización

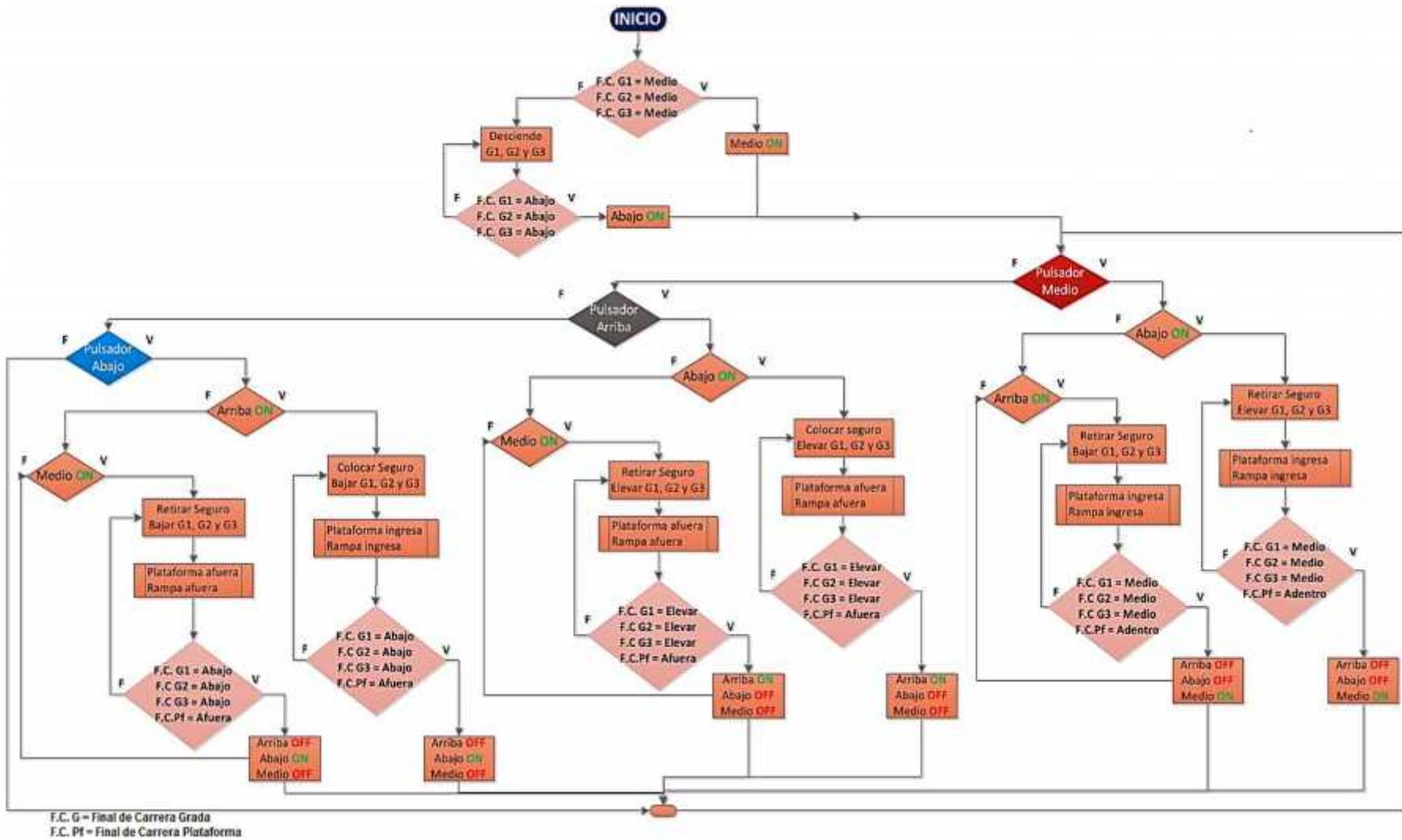


Flexisoft, Manual

N°	Direcciones de entrada			Direcciones de salida		
	Dato	Variable		Dato	Variable	
1	f1l	Final grada 1 abajo	X01000	g1l	Cilindro1 abajo	Y01000
2	f1m	Final grada 1 medio	X01001	g1h	Cilindro1 arriba	Y01001
3	f1h	Final grada 1 arriba	X01002	g2l	Cilindro2 abajo	Y01002
4	f2l	Final grada 2 abajo	X01003	g2h	Cilindro2 arriba	Y01003
5	f2m	Final grada 2 medio	X01004	g3l	Cilindro3 abajo	Y01004
6	f2h	Final grada 2 arriba	X01005	g3h	Cilindro3 arriba	Y01005
7	f3l	Final grada 3 abajo	X01006	pi	Plataforma in	Y01006
8	f3m	Final grada 3 medio	X01007	po	Plataforma out	Y01007
9	f3h	Final grada 3 arriba	X02000	ri	Rampa in	Y02000
10	fpi	Final plataforma in	X02001	ro	Rampa out	Y02001
11	fpo	Final plataforma out	X02002	si	Seguro in	Y02002
12	Stop	Parada	X02007	so	Seguro out	Y02003
13				Bomba	Bomba	Y02004
14				Standby	Reposo	Y02005



Operación del PLC mediante un DF



Algoritmo

INGRESO DE LA PERSONA

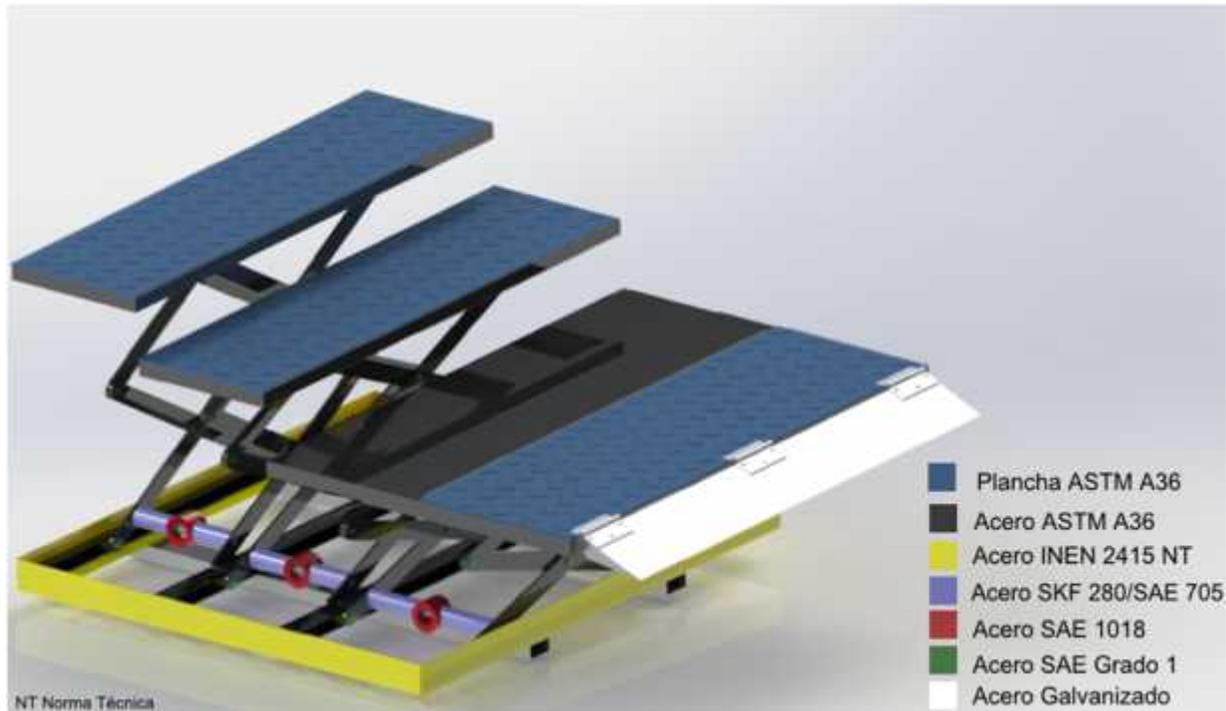
1. Despliegue de la plataforma de la 1era grada
2. Descienden secuencialmente la 1era grada, 2da grada y 3era grada.
3. Despliegue de la rampa ubicada en la plataforma hasta topar la vereda
4. Se anclan las tres gradas por medio de seguros de aldaba
5. Ingresa la persona sobre el mecanismo
6. La rampa se ubica perpendicularmente como seguridad al usuario
7. Suben las tres gradas juntas y solidarias
8. La persona avanza dentro del bus
9. Se retira los seguros de aldaba entre las tres gradas
10. Descienden la 1era grada, 2da grada y 3era grada a su posición estándar
11. Se pliega la rampa completamente y sobre la plataforma
12. Se pliega la plataforma y se sobrepone sobre la primera grada

Algoritmo

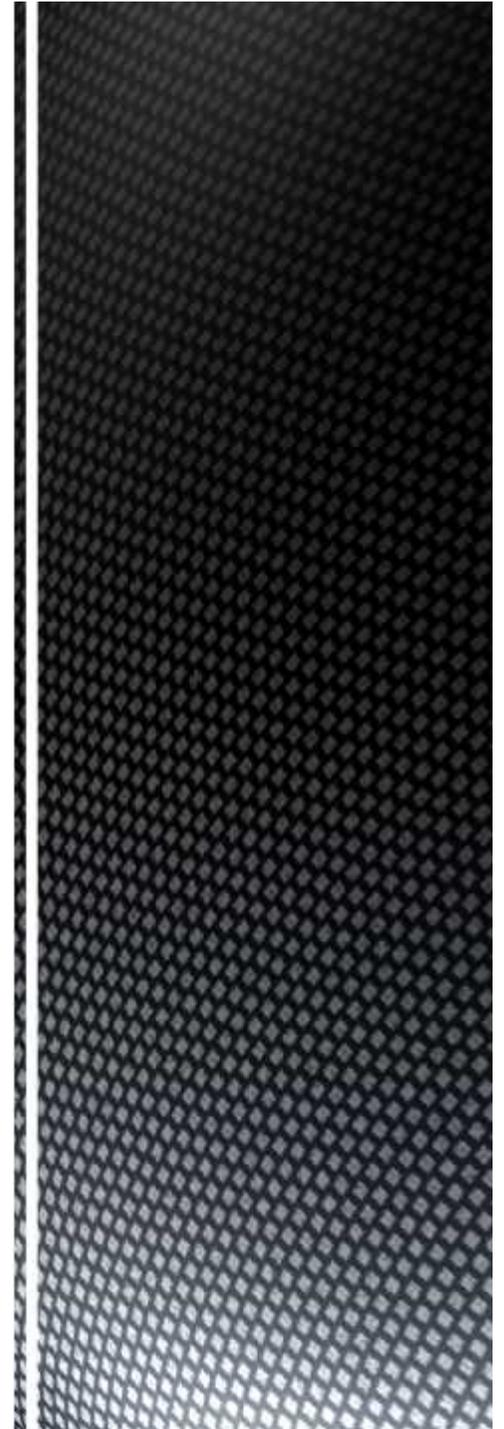
SALIDA DE LA PERSONA DEL AUTOBUS

1. Despliegue de la plataforma de la 1era grada
2. Ascienden la 1era grada, 2da grada y 3era grada hasta quedar coincidentes
3. Se anclan las tres gradas por sus seguros de aldaba
4. La rampa se ubica perpendicularmente como seguridad al usuario
5. Ingresa la persona sobre el mecanismo
6. Descienden las tres gradas juntas y solidarias
7. Despliegue de la rampa hacia afuera hasta hacer contacto con la vereda

CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE



ASTM A36	80%
AISI 4340/SAE 705	4%
SAE 1018	2%
SAE G1	7%
ACERO GALVANIZADO	7%



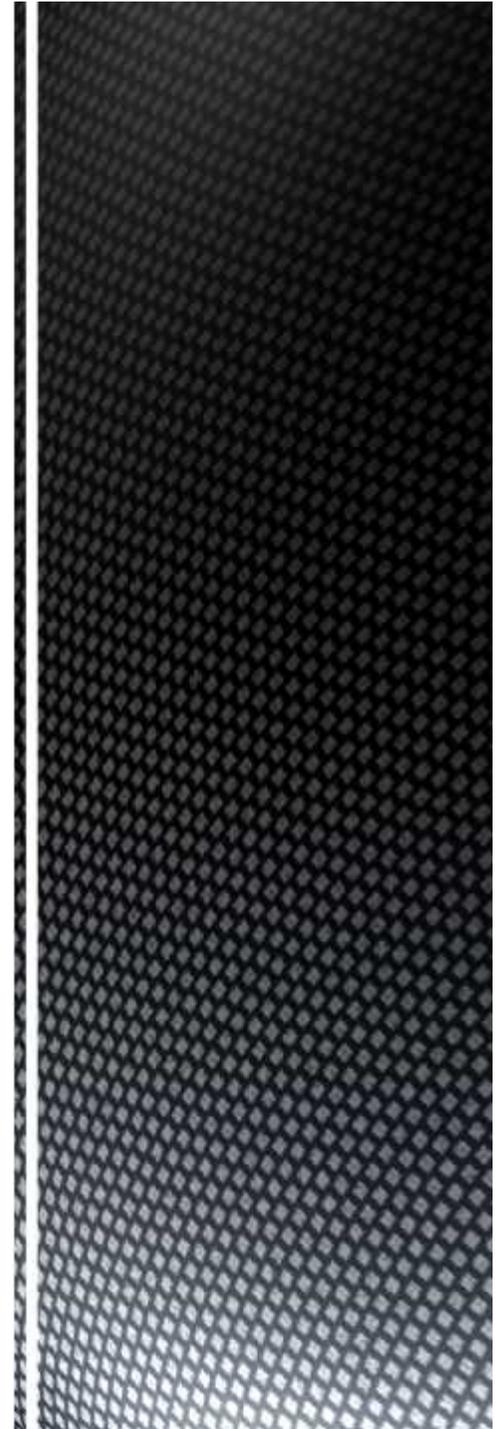
CONSTRUCCIÓN Y ENSAMBLE

Parámetros

Parámetros de Diseño		
Diseño	Elevador de tijeras α	
Peso Mecanismo	90 Kgf	882 N
Ancho	900 mm	0.9 m
Longitud	800 mm	0.8 m
(1 peldaño)	250mm	0.25 m
(2 peldaño)	250 mm	0.25 m
(3 peldaño)	300mm	0.3 m
Longitud Total	1200 mm	1.2 m
Altura máxima desplegado	800 mm	0.8 m
Altura mínima plegado	150 mm	0.15 m
Plataforma despegable	900 x 300 mm	0.9 x 0.3 m
Rampa final	900 x 100 mm	0.9 x 0.1 m
Peso Supuesto PcD	110 Kgf	1078 N
Peso Máximo por peldaño	150 Kgf	1470 N
Factor de Seguridad Min.	1.75	
Funcionamiento	Mecánico	
Accionamiento	Hidráulico y Neumático	
Gestión	Electrónica	

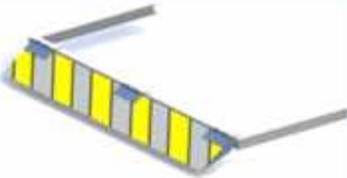


Construcción de componentes mediante Hoja de procesos



Plataforma	Descripción	Piezas	Dimensiones
Gestión electrónica y neumática	Perfil en U	3	20x27x3 mm
	Cremallera	2	350x20 mm
	Plancha	1	850x120 mm
	Plancha corrugada	1	900x300 mm



Hoja de operaciones								
Nombre	Plataforma		Fecha	06-11-2014				
Material	ASTM A 36, Galvanizado, <i>Inox</i>		Cantidad	1 de 1				
		Actividad	Dimensiones					
		Operación Transporte Inspección Espera Almacena.						
Nº	Descripción	Método	○	⇐	□	▷	∇	Tiempo
1	Toma de medidas	<u>Flexómetro</u>		●				00:45:00
2	Corte Sierra	Manual	●					00:20:00
3	Comprobación	Visual			●			00:05:00
4	Puntos de suelda bisagras	GMAW-MIG	●					00:30:00
5	Soldado de piezas	GMAW-MIG	●					00:15:00
6	Ensamble sujeciones	Manual	●					00:20:00
7	Comprobación	Visual			●			48:00:00
8	Suelda de plancha	Manual	●					00:20:00
9	Limpieza	Guaípe	●					00:10:00
10	Preparación homo	Asistencia					●	01:00:00
11	Pintura al horno	Pintura en polvo	●					24:00:00
12	Taller-Carrocenas	Vehículo		●				00:30:00
13	Pintura poliuretano	Compresor	●					00:20:00



Costos de producción

Ítem.	Descripción	Costo
1	Construcción	400,0
2	Asistencia técnica hidráulica	180,0
3	Pintura al horno	140,0
4	Pintura de poliuretano	38,6
5	Cromado de piezas	45,0
6	Automatización	900,0
7	Mano de Obra	500,0
8	Materiales industriales	331,84
9	Equipos hidráulicos	2083,94
10	Equipos neumáticos	342,08
11	Gastos indirectos	500,0
	Total	5460.62

Costos



Bibliografía

- Budynas G. Richard y J. Nisbett Keith. (2008) Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley. 9na. Ed. México, D.F., McGraw Hill
- Mott, R.L. (1995) Diseño de elementos de máquinas. 2da. México D.F., Ed. Prentice Hall Hispanoamericana S.A
- Bernard J. Hamrock, B.J, S.S, (2000) Elemento de Máquinas, 1era Ed. México D.F., McGraw Hill
- Vega Pilar, (2006) Accesibilidad en el Transporte Público: Diagnóstico y Soluciones. 1era Ed. Instituto de Mayores y Servicios IMSERSO
- Medios Didácticos INACAP Manual de Hidráulica y Neumática (inacpa.cl)
- Nelly Endara. (2013) Guía de Lenguaje Positivo y Comunicación Incluyente. 2da Ed. Quito-CONADIS
- Ciudades Accesibles – CONADIS. 1 era Ed. Quito – Ecuador
- Ley Orgánica de Discapacidades. CONADIS. Registro Oficial (2012)
- Norberto Molinari, Controladores Lógicos Programables – PLC -, Instituto Nacional de Educación Tecnológica, Buenos Aires. INET
- D. Felipe Mateos Martín, Ingeniería De Automatización. Universidad de Oviedo

Linkografía

- <http://www.vicepresidencia.gob.ec/guias-para-implementar-normas-de-accesibilidad>
- http://es.wikipedia.org/wiki/Método_de_los_elementos_finitos
- http://es.wikipedia.org/wiki/Diseño_asistido_por_computadora
- http://es.wikipedia.org/wiki/Principio_de_los_trabajos_virtuales
- http://es.wikipedia.org/wiki/Coma_flotante
- http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_hidráulica
- <http://help.solidworks.com/2010/spanish/SolidWorks/sldworks/LegacyHelp/htm>
- <http://www.bdd.unizar.es/Pag2/Tomo2/Tema4/4-1 y 4-2>

Siglas

SENPLADES	<i>Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo</i>
CICEV	<i>Capacitación e Investigación en Control de Emisiones Vehiculares</i>
INEN	<i>Instituto Ecuatoriano de Normalización</i>
ANT	<i>Agencia Nacional de Tránsito</i>
PNBV	<i>Plan Nacional del Buen Vivir</i>
CONADIS	<i>Consejo Nacional de Discapacidad e Igualdades</i>
PeD	<i>Personas con Discapacidad</i>
PLC	<i>Controladores Lógicos Programables (del inglés, Programmable Logic Controller)</i>
CAD	<i>Diseño Asistido por Computadora (del inglés, Computer-aided Design)</i>
CAE	<i>Ingeniería asistida por Computadora (del inglés, Computer Aid Engineering)</i>
CAI	<i>Inspección asistida por Computadora (del inglés, Computer Aided Inspection)</i>
MEF	<i>Método del Elementos Finitos</i>
FDS	<i>Factor de Seguridad</i>

MUCHAS GRACIAS POR
SU ATENCIÓN

