



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CAMPUS ARAGÓN

“PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA
HERRAMIENTA PARA IZAJE DE RIELES EN
ELEVADORES DE PASAJEROS SIN CUARTO
DE MÁQUINAS”

T E S I S :

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE :
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A :

GERMÁN PÉREZ MARTÍNEZ

ASESOR
ING. JOEL GARCÍA ZÁRRAGA

MÉXICO 2013



FES Aragón



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios por haberme guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos difíciles.

Le doy gracias a mis padres Regino y Lucía porque me han apoyado en todo momento, por los valores que me han inculcado, y todos sus esfuerzos para darme una educación en el transcurso de mi vida.

A mis hermanos José Antonio, Arnoldo Regino, Mayra, por apoyarme en aquellos momentos de necesidad por ayudar a la unión familiar.

Le agradezco a mi esposa Juanita y mis hijos María Fernanda, Germán, Camila, por acompañarme en este proyecto, sobre todo, su paciencia, comprensión y amor, que me permitieron concluir este trabajo.

Gracias a los profesores por todo el tiempo y apoyo brindado a lo largo de este proceso.

Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este proyecto.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| <u>Introducción</u> | 4 |
| <u>Objetivo del proyecto</u> | 5 |
| <u>Justificación</u> | 5 |
| <u>Capítulo I: Historia y conceptos generales</u> | 6 |
| 1.1 Reseña histórica | 6 |
| 1.2 Componentes generales de un elevador de tracción eléctrica | 13 |
| 1.3 Principios básicos de funcionamiento | 17 |
| <u>Capítulo II: Proceso de instalación</u> | 21 |
| 2.1 Proceso general de instalación de elevadores MRL (sin cuarto de máquinas) | 21 |
| 2.2 Antecedentes de los procesos de izaje de rieles | 27 |
| <u>Capítulo III: Diseño de herramienta de izaje de rieles</u> | 30 |
| 3.1 Desarrollo del diseño | 30 |
| 3.2 Vistas de prototipo | 37 |
| 3.3 Cálculos | 38 |
| 3.4 Planos de fabricación | 57 |

| | |
|---|----|
| <u>Capítulo IV: Análisis económico</u> | 68 |
| 4.1 Análisis de tiempo de amortización o recuperación (TAR) | 68 |
| <u>Conclusiones</u> | 80 |
| Bibliografía | 83 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Fig.1 Montacargas (1830) | 8 |
| Fig. 2 Ascensor hidráulico (1878) | 9 |
| Fig. 3 Ascensores con Sistemas Operativo Colectivos | 11 |
| Fig. 4 Esquema de un elevador | 16 |
| Fig. 5 Esquema de sistema inteligente artificial | 20 |
| Fig. 6 Estrobo con riel | 27 |
| Fig. 7 Riel y placa de unión | 28 |
| Fig.8 Estrobo en placa de unión | 28 |
| Fig. 9 Estrobo en tira de rieles | 28 |
| Fig. 10 Tolerancias en milímetros para placas unión de riel | 29 |
| Fig. 11 Grapa con tornillo | 30 |
| Fig. 12 Micro-estructura del metal | 30 |
| Fig. 13 Ancla | 32 |
| Fig. 14 Ensamble de soporte de riel | 32 |
| Fig. 15 Dispositivo espalda de riel | 33 |

| | |
|--|----|
| Fig. 16 Placa unión de dispositivo | 34 |
| Fig. 17 Estampado en cabeza tornillo | 35 |
| Fig. 18 Vista frontal | 37 |
| Fig. 19 Vista trasera | 37 |
| Fig. 20 Vista lateral | 38 |
| Fig. 21 Vista superior | 38 |
| Fig. 22 Vista de dispositivo en operación | 38 |
| Fig. 23 Esquema de fuerzas y momentos en una viga en equilibrio | 39 |
| Fig. 24 Componentes del tensor tensión en un punto P de un sólido deformable | 42 |
| Fig. 25 Esquema del esfuerzo cortante | 45 |
| Fig. 26 Esfuerzo cortante sobre tornillos | 46 |
| Fig. 27 Ensayo de esfuerzo cortante último con herramienta de corte | 51 |
| Fig. 28 Ensayo de esfuerzo cortante doble con herramienta de corte | 51 |

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene por objetivo proponer el diseño de una herramienta que facilite el izaje de rieles en elevadores de pasajeros sin cuarto de máquinas y con esto reducir el tiempo de instalación 3 días.

El capítulo I presenta una reseña histórica del ascensor, su evolución a través del tiempo hasta los sistemas de operación que se utilizan actualmente. También se describen los componentes principales y algunos tipos de ascensores que existen en el mercado.

Capítulo II describe el proceso de instalación, así como el antecedente del procedimiento de izaje de rieles sin la herramienta que se está proponiendo. En este mismo capítulo se hace el planteamiento del problema.

Capítulo III se desarrolla el diseño de la herramienta indicando los materiales a utilizar, el cálculo de los esfuerzos a los que estará sometida la herramienta, además se incluyen los planos de ensamble y el despiece con especificaciones de fabricación.

Capítulo IV comprende el análisis económico para lo cual se utiliza el método **Tiempo de amortización o recuperación (TAR)** contiene diagrama de flujo de caja, tablas calculando con interés de la compañía e interés bancario.

NOMBRE DEL PROYECTO

Propuesta de diseño de una herramienta para izaje de rieles en elevadores de pasajeros sin cuarto de máquinas.

OBJETIVO DEL PROYECTO

Proponer el diseño de una herramienta que facilite el izaje de rieles en elevadores de pasajeros sin cuarto de máquinas ya que para estos elevadores no se tiene el suficiente espacio para realizar maniobras de izaje así también se mejoraría la instalación de los mismos. Y en consecuencia se reduciría el tiempo de instalación aproximadamente 3 días.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad el mercado de elevadores requiere de un tiempo de entrega muy corto, menor costo, así como diseños especiales. Esto hace que los fabricantes de elevadores tengan que diseñar nuevos elevadores con procesos de instalación adaptados a ese diseño, utilizando la tecnología de nuevas herramientas eléctricas y algunas llaves manuales existentes en el mercado.

Pero aún con lo anterior cada fabricante diseña sus propias herramientas según su necesidad ya que para ensamble de un elevador existen condiciones especiales que no se pueden satisfacer con herramientas del mercado.

Es por ello que el presente trabajo aborda el diseño específico de un dispositivo que nos permite acelerar el proceso de instalación de rieles en elevadores de pasajeros sin cuarto de máquinas, el proyecto se justifica plenamente considerando los beneficios económicos, en tiempo y seguridad, que permitirá a la empresa establecer una mejora en las labores operativas de la instalación de elevadores de pasajeros.

CAPÍTULO I

HISTORIA Y CONCEPTOS GENERALES

1.1 RESEÑA HISTÓRICA

ANTIGÜEDAD

Los primeros dispositivos de elevación y transporte fueron las palancas, las poleas, los rodillos y los planos inclinados. La realización de grandes trabajos de construcción con este tipo de equipamiento exigía gran cantidad de gente.

Un ejemplo es la construcción de las pirámides de Keops (siglo XXV a. C) de 147 metros de altura, compuesta de prismas de piedra cada uno de 9 x 2 x 2 metros cúbicos de tamaño y 90 toneladas de peso aproximadamente. Su construcción duró alrededor de 20 años y en ella estuvieron ocupadas permanentemente cerca de cien mil personas.

DE LA POLEA DE CABLE A LA RUEDA DE GRÚA

Hacia 1510 a. C. se aplica en Mesopotamia la rueda –utilizada hasta entonces sólo en los carros, en los tornos de alfarero y en las ruedas- a dispositivos mecánicos, convirtiéndose de este modo en un instrumento para la utilización de las fuerzas y la simplificación de los trabajos.

Gracias a ello, la resistencia debida a la fricción se reduce a la reinante entre el eje y el cojinete. La polea de cable resulta especialmente importante para transformar fuerzas sin que se produzca una fricción en la cuerda.

No es posible demostrar si la polea de cable se emplea ya en Mesopotamia o si se utiliza en Egipto hacia esta época a modo de polea sencilla.

Hacia 700 a. C. los mecánicos griegos desarrollan la técnica de la descomposición de las fuerzas con ayuda de los llamados polipastos.

El polipasto se descompone de una polea fija y una segunda sujeta al objeto a desplazar. Una cuerda discurre, partiendo de un punto fijo, primero alrededor de la polea móvil y después de la fija. Estirando del extremo libre, la carga se desplaza únicamente la mitad de la distancia que lo hace el extremo libre.

El período grecorromano (siglo X a. C. a siglo V d. C.) constituye una etapa de gran impulso en la evolución de la tecnología de la elevación. Un elemento clave para la elevación es la polea compuesta. Su origen se remonta a la Grecia clásica. Eurípides (480- 406 a. C.).

Arquímedes (287 – 212 a. C.) además de descubrir el tornillo sinfín, principio en el que se basan elevadores y transportadores utilizados hoy en día, desarrolló un dispositivo elevador que funcionaba con cables de cáñamo y poleas movidas por el hombre.

IMPULSO DE LA MECÁNICA

En el siglo III a. C., Arquímedes descubrió las leyes de la palanca. Este griego, que vivía en Sirac, creó un sistema teórico sobre la multiplicación de la fuerza que se consigue con la palanca, el efecto de la cuña y la utilización del plano inclinado y de la polea, fenómenos que desde hacía milenios venían aprovechándose como algo evidente.

Desarrolló una extensa teoría acerca de los polipastos con las transmisiones de la fuerza 2:1, 3:1 (“tripastos”) y 5:1 (“pentapastos”).

Más tarde, en la época del emperador Tito, en el año 80 d. C., se utilizaron también en el Coliseo romano, doce grandes montacargas para elevar a los gladiadores y a las fieras a la pista.

Tras la caída del Imperio romano, los ascensores desaparecieron durante un largo período.

LA EDAD MEDIA

Leonardo da Vinci parte de problemas agudos, buscando para ellos soluciones de tipo técnico. De este modo, crea una grúa móvil para facilitar las labores de construcción en las que hay que elevar cargas pesadas.

Dicha grúa está montada sobre un vehículo y se gobierna desde arriba mediante un cable tensado. El guinche de cable puede accionarse con una manivela dotada de transmisión por ruedas dentadas.

Georg Bauer (1490- 1565) trabajó como médico en los centros mineros de Sajonia y su obra *De re metallica*, del año 1556, constituye una guía exacta de los sistemas empleados durante la alta Edad Media en una industria altamente tradicional.

En *De re metallica*, aparece el esquema de un aparato de elevación en una mina. Menciona el uso de ruedas dentadas y de cadenas movidas por caballos.

No existen diferencias significativas respecto a períodos primitivos excepto en lo que se refiere a una vagoneta que debía correr por un surco.

EL PRIMER ASCENSOR

En 1830 se pone en servicio un montacargas accionado por una máquina en Derby (Inglaterra).

En el West Riding de Yorkshire, en 1840, se dan todavía tornos para elevar pesos a mano, utilizándose esta técnica para variadísimas operaciones de elevación y transporte, incluyendo la elevación de la tierra de las excavaciones de los túneles de ferrocarril.

El tambor de cable horizontal de 3.5 a 5 metros de diámetro, alrededor del cual daban vueltas los caballos fue sustituido sólo gradualmente por un torno movido, por lo general, por una máquina de vapor vertical, de baja presión y un solo cilindro.

Merece la pena mencionar el ascensor "Teagle" desarrollado en Inglaterra en 1845. Este elevador accionado hidráulico contemplaba ya el concepto de la polea de tracción con contrapeso, aspecto que se aplica hoy en nuestros días a la gran mayoría de los ascensores.

El accionamiento era llevado a cabo por los propios usuarios que desplazaban el cable manualmente desde la cabina.

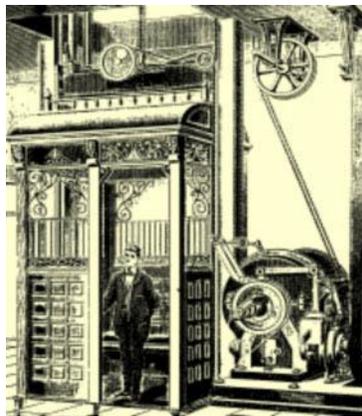


Fig.1 Montacargas (1830)

En el año 1854 Elisha Graves Otis hizo una demostración pública en el Palacio de Cristal de Nueva York, elevando su ascensor a una cierta altura y cortando el cable de sustentación, mostrando la seguridad de su aparato.

Su ascensor hidráulico disponía de un sistema de seguridad consistente en una cabina con trinquetes que unos resortes obligaban a engranar con muescas dispuestas a los lados del foso del ascensor en el momento que rompía el cable.

El 23 de marzo de 1857 instaló el primer ascensor para personas en los grandes almacenes E. V. Haughwout & Co. en la ciudad de Nueva York.

Era movido por una máquina de vapor, el edificio tenía cinco plantas e iba dotado con un equipo de elevación apto para 450 Kg a 0,20 metros/ segundo.

En 1867 el francés Leon Edoux presentó en la Exposición Universal de París un aparato elevador que utilizaba la presión del agua para elevar una cabina montada en el extremo de un pistón hidráulico.

El ascensor Edoux tuvo una gran difusión por todo el mundo, sobre todo cuando se multiplicaron sus posibilidades de velocidad y recorrido.

Con un perfeccionamiento del sistema que se denominó de acción indirecta, en el que el émbolo no impulsaba la cabina directamente, sino un juego de poleas o una cremallera y un tambor que enrollaba y desenrollaba uno o varios cables de los que se suspendía la cabina.

Simultáneamente, Europa inicia su andadura en la industria de la elevación vertical fundándose en 1874 la empresa Schindler, construyéndose el primer ascensor en 1876 para la Oficina de Correos de Londres.

ASCENSOR HIDRÁULICO

El ascensor hidráulico se utiliza por primera vez en 1878, utilizándose agua en lugar de vapor, para simplificar las instalaciones y conseguir mayores velocidades y recorridos.

Los ascensores hidráulicos se perfeccionan hasta lograr con ellos alturas y velocidades muy elevadas. En 1908, se instaló un ascensor en el City Investing Building de Nueva York de 1360 Kg de carga, 3 m/s de velocidad y un recorrido de 108 m.

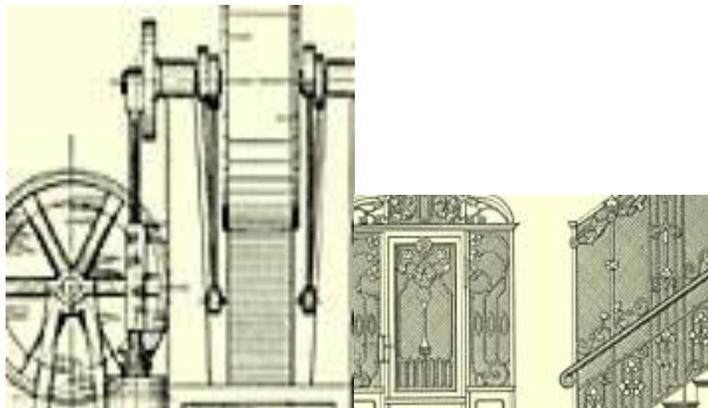


Fig. 2 Ascensor hidráulico (1878)

LA TRACCIÓN ELÉCTRICA

El primer ascensor eléctrico hizo su aparición en 1889 en el Demarest Building en Nueva York.

Fue una modificación directa del primitivo ascensor de tambor accionado a vapor pero sustituyendo esta fuente de energía por la eléctrica mediante un motor de corriente continua. Este ascensor continuó en servicio hasta 1920, año en que se demolió el edificio. El primer ascensor con pulsador automático de llamada se instaló en 1894.

El ascensor eléctrico, tuvo desde sus comienzos un gran éxito, por su menor coste de instalación y funcionamiento, pero tenía el inconveniente de la poca precisión de sus paradas.

Este fue corregido totalmente con la instalación de los grupos de regulación de velocidad Ward Leonard, que todavía se utilizan en la actualidad.

En el año 1900, las maniobras accionadas por cable son sustituidas por maniobras accionadas por pulsadores. El sistema Ward Leonard se introduce en el período entre 1910 y 1930, con siguiéndose velocidades que alcanzaban los 2 m/s y dando paso a los ascensores modernos.

SISTEMAS OPERATIVOS

En los ascensores primitivos, los accionados por máquinas de vapor o los hidráulicos, el dispositivo de operación era un cable que recorría todo el hueco del ascensor y que hacía actuar una válvula dispuesta en el fondo del hueco.

Para subir, se tiraba del cable hacia abajo para introducir vapor o agua en el circuito y hacer elevar la plataforma.

Para bajar, se tiraba del cable hacia arriba para expulsar vapor o agua en el circuito y hacer bajar la plataforma.

Este sistema, consistente en tirar del cable en sentido contrario al del movimiento, tenía una ventaja adicional: que en las posiciones más inferior y más superior se disponía en el propio cable de una "bola de parada" de manera que al estar en la posición más inferior e intentar seguir bajando, se tiraba del cable hacia arriba haciendo aprisionar esta bola parada en los agujeros dispuestos en la cabina a tal efecto, deteniendo inmediatamente la cabina.

EL SISTEMA OPERATIVO AUTOMÁTICO

El accionamiento mediante interruptor en cabina se utilizó en edificios de oficinas desde principios de 1880 a principios de 1920. En paralelo con el desarrollo de este tipo de accionamientos en edificios de oficinas, se ponía en marcha en edificios residenciales en Estados Unidos, en el período 1880 a 1920, el sistema operativo denominado “Sistema Automático Simple”.

Dado que el tráfico era muy bajo, no se justificaba la presencia de un operador a tiempo completo y por lo tanto se requería un sistema automático.

Este consistía en un sistema similar al que tenemos hoy día, es decir, una serie de botones en cabina y en cada piso, de forma que el ascensor es gobernado con prioridad desde cabina, y cuando la maniobra accionada desde cabina ha finalizado, desde cualquiera de los pisos a los que el ascensor tiene acceso.

Este sistema es empleado hoy en día en ascensores poco utilizados donde los usuarios prefieren esperar y tener uso exclusivo cuando están en la cabina.

EL CONTROL DE SEÑAL

Conforme aumentaba la altura de los edificios y la velocidad de los ascensores se incrementaba (hasta 3.5 m/s), se hizo necesario un sistema eficiente de operación para detener la cabina con precisión, introduciéndose a principio de 1920 el denominado control de señal.

Este sistema requiere de un operador que, mediante pulsación de un botón, el sistema del ascensor registra la orden y el sistema determina automáticamente aceleraciones, respuestas a llamadas desde otros pisos, deceleraciones y ajustes exactos al nivel del piso. El operador no sabe a qué llamadas va a acudir el ascensor hasta que éste no comienza el proceso de frenada.

Los Sistemas Operativo Colectivos permiten guardar en memoria llamadas de forma colectiva tanto en la dirección del ascensor como en sentido contrario, de manera que cuando el ascensor ha terminado un recorrido, inicia automáticamente el movimiento en sentido contrario para atender las llamadas realizadas previamente. Este sistema no requiere de operador.



Fig. 3 Ascensores con Sistemas Operativo Colectivos

SISTEMAS OPERATIVOS AUTOMÁTICOS DE GRUPO

A finales de la década de los cuarenta se concibe por primera vez un sistema basado en dispositivos electrónicos que mide la cantidad de llamadas, suma el tiempo en que se hacen y, automáticamente, combina estos datos con otros para programar y hacer funcionar grupos de ascensores conjuntamente.

Este sistema fue instalado en el edificio de las Naciones Unidas de Nueva York en 1949. Meses más tarde se inventa el primer sistema electrónico, aplicado en las puertas, para la protección de los pasajeros.

Analizando la historia de la elevación vertical se observa que se desarrollan en paralelo dos tecnologías. Por un lado la de Control de Señal que requiere de un operador y está indicada para edificios grandes y con gran tráfico y la de Sistemas Operativos Colectivos, que no requiere operador pero que se utilizaba en edificios residenciales y en general de bajo tráfico.

Su responsable técnico fue el Ingeniero Jefe de Desarrollos de la Otis Elevator Company, William Bruns. Mediante circuitos electrónicos y automáticos era posible programar maniobras eficientes desde el punto de vista de tráfico vertical.

Desde principios de los 50 hasta nuestros días, todas las compañías de ascensores han desarrollado maniobras programadas. La Otis Elevator Company introdujo los programas Autotronic (4 y 6), el Basic Autotronic con Múltiple Zoning, VIP 260 y los programas Elevonic. Schindler desarrollo las familias Auto Signamatic, 1090, 1092IC, Aconic, Supermatic, Transitronic y Miconic. Westinghouse implantó las familias Selectomatic (4 y 6 Pattern y Mark IV y V). Los sistemas Dopver se denominaron Traflomatic y finalmente para los de Montgomery, se utilizó el nombre de Miprom.

En el año 1986 se introduce el sistema de frecuencia variable para el control de ascensores de alta velocidad, con una avanzada tecnología que permite un importante ahorro energético.

Dos años más tarde se implanta el motor lineal para ascensores que, al estar acoplado al contrapeso, elimina la necesidad del cuarto de máquinas, con el consiguiente ahorro económico y de espacio.

Hoy, a finales del siglo XX, se han conseguido grandes logros en la tecnología del ascensor. No obstante, aun quedan una serie de prestaciones que exigir en una instalación moderna, tales como:

- Mayores velocidades de marcha (hasta 15 m/s)
- Mejor confort de funcionamiento; es decir, viajes suaves y sin sacudidas
- Nivelaciones más exactas e independientes de la carga
- Disminución de los tiempos de espera en planta, con el desarrollo de

- maniobra flexibles que optimicen el tráfico
- Máxima seguridad de uso y funcionamiento
- Máxima fiabilidad de respuesta en las demandas de servicio

A lo largo del siglo XX, los tres continentes han representado un papel fundamental en la evolución del ascensor, contribuyendo con sustanciales avances:

- Ascensores sin reductor
- Sistema de control con “memoria” para grupos de ascensores
- Sistema de control con microprocesadores integrado para grupos de ascensores
- Sistema de control de frecuencia variable y tensión variable
- Tecnología de “motor lineal”, sin cuarto de máquinas
- Sistema de control modular
- El motor magneto- permanente

1.2 COMPONENTES GENERALES DE UN ELEVADOR DE TRACCIÓN ELÉCTRICA

MÁQUINA DE TRACCIÓN Ó GRUPOS TRACTORES

Los grupos tractores para ascensores están formados normalmente por un motor acoplado a un reductor de velocidad, en cuyo eje de salida va montada la polea acanalada que arrastra los cables por adherencia.

CABINA

La cabina es el elemento portante del sistema de ascensores. Está formada por dos partes: el bastidor y la caja. En sus extremos inferiores se encuentra el sistema de paracaídas, ya sea instantáneo o progresivo.

Este sistema libera unas cuñas contra las guías para frenar la cabina en caso de emergencia.

RIELES GUÍAS

Son guías instaladas verticalmente a todo lo alto del cubo, en ellas se desliza la cabina.

TABLERO DE CONTROL

El control de los sistemas de ascensores funciona mediante sistemas electrónicos, encargados de hacer funcionar la dirección de movimiento de la cabina y de seleccionar los pisos en los que esta deba detenerse.

Actualmente, los controles de ascensores funcionan con microprocesadores electrónicos que mediante algoritmos de inteligencia artificial determinan la forma de administrar la respuesta a los pedidos de llamadas coordinando los distintos equipos para trabajar en conjunto.

DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

Enclavamiento electromecánico de las puertas

En el acceso a los pisos, que hace imposible la apertura de todas las puertas de acceso excepto la del piso en que se halla detenida la cabina.

Todas las cerraduras, una en cada rellano, tienen un fleje o un brazo con una ruedita, que al ser oprimido permite el destrabe de la puerta, y sólo cuando está mecánicamente trabada mediante el gancho de doble uña, queda habilitada la parte eléctrica que permite el movimiento del ascensor.

En la cabina hay un elemento llamado patín que es el encargado de oprimir el fleje de la puerta del piso de destino. Este patín es retráctil, es decir, viaja con la cabina retraído para no oprimir los flejes de cada piso por el que va pasando (lo que permitiría la apertura de cada una de las puertas y la detención del ascensor), por lo que sólo cuando el control de maniobras le indica mediante una señal eléctrica que la cabina se encuentra en la parada pertinente, el patín se expande y acciona el fleje de la puerta correspondiente.

El proceso inverso se da cuando el ascensor es requerido desde otro sitio: el patín se retrae antes de la partida y sólo se expande al llegar a él.

SEGURO DE CABINA O PARACAIDAS

Paracaídas de rotura o desequilibrio de cables de tracción (electro-dinámicos)

Existen instantáneos y también progresivos, para ascensores de alta y media velocidad. Consiste en un sistema de palancas cuyo movimiento acciona unas cuñas o rodillos que se encuentran en una caja junto a las guías (caja de cuñas). Cuando se da la caída de la cabina o sobrepasa la velocidad nominal, las guías son mordidas por las cuñas o rodillos y se produce la detención de la cabina.

GOBERNADOR O LIMITADORES DE VELOCIDAD (electro-dinámicos)

Lo componen dos poleas, una instalada en el cuarto de máquinas y otra alineada verticalmente con la primera en el fondo del hueco.

A través de ambas pasa un cable de acero cuyos extremos se vinculan, uno a un punto fijo del bastidor de la cabina, y otro a un sistema de palancas cuyo extremo se encuentra en la parte superior del bastidor.

El cable acompaña a la cabina en todo momento y es absolutamente independiente de los cables de tracción, es decir, no interviene en la sujeción de la cabina y el contrapeso.

En la polea superior del limitador se produce la detención brusca del cable cuando la velocidad de dicha polea (y por tanto la de la cabina) supera el 25% de la velocidad nominal.

El cable limitador activa el sistema de palancas, llamado paracaídas. Este mecanismo fue patentado por Elisha Otis en 1853.

FINALES DE CARRERA (limites)

Interrumpen la alimentación cuando la cabina rebasa los extremos en ascenso o en descenso.

DISPOSITIVOS DE PARADA DE EMERGENCIA

Interrumpe la maniobra, corta la alimentación del grupo tractor y actúa el freno. Permite la detención del ascensor dejando sin efecto los mandos de cabina y pisos.

Normalmente deja bajar la cabina en la parada más baja.

TIMBRE DE ALARMA

Para que lo utilicen los pasajeros en caso de emergencia. En ocasiones está conectado a una línea de teléfono desde la que se puede solicitar asistencia en caso de quedar atrapado.

LUZ DE EMERGENCIA

Ilumina la cabina en caso de que el alumbrado normal sea interrumpido.

Debe existir una fuente de socorro, de recarga automática que sea capaz de alimentar al menos una lámpara de un vatio durante una hora, en el caso de interrupción de la corriente de alimentación del alumbrado normal.

El alumbrado de emergencia debe conectarse automáticamente desde que falle el suministro del alumbrado normal.

LAYOUT DEL ELEVADOR

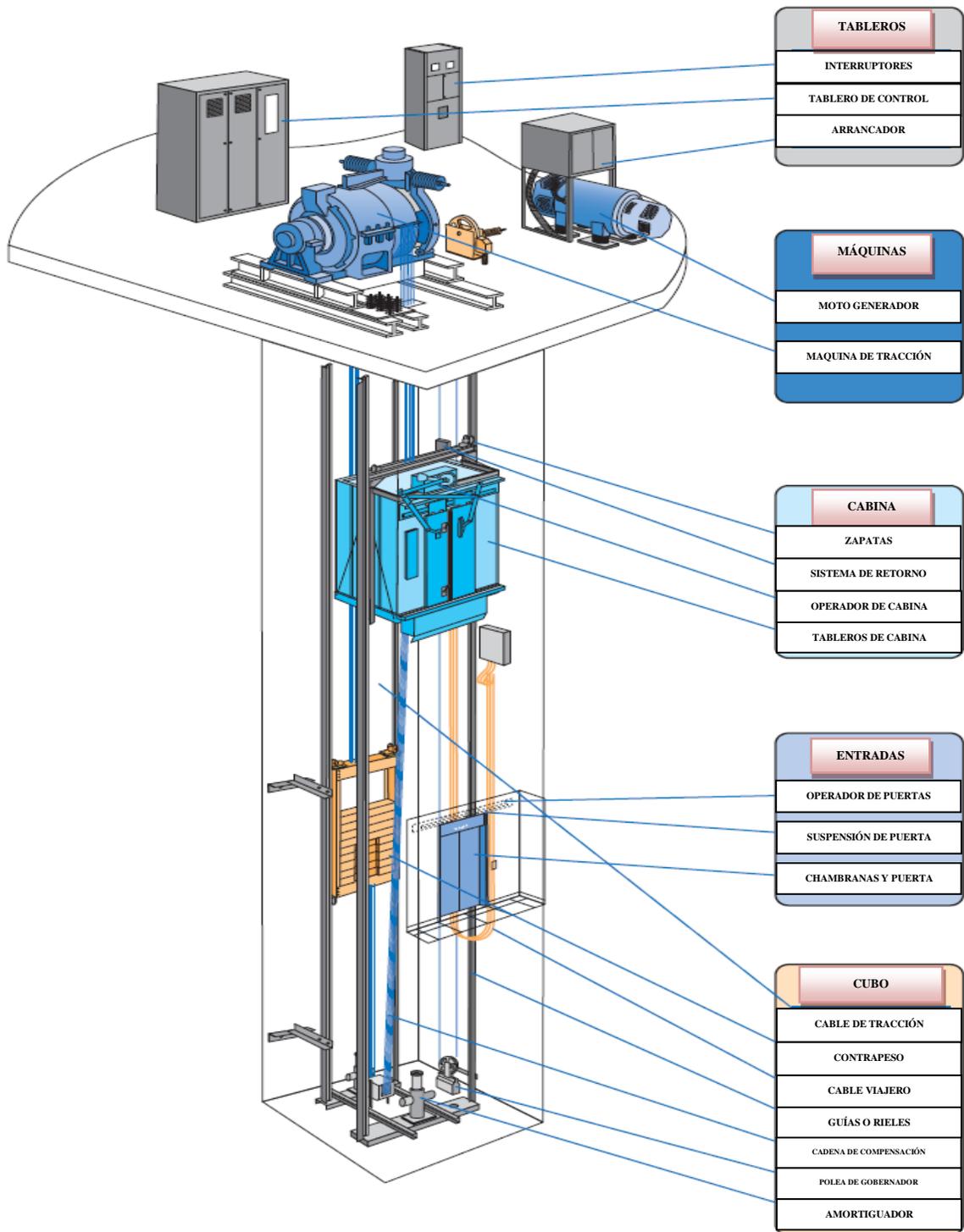


Fig. 4 Esquema de un elevador

1.3 PRINCIPIOS BÁSICOS DE FUNCIONAMIENTO

ASCENSOR DE TRACCIÓN ELÉCTRICA

Se le llama así al sistema en suspensión compuesto por un lado por una cabina, y por el otro por un contrapeso, a los cuales se les da un movimiento vertical mediante un motor eléctrico.

Todo ello funciona con un sistema de guías verticales y consta de elementos de seguridad como el amortiguador situado en el foso (parte inferior del hueco del ascensor).

Y un limitador de velocidad mecánico, que detecta el exceso de velocidad de la cabina para activar el sistema de paracaídas, que automáticamente detiene el ascensor en el caso de que esto ocurra.

El ascensor eléctrico es el más común para transporte de personas a baja y alta velocidad (superior a 0,8 m/s), elevador con alta exigencia de confort (hospitales, hoteles) o elevador que sirven más de 6 pisos.

UNA VELOCIDAD

Los grupos tractores con motores de una velocidad, solo se utilizan para ascensores de velocidades no mayores de 0,7 m/s, por lo general son colocados en ascensores de viviendas de 300 kg y 4 personas.

Su nivel de parada es muy impreciso y varía mucho con la carga, incluso es distinto en subida como en bajada.

DOS VELOCIDADES

Los grupos tractores de dos velocidades poseen motores trifásicos de polos conmutables, que funcionan a una velocidad rápida y otra lenta según la conexión de los polos.

De esta manera se obtiene con una velocidad de nivelación baja un frenado con el mínimo de error y un viaje más confortable.

VARIACIÓN DE FRECUENCIA

La aceleración en la arrancada y la deceleración antes de que actúe el freno se llevan a cabo mediante un variador de frecuencia acoplado al cuadro de maniobra.

El freno actúa cuando el ascensor está prácticamente parado y se consigue así una nivelación y un confort que superan incluso los del sistema de dos velocidades.

ASCENSOR HIDRÁULICO (oleodinámicos)

En los ascensores hidráulicos el accionamiento se logra mediante un motor eléctrico acoplado a una bomba, que impulsa aceite a presión por unas válvulas de maniobra y seguridad, desde un depósito a un cilindro, cuyo pistón sostiene y empuja la cabina, para ascender.

En el descenso se deja vaciar el pistón del aceite mediante una válvula con gran pérdida de carga para que se haga suavemente. De este modo el ascensor oleodinámico solamente consume energía en el ascenso.

Por el contrario, la energía consumida en el ascenso es cuatro veces superior a la que consume el ascensor electro-mecánico, por lo que el resultado es que, por término medio, consumen más o menos el doble que éstos.

El grupo impulsor realiza las funciones del grupo tractor de los ascensores eléctricos, y el cilindro con su pistón la conversión de la energía del motor en movimiento.

El fluido utilizado como transmisor del movimiento funciona en circuito abierto, por lo que la instalación necesita un depósito de aceite.

La maquinaria y depósito de este tipo de ascensor pueden alojarse en cualquier lugar, situado a una distancia de hasta 12 m del hueco del mismo, con lo cual permite más posibilidades para instalar este ascensor en emplazamientos con limitación de espacio.

Son los más seguros, más lentos y los que más energía consumen, aunque son los más indicados para instalar en edificios sin ascensor.

ASCENSORES SIN CUARTO DE MÁQUINAS

Actualmente se está generalizando el ascensor eléctrico sin cuarto de máquinas o MRL (*Machine Room Less*).

Las ventajas desde el punto de vista arquitectónico son claras: el volumen ocupado por la sala de máquinas de una ejecución tradicional desaparece, y puede ser aprovechada para otros fines.

En este tipo de ascensores se utilizan motores *gearless* de imanes permanentes, situados en la parte superior del hueco sobre una bancada directamente fijada a las guías, que están ancladas a cada forjado.

Con ello, las cargas son transferidas al foso en lugar de transmitirse a las paredes del hueco, evitando así vibraciones y molestias a las viviendas adyacentes.

ASCENSORES TWIN (gemelos)

La empresa alemana ThyssenKrupp Elevator es el primer fabricante de ascensores en inventar e implantar un sistema de dos cabinas viajando independientemente en un mismo hueco de ascensor.

Gracias a un extraordinario trabajo de ingeniería y un avanzado sistema de control, con un concepto de alta seguridad, es posible que operen las dos cabinas de forma independiente, creándose inmensos beneficios potenciales para su uso en nuevas instalaciones y en modernizaciones de edificios.

El corazón del sistema es un control de selección de destino, capaz de asignar de manera inteligente a cada ascensor las llamadas de los distintos pisos.

Cuando un usuario llama a un ascensor desde el pasillo, antes de que el pasajero entre en el ascensor, recoge la información de la planta en la que está y de la planta a la que se dirige y le asigna el ascensor más adecuado para su trayecto.

La principal ventaja de este sistema, es que incrementa la capacidad de transporte de los elevadores del edificio, utilizando un menor volumen de construcción y de espacio.

ALGORITMOS DE MANIOBRAS

Para lograr un funcionamiento más eficaz, los sistemas de ascensores poseen una memoria que almacena los pedidos de llamada y los atienden priorizando las peticiones que están en dirección al coche, según distintos algoritmos de funcionamiento:

COLECTIVO DESCENDENTE

Las botoneras colocadas en los pasillos de los pisos poseen un solo botón.

En subida: El ascensor va deteniéndose en todos los pisos marcados desde la cabina, pero no atiende ninguna llamada de piso, salvo la del piso más alto por encima del último registrado por los pasajeros.

Una vez llegada la cabina al último piso cuya llamada haya sido registrada, y pasado un tiempo sin nuevos pedidos, el ascensor cambia de dirección.

En bajada: El ascensor va deteniéndose en todos los pisos registrados en la cabina y también atiende los pedidos de llamada de los pisos, que supone son de bajada, hasta llegar al piso inferior que tenga un pedido de atención.

COLECTIVA ASCENDENTE-DESCENDENTE

Las botoneras colocadas en los pasillos de los pisos poseen dos botones, uno para pedidos de subida y otro para bajada.

En subida: El ascensor va deteniéndose en todos los pisos marcados desde la cabina y también en los pedidos de piso marcados como subida, pero no los de bajada.

Al llegar al piso más alto por encima del último registrado por los pasajeros o desde los rellanos, y pasado un tiempo sin nuevos pedidos, el ascensor cambia de dirección.

En bajada: El ascensor va deteniéndose en todos los pisos registrados en la cabina y también atiende los pedidos de llamada de los pisos en bajada pero no los de subida, hasta llegar al piso inferior que tenga un pedido de atención.

SISTEMA DE COORDINACIÓN

Los modernos ascensores disponen de avanzados sistemas de inteligencia artificial con algoritmos lógicos que maximizan el rendimiento de los equipos coordinando las operaciones de cada uno, para lograr acelerar la atención de llamadas y aumentar la capacidad de transporte.

Este modo de funcionamiento, llamado *en batería*, logra una máxima eficiencia mediante índices que calculan varias veces por segundo las circunstancias de funcionamiento en que se halla cada equipo, decidiendo cual de todos posee una situación más ventajosa frente al conjunto para atender el pedido de llamada.

Los equipos de última generación emplean un microprocesador especialmente para realizar la tarea de coordinación, debido a la gran cantidad de variables y datos en tiempo real que tienen en cuenta los complejos algoritmos.

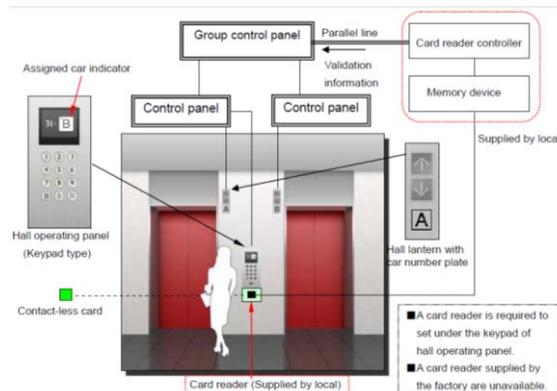


Fig. 5 Esquema de sistema inteligente artificial

CAPÍTULO II

PROCESO DE INSTALACIÓN

2.1 PROCESO GENERAL DE INSTALACIÓN DE ELEVADOR MRL (SIN CUARTO DE MÁQUINAS)

En las páginas 22, 23, 24, 25 se pueden observar los programas iniciales y de seguimiento de los ejemplos de instalación de un elevador, con tareas resumen y sub tareas; así como recursos humanos y la herramienta de izaje en cuanto su costo inicial.

DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE INSTALACIÓN DE UN ELEVADOR MRL TANTO PARA EL MÉTODO ACTUAL COMO EL NUEVO

Con base a los programas de instalación (páginas 22, 23, 24, 25), a continuación se describen cada una de las tareas.

1.1.- INICIOS DE TRABAJOS

1.1.1.- Fijación de andamio dentro del cubo parte superior de cubo. Una vez instalado el andamio ya se puede realizar trabajos dentro del cubo.

1.1.2.- Colocación de plantilla parte superior e inferior, a estas plantillas se fijan seis alambres de .5mm de diámetro que recorren todo lo alto del cubo.

1.1.3.- Medidas de cubo con los alambres ó (plomos) ya instalados se toman medidas del cubo estos sirven como referencia para instalar el elevador.

1.1.4.- Lo primero que se instala en la fosa del cubo son las bases de amortiguador.

1.2.- INSTALACIÓN DE RIELES

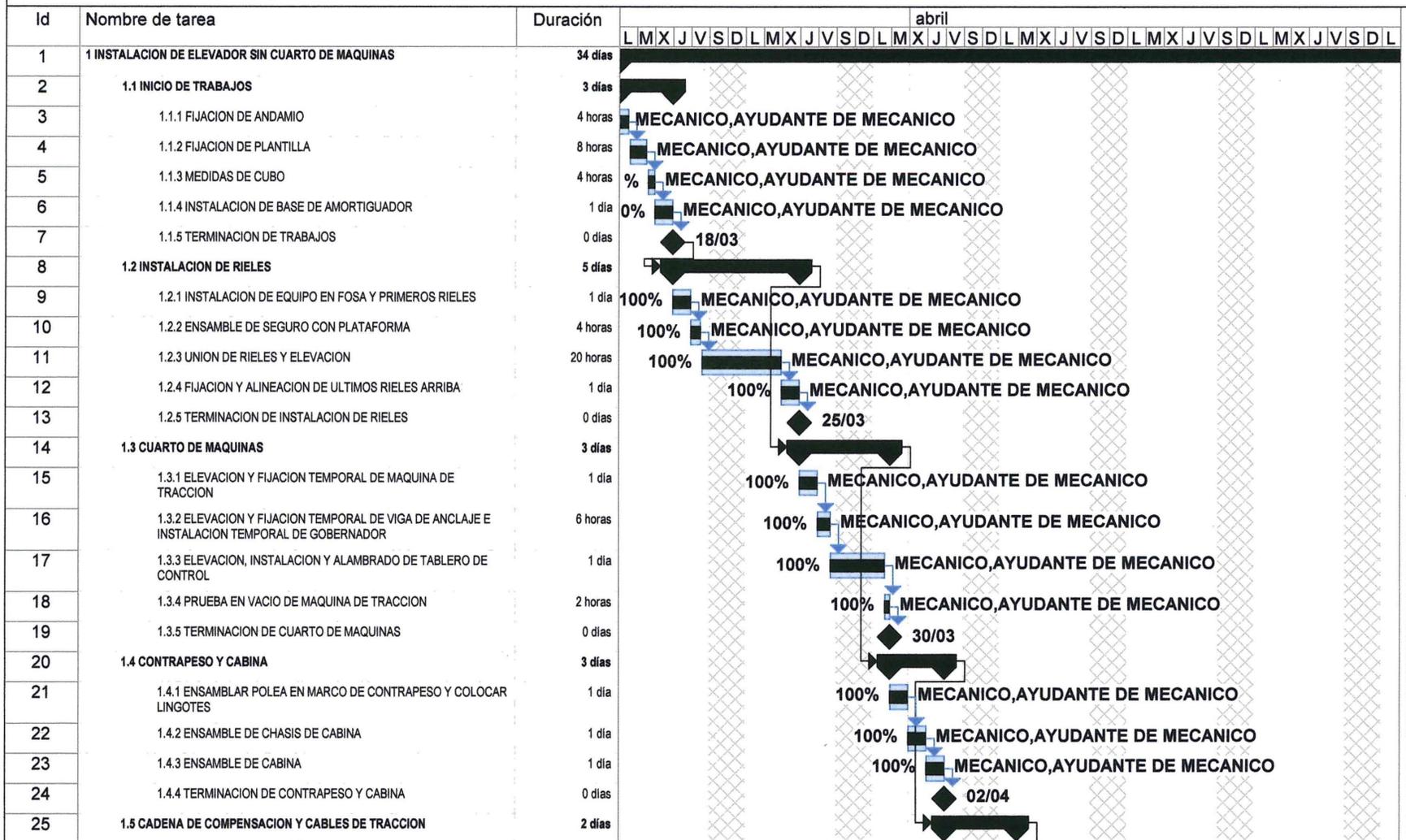
1.2.1.- Se fija los soportes a los muros del cubo del primer nivel, se instalan dos rieles de contra peso y dos de cabina en ese mismo nivel.

1.2.2.- Se ensambla plataforma y seguro contra caídas entre las guías de cabina.

1.2.3.- Unión de rieles y elevación, se une uno a uno en el primer nivel.

1.2.4.- Una vez que están elevados todos los rieles se realiza la alineación y fijación de los últimos rieles arriba.

Programa inicial de instalación de elevador sin la nueva herramienta



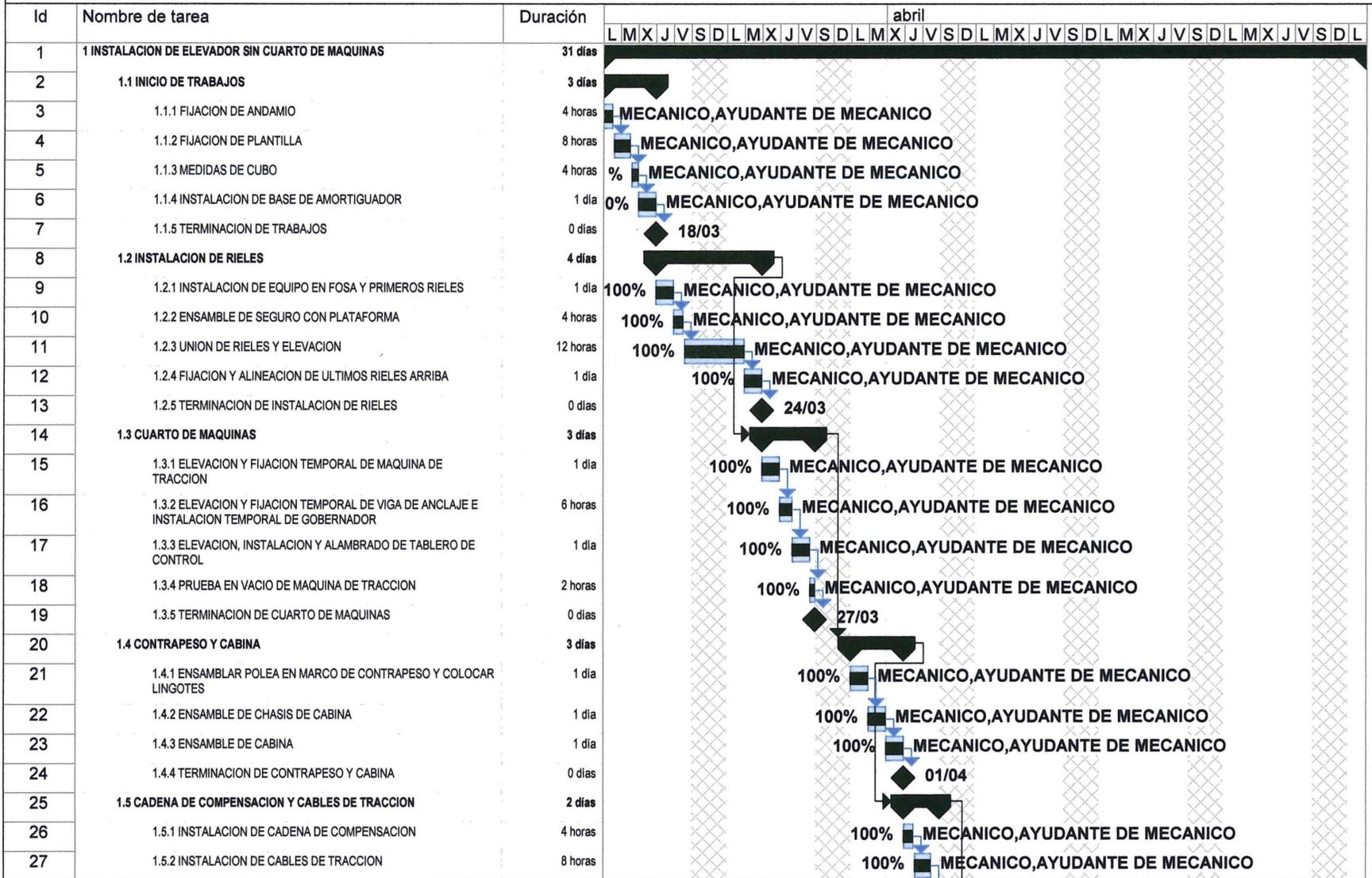
DISEÑO DE HERRAMIENTA PARA IZAJE DE RIELES EN ELEVADORES DE PASAJEROS SIN CUARTO DE MÁQUINAS

PROCESO DE INSTALACIÓN

22

| | | | | |
|--|----------------|--|----------------------|--|
| Proyecto: TAREA DE MODULO I Fecha: jue 31/10/13 | Tarea | | Progreso resumido | |
| | Progreso | | División | |
| | Hito | | Tareas externas | |
| | Resumen | | Resumen del proyecto | |
| | Tarea resumida | | Agrupar por síntesis | |
| | Hito resumido | | Fecha límite | |

Programa inicial de instalación de elevador con la nueva herramienta



24

DISEÑO DE HERRAMIENTA PARA IZAJE DE RIELES EN ELEVADORES DE PASAJEROS SIN CUARTO DE MÁQUINAS

PROCESO DE INSTALACIÓN

| | | | | |
|--|----------|--|----------------------|--|
| Proyecto: TAREA DE MODULO I Fecha: jue 31/10/13 | Tarea | | Resumen del proyecto | |
| | División | | Tareas externas | |
| | Progreso | | Hito externo | |
| | Hito | | Fecha límite | |
| | Resumen | | | |

1.3.- CUARTO DE MÁQUINAS

1.3.1.- Elevación y fijación temporal de máquina de tracción, la maquina se fija provisionalmente para poder mover el elevador.

1.3.2.- También se tiene que instalar la viga de anclaje de cables de tracción y gobernador (regulador de velocidad) provisionalmente.

1.3.3.- Instalación de tablero de control e interconexión a máquina de tracción.

1.3.4.- Prueba en vacío de máquina de tracción, esto se debe hacer antes de colocar el cable de tracción para sincronizar el giro de la máquina de tracción y el control.

1.4.- CONTRAPESO Y CABINA

1.4.1.- Ensamblar polea se suspensión a marco de contrapeso y colocar lingotes de fundición dentro del mismo marco.

1.4.2.- Se ensambla el chasis de cabina.

1.4.3.- Ensamble de cabina esto incluye paneles (paredes de cabina) y techo.

1.5.- INSTALACIÓN DE CADENA DE COMPENSACIÓN Y CABLES DE TRACCIÓN

1.5.1.- La cadena de compensación está sujeta de un extremo a la parte inferior del marco de contrapeso y el otro extremo a la plataforma de cabina y sirve para mejorar la tracción de máquina.

1.5.2.- Instalación de cables de tracción para poder mover el elevador.

1.5.3.- Se instala el dispositivo de sobrecarga ya que este debe ir en las anclas del cable de tracción.

1.6.- PRUEBAS DE SISTEMA Y COLOCACIÓN DE EQUIPO EN CUBO

1.6.1.- Se mueve el elevador mediante un control, se revisa que opere correctamente. Con esto se inicia la instalación de soportes al muro de cubo así como la alineación, fijación de rieles de cabina y contrapeso.

1.6.2.- Fijación definitiva de viga de anclaje y gobernador (regulador de velocidad).

1.6.3.- Retiro de andamio de la parte superior del cubo.

1.6.4.- Fijación definitiva de máquina de tracción.

1.6.5.- Instalación de frentes (marcos de entrada).

1.7.- ALAMBRADO DE CUBO Y CABINA

1.7.1.- Instalación de equipo en cubo (fuentes de poder, estaciones de piso, etc.) y alambrado.

1.7.2.- Ensamble de cabina y accesorios de cabina.

1.7.3.- Instalación de operador de puertas de cabina.

1.7.4.- Alambrado de cabina.

1.8.- PRUEBAS

1.8.1.- Una vez conectado todo el equipo tanto de cubo y cabina se realiza la operación en baja velocidad para verificar que todo opera correctamente.

1.8.2.- Verificar interferencia; es para recorrer el cubo sobre el elevador y ver que no choque con algún elemento.

1.8.3.- Una vez realizado lo anterior se realiza la operación en alta velocidad.

1.8.4.- Ajuste se refiere a realizar pruebas de balanceo, ajuste de valores de frenado, grabación de datos en memoria de la tarjeta principal.

1.8.5.- Inspección, está la realiza el personal de control de calidad, es una revisión completa del elevador.

2.2 ANTECEDENTES DE LOS PROCESOS DE IZAJE DE RIELES

Los procesos de izamiento de rieles para esta serie de elevadores son en general limitados por el espacio tan reducido en la parte superior del cubo.

1.- Se coloca maniobra en último riel para realizar la elevación como se muestra en la figura 8.



Fig. 6 Estrobo con riel

2.-Una vez suspendido el primer riel se ensambla el penúltimo riel (fig.7) y posteriormente se cambia la maniobra a la placa de unión que está entre el último riel y el penúltimo riel (fig.8).

Esto se debe hacer ya que la distancia en la parte superior de cubo no hay suficiente espacio para la maniobra.

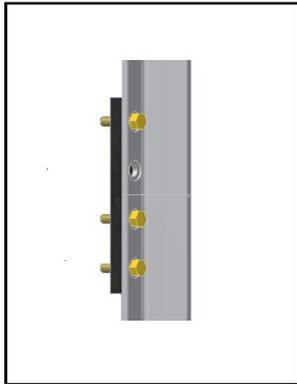


Fig. 7 Riel y placa de unión

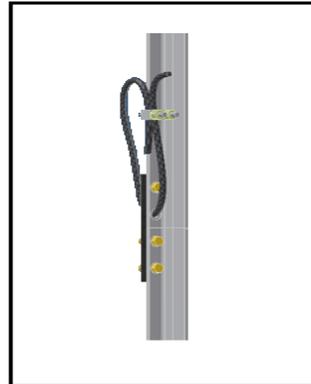


Fig.8 Estrobo en placa de unión

3.- Entonces se inicia el izamiento y ensamble del resto de los rieles formando una tira como se observa en la fig. 9.

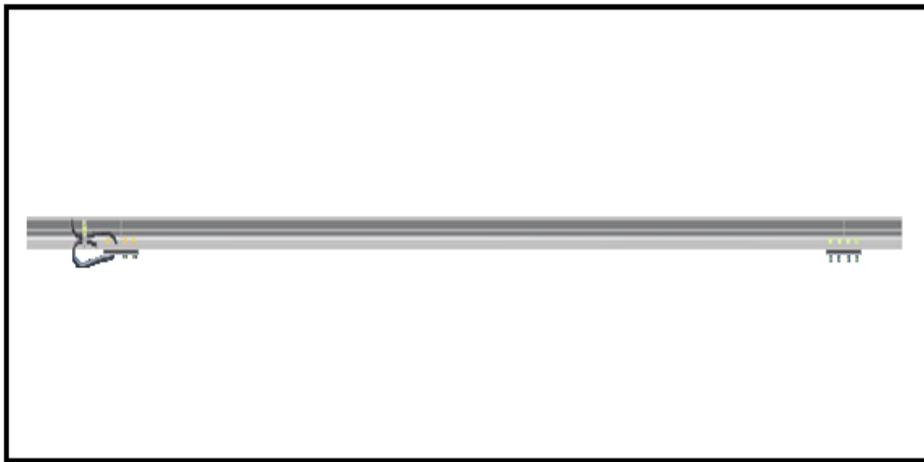


Fig. 9 Estrobo en tira de rieles

Otro método es colocar la maniobra de izamiento en el penúltimo riel elevarlo y ensamblar el resto de los rieles quedando ensamblados en una sola tira. Una vez instalados los rieles se procede a izar el último riel y ensamblarlo.

PROBLEMA

Durante la inspección final del elevador se han detectado movimientos en el recorrido del elevador. Esto debido a las uniones de los rieles de cabina y contrapeso mal alineadas. Como contramedida inmediata se invierten tres días de trabajo reajustando rieles.

Estos rieles son la parte más importante para el confort del elevador ya que es por donde se desliza el elevador y al estar mal instalados provocará movimientos horizontales, verticales (brincos) y en otros casos vibración.

Por esta razón se revisó el proceso de instalación y nivelación de rieles. Encontrando en la etapa de izamiento un mal manejo de los rieles.

En capítulo II (sección 2.2) se explicó cómo se realiza el izamiento de rieles.

El problema está al ensamblar la tira de rieles sobre el primer riel que está en la fosa, ya que al querer unirlos provoca desalineación en las uniones de los rieles. Esto debido a que la maniobra de izamiento queda en la última placa de unión.

La maniobra actualmente se realiza en esta parte de los rieles ya que no se pueden perforar en ninguna otra parte, esto porque la viga que sostiene los cables de tracción como la máquina de tracción es montada sobre los rieles.

Con estos antecedentes se quiere diseñar una herramienta de izamiento que pueda colocarse en cualquier parte del riel para su mejor manejo así como un sistema con el que se pueda dar tensión a la tira de rieles una vez ensamblados con el primer riel de la fosa.

En la fig. 10 se muestra las diferentes tolerancias así como las formas en que se desalinean las uniones.

| Rail size | | Measuring portion | | | |
|-----------|-------|-------------------|-----------|-------|-------|
| ISO | JEAS | a | b · c · d | e · f | g · h |
| T75-3/B | (8K) | ≤0.15 | ≤0.06 | ≤0.04 | ≤0.08 |
| T89/B | (13K) | | | | |
| T127-1/B | (18K) | | | | |

The diagram below the table shows eight cross-sectional views of rail joints. The first four views (a, b, c, d) show different types of misalignment in the rail head profile. The last four views (e, f, g, h) show different types of misalignment in the rail web profile. Each view includes dimension lines and arrows indicating the specific measurement point.

Fig. 10 Tolerancias en milímetros para placas unión de riel

CAPÍTULO III

DISEÑO DE HERRAMIENTA DE IZAJE DE RIELES

3.1 DESARROLLO DEL DISEÑO

Para el caso de la sujeción del riel se tiene una limitante que ya se vio en el capítulo II (página 29) y es no poder hacer perforaciones en el riel.

Tomando como experiencia que el riel se sujeta al soporte mediante dos grapas de fundición se pueden ocupar para este caso, cuatro grapas.

Grapa que está fabricada de hierro nodular ASTM A536 GRADO 60-40-18.

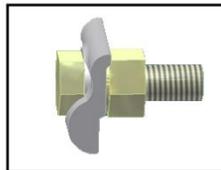
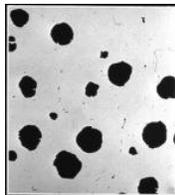


Fig. 11 Grapa con tornillo

¿QUE ES EL HIERRO DÚCTIL?

Hierro Nodular



Hierro Gris

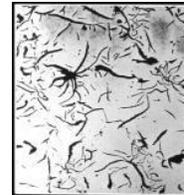


Fig. 12 Micro-estructura del metal

El hierro dúctil o nodular se obtiene mediante la introducción controlada de magnesio en el hierro fundido, y bajas proporciones de azufre y fósforo.

Se obtiene de este modo una extraordinaria modificación en la micro-estructura del metal, ya que el carbono se deposita en la matriz ferrítica en forma de esferas al contrario de lo que ocurre en el hierro gris, en el que el carbono toma la forma de láminas.

El resultado de este importantísimo cambio de estructura, es un hierro mucho más resistente y elástico.

- Resistencia a la compresión.
- Facilidad al moldeo.
- Resistencia a la abrasión.
- Maquinabilidad.
- Resistencia a la fatiga.

VENTAJAS DEL HIERRO DÚCTIL

Una de las ventajas más importantes que aporta este material es la reducción de peso en las piezas, lo que permite disminuir las cuadrillas de instalación y aligerar el transporte.

Para seguir enumerando ventajas, se puede mencionar un apreciable aumento de la resistencia a la tracción (420 N/mm^2) con respecto a las fundiciones grises ya elevadas (180 a 200 N/mm^2); también la capacidad de alargamiento que rebasa ampliamente el 5%.

Por ello este tipo de fundición, que sigue conservando las excelentes propiedades de resistencia a la corrosión de las fundiciones de hierro, se comporta desde un punto de vista mecánico, prácticamente como el acero.

En resumen, aun poseyendo el mismo contenido de carbono que la fundición gris, la fundición dúctil añade tres características importantes:

- Resistencia a la tracción y a los choques.
- Alargamiento importante.
- Alto límite elástico.

La siguiente necesidad que debe cubrir el diseño es que tenga un elemento que le permita tensar la tira de rieles.

Se puede utilizar un tornillo ó ancla que se instala en elevador con cuarto de máquinas. Con las siguientes características:

- Fuerza de tensión: más de 52 kgs/mm^2 .
- Porcentaje de alargamiento: más de 23%

Esta ancla debe quedar por el frente del riel ya que de ella se sujetará la maniobra.

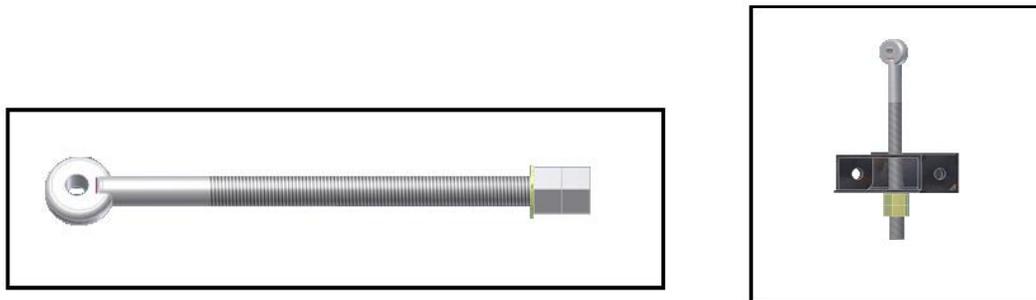


Fig. 13 Ancla

Al utilizar grapas de fundición se requiere tomar el diseño del soporte de riel que está fabricado de ángulo de $\frac{1}{4}$ "x3" por 170 milímetros de longitud.

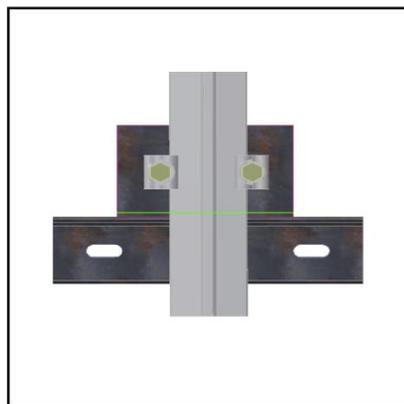


Fig. 14 Ensamble de soporte de riel

Por otra parte esta serie de elevadores en ocasiones lleva dos tipos de riel, uno es de 8kg por metro y 75 de ancho de espalda que es utilizado para el contrapeso, otro es 13kg por metro y 89 de ancho de espalda para cabina.

Con lo anterior se requiere espacio para realizar 8 perforaciones, 4 para colocar grapas de 13kg y 4 para colocar grapas de 8kg. Que cabe aclarar que la distancia entre barrenos de un tipo y otro son diferentes.

Para el caso de 8kg la distancia entre barrenos es 85 milímetros y para 13kg es 102 milímetros.



Fig. 15 Dispositivo espalda de riel

ÁNGULOS DE ACERO

Este es el nominativo que se da a aquellos conformados de acero que están constituidos por dos placas ortogonales formando una L.

Estos elementos tienen una utilidad muy importante en la manufactura de carpintería metálica como elementos de apoyo bidimensional, y porque tienen la misma inercia en los dos ejes, de tal suerte que pueden ser fijados por un lado mientras que la otra aleta aporta resistencia transversal.

Se fabrica fundamentalmente de dos maneras:

Laminación en caliente se obtienen a través de lo que se denomina procesos de colada continua y que consisten fundamentalmente en un dispositivo que distribuye en diferentes líneas de fabricación el acero colado.

Esta línea tiene matrices con las formas que se desean fabricar que pueden ser canales, perfiles L, en T, correas, sección I, perfiles normalizados, etc.

Un elemento muy importante de este tipo de fabricación es el alambón de acero el cual no es otra cosa que un producto metálico que se obtiene por un proceso de laminación en caliente gracias a un tren especialmente diseñado para este efecto, conocido como tren de laminación.

Otro producto importante es la pletina o platina, la misma que son placas de metal de longitudes de 6 metros en acero u otro material. Su utilidad es muy amplia, suelen fabricarse usualmente en la forma definitiva desde la acería como un producto de acero.

Los moldes de la colada continua están enfriados por agua y permiten la formación de largos tramos de ángulos de acero, la aplicación de los mismos es fundamentalmente estructural.

Debido al proceso de fabricación se les considera prácticamente isotrópicos e isotérmicos, y con una configuración del material constante a lo largo de su estructura, por esta razón las técnicas de diseño pueden ser aplicadas sin inconveniente (factores de corrección) al diseño estructural.

Además del conformado anteriormente descrito es necesario controlar las condiciones de enfriamiento para que los ángulos de acero sean dúctiles ya que un enfriamiento rápido puede provocar en un endurecimiento irregular que se traduce en fragilidad del producto de acero.

La composición de este producto de acero puede variar según la aplicación y el proceso utilizado pero suele ser corriente encontrarlo con contenidos de carbón de alrededor de 0.8 %, proporciones de otros elementos como el fósforo del 0.48 %, manganeso del 0.30% entre otros.

Laminación en frío, reciben esta denominación los ángulos de acero que se obtienen de la plancha metálica y que después de un proceso de maquinado adquieren su forma final, los procesos de maquinado suelen ser corte y doblado.

Estos ángulos, debido al maquinado presentan concentraciones de esfuerzos a lo largo del mismo, ya que cambian su estructura cristalina tendiendo a ser más duros en estas áreas pero a la vez más frágiles.

Por lo cual se recomienda la adopción de técnicas de cálculo puntuales, con factores de seguridad asociados a esta incertidumbre en la distribución de cargas, tienen su aplicación más importante en lo que se denomina carpintería metálica u ornamental sin ningún inconveniente.

Para unir esta pieza y la pieza del ancla se utilizara solera de $\frac{1}{4}$ "x1 $\frac{1}{2}$ " y tornillería milimétrica (M16 por 60 milímetros de longitud) soldados.

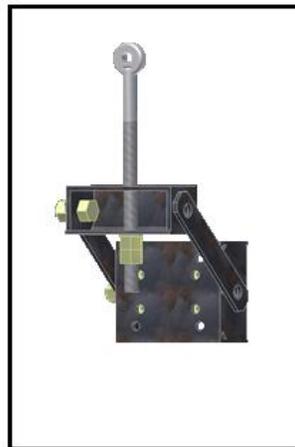


Fig. 16 Placa unión de dispositivo

TORNILLERÍA PARA USOS GENERALES

La producción actual de tornillería está muy automatizada tanto en lo que respecta a la estampación de la cabeza como a la laminación de la rosca.

Por lo tanto es fácil encontrar en los establecimientos especializados el tornillo que se necesite, siempre que esté dentro de la gama normal de fabricación.

Los tornillos normales diferencian su calidad en función de la resistencia mecánica que tienen. La Norma (EN ISO 898-1) establece el siguiente código de calidades 4.6, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8, 10.9 y 12.9.

Los fabricantes están obligados a estampar en la cabeza de los tornillos la calidad a la que pertenecen.

En cuanto a dimensiones todas están normalizadas por normas DIN, y los tamaños disponibles, en rosca métrica por ejemplo con cabeza hexagonal oscilan entre M3 y M30, la longitud de los tornillos estándar es variable en un escalón de 5 mm, desde un mínimo a un máximo según sea su diámetro.

Sin embargo, si fuese necesario disponer de forma esporádica de tornillos de más longitud, se fabrican unas varillas roscadas de 1 m de longitud, donde es posible cortar a la longitud que se desee obtener y con una fijación de dos tuercas por los extremos realizar la fijación que se desee.



Fig. 17 Estampado en cabeza tornillo

TORNILLO DE ALTA RESISTENCIA

Los tornillos de alta resistencia se designan por las letras TR, seguidas del diámetro de la caña y la longitud del vástago, separados por el signo x; seguirá el tipo de acero del que están contruidos.

Las tuercas se designarán con las letras MR, el diámetro nominal y el tipo del acero.

Las características del acero utilizado para la fabricación de los tornillos y tuercas definidos como de alta resistencia están normalizadas.

El fabricante de este tipo de se ve obligado a entregar un certificado de garantía por lo que no se hace necesario los ensayos de recepción, a no ser que el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares los imponga.

Los tornillos de alta resistencia llevarán en la cabeza, marcadas en relieve, las letras TR, la designación del tipo de acero, y el nombre o signo de la marca registrada del fabricante.

Sobre una de sus bases, las tuercas de alta resistencia llevarán, marcadas en relieve, las letras MR, la designación del tipo de acero, y el nombre de la marca registrada del fabricante.

Alternativamente, con la aparición de los Euro códigos en los últimos años, la nomenclatura de Tornillos de Alta Resistencia sin pretensar ha pasado a ser Métrica + longitud + clase de resistencia, donde la clase se compone de dos números separados por un punto.

El primero de ellos indica el valor nominal del límite de rotura por 100 (f_{ub}) en N/mm^2 , y el segundo el valor nominal del límite elástico (f_{yb}) en N/mm^2 . Siendo éste valor el producto del límite de rotura por este segundo número dividido por 10.

Por ejemplo, M18x120 10.9 indica un tornillo de alta resistencia métrica 18, longitud nominal 120 milímetro, límite de rotura $1000 N/mm^2$ y límite elástico $900 N/mm^2$. Y M8x60 8.8 indica un tornillo de métrica 8, longitud nominal 60 milímetro, límite de rotura $800 N/mm^2$ y límite elástico $640 N/mm^2$.

Otros ejemplos de clases de resistencia normalizados son 4.6, 4.8, 5.6, 5.8, 6.8, 8.8, 10.9, 12.9.

CÓDIGO: ELE 4402215

ELECTRODO REVESTIDO (SMAW) NORMA AWS E6013 ASME 5.1 E6013

E 6010 MARCA INFRA

Producto

Descripción:

Es un electrodo rutilico para trabajos en general en aceros de bajo carbón de excelente encendido su escoria se desprende sola.

Características sobresalientes:

Suelda en todas posiciones principalmente vertical descendente utiliza corriente alterna (CA) o corriente directa (CD) tanto con polaridad directa (PD) o polaridad invertida (PI) su arco es silencioso con poco chisporroteo de ligera penetración.

Uso y aplicaciones:

Para mantenimiento y reparaciones en general de equipo y maquinaria de aceros de bajo carbón, tiene muy fácil aplicación sobre láminas delgadas, fabricación de muebles metálicos y carrocerías de vehículos debido a la rápida solidificación del material depositado y la escoria el metal depositado se puede forjar en caliente.

Propiedades mecánicas según AWS:

Resistencia a la tensión: 4230 kg/cm² (60,000.00 lb/pul²)

Elongación en 50mm: 17%

Límite elástico: 3390 kg/cm² (48000 PSI)

Dureza Brinell: 160

Composición química típica del material depositado:

Carbono: 0.09%

Manganeso: 0.41%

Silicio: 0.40%

Azufre: 0.005%

Fósforo: 0.02%

Diámetro: 1/8" (3.2 milímetros)

3.2 VISTAS DE PROTOTIPO

A continuación se muestran figuras que contienen la ubicación de cada componente descrito con anterioridad, así como diferentes vistas de la aplicación del prototipo.

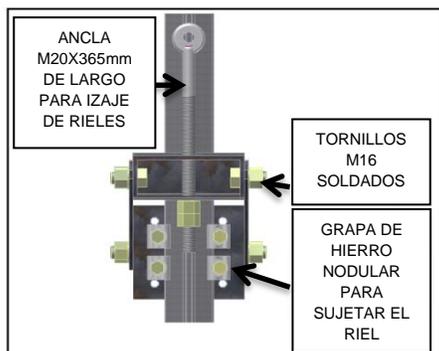


Fig. 18 Vista frontal

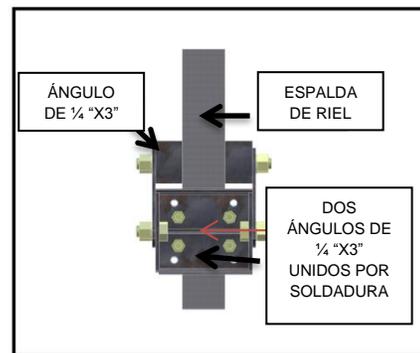


Fig. 19 Vista trasera

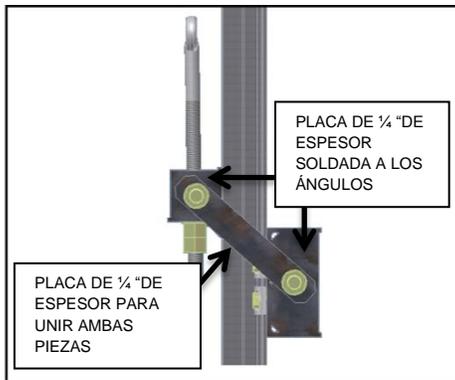


Fig. 20 Vista lateral

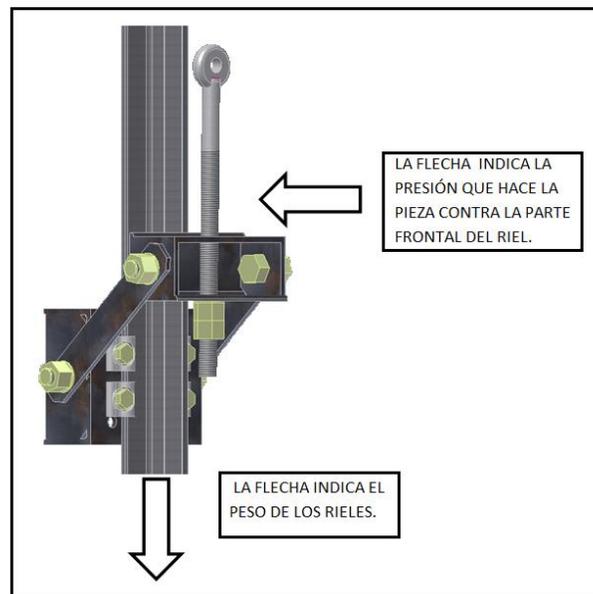
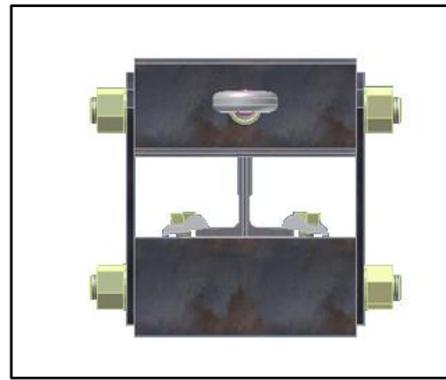


Fig. 22 Vista de dispositivo en operación

3.3 CÁLCULOS

ESTÁTICA (mecánica)

La **Estática** es la parte de la mecánica que estudia el equilibrio de fuerzas, sobre un cuerpo en reposo.

Estática es la rama de la mecánica que analiza las cargas (fuerza, par / momento) en los sistemas físicos en equilibrio estático, es decir, en un estado en el que las posiciones relativas de los subsistemas no varían con el tiempo.

Por la primera ley de Newton, esta situación implica que la red de la fuerza y el par neto (también conocido como momento de la fuerza) de cada organismo en el sistema es igual a cero.

De esta limitación, las cantidades como la carga o la presión pueden ser derivadas. La red de fuerzas de igual a cero se conoce como la primera condición de equilibrio, y el par neto igual a cero se conoce como la segunda condición de equilibrio.

ANÁLISIS DE EQUILIBRIO

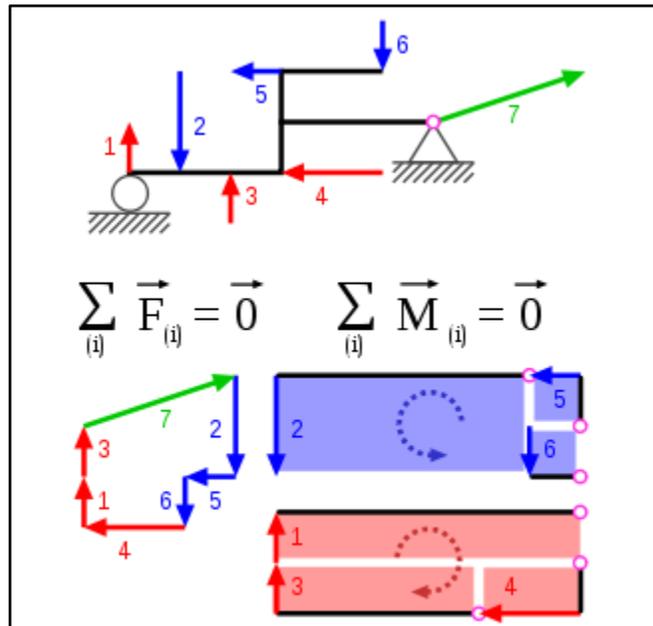


Fig. 23 Esquema de fuerzas y momentos en una viga en equilibrio

La estática proporciona, mediante el empleo de la mecánica del sólido rígido, solución a los problemas denominados **isostáticos**. En estos problemas, es suficiente plantear las condiciones básicas de equilibrio, que son:

1. El resultado de la suma de fuerzas es nulo.
 2. El resultado de la suma de momentos respecto a un punto es nulo.
- Estas dos condiciones, mediante el álgebra vectorial, se convierten en un sistema de ecuaciones; la resolución de este sistema de ecuaciones, es resolver la condición de equilibrio.
 - Existen métodos de resolución de este tipo de problemas estáticos mediante gráficos, heredados de los tiempos en que la complejidad de la resolución de sistemas de ecuaciones se evitaba mediante la geometría, si bien actualmente se tiende al cálculo por ordenador.

Para la resolución de problemas hiperestáticos (aquellos en los que el equilibrio se puede alcanzar con distintas combinaciones de esfuerzos) es necesario considerar ecuaciones de compatibilidad.

Dichas ecuaciones adicionales de compatibilidad se obtienen mediante la introducción de deformaciones y tensiones internas asociadas a las deformaciones mediante los métodos de la mecánica de sólidos deformables, que es una ampliación de la mecánica del sólido rígido que, además, da cuenta de la deformación de los sólidos y sus efectos internos.

Existen varios métodos clásicos basados en la mecánica de sólidos deformables, como los teoremas de Castigliano o las fórmulas de Navier- Bresse.

SUMA DE FUERZAS

Cuando sobre un cuerpo o sólido rígido actúan varias fuerzas que se aplican en el mismo punto, el cálculo de la fuerza resultante resulta trivial: basta sumarlas vectorialmente y aplicar el vector resultante en el punto común de aplicación.

Sin embargo, cuando existen fuerzas con puntos de aplicación diferentes es necesario determinar el punto de aplicación de la fuerza resultante.

Para fuerzas no paralelas esto puede hacerse sumando las fuerzas dos a dos.

Para ello se consideran dos de las fuerzas y se trazan rectas prolongando las fuerzas en ambos sentidos y buscando su intersección. Esa intersección será un punto de paso de la fuerza suma de las dos.

A continuación se substituyen las dos fuerzas por una única fuerza vectorial suma de las dos anteriores aplicada en el punto de intersección.

Esto se repite $n-1$ veces para un sistema de n fuerzas y se obtiene el punto de paso de la resultante.

Este algoritmo puede ser bastante pesado para un número de fuerzas elevado. Además cuando varias de las fuerzas son paralelas puede no funcionar.

Para hacer más rápido el cálculo del punto de paso puede usarse en el caso de fuerzas coplanarias el método del polígono funicular.

Que es computacionalmente más rápido y aplicable también al caso de que todas las fuerzas sean paralelas (y por tanto sus rectas de acción, sin puntos de intersección).

APLICACIONES

La estática abarca el estudio del equilibrio tanto del conjunto como de sus partes constituyentes, incluyendo las porciones elementales de material.

Uno de los principales objetivos de la estática es la obtención de esfuerzos cortantes, fuerza normal, de torsión y momento flector a lo largo de una pieza, que puede ser desde una viga de un puente o los pilares de un rascacielos.

Su importancia reside en que una vez trazados los diagramas y obtenidas sus ecuaciones, se puede decidir el material con el que se construirá, las dimensiones que deberá tener, límites para un uso seguro, etc., mediante un análisis de materiales.

Por tanto, resulta de aplicación en ingeniería estructural, ingeniería mecánica, construcción, siempre que se quiera construir una estructura fija. Para el análisis de una estructura en movimiento es necesario considerar la aceleración de las partes y las fuerzas resultantes.

El estudio de la Estática suele ser el primero dentro del área de la ingeniería mecánica, debido a que los procedimientos que se realizan suelen usarse a lo largo de los demás cursos de ingeniería mecánica.

SÓLIDOS Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL

La estática se utiliza en el análisis de las estructuras, por ejemplo, en arquitectura e ingeniería estructural.

La resistencia de los materiales es un campo relacionado de la mecánica que depende en gran medida de la aplicación del equilibrio estático.

Un concepto clave es el centro de gravedad de un cuerpo en reposo, que constituye un punto imaginario en el que reside toda la masa de un cuerpo.

La posición del punto relativo a los fundamentos sobre los cuales se encuentra un cuerpo determina su estabilidad a los pequeños movimientos.

Si el centro de gravedad se sitúa fuera de las bases y, a continuación, el cuerpo es inestable porque hay un par que actúa: cualquier pequeña perturbación hará caer al cuerpo.

Si el centro de gravedad cae dentro de las bases, el cuerpo es estable, ya que no actúa sobre el par neto del cuerpo.

Si el centro de gravedad coincide con los fundamentos, entonces el cuerpo se dice que es meta estable.

Para poder saber la fuerza que está soportando cada parte de la estructura se utilizan dos medios de cálculo:

- La comprobación por nudos.
- La comprobación por secciones.

Para lograr obtener cualquiera de estas dos comprobaciones debemos tomar en cuenta la sumatoria de fuerzas externas en la estructura (fuerzas en x y en y), para luego comenzar con la comprobación por nudos o por sección.

TENSIÓN MECÁNICA

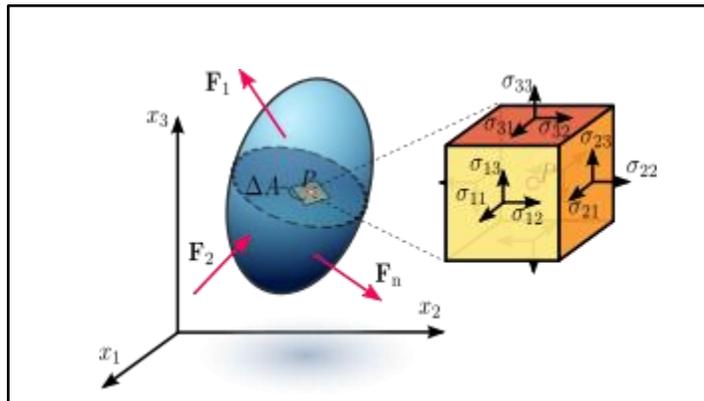


Fig. 24 Componentes del tensor tensión en un punto P de un sólido deformable

En física e ingeniería, se denomina **tensión mecánica** a la fuerza por unidad de área en el entorno de un punto material sobre una superficie real o imaginaria de un cuerpo, material o medio continuo.

Un caso particular es el de *tensión uniaxial*, que se define en una situación en que se aplica fuerza F uniformemente distribuida sobre un área A .

En ese caso la tensión mecánica uniaxial se representa por un escalar designado con la letra griega σ (sigma) y viene dada por:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

La **tensión mecánica** se expresa en unidades de fuerza divididas por unidades de área. El Sistema Internacional, en N/m^2 o pascales (Pa).

La definición anterior se aplica tanto a fuerzas localizadas como fuerzas distribuidas, uniformemente o no, que actúan sobre una superficie.

Si se considera un cuerpo sometido a tensión y se imagina un corte mediante un plano imaginario π que lo divida en dos, sobre cada punto del plano de corte se puede definir un *vector tensión* t_π que depende del estado tensional interno del cuerpo, de las coordenadas del punto escogido y del vector unitario normal n_π al plano π .

En ese caso se puede probar que t_π y n_π están relacionados por una aplicación lineal T o campo tensorial llamado tensor tensión:

$$t_\pi = T(n_\pi)$$

TENSIÓN UNIAXIAL (problemas unidimensionales)

El concepto de esfuerzo longitudinal parte en dos observaciones simples sobre el comportamiento de cables sometidos a tensión:

1. Cuando un cable se estira bajo la acción de una fuerza F , se observa que el alargamiento unitario $\Delta L/L$ es proporcional a la carga F dividida por el área de la sección transversal A del cable, esto es, al esfuerzo, de modo que podemos escribir:

$$\sigma = E \frac{\Delta L}{L}$$

Donde: E es una característica del material del cable llamado módulo de Young.

2. El fallo resistente o ruptura del cable ocurre cuando la carga F superaba un cierto valor F_{rupt} que depende del material del cable y del área de su sección transversal. De este modo queda definido el esfuerzo de ruptura:

$$\sigma_{rupt} = \frac{F_{rupt}}{A}$$

Estas observaciones ponen de manifiesto que la característica fundamental que afecta a la deformación y al fallo resistente de los materiales es la magnitud σ , llamada esfuerzo o tensión mecánica.

Medidas más precisas ponen de manifiesto que la proporcionalidad entre el esfuerzo y el alargamiento no es exacta porque durante el estiramiento del cable la sección transversal del mismo experimenta un estrechamiento, por lo que A disminuye ligeramente.

Sin embargo, si se define la *tensión real* $\sigma = F/A'$ donde A' representa ahora el área verdadera bajo carga, entonces se observa una proporcionalidad correcta para valores pequeños de F .

El coeficiente de Poisson se introdujo para dar cuenta de la relación entre el área inicial A y el área deformada A' .

La introducción del coeficiente de Poisson en los cálculos estimaba correctamente la tensión al tener en cuenta que la fuerza F se distribuía en un área algo más pequeña que la sección inicial, lo cual hace que $\sigma > s$.

PRINCIPIO DE CAUCHY

Sea B un medio continuo deformado, entonces en cada subdominio $V \subset B$ existe un campo vectorial t , llamado campo de tensiones, tal que las fuerzas de volumen $f \in \mathbb{R}^3$ y el campo de tensiones $t \in \mathbb{R}^3$ satisfacen las siguientes ecuaciones de equilibrio:

$$\int_V f(\mathbf{x})dV + \int_{\partial V} t(\mathbf{x}, n)dA = 0$$

$$\int_V \mathbf{x} \times f(\mathbf{x})dV + \int_{\partial V} \mathbf{x} \times t(\mathbf{x}, n)dA = 0$$

Este principio fue enunciado por Augustin Louis Cauchy en su forma más general, aunque previamente Leonhard Euler había hecho una formulación menos general.

De este principio puede demostrarse el teorema debido a Cauchy para el tensor tensión que postula que el principio de Cauchy equivale a la existencia de una aplicación lineal, llamada tensor tensión $T \in C^1(B, \mathbb{R}^3)$ con las siguientes propiedades:

1. $t(\mathbf{x}, n) = [T(\mathbf{x})](n)$,
2. $\text{div } T(\mathbf{x}) + f(\mathbf{x}) = 0$,
3. $T(\mathbf{x}) = T^T(\mathbf{x})$

Con el principio, enunció también los dos postulados que definen la actuación de los vectores sobre una superficie.

TENSIÓN NORMAL Y TENSIÓN TANGENCIAL

Si consideramos un punto concreto de un sólido deformable sometido a tensión y se escoge un corte mediante un plano imaginario π que lo divida al sólido en dos.

Entonces quedara definido un **vector tensión** \mathbf{t}_π que depende del estado tensional interno del cuerpo, de las coordenadas del punto escogido y del vector unitario normal \mathbf{n}_π al plano π definida mediante el tensor tensión:

$$\mathbf{t}_\pi = T(\mathbf{n}_\pi)$$

Usualmente ese vector puede descomponerse en dos componentes que físicamente producen efectos diferentes según el material sea más dúctil o más frágil.

Esas dos componentes se llaman componentes intrínsecas de vector tensión respecto al plano π y se llaman **tensión normal** o perpendicular al plano y **tensión tangencial** o rasante al plano, estas componentes vienen dadas por:

$$\begin{cases} \sigma_\pi = \mathbf{t}_\pi \cdot \mathbf{n}_\pi \\ \tau_\pi = \|\mathbf{t}_\pi \times \mathbf{n}_\pi\| \end{cases} \Rightarrow \|\mathbf{t}_\pi\|^2 = \sigma_\pi^2 + \tau_\pi^2$$

TENSIÓN CORTANTE

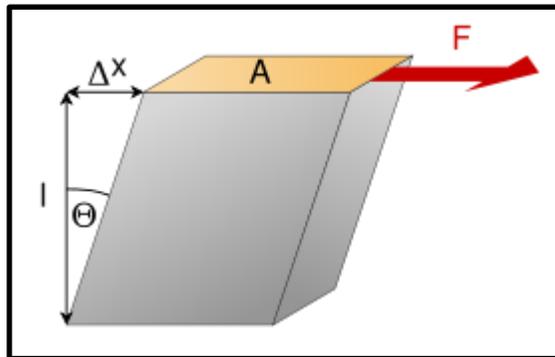


Fig. 25 Esquema del esfuerzo cortante

La **tensión cortante** o **tensión de corte** es aquella que, fijado un plano, actúa tangente al mismo. Se suele representar con la letra griega *tau* τ .

En piezas prismáticas, las tensiones cortantes aparecen en caso de aplicación de un esfuerzo cortante o bien de un momento torsión.

En piezas alargadas, como vigas y pilares, el plano de referencia suele ser un paralelo a la sección transversal (i.e, uno perpendicular al eje longitudinal).

A diferencia del esfuerzo normal, es más difícil de apreciar en las vigas ya que su efecto es menos evidente.

TENSIÓN CORTANTE PROMEDIO

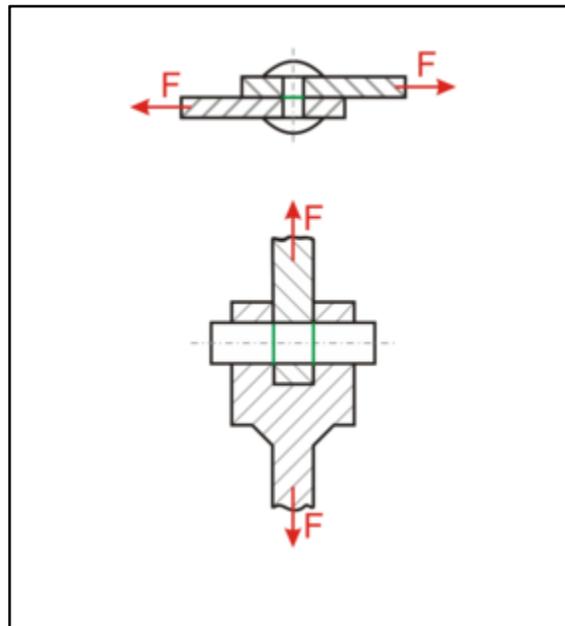


Fig. 26 Esfuerzo cortante sobre tornillos

Un problema que se presenta en su cálculo se debe a que las tensiones no se distribuyen uniformemente sobre un área, si se quiere obtener la tensión media es usada la fórmula:

$$\tau_{med} = \frac{V}{A}$$

Donde V (letra usada habitualmente para designar esta fuerza) representa la fuerza cortante y A representa el área de la sección sobre la cual se está aplicando.

En este caso, el esfuerzo cortante, como su nombre lo indica, corta una pieza.

En esta imagen (Fig. 28.), el tornillo y el perno presentan esfuerzo cortante al ser cortados por las piezas que unen.

FÓRMULA DE COLLIGNON-JOURAWSKI

Si se requiere encontrar la tensión cortante debida fuerza cortante en un punto específico, lo cual es común en vigas, se usa la siguiente fórmula, conocida como fórmula de Collignon (1877):

$$\bar{\tau}_{xy} = \frac{V_y(x)Q_y(y)}{I_z t_z(y)}$$

donde V_y representa la fuerza cortante, Q_y el producto del centroide y el área que se abarca desde un extremo hasta el punto donde se quiere encontrar el esfuerzo.

I_z el momento de inercia de la sección total respecto a un eje perpendicular a la dirección del cortante y t_z el espesor de la figura a lo largo de un eje perpendicular a la dirección del cortante.

Aunque esta fórmula fue publicada por Collignon en 1877 y se conoce con su nombre.

Previamente había sido utilizada en 1844 por el ingeniero ruso D. J. Jourawski para calcular tensiones en vigas de madera, publicando esta fórmula en 1856.

Puntos importantes:

- El esfuerzo cortante en el cordón superior y el inferior es cero.
- El esfuerzo cortante en la línea neutra de la pieza (coincidente con el centro de gravedad) es máximo.
- El momento de inercia y el centroide de las figuras es con respecto al eje neutro de la pieza.

DEDUCCIÓN DE LA FÓRMULA DE COLLIGNON

La fórmula de Collignon anterior no proporciona el valor exacto de la tensión tangencial, sino sólo el promedio a lo largo de una línea que divida en dos la sección transversal.

Para comprender ese hecho conviene examinar la deducción de la misma.

Para la deducción partiremos de las ecuaciones de equilibrio elástico cuando no existen fuerzas másicas, la primera de ellas para la componente X es igual a:

$$(1) \quad \frac{\partial \sigma_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \sigma_{xz}}{\partial z} = 0$$

Si se presupone que sólo el esfuerzo cortante está dirigido según el eje Y (y que esta dirección coincide con una de las direcciones principales de inercia), y que el eje X coincide con el eje de la pieza y, además, que las tensiones están provocadas únicamente por un esfuerzo normal constante y un momento flector y un esfuerzo cortante variables, tenemos:

$$\begin{cases} \sigma_{xx} = \frac{N_x}{A} - \frac{M_z y}{I_z} \\ \sigma_{xy} = \tau(x, y, z; V_y) \\ \sigma_{xz} = 0 \end{cases}, \quad \frac{dM_z(x)}{dx} = -V_y(x)$$

Substituyendo estas dos últimas ecuaciones en la ecuación de equilibrio (1), se tiene la relación entre la tensión tangencial y el esfuerzo cortante:

$$(1') \quad \frac{dM_z(x)}{dx} \frac{y}{I_z} + \frac{\partial \tau(x, y, z)}{\partial y} = \frac{V_y(x)y}{I_z} + \frac{\partial \tau(x, y, z)}{\partial y} = 0$$

Integrando directamente esa última ecuación se llega a:

$$\tau(x, y, z) = - \int_{C(z)}^y \frac{V_y(x)y}{I_z} dy$$

La anterior ecuación resulta incómoda porque depende de la coordenada $C(z)$ situada sobre una vertical donde el cortante se anula (puede comprobarse que coincide que es la coordenada de un punto sobre el contorno de la sección.

Usando las condiciones de contorno que acompañan a las ecuaciones de equilibrio elástico). Sin embargo, se puede definir la tensión cortante media como:

$$\bar{\tau}(x, y) := \frac{1}{t_z} \int_{ejeZ} \tau(x, y, z) dz = - \int_{ejeZ} dz \int_{C(z)}^y \frac{V_y(x)y}{I_z} dy = - \frac{V_y(x)Q_x(y)}{I_z t_z(y)}$$

Esta última coincide (salvo signo) con la fórmula de Collignon usada para calcular la distribución media de tensiones cortantes a lo largo de la sección que se mencionaba en el apartado anterior.

Cabe señalar que hemos introducido el llamado primer momento de área parcial definido como:

$$Q_x(y) = \int_{\Sigma(y)} y \, dz dy \quad \Sigma = \{(y', z') | y' < y, z' \in L_{t_z}\}$$

TENSIÓN CORTANTE MÁXIMA

La anterior ecuación puede usarse para calcular la tensión tangencial máxima para diferentes tipos de sección y comparar su valor con el de la tensión promedio.

Puede probarse que para cualquier tipo de sección transversal se cumple que:

$$\tau_{max} = k_{sec} \cdot \tau_{med} \quad k_{sec} \geq 1$$

SECCIÓN RECTANGULAR

Para una sección rectangular de medidas $b \times h$ sometida a un esfuerzo cortante paralelo a uno los lados de la misma, la distribución de tensiones cortantes y la tensión cortante máximas vienen dadas por:

$$\bar{\tau}_{xy} = \frac{3V_y(h^2 - 4y^2)}{2h^3} = \frac{3}{2} \frac{V_y}{A} \left(1 - \frac{4y^2}{h^2}\right), \quad \bar{\tau}_{max} = \frac{3}{2} \frac{V_y}{A} = \frac{3}{2} \tau_{med}$$

Donde $-h/2 \leq y \leq h/2$ es la altura del punto donde se calculan las tensiones respecto al centro de la sección.

Eso significa que para las secciones rectangulares $k_{sec} = 3/2$.

SECCIÓN CIRCULAR

Para una sección circular maciza de radio R sometida a un esfuerzo cortante paralelo a uno los lados de la misma, la distribución de tensiones cortantes y la tensión cortante máximas son:

$$\bar{\tau}_{xy} = \frac{4V_y(R^2 - y^2)}{3\pi R^4} = \frac{4}{3} \frac{V_y}{A} \left(1 - \frac{y^2}{R^2}\right), \quad \bar{\tau}_{max} = \frac{4}{3} \frac{V_y}{A} = \frac{4}{3} \tau_{med}$$

Eso significa que para las secciones circulares $k_{sec} = 4/3$.

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Un elemento importante que debe considerar un diseñador es como se comportará el material que ha seleccionado cuando esté sometido a una carga.

Para un material dado, esto se determina realizando ensayos específicos sobre muestras preparadas del material.

Por ejemplo, una probeta de acero puede prepararse y colocarse en una máquina de ensayo de laboratorio para someterla a una fuerza centrada axial de tensión conocida.

Al aumentar la magnitud de la fuerza, se miden varios cambios en la probeta, por ejemplo, cambios en su longitud y diámetro.

Finalmente se alcanzará la máxima fuerza que puede aplicarse a la probeta, la cual se romperá o comenzará a soportar menos carga.

Esta máxima fuerza se llama la carga última del material y se denota como P_U .

Debido a que la carga aplicada es centrada, puede dividirse la carga última por el área transversal original de la varilla para obtener el *esfuerzo último normal* del material usado.

Este esfuerzo, también conocido como la *resistencia última a la tensión* del material es

$$\sigma_U = \frac{P_U}{A}$$

Se encuentran disponibles varios procedimientos de ensayo para determinar el esfuerzo el *esfuerzo cortante último*, o *resistencia última al corte*, de un un material. El más común consiste en el torcimiento de un tubo circular.

Uno más directo, aunque menos exacto, consiste en sujetar una barra rectangular o redonda en una herramienta de corte y plicarle una carga P que va siempre en aumento hasta obtener la carga última P_U para corte único.

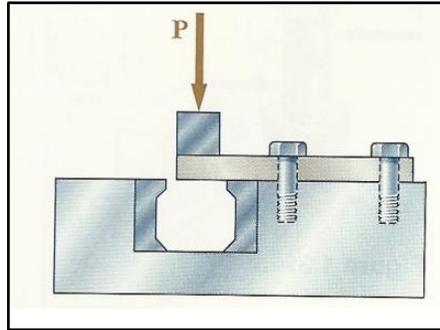


Fig. 27 Ensayo de esfuerzo cortante último con herramienta de corte

Si el extremo libre de la probeta descansa sobre ambos dados endurecidos, se obtiene la carga última para cortante doble.

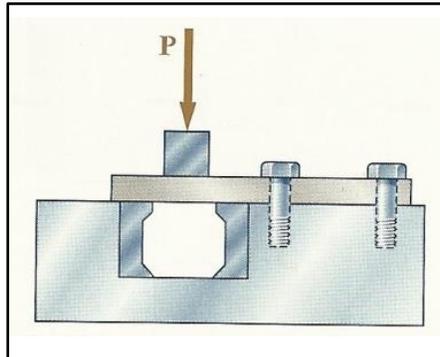


Fig. 28 Ensayo de esfuerzo cortante doble con herramienta de corte

En cualquier caso, el esfuerzo cortante último τ_U se obtiene al dividir la carga última entre el área total sobre la que ha ocurrido el corte.

En el caso del corte puro, esta área es el área de sección transversal A del espécimen, mientras que el corte doble es dos veces el área de sección transversal.

FACTOR DE SEGURIDAD

La máxima carga que puede soportar un elemento estructural o un componente de maquinaria en condiciones normales de uso es considerablemente más pequeña que la carga última.

Esta carga más pequeña se conoce como la *carga permisible* y, en ocasiones, como la *carga de trabajo* o *carga de diseño*. Así, sólo una fracción de la capacidad última de carga del elemento se utiliza cuando se aplica la carga permisible.

El remanente de la capacidad portadora de carga del elemento se mantiene en reserva para asegurar su desempeño seguro. La razón de la carga última a la carga permisible se emplea para definir el *factor de seguridad*. Se tiene que:

$$\text{Factor de seguridad} = F.S. = \frac{\text{carga última}}{\text{carga permisible}}$$

Una definición alterna del factor de seguridad se basa en el uso de esfuerzos:

$$\text{Factor de seguridad} = F.S. = \frac{\text{carga última}}{\text{carga permisible}}$$

Las dos expresiones dadas para el factor de seguridad en las ecuaciones anteriores son idénticas cuando existe una relación lineal entre la carga y el esfuerzo.

Sin embargo, en la mayoría de las aplicaciones de ingeniería esta relación deja de ser lineal al acercarse la carga a su valor último, y el factor de seguridad obtenido de la ecuación con esfuerzos no suministra una evaluación válida de la seguridad de un diseño dado.

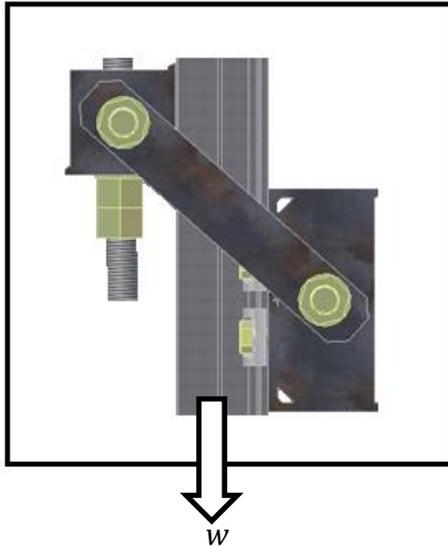
Sin embargo, el *método de diseño por esfuerzos permisibles*, se utiliza ampliamente.

La sección del factor de seguridad que debe usarse en distintas aplicaciones es una de las tareas más importantes de los ingenieros.

Por una parte, si el factor de seguridad se elige demasiado pequeño, la posibilidad de falla se torna inaceptablemente grande; por otra, si se elige demasiado grande, el resultado es un diseño caro y no funcional.

ANÁLISIS EN TORNILLO Y PLACA PARA UNIR SOPORTE

Se determinará el esfuerzo que se genera en placa para unir soporte.

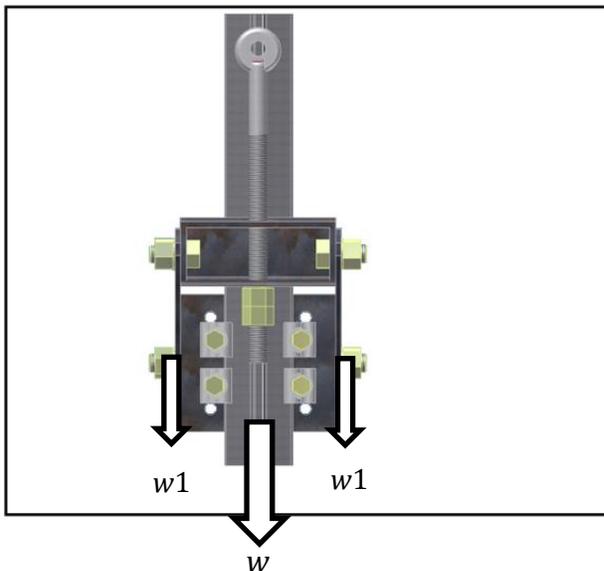


Este dispositivo deberá cargar 6 rieles.

Cada riel con tornillería y placa unión pesa 80kg.

Con estos datos se calcula el peso total (w).

$$w = 6 \times 80 = 480kg$$



El dispositivo cuenta con dos placas para unir soporte, se analizará solo uno.

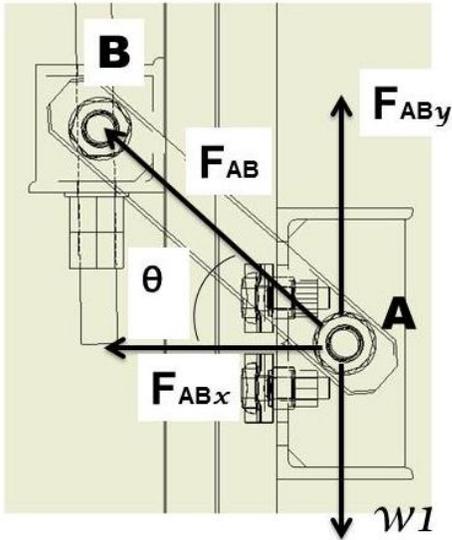
Por lo tanto:

$$w1 + w1 = w$$

$$w1 = \frac{w}{2}$$

$$w1 = \frac{480}{2} = 240kg$$

Para calcular la fuerza de F_{AB} , primero se descompone en sus componentes.



Datos:

$$\theta = 41^\circ$$

$$w1 = 240 \text{ kg}$$

Se calcula la suma de esfuerzos en x, y.

$$\sum F_x = 0$$

$$(F_{ABx} \cos \theta) + 0 = 0$$

$$F_{ABx} = \frac{0}{\cos \theta} = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$(F_{ABy} \sin \theta) - w1 = 0$$

$$(F_{ABy} \sin \theta) - 240 = 0$$

$$F_{ABy} \sin \theta = 240$$

$$F_{ABy} = \frac{240}{\sin \theta}$$

$$F_{ABy} = \frac{240}{0.6561} = 365.8 \text{ kg}$$

Entonces el valor de F_{AB} .es:

$$(F_{AB})^2 = (F_{ABy})^2 + (F_{ABx})^2$$

$$F_{AB} = \sqrt{(F_{ABy})^2 + (F_{ABx})^2}$$

$$F_{AB} = \sqrt{(365.8)^2 + (0)^2}$$

$$F_{AB} = 365.8kg$$

Con el resultado anterior ya se puede calcular el esfuerzo.

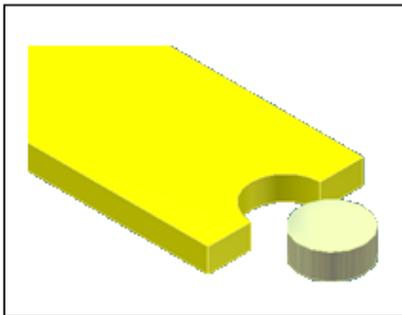
$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{F_{AB}}{A}$$

$$\sigma = \frac{365.8}{(5.08 \times 0.635)} = \frac{365.8}{3.2258} = 113.4 kg/cm^2$$

ESFUERZO MÁXIMO

$$\sigma_{MAX} = \frac{3}{2} \times (\sigma_{MED}) = \frac{3}{2} \times (113.4) = 170.1 kgs/cm^2$$

ESFUERZO DE APOYO EN CONEXIÓN (SOBRE LA PLACA)



t = espesor de la placa.

d = diametro del perno.

$$P = F_{AB}$$

$$\sigma_b = \frac{P}{(t) \times (d)} = \frac{F_{AB}}{(t) \times (d)} = \frac{365.8}{(0.635) \times (1.6)} = \frac{365.8}{1.016}$$

$$\sigma_b = 360.04 kgs/cm^2$$

FACTOR DE SEGURIDAD DE LA PLACA

Para acero estructural ASTM-A36 el límite de cedencia a la tensión es:
2549.25 kgs/cm²

$$F_s = \frac{\text{carga última}}{\text{carga permisible}} = \frac{\text{límite de cedencia}}{\text{esfuerzo de apoyo en conexión (sobre la placa)}}$$

$$F_s = \frac{\sigma_{\text{último}}}{\sigma_b} = \frac{2549.25}{360.04}$$

$$F_s = 7$$

ESFUERZO CORTANTE SOBRE EL TORNILLO EN LA DISTANCIA DE CONEXIÓN

$$\tau = \frac{P}{A} = \frac{F_{AB}}{(\pi) \times (r^2)} = \frac{365.8}{(3.1416) \times (0.8)^2} = \frac{365.8}{(2.0106)}$$

$$\tau = 181.9 \text{ kgs/cm}^2$$

FACTOR DE SEGURIDAD EN TORNILLO

El tornillo que será utilizado es M16 con grado 4.8, debido a que se tiene material disponible en almacén que por el momento no se utiliza. El límite elástico inferior es: 3464.6 kgs/cm²

$$F_s = \frac{\text{carga última}}{\text{carga permisible}} = \frac{\text{límite elástico inferior}}{\text{esfuerzo cortante sobre el tornillo en la distancia de conexión}}$$

$$F_s = \frac{\sigma_{\text{último}}}{\tau} = \frac{3464.6}{181.9}$$

$$F_s = 19$$

3.4 PLANOS DE FABRICACIÓN DEL PROTOTIPO.

Los siguientes planos corresponden a ensambles y despieces que contienen las especificaciones de fabricación del prototipo, mismas con las que puede ser fabricado.

El plano MXG100A000 G01 muestra el Ensamble Espalda Soporte de Riel. (Ver página 58)

Los siguientes planos son sub ensamble de MXG100A000 G01. (Ver página 58)

Plano MXG100A001. (Ver página 59)

Plano MXG100A002. (Ver página 60)

Plano MXG100A011 G01. (Ver página 61)

El plano MXG100A010 G01 muestra el Ensamble Frente de Riel. (Ver página 62)

Los siguientes planos son sub ensamble de MXG100A010. (Ver página 63)

Plano MXG100A012. (Ver página 63)

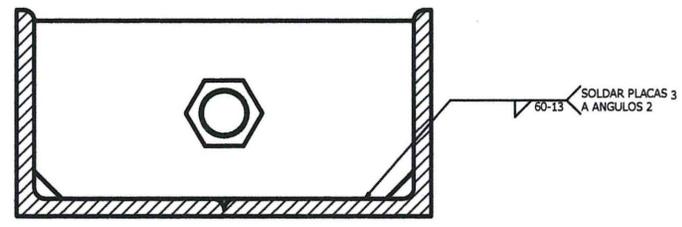
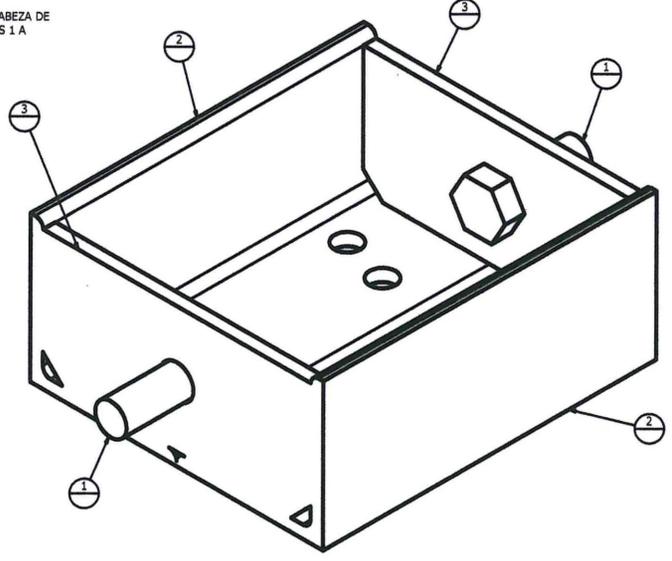
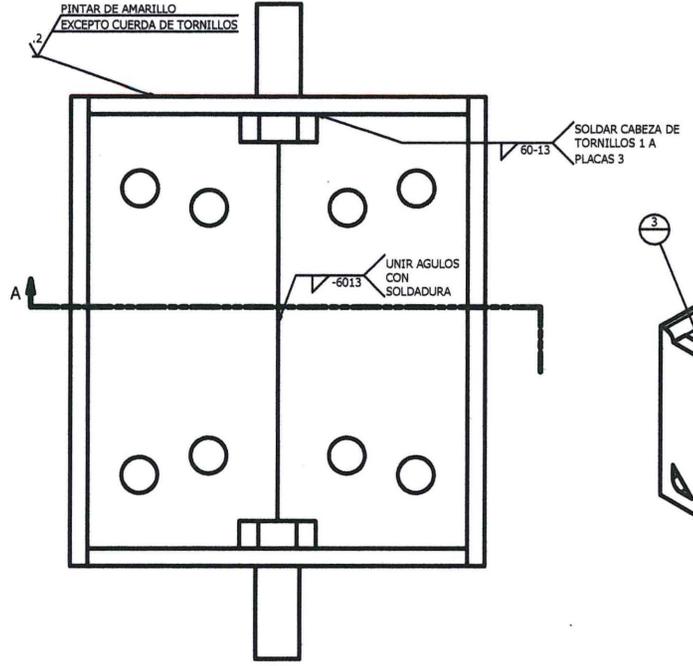
Plano MXG100A013. (Ver página 64)

Plano MXG100A014. (Ver página 65)

Plano MXG100A011 G01. (Ver página 66)

El plano MXG100A020 muestra la Placa para Unir Soporte. (Ver página 67)

| ITEM | DESCRIPCION | NUMERO DE DIBUJO | G01 |
|------|---------------------|------------------|--------|
| 1 | TORNILLO M16X50 | MXG100A011 G01 | 2 PZAS |
| 2 | ANGULO DE 3" X 1/4" | MXG100A001 | 2 PZAS |
| 3 | PLACA DE 1/4" | MXG100A002 | 2 PZAS |

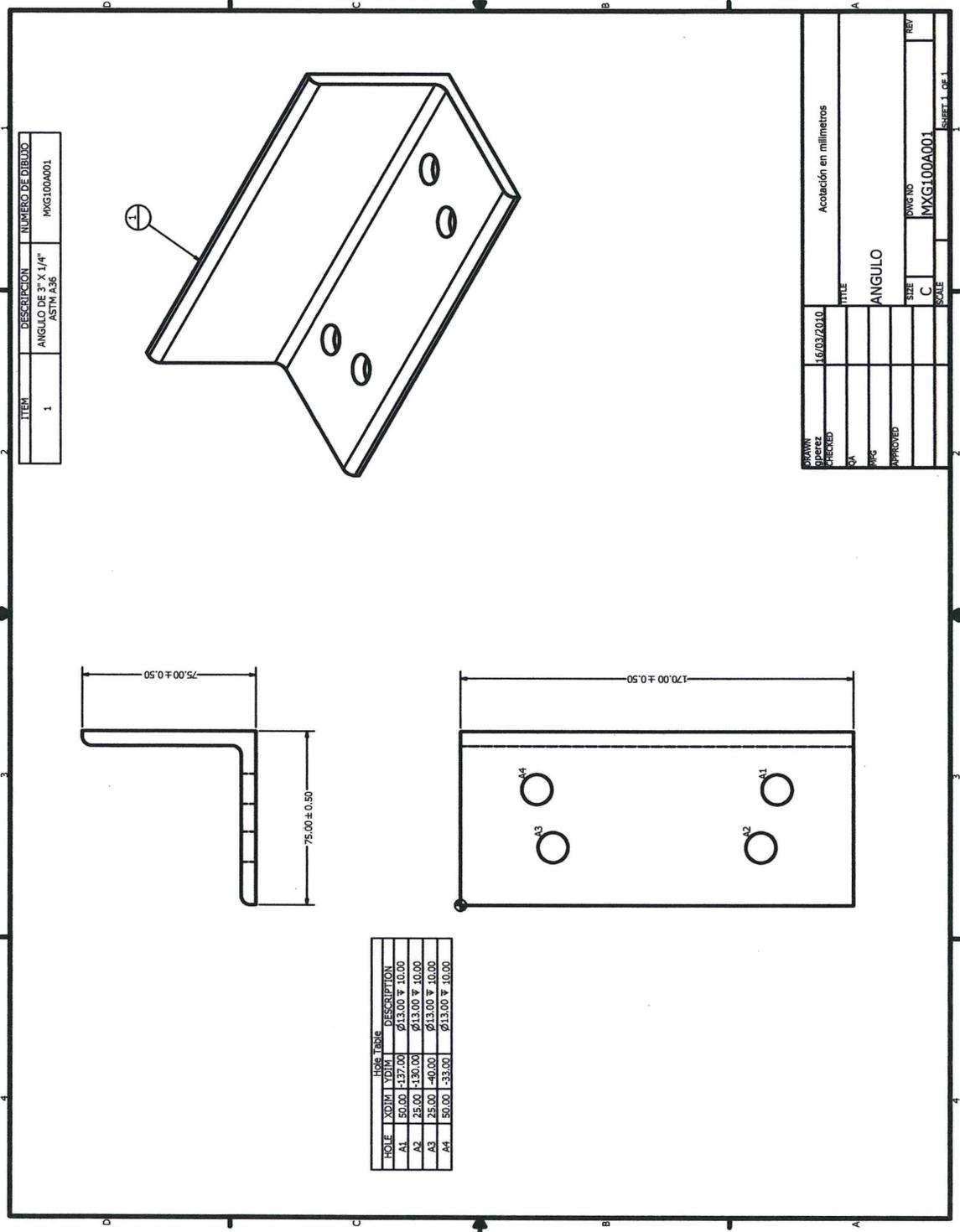


SECTION A-A
SCALE 1:1

| | | | |
|----------|------------|----------------------------------|----------------|
| DESIGN | 16/03/2010 | | |
| CHECKED | | TITLE | |
| QA | | ENSAMBLE ESPALDA SOPORTE DE RIEL | |
| APPROVED | | SIZE | DWG NO |
| | | C | MXG100A000 G01 |
| | | SCALE | REV |
| | | | 2 |

DISEÑO DE HERRAMIENTA PARA IZAJE DE RIELES EN ELEVADORES DE PASAJEROS SIN CUARTO DE MÁQUINAS

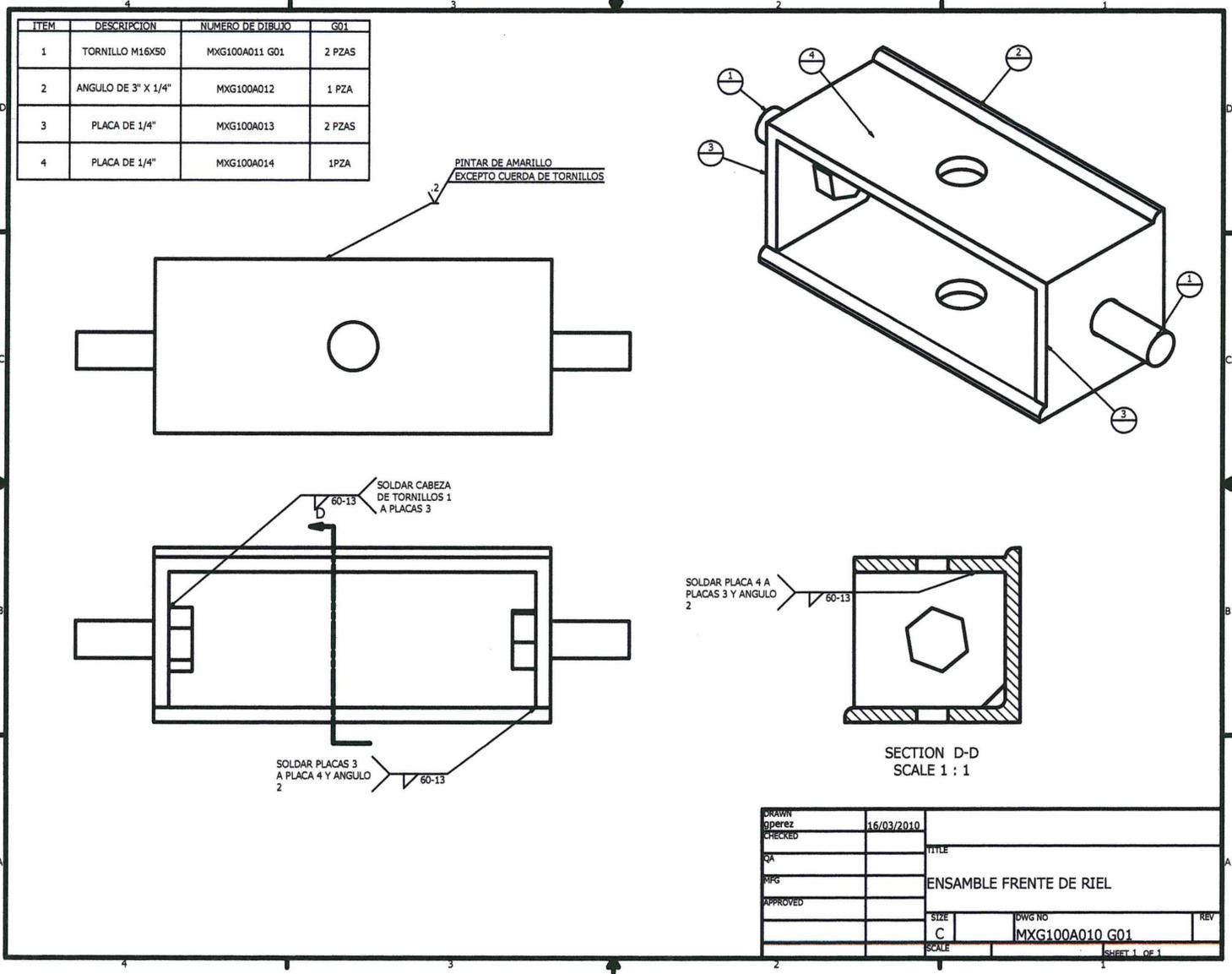
DISEÑO DE HERRAMIENTA DE IZAJE DE RIELES

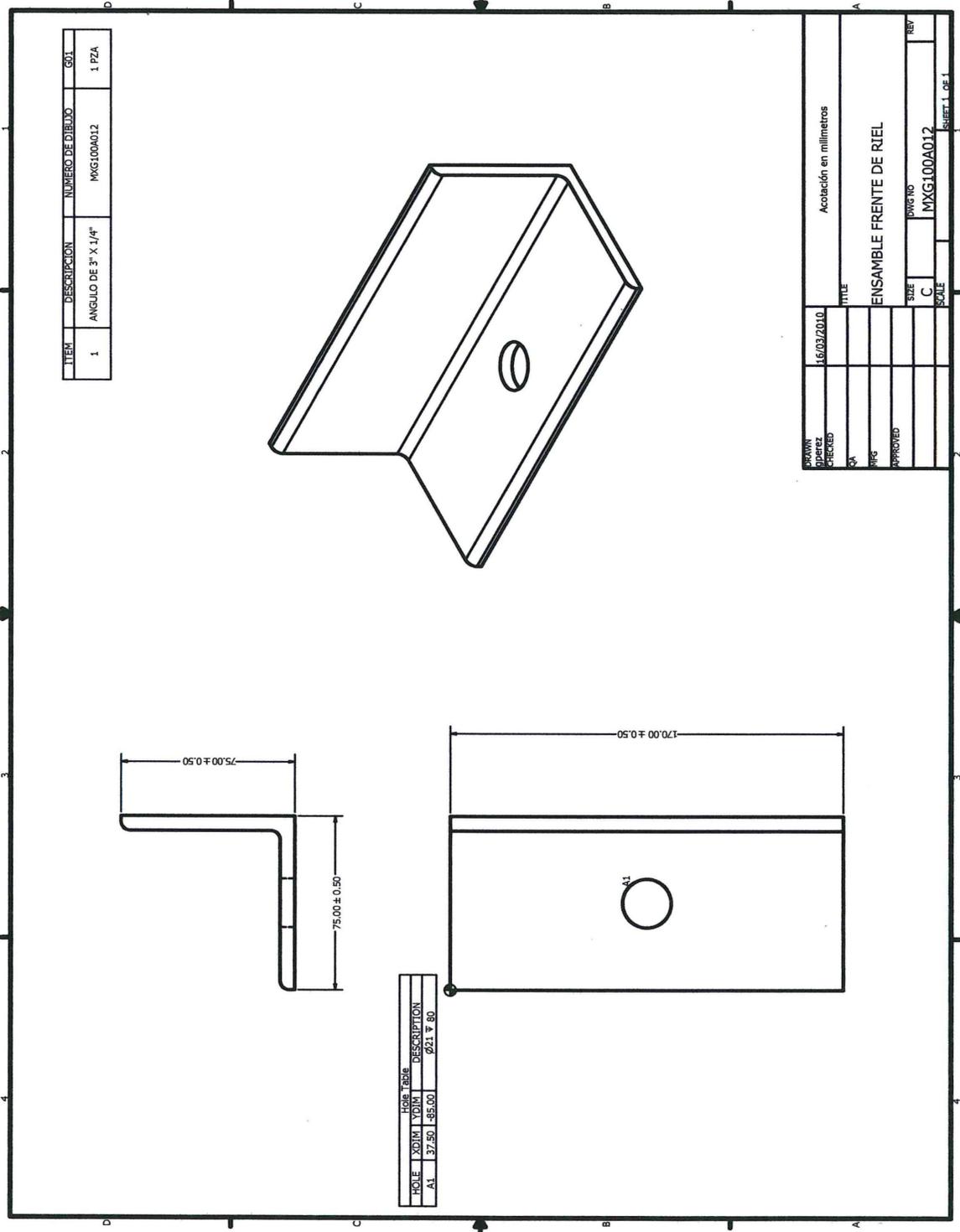


| ITEM | DESCRIPCIÓN | NÚMERO DE DIBUJO |
|------|--------------------------------|------------------|
| 1 | ANGULO DE 3" X 1 1/4" ASTM A36 | MXG100A001 |

| HOLE | XDIM | YDIM | DESCRIPTION |
|------|-------|---------|----------------|
| A1 | 50.00 | -137.00 | Ø13.00 ± 10.00 |
| A2 | 25.00 | -130.00 | Ø13.00 ± 10.00 |
| A3 | 25.00 | -40.00 | Ø13.00 ± 10.00 |
| A4 | 50.00 | -33.00 | Ø13.00 ± 10.00 |

| | | |
|----------|------------|-------------------------|
| DATE | 16/03/2010 | ACOTACIÓN EN MILÍMETROS |
| DRAWN | PIRG | TÍTULO |
| CHECKED | CA | ANGULO |
| APPROVED | | ESQUEMA |
| | | NO. DE DIBUJO |
| | | MXG100A001 |
| | | REVISIÓN |
| | | SCALE |
| | | 1:1 |
| | | SHEET 1 OF 1 |

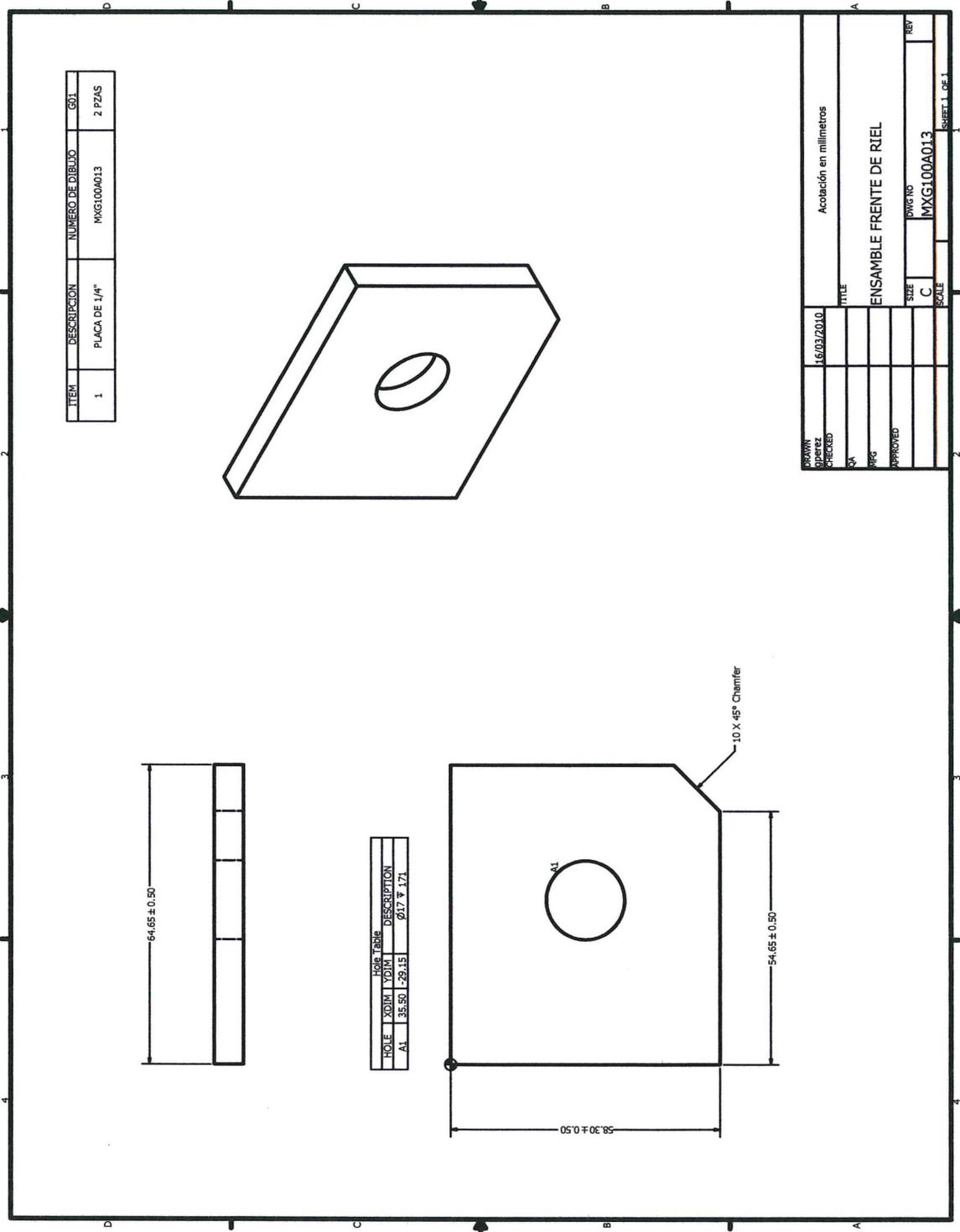


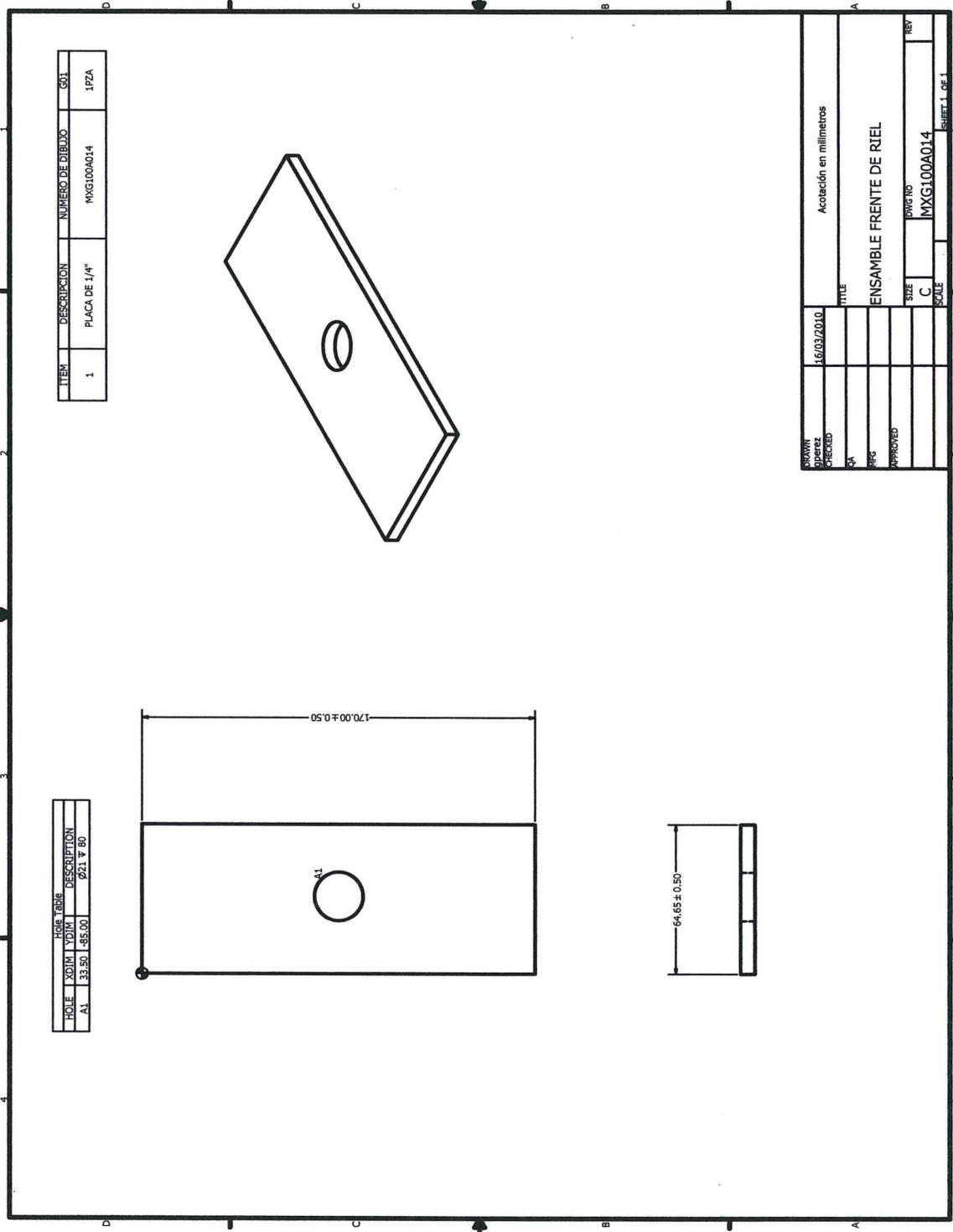


| ITEM | DESCRIPCIÓN | NUMERO DE DIBUJO | CANT. |
|------|---------------------|------------------|-------|
| 1 | ANGULO DE 3" X 1/4" | MXG100A012 | 1 PZA |

| ITEM | YDIM | YDIM | DESCRIPCIÓN |
|------|-------|-------|-------------|
| A1 | 37.50 | 85.00 | Ø21.7 Ø30 |

| | | | |
|-------------------------|------------|-------------|------------|
| DATE | 16/03/2010 | SCALE | 1:1 |
| DRAWN | PIERRE | CHECKED | |
| BY | CA | DATE | |
| APPROVED | MXG | SCALE | |
| TITLE | | | |
| ENSAMBLE FRENTE DE RIEL | | | |
| BY | CA | DATE | |
| SCALE | C | PROJECT NO. | MXG100A012 |
| SHEET 1 OF 1 | | | |

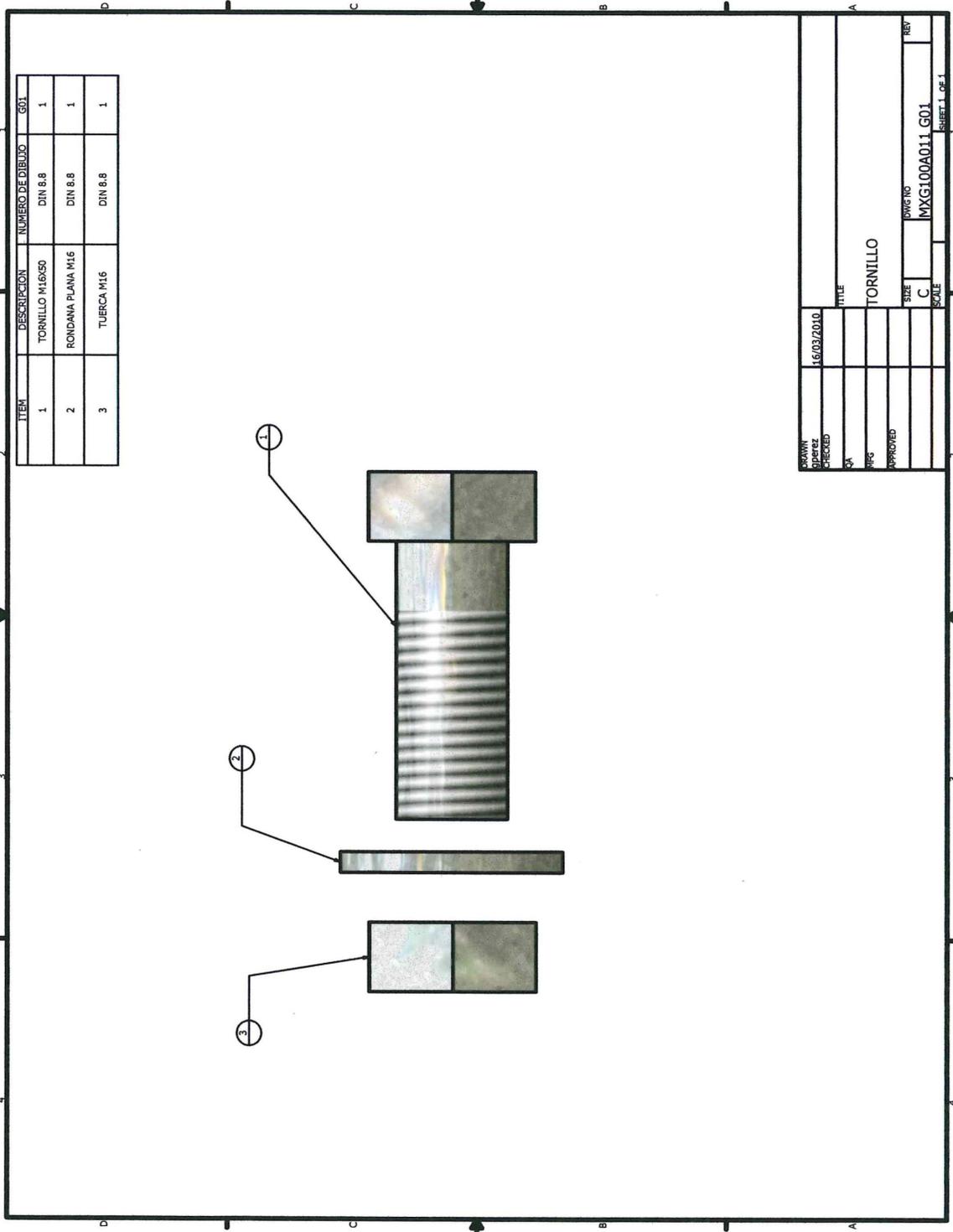




| ITEM | DESCRIPCION | NUMERO DE DIBUJO | GOI |
|------|---------------|------------------|------|
| 1 | PLACA DE 1/4" | MXG100A014 | 1PZA |

| HOLE | X (MM) | Y (MM) | DESCRIPTION |
|------|--------|--------|-------------|
| A1 | 33.52 | 185.00 | Ø21.7 ± 0.0 |

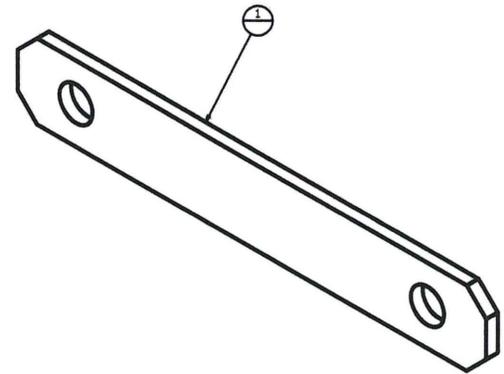
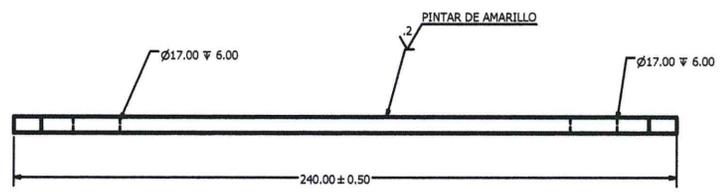
| | | |
|----------|------------|-------------------------|
| DATE | 16/03/2010 | ACOTACIÓN EN MILÍMETROS |
| DRAWN | | TITLE |
| CHECKED | | ENSAMBLE FRENTE DE RIEL |
| QA | | SIZE |
| APPROVED | | C |
| | | SCALE |
| | | PROJECT NO. |
| | | MXG100A014 |
| | | REV |
| | | SHEET 1 OF 1 |



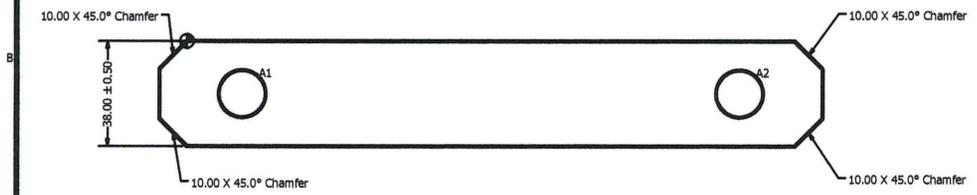
| ITEM | DESCRIPCION | NUMERO DE DIBUJO | G01 |
|------|-------------------|------------------|-----|
| 1 | TORNILLO M16X50 | DIN 9.8 | 1 |
| 2 | RONDANA PLANA M16 | DIN 9.8 | 1 |
| 3 | TUERCA M16 | DIN 9.8 | 1 |

| | | | |
|----------|------------|---------|----------------|
| DESIGN | 16/03/2010 | TITLE | TORNILLO |
| OPERAZ | | SIZE | |
| CHECKED | | SCALE | |
| QA | | DRWG NO | MXG100A011_G01 |
| ENG | | REV | |
| APPROVED | | | |

| ITEM | DESCRIPCION | NUMERO DE DIBUJ |
|------|---------------------------------------|-----------------|
| 1 | PLACA DE ACERO DE 2" X 1/4" ASTM A 36 | MXG100A020 |



| Hole Table | | | |
|------------|--------|--------|---------------|
| HOLE | XDIM | YDIM | DESCRIPTION |
| A1 | 20.00 | -19.00 | Ø17.00 ± 6.00 |
| A2 | 200.00 | -19.00 | Ø17.00 ± 6.00 |



| | | |
|----------|------------|-------------------------|
| DRAWN | 12/05/2010 | Acotación en milímetros |
| APROBADO | | TÍTULO |
| CHECKED | | PLACA PARA UNIR SOPORTE |
| QA | | SIZE |
| PIFG | | DWG NO |
| APPROVED | | MXG100A020 |
| | | SCALE |
| | | SHEET 1 OF 1 |

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS ECONÓMICO

4.1 ANÁLISIS DE TIEMPO DE AMORTIZACIÓN O RECUPERACIÓN (TAR)

FLUJO DE CAJA

En finanzas y en economía se entiende por **flujo de caja o flujo de fondos** (en inglés *cash flow*) los flujos de entradas y salidas de caja o efectivo, en un período dado.

El flujo de caja es la acumulación neta de activos líquidos en un periodo determinado y, por lo tanto, constituye un indicador importante de la liquidez de una empresa.

El estudio de los flujos de caja dentro de una empresa puede ser utilizado para determinar:

- Problemas de liquidez. El ser rentable no significa necesariamente poseer liquidez. Una compañía puede tener problemas de efectivo, aun siendo rentable. Por lo tanto, permite anticipar los saldos en dinero.
- Para analizar la viabilidad de proyectos de inversión, los flujos de fondos son la base de cálculo del Valor presente neto (VPN) y de la Tasa interna de retorno (TIR).
- Para medir la rentabilidad o crecimiento de un negocio cuando se entienda que las normas contables no representan adecuadamente la realidad económica.

Los flujos de liquidez se pueden clasificar en:

1. Flujos de caja operacionales: efectivo recibido o expendido como resultado de las actividades económicas de base de la compañía.
2. Flujos de caja de inversión: efectivo recibido o expendido considerando los gastos en inversión de capital que beneficiarán el negocio a futuro. (Ej: la compra de maquinaria nueva, inversiones o adquisiciones.)
3. Flujos de caja de financiamiento: efectivo recibido o expendido como resultado de actividades financieras, tales como recepción o pago de préstamos, emisiones o recompra de acciones y/o pago de dividendos.

TASA INTERNA DE RETORNO

La **tasa interna de retorno** o **tasa interna de rentabilidad** (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor presente neto (VPN) es igual a cero. El VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente. Es un indicador de la rentabilidad de un proyecto, a mayor TIR, mayor rentabilidad.

Se utiliza para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión. Para ello, la TIR se compara con una tasa mínima o tasa de corte, el coste de oportunidad de la inversión (si la inversión no tiene riesgo, el coste de oportunidad utilizado para comparar la TIR será la tasa de rentabilidad libre de riesgo). Si la tasa de rendimiento del proyecto - expresada por la TIR- supera la tasa de corte, se acepta la inversión; en caso contrario, se rechaza.

OTRAS DEFINICIONES

A continuación otras definiciones de la Tasa Interna de Retorno:

- Es la tasa de descuento que iguala la suma del valor actual o presente de los gastos con la suma del valor actual o presente de los ingresos previstos.

$$\sum_{i=1}^N VPI_i = \sum_{i=1}^N VPC_i$$

- Es la tasa de interés para la cual los ingresos totales actualizados es igual a los costos totales actualizados:

$$ITAc = CTAc$$

- Es la tasa de interés por medio de la cual se recupera la inversión.
- Es la tasa de interés máxima a la que se pueden endeudar para no perder dinero con la inversión.
- Es la tasa de interés para la cual el Valor Presente Neto (VPN) es igual a cero:

$$VPN = 0$$

CÁLCULO DE LA TASA INTERNA DE RETORNO

La *Tasa Interna de Retorno* es el tipo de descuento que hace igual a cero el VPN:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_{Ft}}{(1 + TIR)^t} - I_0 = 0$$

Donde V_{Ft} es el Flujo de Caja en el periodo t .

Por el teorema del binomio:

$$(1 + r)^{-n} \approx 1 - n * r$$

$$I = Q_1 * (1 - r) + \dots + Q_n * (1 - n * r)$$

$$I - (Q_1 + \dots + Q_n) = -r * (Q_1 + \dots + n * Q_n)$$

De donde:

$$r = \frac{-I + \sum_{i=1}^n Q_i}{\sum_{i=1}^n i * Q_i}$$

USO GENERAL DE TIR

Como ya comento anteriormente en la página 69, la **TIR** o tasa de rendimiento interno, es una herramienta de toma de decisiones de inversión utilizada para conocer la factibilidad de diferentes opciones de inversión.

El criterio general para saber si es conveniente realizar un proyecto es el siguiente:

- Si $TIR \geq r \rightarrow$ Se aceptará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima requerida (el coste de oportunidad).
- Si $TIR < r \rightarrow$ Se rechazará el proyecto. La razón es que el proyecto da una rentabilidad menor que la rentabilidad mínima requerida.

“ r ” representa el coste de oportunidad.

DIFICULTAD EN EL USO DE TIR

- **Criterio de aceptación o rechazo.** El criterio general sólo es cierto si el proyecto es del tipo "*prestar*", es decir, si los primeros flujos de caja son negativos y los siguientes positivos. Si el proyecto es del tipo "*pedir prestado*" (con flujos de caja positivos al principio y negativos después), la decisión de aceptar o rechazar un proyecto se toma justo al revés:
 - Si $TIR > r \rightarrow$ Se rechazará el proyecto. La rentabilidad que nos está requiriendo este préstamo es mayor que nuestro coste de oportunidad.
 - Si $TIR \leq r \rightarrow$ Se aceptará el proyecto.
- **Comparación de proyectos excluyentes.** Dos proyectos son excluyentes si solo se puede llevar a cabo uno de ellos. Generalmente, la opción de inversión con la TIR más alta es la preferida, siempre que los proyectos tengan el mismo riesgo, la misma duración y la misma inversión inicial. Si no, será necesario aplicar el criterio de la TIR de los flujos incrementales.
- **Proyectos especiales.** Son proyectos especiales aquellos que en su serie de flujos de caja hay más de un cambio de signo. Estos pueden tener más de una TIR, tantas como cambios de signo. Esto complica el uso del criterio de la TIR para saber si aceptar o rechazar la inversión. Para solucionar este problema, se suele utilizar la TIR Corregida.

VALOR PRESENTE NETO

Valor actual neto procede de la expresión inglesa *Net present value*. El acrónimo es NPV en inglés y VPN en español. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión.

La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los *flujos de caja* futuros del proyecto.

A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor presente neto del proyecto.

La fórmula que permite calcular el Valor Presente Neto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

V_t representa los flujos de caja en cada periodo t .

I_0 es el valor del desembolso inicial de la inversión.

n es el número de períodos considerado.

El tipo de interés es k . Si el proyecto no tiene riesgo, se tomará como referencia el tipo de la renta fija, de tal manera que con el VPN se estimará si la inversión es mejor que invertir en algo seguro, sin riesgo específico. En otros casos, se utilizará el coste de oportunidad.

Costo VPN toma un valor igual a 0, k pasa a llamarse TIR (tasa interna de retorno). La TIR es la rentabilidad que nos está proporcionando el proyecto.

INTERPRETACIÓN

| Valor | Significado | Decisión a tomar |
|---------|---|---|
| VPN > 0 | La inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad exigida (r) | El proyecto puede aceptarse |
| VPN < 0 | La inversión produciría ganancias por debajo de la rentabilidad exigida (r) | El proyecto debería rechazarse |
| VPN = 0 | La inversión no produciría ni ganancias ni pérdidas | Dado que el proyecto no agrega valor monetario por encima de la rentabilidad exigida (r), la decisión debería basarse en otros criterios, como la obtención de un mejor posicionamiento en el mercado u otros factores. |

El valor presente neto es muy importante para la valoración de inversiones en activos fijos, a pesar de sus limitaciones en considerar circunstancias imprevistas o excepcionales de mercado.

Si su valor es mayor a cero, el proyecto es rentable, considerándose el valor mínimo de rendimiento para la inversión.

Una empresa suele comparar diferentes alternativas para comprobar si un proyecto le conviene o no. Normalmente la alternativa con el VPN más alto suele ser la mejor para la entidad; pero no siempre tiene que ser así.

Hay ocasiones en las que una empresa elige un proyecto con un VPN más bajo debido a diversas razones como podrían ser la imagen que le aportará a la empresa, por motivos estratégicos u otros motivos que en ese momento interesen a dicha entidad.

RENTAS FIJAS

Cuando los flujos de caja son de un monto fijo (rentas fijas), por ejemplo los bonos, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$VPN = -I + \frac{R[1 - (1 + i)^{-n}]}{i}$$

“R” representa el flujo de caja constante.

“i” representa el coste de oportunidad o rentabilidad mínima que se está exigiendo al proyecto.

“n” es el número de periodos.

“I” es la Inversión inicial necesaria para llevar a cabo el proyecto.

RENTAS CRECIENTES

En algunos casos, en lugar de ser fijas, las rentas pueden incrementarse con una tasa de crecimiento "g", siendo siempre $g < i$. La fórmula utilizada entonces para hallar el VPN es la siguiente:

$$VPN = -I + \frac{R[(1 - (1 + g)^n * (1 + i)^{-n})]}{(i - g)}$$

“R” representa el flujo de caja del primer período.

“i” representa el coste de oportunidad o rentabilidad mínima que se está exigiendo al proyecto.

“g” representa el índice de incremento en el valor de la renta cada período.

“n” es el número de periodos.

“I” es la Inversión inicial necesaria para llevar a cabo el proyecto.

Si no se conociera el número de periodos a proyectarse (a perpetuidad), la fórmula variaría de esta manera:

$$VPN = -I + \frac{R}{(i - g)}$$

El análisis que se realiza en la evaluación de un proyecto puede que no sea la más adecuada en el momento de tomar decisiones frente a un desembolso de efectivo.

MÉTODO PERIODO DE RECUPERACIÓN (PR) Ó TIEMPO DE AMORTIZACIÓN

La metodología del **Periodo de Recuperación (PR)**, es otro índice utilizado para medir la viabilidad de un proyecto, que ha venido en cuestionamiento o en baja.

La medición y análisis de este le puede dar a las empresas el punto de partida para cambiar sus estrategias de inversión frente al **VPN** y a la **TIR**.

El **Método Periodo de Recuperación** basa sus fundamentos en la cantidad de tiempo que debe utilizarse, para recuperar la inversión, sin tener en cuenta los intereses.

Es decir, que si un proyecto tiene un costo total y por su implementación se espera obtener un ingreso futuro, en cuanto tiempo se recuperará la inversión inicial.

EFFECTOS FISCALES

En la evaluación de cualquier proyecto de inversión se deben tener en cuenta las erogaciones que se deben realizar por las tasas impositivas.

Al realizar o invertir en cualquier proyecto, lo primero que se espera es obtener un beneficio o unas utilidades, en segundo lugar, se busca que esas utilidades lleguen a manos del inversionista lo más rápido que sea posible.

Este tiempo es por supuesto determinado por los inversionistas, ya que no es lo mismo para unos, recibirlos en un corto, mediano o largo plazo, es por ello que dependiendo del tiempo es aceptado o rechazado.

EJEMPLO

Un inversionista pretende comparar dos proyectos para saber en cuál invertir su dinero. Realizar una analogía entre el Método Periodo de Recuperación y el VPN con una tasa de interés del 20%.

| PROYECTO | A | B |
|-------------------|-----------|-----------|
| Inversión Inicial | \$600.000 | \$600.000 |
| Retorno año 1 | \$300.000 | \$100.000 |
| Retorno año 2 | \$300.000 | \$200.000 |
| Retorno año 3 | \$100.000 | \$300.000 |
| Retorno año 4 | \$50.000 | \$400.000 |
| Retorno año 5 | \$0 | \$500.000 |

SOLUCIÓN

1. Por el **Método de Periodo de Recuperación** se aprecia en la tabla que en el proyecto A, se recuperaría la inversión inicial en 2 años y en el proyecto B en 3 años, en consecuencia la alternativa A será la escogida.

2. Por el **VPN** al 20 % se tiene que

a) Para el proyecto A el **VPN** es igual a:

$$VPN_{(A)} = - 600.000 + 300.000(1+0.2)^{-1} + 300.000(1+0.2)^{-2} + 100.000(1+0.2)^{-3} + 50.000(1+0.2)^{-4}$$

$$VPN_{(A)} = - 59.684$$

b) Para el proyecto B el **VPN** es igual a:

$$VPN_{(B)} = - 600.000 + 100.000 a^{5-20\%} + 100.000/0.2[a^{5-20\%} - 5(1 + 0.2)^{-5}]$$

$$VPN_{(B)} = 189.673$$

Los resultados muestran que por el **Método del Valor Presente Neto (VPN)**, el proyecto sería rechazado y el B sería el que acogería el inversor.

Esta diferencia en los resultados se da por que la aplicar el **Método Periodo de Recuperación**, el análisis en la evaluación de proyectos, se presentan fallas técnicas inherentes al modelo, entre las cuales sobresalen la de no tomar en cuenta el valor del dinero a través del tiempo y la de no tener en cuenta el flujo de caja, después de la recuperación del dinero invertido.

La metodología de Periodo de Recuperación es utilizada por muchas empresas a pesar de sus problemas, ya que para ellos el flujo de caja en el largo plazo es incierto.

Definición

Este método nos proporciona el plazo en el que recuperamos la inversión inicial a través de los flujos de caja netos, ingresos menos gastos, obtenidos con el proyecto.

Operatoria

Consiste en dividir la inversión inicial más los gastos que origine entre los distintos flujos de caja positivos que origina el proyecto.

Ventajas

Es un método muy útil cuando realizamos inversiones en situaciones de elevada incertidumbre o no tenemos claro el tiempo que vamos a poder explotar nuestra inversión. Así nos proporciona información sobre el tiempo mínimo necesario para recuperar la inversión.

Desventajas

No nos proporciona ningún tipo de medida de rentabilidad. No tiene en consideración la temporalidad de los distintos flujos monetarios que provoca el proyecto.

No tiene en consideración los flujos positivos que se pueden producir con posterioridad al momento de recuperación de la inversión inicial.

Fórmula de Cálculo

$$P \& B = \frac{\sum A}{\sum Q}$$

Donde:

$\sum A$ = Suma de la inversión inicial así como de todos los flujos negativos.

$\sum Q$ = Suma de todos los flujos positivos originados por el proyecto de inversión.

Criterio de Elección.

- Con el criterio anterior elegiremos en primer lugar los proyectos con un menor plazo de recuperación.
- Deberá ser complementado con otros criterios.

ANÁLISIS DE TIEMPO DE AMORTIZACIÓN DE LA INVERSIÓN PARA EL NUEVO MÉTODO DE IZAJE

En las siguientes tablas se muestran los costos por la fabricación y mantenimiento de herramienta para izaje de rieles.

| COSTO DE FABRICACIÓN DE HERRAMIENTA DE IZAJE | |
|--|-----|
| MATERIALES | 191 |

| COSTO DE MANTENIMIENTO BIMESTRAL C.O.M.P.A. | |
|---|----|
| MATERIALES | 72 |

| | HORAS | COSTO | |
|--------------|-------|--------------|------|
| MANO DE OBRA | 24 | 107 | 2568 |
| DISEÑO | 63 | 107 | 6741 |
| | | TOTAL | 9500 |

| | HORAS | COSTO | |
|--------------|-------|--------------|-----|
| MANO DE OBRA | 4 | 107 | 428 |
| | | TOTAL | 500 |

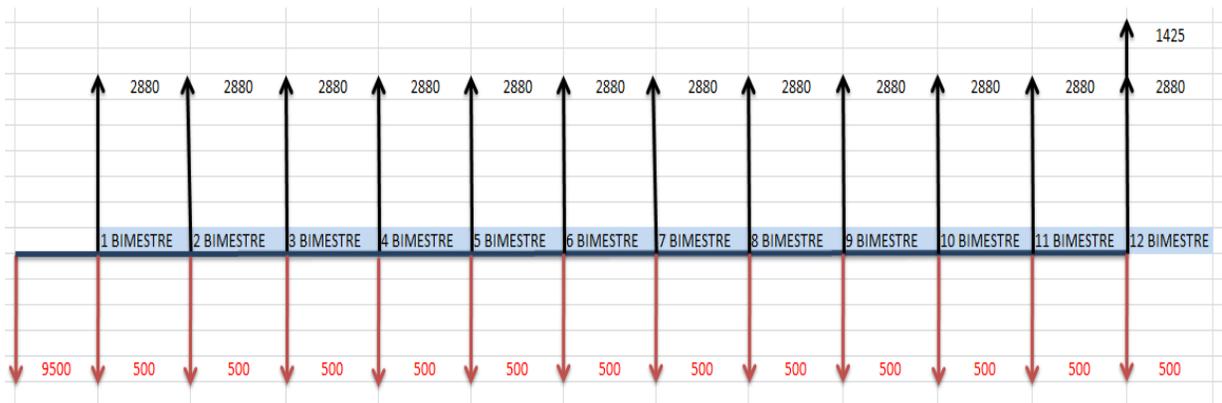
Por otra parte la tabla de abajo nos muestra el ahorro que generaría el nuevo método de izaje, según la cuota hora del subcontrato.

| CONTRATISTA CUOTA HORA | DIAS | HORAS TRABAJADAS POR DIA DOS PERSONAS | TOTAL |
|---------------------------|------|---|-------|
| 60 | 3 | 16 | 2880 |

De lo anterior se obtiene esta tabla resumen, incluyendo el valor de salvamento que se calculó como el 15% del costo total de material y mano de obra.

| | |
|---------------------------|-------|
| MATERIALES | |
| MANO DE OBRA | 9500 |
| C.O.M.P.A. | 500 |
| VALOR DE SALVAMENTO | 1425 |
| VIDA UTIL (AÑOS) | 2 |
| INGRESOS PROMEDIO POR AÑO | 28800 |

Con base a la tabla anterior obtenemos los siguientes flujos de caja.



Las tablas siguientes vaciamos los datos obtenidos del diagrama de flujo de caja, con ellos se hizo el cálculo de (TAR).

También se calculó una (TMAR) del 3.5% de interés compuesto bimestral, que representa un 21% compuesto anual. Por otro lado se utilizó un interés bancario para pequeños inversionistas de 0.62% compuesto bimestral, este representa un 3.72% compuesto anual.

CÁLCULO DE TIEMPO DE AMORTIZACIÓN PARA UNA TASA DE INTERÉS DEL 3.5% BIMESTRAL DE LA COMPAÑIA

| PERIODO | FLUJO DE EFECTIVO | FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO | COSTOS DE LOS FONDOS (3.5%) | FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO |
|-------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 0 | -9500 | -9500 | 0.00 | -9500.00 |
| 1 BIMESTRE | 2380 | -7120 | -332.50 | -7452.50 |
| 2 BIMESTRE | 2380 | -4740 | -260.84 | -5333.34 |
| 3 BIMESTRE | 2380 | -2360 | -186.67 | -3140.00 |
| 4 BIMESTRE | 2380 | 20 | -109.90 | -869.90 |
| 5 BIMESTRE | 2380 | 2400 | -30.45 | 1479.65 |
| 6 BIMESTRE | 2380 | 4780 | 51.79 | 3911.44 |
| 7 BIMESTRE | 2380 | 7160 | 136.90 | 6428.34 |
| 8 BIMESTRE | 2380 | 9540 | 224.99 | 9365.83 |
| 9 BIMESTRE | 2380 | 11920 | 327.80 | 12334.47 |
| 10 BIMESTRE | 2380 | 14300 | 431.71 | 15332.84 |
| 11 BIMESTRE | 2380 | 16680 | 536.65 | 18359.39 |
| 12 BIMESTRE | 3805 | 20485 | 642.58 | 22837.42 |

CÁLCULO DE TIEMPO DE AMORTIZACIÓN PARA UNA TASA DE INTERÉS DEL 0.62% BIMESTRAL BANCARIA

| PERIODO | FLUJO DE EFECTIVO | FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO | COSTOS DE LOS FONDOS (0.62%) | FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO |
|-------------|-------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 0 | -9500 | -9500 | 0.00 | -9500.00 |
| 1 BIMESTRE | 2380 | -7120 | -58.90 | -7178.90 |
| 2 BIMESTRE | 2380 | -4740 | -44.51 | -4843.41 |
| 3 BIMESTRE | 2380 | -2360 | -30.03 | -2493.44 |
| 4 BIMESTRE | 2380 | 20 | -15.46 | -128.90 |
| 5 BIMESTRE | 2380 | 2400 | -0.80 | 2250.30 |
| 6 BIMESTRE | 2380 | 4780 | 13.95 | 4644.26 |
| 7 BIMESTRE | 2380 | 7160 | 28.79 | 7053.05 |
| 8 BIMESTRE | 2380 | 9540 | 43.73 | 9535.68 |
| 9 BIMESTRE | 2380 | 11920 | 59.12 | 12019.31 |
| 10 BIMESTRE | 2380 | 14300 | 74.52 | 14503.86 |
| 11 BIMESTRE | 2380 | 16680 | 89.92 | 16989.24 |
| 12 BIMESTRE | 3805 | 20485 | 105.33 | 20900.37 |

CONCLUSIONES ECONÓMICAS

Para la justificación económica del presente proyecto se ha elegido el **Método del Tiempo de Amortización o Recuperación (TAR)**, se puede consultar en qué consiste dicho método, en el Capítulo 4 de la presente tesina, sin olvidar también que éste método se puede combinar con la **Tasa de Interés Mínima Atractiva de Retorno de la Inversión (TMAR)**, como se le llama a la tasa de interés en otras literaturas, la misma tiene como principal objetivo asegurar la acumulación de un interés de rendimiento del proyecto, sea por comparación o por selección de otros criterios de administración, económicos o financieros, que generalmente tienen que ver con un análisis de la viabilidad rentable de las empresas y sus proyectos.

Pueden verse a través de los resultados, algunos tópicos interesantes del análisis realizado, que nos permiten ratificar de la conveniencia de la realización y puesta en marcha del proyecto propuesto en este trabajo de investigación, ya que este proyecto representa no sólo buenas ventajas en la disminución del tiempo izaje y montaje de los rieles de un elevador, la mejora de la seguridad en las operaciones, sino que además desde el punto de vista económico también es rentable, para abordar el por qué he concluido esto, invito a los lectores a continuar la lectura de las justificaciones a continuación vertidas.

Aislando los costos e ingresos derivados exclusivamente de la mejora de la herramienta de montaje, misma que es tema de juicio de la presente tesina, podemos observar los flujos proyectados, en el diagrama de flujo de caja de la página 78, con ellos hemos hecho el cálculo del (TAR) como se observa en la página 79, aquí hay que considerar que para tener un resultado más válido, no sólo se han manejado los flujos de dinero y el tiempo, sino también una (TMAR) del **3.5%** de interés compuesto bimestral, que representa un **21%** compuesto anual, tasa de interés bruta anual que no se encuentra lejos de los rendimientos actualizados de la empresa y de otros instrumentos de inversión externos similares. Por otro lado utilizando una tasa de interés bancaria para pequeños inversionistas del **0.62%** compuesto bimestral, misma que representa un **3.72%** compuesto anual, en ambos casos la recuperación de la inversión, considerando flujos de caja con periodos de interés discretos, se da en el inicio del **6º (sexto bimestre del primer año)**, quedando aproximadamente un año de beneficios y de retorno de la inversión adicionales, ya que la vida útil de la herramienta propuesta se considera de aproximadamente **2 años**.

Es así como concluyó que la propuesta del proyecto es rentable y viable económicamente, también considero que para el monto de la inversión son adecuados los resultados obtenidos del análisis económico a través de método del (TAR), si fuera necesario implementarlo a mayor escala en la compañía, entonces podríamos combinarlo con los métodos de Valor Presente Neto y Tasa de Interés de Retorno de la inversión, buscando corroborar a través de estos métodos que es completamente viable a una escala mayor, en el Capítulo IV se encuentran los fundamentos de los métodos mencionados.

CONCLUSIONES TÉCNICAS

De acuerdo al análisis realizado en el capítulo III para justificación técnica del presente proyecto se utilizaron estudios de **esfuerzo máximo, esfuerzo de apoyo en conexión y esfuerzo cortante en las distancias de conexiones**, los cuales tienen como principal objetivo asegurar que las piezas que componen la herramienta de izaje de rieles NO fallen al momento de cargar los rieles, los resultados se pueden ver en páginas 53 a la 56.

En relación a los resultados obtenidos en el capítulo III, se procedió a realizar pruebas de carga para ver el comportamiento del dispositivo desde su capacidad de 480kg hasta 1000kg ver siguiente tabla:

| COMPONENTES REVISADOS | CARGA EN KG | | |
|--------------------------------------|-------------|--------|--------|
| | 480 | 780 | 1000 |
| Deformación en tornillos | NO HAY | NO HAY | NO HAY |
| Deformación en piezas | NO HAY | NO HAY | NO HAY |
| Deslizamiento de pieza sobre el riel | NO HAY | NO HAY | 1.5mm |

La tabla anterior muestra los resultados, siendo estos favorables para la capacidad de 480kg que es la capacidad de carga máxima del dispositivo de izaje cumpliendo al 100%. Y para la carga máxima de prueba se tuvo un deslizamiento de pieza sobre el riel de 1.5 milímetros.

Debido a la necesidad de resolver el problema en la instalación se procedió a utilizar el dispositivo de izaje de rieles en tres instalaciones de elevadores ver tabla de comparación con el método actual.

| PUNTOS COSIDERADOS | | METODO ACTUAL | DISPOSITIVO DE IZAJE |
|--------------------|---|---------------|----------------------|
| 1 | CANTIDAD DE MANIOBRA PARA IZAJE DE RIELES | 2 | 1 |
| 2 | SEGURIDAD EN MANEJO DE RIELES | NO SEGURO | SEGURO |
| 3 | ALINEACION DE UNIONES DE RIELES | MAL | BIEN |
| 4 | FIJACION DE LA TIRA DE RIELES | DIFICIL | FACIL |

La tabla anterior fue resultado de comentarios de mecánicos instaladores y supervisores de instalación.

Para explicar la tabla anterior se enlista cada uno de los puntos considerados.

Punto 1. Se refiere al cambio de maniobra que se realiza actualmente ya que solo se puede colocar el cable de acero en orificios del riel y como se vio en el capítulo II existe poco espacio en la parte superior del cubo, por tal motivo se tiene que reubicar la maniobra en los orificios de la placa de unión y del riel.

Con el dispositivo de izaje solo se coloca una vez iniciando el proceso de izaje y ensamble de rieles.

Punto 2. Al realizar el cambio de maniobra existe un riesgo de caída esto debido a que la maniobra queda cinco metros de altura.

Con el dispositivo de izaje durante el proceso de ensamble e izaje de rieles se realiza en un solo lugar eliminando el riesgo del alcanzar la maniobra para hacer el cambio.

Punto 3 y 4. Durante la colocación de la tira de rieles con el método actual las uniones no quedan alineadas, esto debido a que la fijación del último riel superior que es el que sostiene la tira de rieles esta libre, por tal motivo se dificulta su fijación.

La fijación del último riel superior es fácil ya que el dispositivo de izaje se puede colocar a lo largo del riel, ubicándolo en una posición más favorable, a su vez para darle tensión a los rieles con un tornillo o ancla que tiene el dispositivo de izaje. Al tensar la tira de rieles se alinean las uniones de los rieles.

CONCLUSIONES PERSONALES

La realización de este proyecto, nace de una necesidad dentro del ámbito laboral con el fin de desarrollar una herramienta capaz de disminuir el tiempo de instalación, y con la experiencia adquirida en estos 14 años en el ramo del transporte vertical que fueron de gran utilidad para llegar a la elaboración de este trabajo. Tengo la certeza que este documento será una buena referencia para los profesionistas que se desarrollen en el ramo del transporte vertical de pasajeros y de carga, como se mencionó en el planteamiento del problema la correcta instalación de los rieles es una de las partes más importantes de un elevador que se refleja en un mejor confort durante el viaje.

BIBLIOGRAFÍA

CALCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL

MARCELO SANTALÓ SORS
VICENTE CARBONELL CHAURE
PRIMERA EDICIÓN: JUNIO DE 1998
GRUPO EDITORIAL ÉXODO.

CÁLCULO CON GEOMETRÍA ANALÍTICA

EARL W. SWOKOWSKI
SEGUNDA EDICIÓN: 1989
GRUPO EDITORIAL IBEROAMÉRICANA, S.A. DE C.V.

MECÁNICA DE MATERIALES

FERDINAND P. BEER
E. RUSSELL JOHNSTON, JR
JOHN T. DEWOLF
TERCERA EDICIÓN: 2004
MCGRAW-HILL, INTERAMERICANA S.A.

FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA ECONÓMICA

GABRIEL BACA URBINA
CUARTA EDICIÓN: 2007
MCGRAW-HILL, INTERAMERICANA EDITORES S.A. DE C.V.

PÁGINAS WEB

<http://es.scribd.com/doc/14977535/Manual-de-Soldadura-Oerlikon-Exsa-s-A>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Ascensor#Ascensores en el mundo](http://es.wikipedia.org/wiki/Ascensor#Ascensores_en_el_mundo)

<http://www.tindsa.com/fator.htm>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Tornillo#Tornillos comerciales de cabeza hexagonal](http://es.wikipedia.org/wiki/Tornillo#Tornillos_comerciales_de_cabeza_hexagonal)