

# “Diseño de un Elevador de Cangilones para un Sistema de Recirculación de Arena de Moldeo con Capacidad de 50ton/Día”

Joffre Alexander Aguirre Cruz<sup>1</sup>, Ignacio Vicente Wiesner Falconí<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción - Escuela Superior Politécnica del Litoral  
[@hotmail.com](mailto:joffre@hotmail.com)

<sup>2</sup> Ingeniero Mecánico, Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción - Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1971; Postgrado en México, UNAM – Politécnico de México; Investigador Visitante del CENIM – España y el IPT – Brasil; Profesor de la FIMCP – ESPOL desde 1975, Campus Politécnico Prosperina Km. 30.5 Vía Perimetral, Guayaquil, Ecuador,  
[intramet@hotmail.com](mailto:intramet@hotmail.com)

## Resumen

*El propósito de ésta Tesis de Grado, es el de diseñar un elevador de cangilones para transportar arena de moldeo en un sistema de producción continua para una planta de fundición de metales.*

*El elevador de cangilones se diseña para una capacidad de 50 toneladas por día, esto es debido a los requerimientos de producción. En el primer capítulo se realiza una descripción general de las partes de un sistema de recirculación de arena, se hace énfasis también de los elevadores de cangilones en general y en el diseño del tipo de elevador más apropiado para este tipo de material a transportar.*

*En el segundo capítulo se analizan los parámetros que intervienen en el diseño de los elevadores tales como capacidad de elevación, capacidad volumétrica, características del material a transportar, potencia requerida, selección de banda, se realiza el diseño del cangilón para transportar dicho material, tomando en consideración los parámetros y factores del caso, analizando el espaciamiento entre ellos, la velocidad lineal más adecuada para una correcta descarga, tipo de material de construcción y espesores para tener cangilones de poco peso. En el tercer capítulo se realiza un cálculo de los costos tanto de los componentes mecánicos como de instalación y montaje. Finalmente se citan las conclusiones y recomendaciones.*

**Palabras Claves:** *Diseño, Elevador de cangilones, Capacidad de elevación, Material a transportar, Factores que intervienen en el diseño, Costos, Cangilón.*

## Abstract

*The purpose of this thesis is to design a bucket elevator for transporting molding sand in a continuous production system for a metal smelter.*

*The bucket elevator is designed for a capacity of 50 tons per day; this is due to production requirements. In the first chapter provides an overview of the parts of a sand recirculation system, the emphasis is also of generally bucket elevator and the elevator-type design more appropriate for this type of material to be transported.*

*In the second chapter discusses the parameters involved in the design of lifting such as lifting capacity, volumetric capacity, characteristics of the material to be transported, required power, band selection, are designing the bucket to transport the material, taking into account the parameters and factors of the case, examining the spacing between them, the linear speed most suitable for a correct unloading, type of building material and thickness to be lightweight bucket. In the third chapter provides an estimate of the costs of both mechanical components such as installation and mounting. Finally, citing the findings and recommendations.*

**Keywords:** *Design, elevator buckets, lifting capacity, Material Conveyed, Factors involved in the design, costs, Bucket.*

## Introducción

El presente trabajo trata sobre el diseño de un elevador de cangilones de descarga

centrífuga que será acoplado a un sistema de recirculación de arena de moldeo que se utiliza en un proceso de fundición. El

diseño se derivó del hecho de que existe una problemática en cuanto a llevar la arena sacudida de la fundición a la tolva que alimenta a la máquina de moldeo. Esto conlleva a atrasos en la frecuencia de una planta de producción en serie y se crea la necesidad de contratar mano de obra adicional. Esto hace la operación más cara y por lo tanto menos rentable.

La arena de moldeo puede ser reciclada ya que sus propiedades son poco afectadas después que se realiza el proceso de fundición; esto hace necesario un sistema de recirculación más eficiente. El método de recirculación que normalmente se utiliza es por medio de mano de obra del personal de planta, pero no es suficiente para la nueva producción en serie que reemplazará las actividades de fundición artesanal que ha sido la tradicional forma de producción.

En este trabajo se hace una descripción acerca del proceso del sistema de recirculación de arena, se verá lo que es el elevador de cangilones, sus componentes, su aplicación en la industria, se hace un análisis de los diferentes tipos de elevadores, haciendo énfasis en cual es el más adecuado para determinado tipo de material, se diseña el cangilón y cálculos de variables de consideración como: longitud de la banda, velocidad angular para la descarga, esparcimiento entre cangilones, cálculo de la potencia requerida en el elevador, la capacidad máxima de transporte, etc.

Por último, se realiza el cálculo de costos de partes, de fabricación y costos de montaje de la máquina.

## INFORMACIÓN GENERAL Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

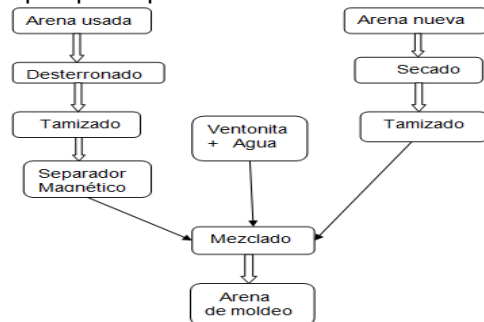
El diseño se derivó del hecho de que existe una problemática en cuanto a llevar la arena sacudida de la fundición a la tolva que alimenta a la máquina de moldeo. Esto conlleva a atrasos en la frecuencia de una planta de producción en serie y se crea la necesidad de contratar mano de obra adicional. Esto hace la operación más cara y por lo tanto menos rentable.

### Descripción del proceso

#### El Proceso:

La preparación de arenas tiene por objeto incorporarle uniformemente, envolviendo

los granos de sílice de la arena de moldeo, una cierta cantidad de arcilla grasa o plástica que le da plasticidad y moldeabilidad porque desarrolla resistencia mecánica sin perder permeabilidad a los gases de combustión y vapor que se producen durante el colado



## FLUJOGRAMA PREPARACIÓN DE ARENAS DE MOLDEO

### Desterronado o Triturado (arena vieja).

Cuando la arena nueva secada o la arena de retorno de colado se presente en forma de motas duras (arena estufada), obstaculiza la dosificación en el molino. Para obviar este inconveniente, conviene romperla antes de introducirla en el aparato.

En el transcurso de la trituración no se trata de pulverizar los granos de sílice, ya que un triturador no es un molino que reduce los productos a polvo. Los molinos trituradores utilizados en fundición deberán, por el contrario, respetar la granulometría de la arena, y su potencia vendrá limitada en tal sentido.

Las motas, si no son duras, se romperán. Un buen divisor será suficiente por lo regular para este trabajo. Los cuerpos extraños resistentes (fragmentos metálicos, etc.), serán eliminados tal como vengán en el tamiz seleccionador que los evacuará.

Los trituradores utilizados son relativamente poco potentes, pero de gran capacidad como lo son triturador de bolas, trituradores a muela y trituradores a martillo.

### Tamizado (arena vieja, arena nueva).

El tamizado se realizaba antiguamente a mano, consiste en una rejilla fija contra la cual se lanza la arena a pala, con el tiempo se han inventado una gran gama de mecanismos aplicados al arte de separación de arenas según el tamaño de grano. Como ejemplo podemos citar la Tamizadora aireadora a correa, la cual consiste en colocar la arena en la tolva, la

cual es arrastrada mediante una correa de acero y lanzada hacia el tamiz.

### **Separación de metales por medio magnético (arena vieja).**

Se intercalan en el circuito ante del mezclador, liberan la arena de partículas, fragmentos ferrosos, puntas, rebabas, hierros, etc.

El sistema que normalmente se adopta es en forma de imán rectilíneo bajo el cual pasa la arena.

El rodillo magnético puede estar formado por imanes permanentes, sencillos, de fácil entretenimiento y sin consumo de energía. Con buenos aceros imantados se obtiene una atracción potente y duradera, que ocupa poco espacio.

Los dispositivos a electro-imán, hasta ahora los más eficaces, pero de entretenimiento complicado y sujetos siempre a roturas de hilos o a falsos contactos, tienden a ser remplazados por imanes permanentes en aceros especiales.

### **Mezclado**

A la arena de moldeo vieja se adicionará arena nueva en cantidad de tal forma que supla la cantidad perdida en algunas partes del proceso.

Este primer trabajo se opera, bien en seco, o en estado húmedo, y va desde el simple paleado hasta la instalación de tolvas dosificadoras, alimentadas por depósitos y alimentando ellas mismas transportadores destinados al aparato mezclador o amasador.

Por esta operación, cada grano de sílice se debe de ser lo más regular posible. El conjunto obtenido debe ser homogéneo, no deben triturarse ni machacarse los granos de sílice, porque ello alteraría la estructura de la arena rebajando su permeabilidad, Por otra parte, aunque la arena sea demasiado gruesa, su granulometría ya se modificará.

Es evidente que el amasado en seco resulta inoperante, por no ser plástica la arcilla seca. Por ello, dicha operación se acompaña de una humidificación que aporta la cantidad de agua necesaria para la máxima cohesión de la arena

regenerada. Dicha cantidad de agua se dosificará convenientemente.

La arcilla es un cuerpo impermeable, de plasticidad relativamente débil para las proporciones de humedad utilizadas en el moldeo. La penetración de la humedad en el interior de las películas de arcilla (por muy delgadas que sean) no es instantánea. El deslizamiento y la repartición, envolviendo a los granos de sílice, de esta arcilla, más o menos homogéneo, se realiza lentamente.

Contrariamente a lo que se pueda pensar, la operación de mezclado no es pues instantánea. La arena deberá ser largamente trabajada, o mejor, trabajada repetidamente con intervalos de reposo, que permitan adquirir a la arcilla la máxima plasticidad con la mínima humedad. En la actualidad, los talleres mecanizados, de gran producción, consumen una enorme cantidad de arena. Para evitar almacenamientos demasiado embarazosos, se hace pasar la arena varias veces por día en el circuito de moldeo.

### **Desintegración o división: (arena vieja, arena nueva)**

Al salir del aparato de mezclado, la arena regenerada se presenta en forma más o menos apelmazada. Para obtener de la arena el resultado máximo, conviene alejar lo más posible unos de otros granos de arena rebozados de arcilla, a fin de introducir el máximo de aire posible entre ellos. Esta operación, muy importante, se efectúa en aparatos llamados divisores o aireadores. A la salida de estos aparatos, la arena debe sufrir el mínimo de caídas o manipulaciones posibles, a fin de evitar un nuevo agrumado.

### **Tamizado**

En varios puntos del ciclo que recorre en la fundición, la arena puede recibir materias extrañas indeseables: en el moldeo, armaduras, clavos, guías, pasadores; en la colada, toda clase de desechos metálicos e incluso piezas.

En varios puntos de su circuito es pues interesante tamizar la arena para conservarla limpia. Los tamices serán de mallas cada vez más finas, desde el desmolde hasta el divisor de arena preparada. Todos los rechazos de

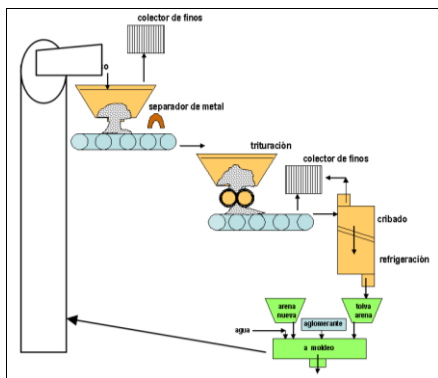
tamizado serán evacuados.

Resultará interesante, examinar estos rechazos de tamiz y vigilar que el retorno de la arena no sirva al mismo tiempo para acarrear las basuras del taller. Sucede con frecuencia que, a pesar del tamizado, la arena continúa sucia. Aparecen entonces dificultades en el moldeo que resultan de la falta de cuidado puesto en le desarenado y retorno de la arena.

La mayoría de las fundiciones tamizan la arena usada antes de reutilizarla. Algunas emplean diferentes tipos de tamices y mecanismos vibradores para deshacer las grandes masas de arena mezclada con astillas de metal. Para retirar los trozos grandes de metal y los residuos de almas se hace uso de cribas. Las piezas de metales grandes recolectadas en la criba generalmente son vueltas a fundir en el horno o son vendidas a fundiciones secundarias.

Los tamices cada vez más finos remueven partículas metálicas adicionales y ayudan a clasificar la arena antes de que ésta sea moldeada.

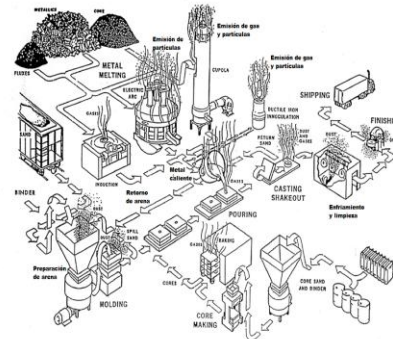
Algunas fundiciones vuelven a fundir estas partículas pequeñas, otras hacen una recuperación de metales. El metal recuperado durante el proceso de tamizado frecuentemente está mezclado con componentes de arenas gruesas o tiene arena adherida. Por lo tanto la reutilización de estas piezas en el horno podría generar mayores cantidades de escorias, especialmente cuando se vuelven a fundir las partículas más pequeñas.



**ESQUEMA DE RECONSTITUCION DE ARENAS DE MOLDEO.**

**COMPONENTES DEL SISTEMA.**

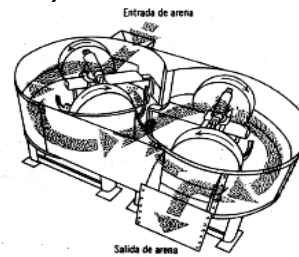
A continuación se muestra un diagrama de los componentes que se involucran en un proceso de fundición en serie y en la que se puede observar el ciclo de recirculación de la arena de moldeo.



**DIAGRAMA DE PROCESO DE FUNDICION EN VERDE. FUENTE: WEB UNIVERSIDAD DE ILLINOIS.**

En la figura 3 podemos observar que el sistema de recirculación tiene la finalidad de recolectar la arena que cae de la máquina de moldeo y la que es sacudida por la mesa vibratoria, estas son transportadas por una banda y luego se las hace pasar por un separador magnético para después ser llevadas por un elevador de cangilones hasta cierta altura para luego depositarla en una tolva y volver a repetir el proceso. El sistema de recirculación es complementado por algunos componentes como se describen a continuación:

**a) Molino Para Arena.**



**Multitrituradora continua de arena de fundición.**

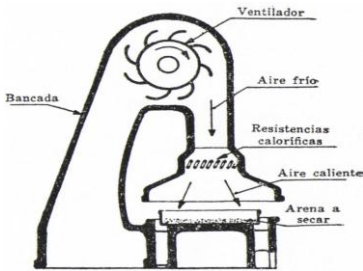
**MOLINO PARA ARENA DE FUNDICIÓN**

En el proceso de la trituración no se trata de pulverizar los granos de sílice, ya que un triturador no es un molino encargado de reducir los productos a harina. Los molinos trituradores utilizados en fundición deberán, por el contrario, respetar la granulometría de la arena, y su potencia vendrá limitada en tal sentido.

Está compuesto por un buen divisor que será suficiente para ejecutar este

trabajo. Estos aparatos están destinados a disminuir el tamaño de grano de la arena nueva, seca y de la procedente del desmolde. No se trata de pulverizar la arena. Los trituradores utilizados como el descrito son relativamente poco potentes, pero de gran capacidad. Existen otros tipos de trituradores como de martillo y de bolas.

**b) Secador De Arena.**

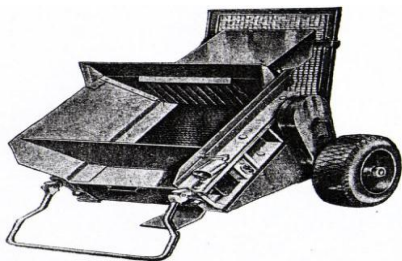


**SECADOR TÍPICO DE ARENA**

La función de un secador en un sistema de recirculación de arenas, es secar la arena nueva, lo cual lo hace al rociar aire caliente sobre la arena húmeda, el tipo más simple de un secador, es el que recibe la arena en forma horizontal la cual es pasada por una banda transportadora, con el propósito de que el secado sea uniforme. Una corriente constante de aire frío pasa a través de una resistencia lo que ocasiona que el aire se caliente y pueda separar la humedad.

Existen varios tipos de secadores, así por ejemplo: hay secadores que actúan de forma inclinada, existen otros con cámara de expansión para asegurar que toda la arena que se encuentra en la banda sea secada uniformemente.

**c) Tamiz**



**TAMIZ BÁSICO PARA ARENA.**

Consiste en una malla fija por medio de la cual se deja pasar arena o se la lanza con pala, con el transcurso del tiempo existe mucha variedad en lo que a tamices se refiere, es interesante tamizar la arena en varios

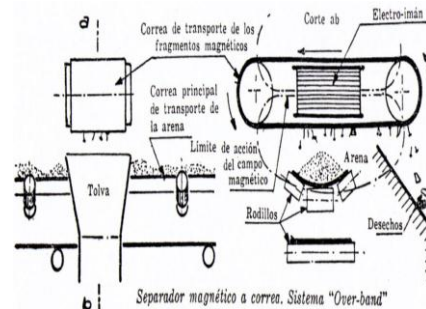
puntos del proceso y en consecuencia poner tamices con malla más fina para obtener un mejor producto en, esto es de acuerdo a la necesidad.

Para la realización de esta parte del proceso, tenemos muchas variedades de tamices para el diferente propósito entre los cuales se mencionan Simple tamiz manual, Tamices vibradores, Tamices vibradores eléctricos o neumáticos, vibradores rotativos, etc.

**d) Separador Magnético**

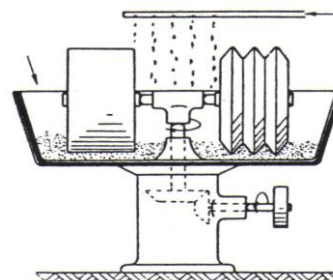
Básicamente es un sistema magnético puede estar formado por imanes permanentes, sencillos, de fácil entretenimiento y sin consumo de energía. Están diseñados para obtener una atracción potente y tienen una larga duración.

El sistema más común utilizado es el "Over Band" el cual consiste en una banda transportadora sobre el cual pasa la arena uniformemente sobre la cual se encuentra el electroimán, el material Atrapado es sacado por medio un dispositivo que está pegado al electroimán el cual hace la función de barrido.



**SEPARADOR MAGNÉTICO.**

**e) Mezclador**



**MEZCLADOR DE ARENA**

Es un mecanismo capaz de realizar la

mezcla de arena, arcilla y agua de acuerdo a las necesidades para la fundición, opera bien en seco, o en estado húmedo.

El resultado de la mezcla obtenida debe ser homogéneo, no deben triturarse ni machacarse los granos de sílice, porque ello alteraría la estructura de la arena rebajando su permeabilidad, Por otra parte, aunque la arena sea demasiado gruesa, su granulometría ya se modificará.

Esta parte del proceso no es rápida, la arena deberá ser mezclada en largos periodos de tiempo, o mejor, trabajada repetidamente con intervalos de reposo, que permitan adquirir a la arcilla la máxima plasticidad con la mínima humedad.

**Tipos De Sistemas De Transportes:**

Los sistemas de transportes más utilizados en el sistema de recirculación de granalla son:

- Transportadores de banda
- Transportador elevador de cangilones.

**Transportadores de banda.**

Como transportadores de este tipo se considera un sistema que con diferentes inclinaciones, son diseñadas en base a espacios y necesidades requeridas.

El transporte del material se lo efectúa sobre la banda, la cual diseñada y seleccionada dependiendo del tipo de material a transportar ya que depende de muchos factores como lo son:

- Tamaño de grano.
- Densidad del material.
- Viscosidad del material.
- Temperatura del material a ser transportado.
- Angulo de inclinación de sistema de transportación.

**Transportadores elevadores de cangilones.**

Los transportadores elevadores de cangilones son unidades sencillas y seguras para el desplazamiento vertical de materiales. Existen en una amplia gama de capacidades y pueden funcionar totalmente al aire libre o estar encerrados.

Los elevadores de cangilones pueden ser por medio de bandas o cadenas. Cualquiera de los dos tipos pueden ser vertical o inclinados de acuerdo a las

necesidades y características del material a ser transportado.

Los de banda se adaptan particularmente a la manipulación de materiales abrasivos que producirían el desgaste excesivo de las cadenas.

Los de elevadores de cangilones de cadena se usan con frecuencia con los cangilones perforados puesto que se los utilizan generalmente para materiales mojados lo cual permite que se escurra el agua en exceso.

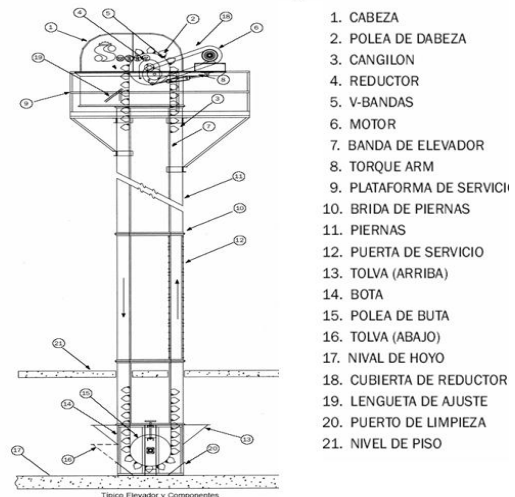
**ELEVADORES DE CANGILONES Y SUS PARTES**

**Generalidades:**

Como elevador de este tipo se considera un sistema de transporte casi siempre vertical que consta de los cangilones que transportan el material y una banda o cadena que los lleva fijos en su avance vertical cíclico.

Los primeros elevadores de cangilones se emplearon única y exclusivamente para la elevación de cereales, pero su uso se ha extendido a muchos otros materiales como carbón, cemento, harina, etc.

Esta sección del trabajo provee una breve descripción del equipo del elevador para familiarizarlo con los varios componentes y sus nombres los cuales han sido identificados.



**ELEMENTOS BÁSICOS DE UN ELEVADOR DE CANGILONES.**

**ELEVADOR DE CANGILONES.**

El elevador ensamblado en Fig. No. 9 muestra el sistema principal de elevación. Consiste de cabeza (1), bota (caja) (14), la caja o envoltura del elevador (11), puerta de servicio (12), y banda/cadena y cangilones.

## UNIDAD DE ACCIONAMIENTO

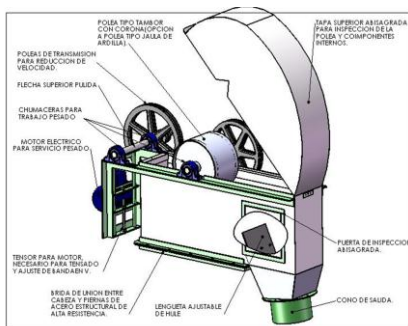
La cabeza (ítem 1, Fig. 9) es el componente localizado en la parte superior del elevador. Está constituida por un motor y un reductor que puede estar ligado directamente al eje del tambor de accionamiento o a través de un acople elástico. Toda la unidad se asienta en una plataforma construida para tal fin.

## TAMBOR DE ACCIONAMIENTO

Es el encargado de transmitir el movimiento a la correa, normalmente fabricado en fundición o chapa de acero. Pueden tener una pequeña biconicidad a los efectos de centrar la correa y siempre y cuando el cangilón lo permita. Es altamente recomendable el recubrimiento del mismo con caucho a los efectos de protegerlo del desgaste producido por la gran cantidad de polvo que genera el sistema. Este recubrimiento evita también el desgaste prematuro de la correa y hace más eficiente el uso de la potencia ahorrando energía. También aumenta el coeficiente de rozamiento haciendo más difícil un eventual deslizamiento.

## CABEZA DEL ELEVADOR

También localizada en la parte superior del elevador y es una estructura metálica que contiene al tambor de accionamiento, formando parte de la misma la unidad de accionamiento, el freno y la boca de descarga. El capot de la cabeza o sombrero debe tener el perfil adecuado para adaptarse lo más posible a la trayectoria del material elevado en el momento de producirse la descarga. Esta trayectoria depende de varios factores como son el tipo de cangilón, la velocidad de la correa y el diámetro del tambor de accionamiento.



SECCIÓN DE CABEZA DEL ELEVADOR.

## FRENO

Es un sistema ligado al eje del tambor de accionamiento. Permite el libre movimiento en el sentido de elevación. Cuando por cualquier motivo el elevador se detiene con los cangilones cargados, este sistema impide el retroceso de la correa, evitando así que el material contenido en los mismos sea descargado en el fondo del elevador.

## RAMAL DE SUBIDA

Junto con el ramal de bajada une la cabeza con el pie del elevador. Normalmente fabricado en chapa plegada y soldada de construcción modular.

Su largo depende de la altura del elevador. Sus dimensiones deben ser tales que permitan el paso de la correa y los cangilones con holgura. Este ramal (también denominado "pantalón") contiene a la correa y cangilones cargados en su movimiento ascendente. Sobre el mismo normalmente se encuentra ubicada la puerta de inspección.

## RAMAL DE BAJADA

Caben las consideraciones generales indicadas para el ramal de subida. Este ramal (también denominado "pantalón") contiene a la correa y cangilones vacíos en su movimiento descendente.

## PLATAFORMA DE SERVICIO DE LA CABEZA

Podemos observar (Ítem 9 Fig. 9) Una área de trabajo para efectuar inspecciones de rutina y mantenimiento en la cabeza del elevador, transmisión y el motor.

## PLATAFORMA INTERMEDIA

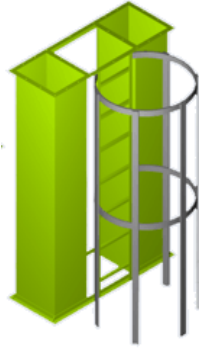
Un área de descanso para cumplir con normas de seguridad requeridas por OSHA donde establece que a cada 30 pies una plataforma en facilidades comerciales.

## ESCALERA

La escalera provee acceso a las plataformas de servicio. Carteles son proveídos para instalar la escalera a la caja del elevador en marcos a cada 5" ó 10' pies.

## JAULA DE SEGURIDAD

La jaula de seguridad está construida de tubos y provee una estructura alrededor de la escalera.



### JAUJA DE SEGURIDAD

### MALACATE

Es una opción que provee un brazo extendido para ayudar en subir o bajar los pesados componentes de la pesada cabeza del elevador durante el mantenimiento.

### TAMBOR DE REENVÍO

Se localiza en la parte inferior del elevador. Sobre el eje del mismo se encuentra montado normalmente el dispositivo de estiramiento. Su construcción se recomienda que sea aleteada o tipo "jaula de ardilla" para evitar que el material derramado se introduzca entre el tambor y la correa provocando daños a la misma. Su diámetro es generalmente igual al tambor de accionamiento o menor que el mismo.

### DISPOSITIVO DE ESTIRAMIENTO

Como su nombre lo indica este dispositivo permite el tensado de la correa para lograr un perfecto funcionamiento del sistema. Este dispositivo puede ser de dos tipos: a tornillo (el más usual) o automático (para elevadores de grandes capacidades). El tensor está localizado normalmente en la bota, y es usado para guiar la banda o correa y tensar la cadena



### TENSOR TIPO TORNILLO

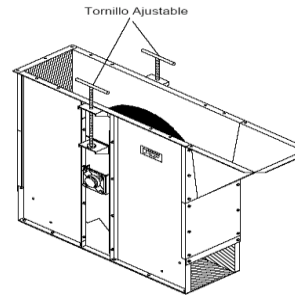
### PIE DEL ELEVADOR

Se encuentra ubicado en la parte inferior del elevador y contiene al tambor de

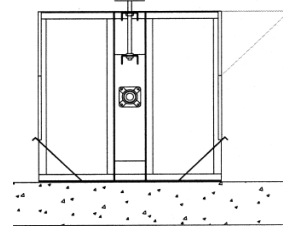
reenvío. Son partes integrantes del mismo la tolva de alimentación y el dispositivo de estiramiento. Esta parte de la estructura se encuentra regularmente provista de puertas de inspección y de limpieza.

### BOTA

La bota o caja es el componente inferior del elevador. Recibe el material para ser elevado, contiene la banda inferior o rueda motriz.



(a)



(b)

**BOTA DEL ELEVADOR. (a) bota típica. (b) Bota típica (vista de lado).**

### CAJA

La caja o envoltura del elevadores manufacturado en secciones. Forma la estructura para soportar la cabeza, la plataforma de servicio, escalera, jaula, etc., provee protección contra el polvo e impermeabilidad contra el agua para la banda del elevador, o cadena o cangilones. La caja puede ser diseño simple o doble.



### CAJA INTERMEDIA LA PUERTA DE SERVICIO

Es una sección de la caja con paneles removibles para permitir acceso para el



mantenimiento a la banda/cadena y cangilones.

### BOCA DE DESCARGA

El nombre indica su función.

### TOLVA DE ALIMENTACIÓN

El nombre indica su función.

### DESCRIPCIÓN Y CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE ARENA A SER TRANSPORTADA.

La arena de moldeo que se utiliza en intramet, puede ser recirculada ya que sus propiedades son poco afectadas después que se realiza el proceso de fundición; La velocidad del elevador a diseñar está dada por la cantidad horaria de moldes y esta depende de la producción de piezas o el peso del metal en cada molde.

La capacidad de producción está dada por el cálculo anterior y dice que debe de ser 4 Ton/día de hierro gris o dúctil. El peso en cada molde es de 80Kg de metal y teniendo como referencia la relación entre la arena y el metal de 4/1; entonces el peso de la arena en molde es de 320Kg por lo tanto el molde lleno pesa 400Kg.

Por otro lado la producción del horno es de 4Ton/día que relacionado al peso de metal en molde de 80Kg se tiene la producción horaria de piezas y por ende la cantidad de arena que debe de manejar el sistema, entonces:

$$\frac{4000(\text{Kg/día})}{80(\text{Kg/molde})} = 50 \frac{\text{moldes}}{\text{día}}$$

Por lo tanto el movimiento de arena de moldeo es de:  
 $50 \times 320 = 16000(\text{Kg/día}) = 16\text{Ton/día}$   
 Considerando un 20% de pérdidas en el sistema se tiene:

$$16(\text{Ton/día}) + 3.2 (\text{Ton/día}) = 19.2\text{Ton/día}$$

Para efectos de cálculo se tiene un aproximado de 20Ton/día. Ahora la planta hace este trabajo en 10 horas, luego:

$$\frac{20\text{Ton/día}}{10\text{h/día}} = 2\text{Ton/h}$$

El movimiento de arena en el sistema por cuestiones de eficiencia de moldeo se puede considerar un 25% más, por lo tanto 2.5Ton/h de arena es el valor que se acoplara al sistema para ser transportado por los elevadores de cangilones.

### CÁLCULO DE COSTO DE FABRICACIÓN. COMPONENTES MECÁNICOS. ANÁLISIS DE COSTO.

Se realiza el análisis de los costos totales calculados tanto para la fabricación y el montaje del elevador de cangilones. El objetivo de este capítulo es conocer el monto de inversión que se necesitara para proceder con la fabricación y el montaje.

Las partes principales del elevador se las puede observar en la tabla 1.

Para el cálculo de costo de las partes se utilizaron precios referenciales de diferentes distribuidores tales como: IPAC, DIPAC, MAQUINARIAS ENRIQUES C.A, INTRAMET

**TABLA 1  
COSTOS DE PARTES DEL ELEVADOR**

PARTE	CANTIDAD	VALOR (\$)
<b>SISTEMA DE TRANSPORTACION</b>		
Banda (8.5m)	1	331.29
Bulones para empalme	4	8
<b>SISTEMA MOTRIZ</b>		
Motor eléctrico 2HP, 1800RPM	1	381.02
Reductor –se puede acoplar directamente	1	606.32
Chumaceras	4	25.80
Acoples-motor-reductor-eje motriz	2	63
<b>ESTRUCTURA SOPORTANTE</b>		
Ángulos 2"x2x3/16 x6m	4	121.84
Plancha(1220X2440mm)x1/8"	3	330
<b>ACCESORIOS</b>		
Pintura (Galen) anticorrosiva.	1	26
Pernos 1/2 X1"	60	30
<b>TOTAL</b>		<b>1923.27</b>

El costo del material para la fabricación de la estructura soportante como lo son las planchas y ángulos se lo obtuvo mediante el costo por unidad de masa en el mercado local.

### INSTALACIÓN Y MONTAJE. COSTO DE FABRICACIÓN LOCAL DE PARTES.

La tabla 2 muestra el precio unitario y final de los diferentes partes del equipo que se deben fabricar para el desarrollo del proyecto.

**TABLA 2  
COSTOS DE FABRICACION DE PARTES**

PARTE	CANTIDAD	VALOR(\$)
<b>SISTEMA DE TRANSPORTACION</b>		
Cangilones	16	1200
<b>SISTEMA MOTRIZ</b>		
Eje motriz	1	56
Polea motriz	1	300
<b>ESTRUCTURA SOPORTANTE</b>		
Pantalón, cabeza y bota (construcción)	1	450
Escalera de servicio	1	120
<b>SISTEMA CONDUCIDO</b>		
Tornillo templador con tuerca.	2	20
Polea inferior	1	240
Eje Conducido	1	56
<b>TOTAL</b>		<b>2442</b>

**COSTO DE MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA.**

Los precios unitarios son medias obtenidas de acuerdo a experiencias previas de contratistas en montajes similares y considerando, transporte de partes, mano de obra y varios.

Finalmente en la tabla 3 se muestra el resumen de los costos de todos elementos del elevador de cangilones y el costo total de la obra mecánica del proyecto completo.

**TABLA 3  
COSTO TOTAL DEL PROYECTO  
ELEVADOR DE CANGILONES**

PARTE	CANTIDAD	PRECIO DE FABRICACION	PRECIO DE PARTES	PRECIO TOTAL
<b>SISTEMA DE TRANSPORTE</b>				
Cangilones	16	1200		1200
Banda (L=8.5m)	1		331.29	331.29
Bulones	4		8	8
<b>SISTEMA MOTRIZ</b>				
Eje motriz	1	56		56
Polea motriz	1	300		300
Motor eléctrico	1		381.02	381.02
Reductor	1		606.32	606.32
Chumaceras	2		12.90	12.90
Acoples	2		63	63
<b>ESTRUCTURA SOPORTANTE</b>				
Pantalón, cabeza y bota del elevador (construcción)	1	450		450
Ángulos 2"x2x3/16 x6m	4		121.84	121.84
Plancha(1220X2440mm)x1/8"	3		330	330
Escalera de inspección	1	120		120
<b>SISTEMA CONDUCIDO</b>				
Tornillo templador	2	20		20
Polea inferior	1	240		240
Eje Conducido	1	56		56
Chumaceras	2		12.90	12.90
<b>ACCESORIOS</b>				
Pintura (Galón)	1		26	26
Pernos 1/2"X1"	60		30	30
Costo mano de obra (Montaje)	1			800
<b>TOTAL</b>		<b>2442</b>	<b>1923.27</b>	<b>5165.27</b>

**CONCLUSIONES  
RECOMENDACIONES.**

Y

**CONCLUSIONES.**

El presente trabajo cumple con objetivos propuestos, el diseño de un elevador de cangilones para un sistema de recirculación de arena de moldeo que es una parte esencial para el funcionamiento de una planta de fundición. En el desarrollo de este trabajo se realizó un estudio minucioso de cada uno de los componentes.

Las dimensiones y los valores preseleccionados se dieron a partir de cálculos y en base a observaciones de otros diseños, manuales y datos obtenidos de catálogos de fabricantes de transportadores de material.

El diseño del elevador de cangilones no es sofisticado, sino por el contrario sencillo, considerando que un sistema de producción en serie en una planta de fundición está constituido por sistemas modernos.

En el presente trabajo se pueden evidenciar tanto ventajas técnicas como económicas, como ventajas técnicas esta la recirculación eficiente de la arena de moldeo, mejoras en el método de producción en serie ya que el volumen de material transportado es constante. Como ventajas económicas se tiene un bajo costo de mantenimiento, permite la reutilización de la arena, no se necesita mano de obra en esta sección.

**RECOMENDACIONES**

El presente estudio en lo personal me ha sido de mucha ayuda; pues las consideraciones que se han tomado dejan de ser solamente matemáticas para convertirse en análisis más prácticos, en donde un poco de ingenio, sentido común, consideraciones económicas han tenido su oportunidad. La gran variedad de catálogos e informes existentes sobre este tipo de transporte son han sido muy importantes para la realización de este trabajo.

En base a conocimientos adquiridos durante el diseño del elevador de cangilones se deben de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Los elevadores de cangilones no serán ocupados a menos de que la carcasa del elevador encierre completamente los elementos móviles del transportador y de que los seguros de transmisión de potencia estén en su lugar. Si el elevador debe de ser abierto para su inspección, limpieza u observación, el motor que mueva el transportador debe de ser desconectado eléctricamente de tal manera que no pueda ser encendido por nadie a menos que la carcasa del transportador haya sido cerrada y que todos los seguros estén en su lugar.

- Efectuar inspecciones periódicas especialmente de las piezas que están sometidas a desgaste.
- Llevar a cabo en todo momento un buen mantenimiento y mantenga una buena iluminación alrededor de todo el equipo.
- No ponga las manos, pies, ropa u otra parte del cuerpo dentro de la abertura del elevador.
- No sobrecargue el elevador ni intente usarlo para otro caso que no sea para el cual fue diseñado en este caso para arena de moldeo.

Y como recomendaciones para investigaciones en este campo, quienes deseen seguir realizando, se sugiere:

Diseñar un sistema de recolección de polvos para ser adaptado en la boca de descarga del elevador.