

**Universidad Nacional Autónoma de México**

**FACULTAD DE QUIMICA**

**TESIS DONADA POR  
D. G. B. - UNAM**

**EXPANSION DE UNA FUNDICION DE HIERRO GRIS  
MEDIANTE LA IMPLANTACION DEL PROCESO  
AUTOFRAGUANTE**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO QUIMICO METALURGICO**

**P R E S E N T A:**

**JOSE LUIS JACOBO LOPEZ**

**MEXICO, D. F.**

**1983**



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.

# INDICE

|               |   |    |
|---------------|---|----|
| CAPITULO I.   | GENERALIDADES .....   | 1  |
|               | 1.0 Proceso moldeo en verde y proceso CO <sub>2</sub> ..                        | 2  |
|               | A. Moldeo en Verde .....  | 2  |
|               | B. Proceso Silicato - CO <sub>2</sub> .....                                     | 6  |
|               | 2.0 Procesos Autofraguante .....  | 9  |
|               | A. Aglutinantes para el sistema Autofraguan<br>te.                              | 10 |
|               | B. Tipo de catalizadores .....  | 13 |
|               | C. Arena .....  | 14 |
|               | D. Porcentaje de mezcla .....   | 15 |
|               | E. Recuperación de la arena .....   | 15 |
| CAPITULO II.  | DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL Y EL -<br>PROPUESTO.....                         | 26 |
|               | 1.0 Descripción del Sistema Actual (Moldeo<br>en verde - CO <sub>2</sub> )..... | 27 |
|               | 2.0 Descripción del Sistema Propuesto .....                                     | 30 |
| CAPITULO III. | VOLUMEN DE PRODUCCION .....   | 33 |
|               | 1.0 Proyección de la demanda .....  | 34 |
|               | 2.0 Clasificación de las piezas por tipos -<br>y tamaños. ....                  | 36 |
|               | A. Relación de piezas para moldearse en el<br>sistema autofraguante.....        | 37 |
|               | B. Resumen de piezas para moldearse en el<br>sistema autofraguante.....         | 46 |
| CAPITULO IV.  | INGENIERIA BASICA .....   | 47 |
|               | 1.0 Cálculo de la capacidad de fusión .....                                     | 49 |
|               | 2.0 Estimación de la cap. de moldeo requeri<br>da.....                          | 50 |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 3.0 | Estimación de la capacidad de corazones requerida.....                           | 51 |
| 4.0 | Estimación de la capacidad de preparación de arena para moldes requeridos...     | 52 |
| 5.0 | Estimación de la capacidad de preparación de arena para corazones requerida..... | 53 |
| 6.0 | Estimación de la capacidad de acabado y limpieza requerida.....                  | 54 |

CAPITULO V. INGENIERIA CONCEPTUAL..... 56

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.0 | Selección de equipo para el depto. de fusión.      | 58 |
| 2.0 | Selección de equipo para el depto. de moldeo.....  | 59 |
| 3.0 | Selección de equipo para el área de corazones..... | 61 |
| 4.0 | Selección de equipo para limpieza y acabado.....   | 62 |
| 5.0 | Selección de equipo para el depto. de arenas.....  | 63 |
| 6.0 | Servicios generales requeridos .....               | 63 |

CAPITULO VI. INVERSIONES..... 65

|     |                           |    |
|-----|---------------------------|----|
| 1.0 | Maquinaria y equipo ..... | 66 |
| 2.0 | Edificio .....            | 67 |
| 3.0 | Herramental .....         | 67 |
| 4.0 | Equipo diverso .....      | 67 |

CAPITULO VII. DESCRIPCION DE LA MAQUINARIA..... 69

|     |                               |    |
|-----|-------------------------------|----|
| 1.0 | Mezcladora de arena.....      | 70 |
| 2.0 | Sistema de recuperación ..... | 73 |

CAPITULO VIII. ANALISIS ECONOMICO..... 77

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.0 | Costo directo Sistema Moldeo en Verde - CO <sub>2</sub> ..... | 79 |
|-----|---|----|

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 2.0 | Mano de Obra Directa (Sistema moldeo en verde - CO <sub>2</sub> ).....   | 81 |
| 3.0 | Resumen de costos de moldeo en verde - CO <sub>2</sub> .....   | 82 |
| 4.0 | Costo directo en Sistema Autofraguante.  | 83 |
| 5.0 | Mano de obra directa Sistema Autofraguante.....  | 85 |
| 6.0 | Resumen de Costos del sistema autofraguante.....   | 86 |
| 7.0 | Comparación de costos (Autofraguante - M. Verde/CO <sub>2</sub> ).....   | 87 |
| 8.0 | Determinación del costo de recuperación de las arenas recuperadas y comparación con costo de usar arena nueva..... | 88 |

|          |    |                      |    |
|----------|----|----------------------|----|
| CAPITULO | IX | CONCLUSIONES.....    | 95 |
|          |    | 1.0 Ventajas.....    | 97 |
|          |    | 2.0 Desventajas..... | 99 |

|          |   |                   |     |
|----------|---|-------------------|-----|
| CAPITULO | X | BIBLIOGRAFIA..... | 100 |
|----------|---|-------------------|-----|

## INTRODUCCION

En este trabajo se describe la introducción de un nuevo sistema de moldeo a una fundición con 25 años de operación y con la mayoría de su personal con una permanencia promedio de 18 años en el trabajo.

Durante los últimos 20 años no han variado los procesos de manufactura que han sido básicamente artesanales. Lo anterior, aunado a costos crecientes de materiales, altos porcentajes de desperdicio y baja ejecución de la mano de obra, obligaron a la empresa a revisar el sistema de costos de fundición, para evitar la salida del mercado por sus costos demasiado elevados.

La decisión final fué la de modernizar toda la fundición, especialmente el sistema de moldeo, optandose por la alternativa del SISTEMA AUTOFRAGUANTE NO-BAKE hace dos años.

La sustitución del sistema tradicional de moldeo en verde y del sistema de moldeo y corazones  $CO_2$  por el sistema autofraguante, no solo afectará el área de moldeo, sino que afectará directamente los otros departamentos comprendidos dentro del área de fundición.

El proyecto fué iniciado en 1980, parte del equipo se compró en 1981 y la instalación de éste comenzó en mayo de 1982.

Durante el período de 1981-1982 el proyecto fué abandonado por diversos motivos, ocasionando que al reiniciar de nuevo los trabajos, se encontrarán numerosos problemas tanto técnicos, económicos como humanos que no habían sido previstos con anterioridad.

**CAPITULO 1**

**GENERALIDADES**

## 1. PROCESO DE MOLDEO EN VERDE Y PROCESO CO<sub>2</sub>.

### A. MOLDEO EN VERDE.

El moldeo en verde es el proceso de moldeo más antiguo y más popular en la industria de la fundición. Este proceso es usado para fabricar piezas de hierro, acero y materiales no ferrosos, - prácticamente todas las piezas pequeñas son fabricadas mediante éste proceso.

El método tradicional de moldeo en verde utiliza generalmente una mezcla de arena sílica, bentonita y agua principalmente, además de otros aditivos que en algunos casos son utilizados para mejorar algunas propiedades de la arena de moldeo.

#### A.1 Las arenas de moldeo que usualmente se emplean en la fundición se clasifican en dos grupos:

Arenas Naturales y Arenas Sintéticas.

Las arenas naturales son aquellas de más antigüedad conocidas y su uso se remonta en la edad misma de la fundición de los metales. Estas arenas tienen propiedades de refractabilidad, debido a las arcillas y barros que además le imparten la plasticidad necesaria para moldear en ella.

Las arenas sintéticas se preparan en el mismo taller a partir de arenas de sílice limpias o lavadas, mezcladas con diferentes aditivos que le van a proporcionar las propiedades requeridas de refractabilidad, plasticidad, resistencias, etc. -



existen diferentes tipos de arena.

Arenas de sílice, arenas de circón, olivina, de cromita, etc.

Las arenas que más se utilizan en la industria de la fundición son las arenas de sílice.

La arena de sílice está definida por sus características físicas, la forma de los granos, el índice de finura y la repartición para un mismo índice de finura. Se encuentran granos de diversas formas; redondas, subangulares y angulares.

## A.2 AGLUTINANTES.

Las arcillas están constituidas por silicatos de aluminio hidratados, son minerales caracterizados por una estructura en hojuelas. Es esta estructura unida a su gran fineza y a la facultad de absorber ciertos líquidos como el agua, que le dan sus propiedades de plasticidad.

Los principales tipos de minerales arcillas son: - La caolinita, la illita y la montmorillonita que constituye el 80 - 90% de las bentonitas.

Los componentes de los minerales arcillosos-son: - El silicio, el aluminio, el oxígeno e hidrógeno. - Estos elementos se asocian entre ellos, como el silicio y oxígeno para formar la sílice, el aluminio y el oxígeno para formar la alumina y oxígeno e hidrógeno para formar iones OH.

En la montmorillonita, el catión más frecuentemen-

te intercambiado es el calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), o más raramente el Ión sodio ( $\text{Na}^+$ ) es fácilmente intercambiable por el catión hidrogeno ( $\text{H}^+$ ), litio ( $\text{Li}^+$ ) potasio ( $\text{K}^+$ ), estrónico ( $\text{Sr}^{++}$ ), bario ( $\text{Ba}^{++}$ ). - Estos Iones intercambiables tienen una gran importancia pues su naturaleza determina en gran parte las propiedades de la arcilla.

Las bentonitas activadas son arcillas tratadas con una sal de sodio ( $\text{Na}^+$ ).

Cuando se añade agua a ciertas arcillas se comprueba que la distancia que separa a dos hojuelas sucesivas o más exactamente dos conjuntos sucesivos de hojuelas hay una expansión de la arcilla. A la inversa si se pone ésta arcilla en una atmósfera seca o se calienta a una temperatura moderada pierde el agua y los paquetes de hojuelas tienden acercarse.

### A.3 ADITIVOS.

Los principales tipos de aditivos usados en la industria de la fundición son los siguientes:

a) Productos Amilaceos.

Los más conocidos con la dextrina y mogul, - de los cuales el recomendado para arenas de moldeo es el mogul, pues la dextrina es un adhesivo para corazones.

Estos materiales se emplean para combatir el inconveniente de la desecación de las arenas sintéticas.

b) Carbón Mineral Molido.

Estos productos se emplean para crear una atmósfera reductora para aislar el metal del molde, taponar los poros durante la colada y crear y formar un colchón de gases que se oponen a la entrada del metal en los poros.

c) Harina de Madera.

Se adiciona a la arena de moldeo para permitir a los granos de sílice dilatarse durante la colada, para evitar los defectos por dilatación de la arena. Aumenta igualmente la colapsibilidad facilitando el desmoldeo.

Como se menciona anteriormente el proceso de moldeo en verde utiliza una mezcla de arena, bentonita y agua, la bentonita y el agua actúan como aglutinantes de los granos de arena, formando un aglomerado que es utilizado para formar los moldes mediante compresión, por métodos manuales o mecánicos, de manera tal que el molde preparado de esta manera puede quedar listo para ser colado.

Hay que hacer mención que estos moldes deben ser colados el mismo día de su preparación, ya que al perder humedad se deteriora las propiedades de la arena.

## B. PROCESO SILICATO CO<sub>2</sub>

En la década de los 50, el proceso Silicato-CO<sub>2</sub> era un método relativamente nuevo para la producción de moldes y corazones, aunque había sido usado para aplicaciones reducidas en el oeste y este de Europa.

La introducción de éste proceso en una escala comercial causó un gran impacto entre los fundidores, que se fueron adaptando en la utilización del nuevo proceso que en ese tiempo ofrecía las únicas ventajas (en esa época generalmente se trabajaba con los procesos Arena en Verde y Arenas aglutinantes con Aceites).

Los principales problemas que presenta éste proceso son:

- Pobre desarenado de la arena después del colado.
- Poca fluidez de la arena preparada.
- Los moldes y corazones no se pueden almacenar durante mucho tiempo, en la mayoría de los casos solo de 1 - 2 días.
- Bajas resistencias, etc.

A principio de la década de los 60, el proceso fué perdiendo popularidad debido a la introducción de nuevos procesos que ofrecían ventajas sobre el proceso Silicato - CO<sub>2</sub>.

Al inicio de esta década el proceso caja caliente (Hot-box) para corazones fué introducido, junto con el proceso basado en resinas orgánicas - sin hornear (proceso autofraguante).

El proceso caja caliente tiene la desventaja de requerir calor para producir la dureza de los -- moldes y corazones, pero esta desventaja fué superada con la introducción del proceso caja fría (cold-box) a mediados de 1968.

#### B.1 PROPIEDADES DE LOS SILICATOS DE SODIO.

Los silicatos se clasifican de acuerdo a su módulo de  $\text{SiO}_2 : \text{Na}_2\text{O}$  en solución, junto con su contenido de sólidos.

Los silicatos de sodio grado fundición son soluciones metaestables donde el  $\text{SiO}_2$  es estabilizado en la solución por la combinación del  $\text{Na}_2\text{O}$  - en agua. La eliminación parcial tanto del  $\text{Na}_2\text{O}$  como el agua origina una precipitación del  $\text{SiO}_2$  en forma de gel. La reacción del  $\text{Na}_2\text{O}$  con el  $\text{CO}_2$  ácido es el principio de secado en el proceso de silicato- $\text{CO}_2$ , por lo anterior cuando se hace pasar un flujo de gas  $\text{CO}_2$  a través de la -- arena mezclada con silicato se induce la gela---ción, obteniéndose así el aglutinamiento .

Las soluciones de silicatos con módulos altos son inherentes menos estables que las de bajos módulos.

La composición más común de los silicatos de sodio en uso, son aquellos que contienen sacarosas como agente colapsible. Las sacarosas son los únicos carbohidratos solubles en los silicatos sin reaccionar químicamente, estos hidratos de carbono incrementan la velocidad de gaseado, pero las propiedades obtenidas durante el almacenamiento son muy bajas al ser estos materiales altamente higroscópicos.

Aún con las desventajas que presenta el proceso silicato -  $\text{CO}_2$ , tiene una ventaja fundamental sobre las resinas orgánicas, ya que ofrecen una larga vida de banco.

Las ventajas económicas y ecológicas de los silicatos de sodio como aglutinantes de fundición servirán en el futuro para promover el incremento en su uso siempre y cuando exista un cambio significativo en sus propiedades técnicas, para resolver los problemas asociados generalmente con éste proceso.

El proceso orgánico sin hornear (No-Bake) fué desarrollado en Europa y llevado a los Estados Unidos a principios de 1950.

Los aglutinantes resinosos de curado en frío juegan un papel muy importante en la producción de moldes y corazones. Los principios básicos que intervienen no son nuevos, pero una investigación continua ha proporcionado mejorar en los sistemas de aglutinantes que permiten operaciones más limpias, ciclos más rápidos y fundiciones de mejor calidad.

Los aglutinantes sin hornear inicialmente fueron usados en la fabricación de corazones grandes con mezcladoras de cargas. A medida que se mejoró la velocidad de curado con la introducción de los mezcladores continuos y se logro la recuperación de la arena en forma más eficiente, el sistema se fué mecanizando más y más (un ejemplo más claro se puede observar en el plano general presentado en este trabajo ).

El aglutinante (No-Bake) cuando es mezclado con un catalizador y arena producirá una compactibilidad y dureza en el molde en corazón, sin la necesidad de aplicar una fuente externa de calor.

El proceso de curado comienza inmediatamente después que la resina y catalizador son mezclados con la arena. La resina cubre los granos de arena y así la resina polimeriza a temperatura ambiente. El catalizador asegura que la polimerización ocurra en un tiempo determinado, procurando tener los tiempos de trabajo, desmoldeo y curado que satisfaga las necesidades propias de cada fundición.

**EL TIEMPO DE TRABAJO.** Es definido como el período de tiempo después del mezclado, cuando la mezcla puede ser usada para producir un moldeo satisfactorio.

**EL TIEMPO DE DESMODELADO.** Se refiere al tiempo requerido para retirar las cajas de corazón y los modelos de los moldes o corazones, sin que estos sufran ningún deterioro en su manufactura.

El tiempo de desmodelado puede variar de cinco minutos a varias horas y es función del tipo de aglutinante, el tipo y concentración del catalizador y temperatura de la arena.

**EL TIEMPO DE CURADO.** Se refiere al período de tiempo antes de que los moldes y corazones estén duros y resistentes, y puedan quedar listos para ser colados.

El tiempo de curado es controlado por la cantidad y tipo de catalizador y la temperatura de la arena. La temperatura ideal de la arena es entre 21 - 27°C, temperaturas bajas (10°C) retarda el tiempo de curado y temperaturas altas aceleran el tiempo de curado.

El tiempo para que los moldes puedan ser colados depende del tiempo de desmoldeo del tiempo de curado. Algunos moldes y corazones pueden ser colados en una hora, mientras que otros requieren largos períodos de tiempo de curado.

#### **A. AGLUTINANTES PARA EL SISTEMA AUTOFRAGUANTE.**

Para la elección del aglutinante, cada fundición debe tomar en cuenta los siguientes factores:

1. Tipo de metal a ser fundido.
2. Tamaño de los moldes o corazones.
3. Capacidad de la planta.



4. Producción deseada
5. ~~Maquinaria disponible~~
6. Tipo de arena disponible
7. Requerimientos de salud y seguridad.

Como aglutinantes para el sistema autofraguante se utilizan primordialmente dos tipos de resina:

Resinas furánicas y Resinas fenólicas.

#### A.1. RESINAS FURANICAS.

La serie furánica respresenta el sistema más viejo -- sin hornear (No-Bake) y es a menudo referido como un ácido, porque un ácido es empleado como catalizador.

Los aglutinantes furánicos son mezclas de varios componentes.

Resinas con urea - Formaldehído

Resinas con fenol - Formaldehído

Alcohol furfurílico

Las resinas ofrecidas en el mercado son mezclas de dos ó más de éstos componentes, pero siempre contienen alcohol furfurílico. Las resinas modificadas con urea introducen nitrogeno dentro del sistema en proporción directa a la concentración de urea en el aglutinante.

Las resinas furánicas disponibles en el mercado se clasifican como sigue:

a) RESINAS SIN NITROGENO.

Estas resinas representan el costo más alto de aglutinante. Se usan generalmente como seguro contra la porosidad por gas y específicamente en la producción de piezas coladas de acero de bajo carbono. Estas resinas libres de nitrógeno no contienen urea y generalmente contienen menos de 5% de agua.

b) RESINAS CON BAJO CONTENIDO DE NITROGENO.

Estas contienen algo de urea para bajar el costo, tienen menos del 2% de nitrógeno y menos del 5% de agua.

c) RESINAS DE CONTENIDO MEDIO DE NITROGENO.

Tienen en promedio de 5.5% de nitrógeno y de 10-18% de agua.

El contenido de urea no solamente disminuye los costos, sino que también tiende a promover la reactividad química del aglutinante, resultando con resistencia más altas en caliente y en frío.

Para hierro gris pueden usarse resinas que contienen 5%  $N_2$  en arena nueva y resinas que contienen 3%  $N_2$  en arenas recuperadas.

A.2. RESINAS FENOLICAS.

Son resinas a base de fenol y formaldehído. La utilización de este tipo de resina aumentó mucho en los últimos años debido a la escasez del alcohol furfurílico,-

su bajo precio y por ser libres de nitrógeno.

Su funcionamiento es similar pero inferior al de las resinas furánicas. El tiempo de trabajo y de desmoldeo es mucho mayor y son más sensitivas a la temperatura ambiente.

Un factor que debe tomarse en consideración al trabajar con resinas fenólicas es que tienen pobres características de curado y desarrollan poca resistencia cuando el ácido fosfórico es usado como catalizador.

#### B. TIPOS DE CATALIZADORES.

Los tipos de catalizadores usados en el proceso autofraguante sin hornear son:

Acido fosfórico y Acido sulfónico.

El catalizador basado en el ácido fosfórico en una concentración del 70 - 85% de ácido fosfórico y sulfúrico en agua.

El catalizador basado en el ácido sulfónico es una solución de ácido bencen-sulfónico y toluen-sulfónico, los solventes son agua y metanol.

Si las resinas son catalizadas con ácido fosfórico se aumentan los residuos de fosfatos en la arena recuperada, porque no se quemar durante el colado del metal fundido, y altas concentraciones de fosfatos pueden causar dilataciones del molde de arena durante el co-

lado del metal. Es preferible usar preparaciones a base de ácido toluen sulfónico ya que es un ácido orgánico y se quema durante el colado del metal.

### C. ARENA.

El material base arena tiene una importancia especial en el sistema autofraguante. La gran importancia de este material, se puede aplicar en el sentido de que tiene una influencia directa en la economía del proceso.

La selección adecuada del arena es importante. Las propiedades finales del arena aglutinada variarán considerablemente con el tipo de arena usada y principalmente con las impurezas que ésta contiene.

La forma y tamaño de grano juegan un papel importante en el resultado final. Arenas finas con un alto porcentaje de finos, tenderá a producir menores propiedades de resistencia en frío y en caliente. En las arenas muy gruesas el aglutinante requerido producirá un recubrimiento excesivo en los granos y la mezcla de arena y resina tendrá una fluidez muy pobre.

La adición de óxido ferrico, arcillas, harina sílica, etc., provocará en todos los casos disminución de las propiedades de resistencia en frío y en caliente.

Con las resinas de curado ácido (furánicas), las impurezas del arena con óxidos de calcio, de potasio y de sodio son las mayores causantes en la desuniformidad del tiempo de curado y de las características de resis-

tencia, debido a su reactividad con los catalizadores -  
ácidos.

Al utilizar arenas recuperadas se tienen que considerar  
otros puntos que se mencionarán más adelante.

#### D) PORCENTAJE DE MEZCLA.

Después de la introducción del proceso autofraguante,  
fue común trabajar con adiciones de resina de entre  
2 - 3%.

Hoy se utilizan según exigencias, adiciones entre 1 -  
2.2% base arena. La adición del catalizador es de un  
promedio de 30 - 70% de la adición de la resina.

Datos precisos sobre la adición óptima de resina y ca-  
talizador para los diferentes materiales de vaciado, -  
solamente tienen validez aproximada, porque aquí inter  
vienen muchos factores como por ejemplo, la calidad de  
la resina, calidad de la arena, temperatura de la are-  
na, tipo de mezcladora, peso de la pieza, etc.

#### E) RECUPERACION DE LA ARENA.

En los primeros años después de la introducción del -  
sistema autofraguante, se utilizaba exclusivamente are-  
na nueva. Debido al espontáneo aumento de la utiliza-

ción del sistema. Proveedores de sistemas de maquinaria y de los aglutinantes trabajaron en forma más intensiva para lograr una recuperación más eficiente.

Hoy en día se puede considerar el problema de recuperación técnicamente como solucionado.

La importancia todavía ascendente en los últimos años del sistema autofraguante, se debe en gran parte a la REUTILIZACION DEL ARENA RECUPERADA.

Cuando una fundición ha decidido instalar un sistema de recuperación de arena, es muy importante determinar cuidadosamente el método más adecuado de recuperación, tomando en cuenta el tipo específico de aglutinante.

Hay tres métodos posibles para recuperar arena de fundición:

- 1.- Recuperación térmica (por calcinación)
- 2.- Recuperación húmeda (lavado con agua)
- 3.- Recuperación en seco
  - a) Mecánica
  - b) Neumática

La recuperación térmica, por su alto costo de operación es usada solamente para aplicaciones críticas, usualmente arenas de moldeo en cáscara (shell) y arenas especiales como las de zirconio donde virtualmente es necesario remover completamente residuos de resina.

La recuperación en húmedo consiste en lavar con agua la arena, se usa normalmente para arenas aglutinantes con silicato de sodio pudiendo recuperar y reusar hasta un 90%.

La recuperación en seco por medio de abrasión mecánica

es el proceso más importante y más conveniente usado en la recuperación de arenas aglutinadas, debido a que se logra eliminar el mayor porcentaje del aglutinante. Con resinas de autofraguado en frío para moldes y corazones se pueden recuperar y reusar hasta el 95%.

#### E.1. PRINCIPIO DE RECUPERACION POR MEDIO DE ABRASION MECANICA

**ARENA RECUPERADA:** La arena recuperada es aquella arena que ha sido restaurada a una calidad comparable al arena nueva y puede reemplazar total o parcialmente al arena nueva.

Para la recuperación de arena autofraguante por lo general se utiliza el sistema de vía mecánica. La regeneración mecánica tiene la ventaja de ser más económica porque la energía necesaria es relativamente poca.

Existe un número de diferentes factores a los que se les debe prestar particular consideración en el proceso de recuperación de arenas. Algunos de estos aspectos se analizan a continuación.

1. Extracción de polvos
2. Reducción granular
3. Enfriamiento del arena.

1. El control de polvo es importante desde dos puntos de vista. Primero, la reducción de los niveles de polvo en la arena reciclada permite la reducción del nivel de la resina que se consume. Si la rela

ción superficie/peso del polvo es muy alta, se requiere una cantidad importante de resina para cubrir cada grano de arena. Se ha demostrado que el contenido de finos y polvos en la arena origina una pérdida de valor de ignición de hasta el 20%, que si se deja aumentar excesivamente puede ocasionar problemas en la dilatación del molde, así como originar el incremento de los componentes químicos de la mezcla.

En segundo lugar, el polvo debe ser extraído por razones de control de contaminación atmosférica. Adicionalmente, el polvo tiende a ser carbonoso por naturaleza y puede efectuar seriamente las operaciones de los equipos de control eléctrico si no están adecuadamente sellados en forma de impedir el acceso de polvo.

2. Reducción granular. En algunas plantas la reducción granular es pequeña o inclusive inexistente, lo que a superficie de los granos de arena. Esto puede ocasionar problemas en la dilatación del molde y otros incrementos en los componentes químicos que pueden causar problemas en el molde y en la manufactura de la pieza fundida. Pero hay que tomar en cuenta que si la acumulación de resina en la arena no es excesiva, puede ser beneficiosa y se ha encontrado en las fundiciones que se puede reducir la adición de resina y catalizador obteniendo economías en la operación. La acumulación de residuo y catalizador puede ser cuantificada fácilmente por el método de pérdida por combustión (P.P.C.) de la arena recuperada. La máxima P.P.C. permitida para una fundición o sistema en particular puede ser fijada por experiencia propia de la fundición ya que depende de muchos



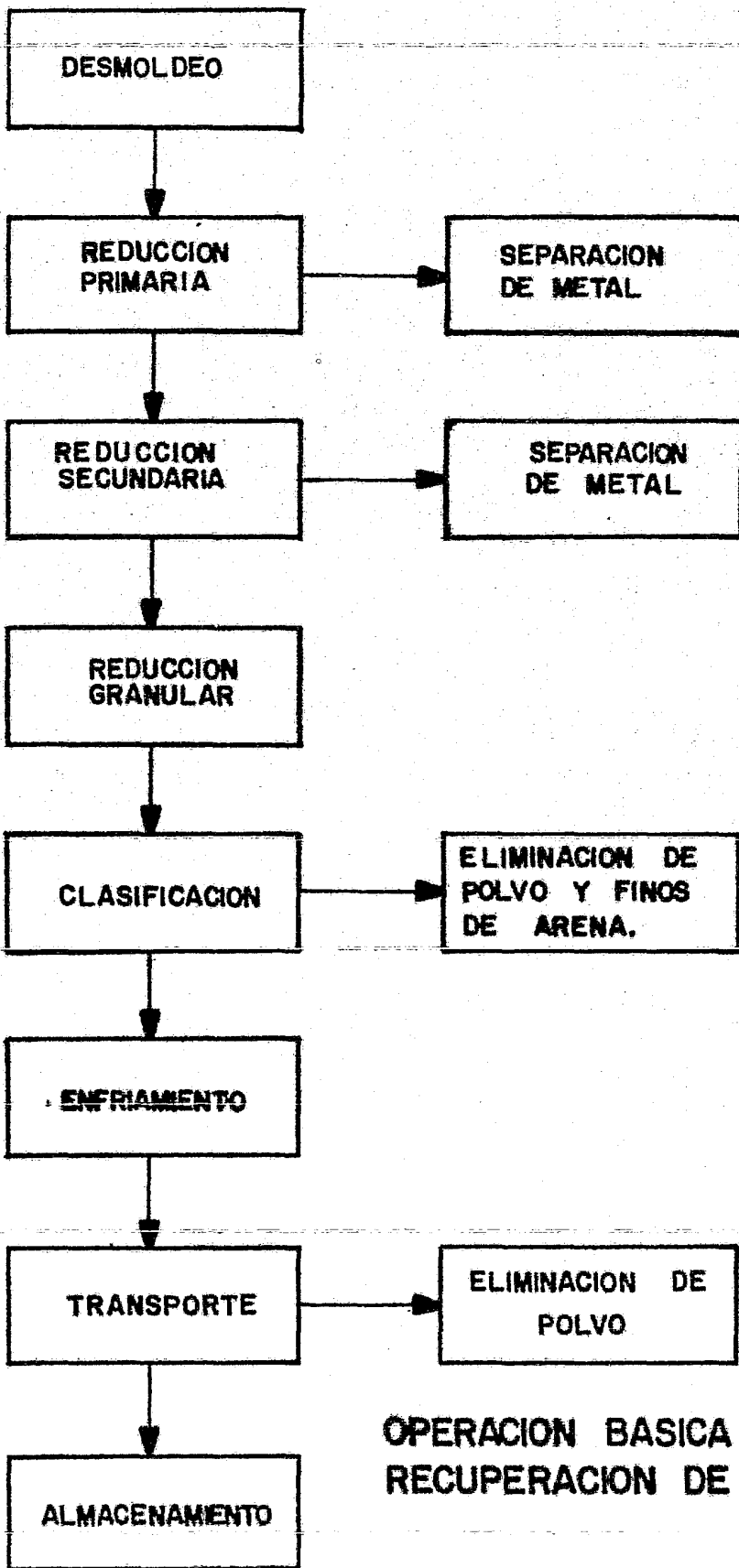
factores a considerar tales como: Tipo de metal - colado, tamaño y forma de la pieza, su peso; precisión dimensional requerida, etc.

Los factores que afectan el nivel del P.P.C. de una arena recuperada son:

- a) Porcentaje de resina y catalizador añadidos en cada ciclo, usualmente entre 1 y 2% de resina dependiendo del tipo de arena, tipo de resina, etc.
- b) Porcentaje de resina quemada durante el colado de metal fundido en la cavidad del molde. Esto dependerá de la relación en peso de la arena al metal; temperatura de colado del metal y tiempo de permanencia del metal en el molde. Además hay que tomar en cuenta que si las resinas furánicas son catalizadas con ácido fosfórico, se aumentan los residuos de fosfatos de la arena recuperada porque no se queman durante el colado del metal fundido, y altas concentraciones de fosfatos pueden causar dilataciones del molde de arena durante el colado de metal. Es preferible usar preparaciones a base de ácido para tolvén-sulfónico ya que es un ácido orgánico y se quema durante el colado del metal.
- c) Porcentaje de resina removida por la acción mecánica en el sistema de recuperación de arena.
- d) Efectividad de la remoción de finos y polvos de la arena recuperada.
- e) Proporción de arena nueva añadida en cada ciclo a la arena recuperada.

3. Enfriamiento del arena. Es muy importante mantener la temperatura del arena reciclada a niveles constantes, ya que de no ser así se puedan originar dificultades de producción. Cuando se originan fluctuaciones de temperatura importante en la arena proveniente de la planta de recuperación se produce un efecto inmediato en la producción, ya que la arena caliente que llega a la parte superior que almacena la arena reciclada, tiende a concentrar el efecto de peso en el centro del silo de arena. Esto puede tener el efecto de reducir el tiempo de fraguado en forma que la producción de moldes y corazones pueda hacerse imposible.

Las operaciones básicas de la recuperación de arena se detallan en el siguiente diagrama, con la explicación operativa de cada uno de éstos.



**OPERACION BASICA EN LA RECUPERACION DE ARENA**

a) **DESMOLDEO.**

El material resultante del desmoldeo consiste de:

1. Arena, finos y polvos (algunas veces caliente hasta 500°C).
2. Trozos (arena/aglomerante) quemadas y sin quemar.
3. Residuos de colada, bebederos de molde y restos de metal.
4. Varillas de refuerzo, abrazaderas de molde, etc.

El desmoldeo se realizará en un Shake-Out construido en la planta.

El Shake-Out es una tolva cónica donde se depósita la arena usada, sobre la tolva vibratoria se encuentra una rejilla resistente donde quedan atrapadas partículas metálicas sin causar mayor daño. En esta unidad se sacuden las piezas y se trituran los terrones de arena de cualquier tamaño, se friccionan uno contra otro y también en contra de las paredes de la misma.

b) **~~UNIDAD REDUCTORA SECUNDARIA.~~**

El remanente de arena y trozos de arena/aglomerada se vierten de una mesa reductora secundaria que reduce los grumos a tamaño de grano de arena o bolita.

La mayoría de metal atrapado queda retenido

en la cubeta de la trituradora para quitarse posteriormente. Las pequeñas bolitas de metal que atraviesa la trituradora vibratoria son expulsados en la entrada a la tubería de transporte.

c) REDUCCION GRANULAR.

Las pequeñas bolitas caen en un canal de des carga de la trituradora vibratoria, las boli tas son conducidas por medio de una tubería de transporte que lleva incorporada una placa percutora de hojalata que somete la arena a frotamiento.

Las pequeñas bolitas de metal que atraviesan la trituradora vibratoria son expulsadas en la entrada a la tubería de transporte.

d) CLASIFICACION.

La arena con tamaño de grano o bolita, entra en el ciclón del equipo de clasificación que tiene otra placa rompedora de hojalata que somete la arena a más frotamiento, con lo -- que se rompe la unión de los granos de arena.

Las partículas finas se extraen a través del ciclón al filtro de chorro de inversión para su eliminación. La arena pasa del ciclón a una cribadora de doble plataforma para separar más las partículas finas y demasiado -- gruesas de la arena buena. La arena recuperada pasa finalmente a través de una cortina de aire para quitar más partículas finas -- antes de descargarse por un canal de arena - recuperada.

e) ENFRIAMIENTO.

Quando se iniciaron los trabajos de selección del - equipo necesario para la recuperación de arena, no se contempló la adquisición de un sistema de enfria- miento, por lo tanto se tendrán numerosos problemas si no se toma una solución inmediata.

f) TRANSPORTE.

La arena finalmente procesada es transportada al si lo de almacenamiento de la arena recuperada median- te un conductor neumático.

En ésta operación se produce una cierta cantidad de abrasión generando una reducción granular en el tu- bo transportador. Esto origina una cierta cantidad de polvo y finos inesperados. Para solucionar este problema será colocado un colector de polvos en la parte superior del silo y así la arena recuperada - está lista para poder utilizarse en el proceso de - mezclado.

## E.2. CONTROL DE CALIDAD.

En las fundiciones que cuentan con sistema de recupera- ción de arena, se debe controlar la calidad de la misma, tomando varias muestras por día analizando generalmente lo siguiente:

a) Perdida por combustión (P.P.C.)

La perdida por combustión recomendable debe ser me- nor del 3%.

La fórmula para calcular el máximo teórico de P.P.C.

$$P = \frac{TB}{1-RT}$$

- P = Es la pérdida por combustión (P.P.C.)  
T = Es la fracción de aglutinante o residuos orgánicos que permanecen después de recuperación de la arena.  
B = Es el porcentaje en cada ciclo de adición del aglutinante (resina + catalizador)  
R = Es la fracción de arena recuperada que se va reusar en cada ciclo.

Comprobaciones experimentales han mostrado que esta fórmula es razonablemente exacta.

b) Demanda de ácido.

La demanda de ácido es debida al ácido residual del catalizador y esta demanda puede variar ya que depende de la cantidad adicionada, una demanda alta puede ocasionar numerosos problemas.

c) Contenido de polvo.

El contenido de polvo (prueba de lavado con agua) debe ser lo menor posible.

d) Análisis de mallas.

El análisis de mallas debe ser comparado con el análisis de mallas de arena nueva. Por ejemplo si las mallas 20, 30, 40 son apreciablemente mayores que los valores de la arena nueva, probablemente indica que hay un porcentaje alto de los aglomerados y muestra que la unidad se encuentra sobrecargada, por otra parte un porcentaje alto en las mallas 100

y 140, muestra que se están fracturando los granos de arena.

Si en una arena recuperada se encuentran finos en exceso obtendremos propiedades mecánicas bajas en los moldes y corazones. La razón de alto contenido de finos indica un mal funcionamiento del colector de polvo.

e) Contenido de Nitrógeno.

El nitrógeno aumenta en la arena recuperada en la misma proporción que la pérdida por combustión - cuando los alginantes contienen nitrógeno, por lo que es preferible usar aglutinantes libres de nitrógeno, o de muy bajo contenido del mismo.



## CAPITULO II

### DESCRIPCION DEL SISTEMA ACTUAL Y EL PROPUESTO

## 1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL (MOLDEO EN VERDE Y CO<sub>2</sub>).

La empresa cuenta con una Fundición de partes moldeadas en donde se procesan hierro gris, hierro nódular, bronce, aluminio y latón. Estos materiales satisfacen las necesidades de otros Departamentos que se encuentran dentro de la misma empresa, (Bombas, Básculas, Motores Eléctricos, Motores "Z", etc.)

El mayor volumen de productos lo constituyen las piezas fabricadas de hierro gris y para esto se cuenta con un área de fusión - equipado con tres hornos de cubilote que trabajan en forma alterna.

El Departamento de Fundición cuenta con dos áreas de moldeo: Moldeo en piso y Moldeo a máquina.

### A) MOLDEO A MÁQUINA.

Por este tipo de moldeo se fabrican piezas ligeras de - regular tamaño por medio del sistema de adobera en prensa manual.

Se cuenta con ocho prensas operadas por otros tantos - trabajadores los cuales reciben la arena mezclada del - molino en una carretilla. Una vez transportada la arena al área de moldeo, este material es depositado en - una adobera por medio de una pala.

Una vez hecho el molde lo colocan en un transportador de rodillos que los lleva al área de vaciado y en otros casos a falta de transportador son acarreados manualmente por el moldeador. Con objeto de evitar la fatiga - del operario por palear la arena para llenar las adoberas, se construyeron unas tolvas metálicas para descar-

gar la arena directamente en las adoberas de cada máquina. Este sistema quedó inconcluso por diversas razones. Sin embargo, en breve se reiniciarán los trabajos y se contará con varias bandas transportadoras para conducir la arena del molino a las mencionadas tolvas.

Mediante la terminación de este sistema se logrará una gran mejora en la productividad de los operarios por menor tiempo en la preparación de cada adobe y por tener menor fatiga en el proceso.

## B) MOLDEO EN PISO.

El proceso en esta área se hace en forma completamente manual llenando los moldes con pala con la arena que se trae del molino en carretillas. El apisonado de la arena se hace a mano o mediante pisonetas neumáticas. Para realizar esta operación de moldeo en piso se requiere de MANO DE OBRA ALTAMENTE ESPECIALIZADA, difícil de conseguir ya que la capacitación de un buen moldeador tarda de uno a dos años y en algunas ocasiones más, dependiendo de la complejidad de los moldes a producir.

Por medio de este sistema se fabrican piezas de regular tamaño, de gran complejidad y de alto volumen en ocasiones solo se hace una pieza de un determinado modelo. Esto hace necesario asegurar la calidad de la pieza, o dicho en otras palabras, garantizar por todos los medios posibles que se obtendrá una pieza libre de defectos que puedan ocasionar el rechazo y el consiguiente daño económico para la empresa. El moldeo en piso está dividido en dos áreas, más por un diseño inadecuado de la planta que por necesidades de cualquier otra índole. En el área de moldeo en piso anexa al área de fusión, se cuenta con dos plumas para ayudar en el manejo de los moldes. En el área de moldeo situada en la nave si

guiente, se cuenta con un polipasto eléctrico que viaja sobre un puente para auxiliar en el manejo de materiales (ver Lay-Out actual de Fundición).

C) **COLADO.**

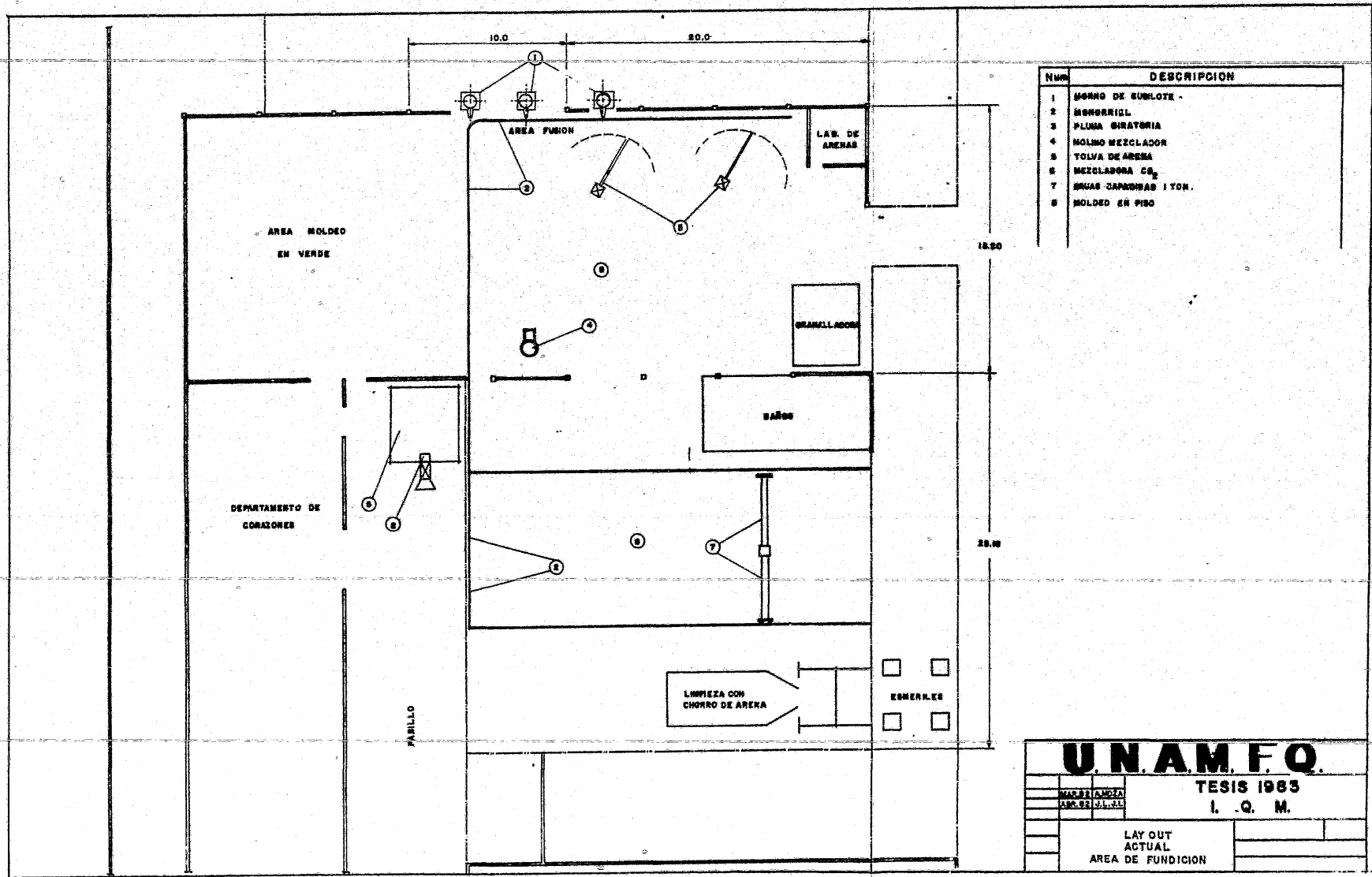
El colado de los moldes se ejecuta en forma manual cargando la olla hacia donde se encuentra el molde ayudándose con las plumas o con la grúa. Hay que hacer notar que la segunda nave de moldeo en piso se encuentra localizada lejos del área de colado, lo cual implica una gran pérdida de temperatura.

El colado de los moldes tiene que realizarse en el mismo día de su preparación para que estos no pierdan sus propiedades (moldes fabricados mediante el proceso CO<sub>2</sub> y moldeo en verde).

D) **DESMOLDEO.**

El desmoldeo se realiza a mano, desmoronando los moldes vaciados en el piso, sacando las piezas para llevarlas al área de limpieza y la arena que queda se amontona alrededor del molino e iniciar un nuevo ciclo al día siguiente.

En la segunda zona de moldeo de piso el proceso se realiza en la misma forma, pero con los agravantes de que la arena de desmoldeo tiene que regresarse con ca rretillas a la nave principal para ser recondicionada.



| NUM | DESCRIPCION                |
|-----|----------------------------|
| 1   | BOCAN DE SUBLOTE -         |
| 2   | BOCANILL                   |
| 3   | PLUMA GIRATORIA            |
| 4   | MOLINO MEZCLADOR           |
| 5   | TOLVA DE ARENA             |
| 6   | MEZCLADORA CO <sub>2</sub> |
| 7   | BRUAS JAPONESES 1TON.      |
| 8   | MOLDED EN PISO             |

**U.N.A.M.F.Q.**

TESIS 1983  
I. Q. M.

|   |         |  |        |  |                   |  |  |
|---|---------|--|--------|--|-------------------|--|--|
| MATERIA   |         |  |        |  |                   |  |  |
| FECHA   |         |  |        |  |                   |  |  |
| <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">LAY OUT</td> <td style="width: 50%;"></td> </tr> <tr> <td>ACTUAL</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AREA DE FUNDICION</td> <td></td> </tr> </table> | LAY OUT |  | ACTUAL |  | AREA DE FUNDICION |  |  |
| LAY OUT   |         |  |        |  |                   |  |  |
| ACTUAL  |         |  |        |  |                   |  |  |
| AREA DE FUNDICION   |         |  |        |  |                   |  |  |

El proceso se inicia con el mezclado de la arena con la resina y el catalizador en un mezclador continuo.

La arena se alimenta de dos tolvas conteniendo arena nueva en una y arena recuperada en otra. Los porcentajes de cada tipo de arena en la mezcla dependen de las mermas durante el proceso. La arena nueva sirve por consiguiente para reemplazar esas mermas.

Estos porcentajes de cada una de las arenas se determinarán prácticamente con objeto de que la formulación de la mezcla se mantenga siempre constante, evitando así variaciones que puedan conducir a una calidad irregular en los moldes.

El mezclador continuo está equipado con un sistema de bombeo que inyecta las cantidades previamente determinadas de resina y catalizador dentro de un sinfin en donde está pasando la arena.

Se efectúa la mezcla por la acción de las hojas del sinfin y se va trasladando hacia la abertura de descarga de la máquina en una forma continua.

Abajo de la descarga de la arena se coloca la placa modelo con una caja adecuada de tamaño del modelo y sobre una mesa de rodillos compactadora.

La mesa compactadora consiste en una unidad que tiene una base en donde se soportan motor y mecanismos para producir un movimiento de vibración a la estructura que soporta la placa modelo y la caja.

El propósito fundamental de la mesa compactadora es ayudar a que la arena que está cayendo de la descarga del mezclador continuo se acomode y compacte uniformemente sobre toda la superficie del

modelo y se llenan todos los huecos.

Una vez llena la caja de arena, se rasa a mano para dejar una superficie llana y lisa y se empuja a lo largo del transportador para iniciar el ciclo de fraguado. Durante el tránsito por los rodillos, los moldes pudieran pasar por una zona donde se encuentran unos focos infrarojos que proporcionan calor a los moldes con el objeto de acelerar el fraguado.

Después pasan los moldes a un equipo volteador de los moldes que los hacen girar 180°, de tal modo que la superficie llana de arena se coloca sobre una tarima de madera con objeto de que sirva de apoyo para transportarse en el carrusel de rodillos. El molde ya libre y con la cavidad hacia arriba queda listo para la colocación de corazones en las mitades inferiores.

El transportador de colocación de corazones lleva a los moldes inferiores y superiores a una estación equipada con un polipasto y cuya función es la de cerrar los moldes y pasarlos a la zona de almacenamiento previo al colado.

En esta estación se levanta el molde superior y se voltea 180°, se empuja el molde inferior debajo del superior y se cierran las dos mitades.

La siguiente operación consiste en levantar el molde completo y pasarlo a un carrito de transferencia que conectará con 7 líneas de almacenamiento de moldes para colado y enfriamiento.

Los moldes se van colocando de manera uniforme en cada una de las líneas de rodillos para ir aproximándoles hacia la zona de colado.

Las ollas de metal líquido provenientes de los hornos serán llevados por un monorriel hacia los moldes que se transportan en los caminos de rodillos para ser llenados.

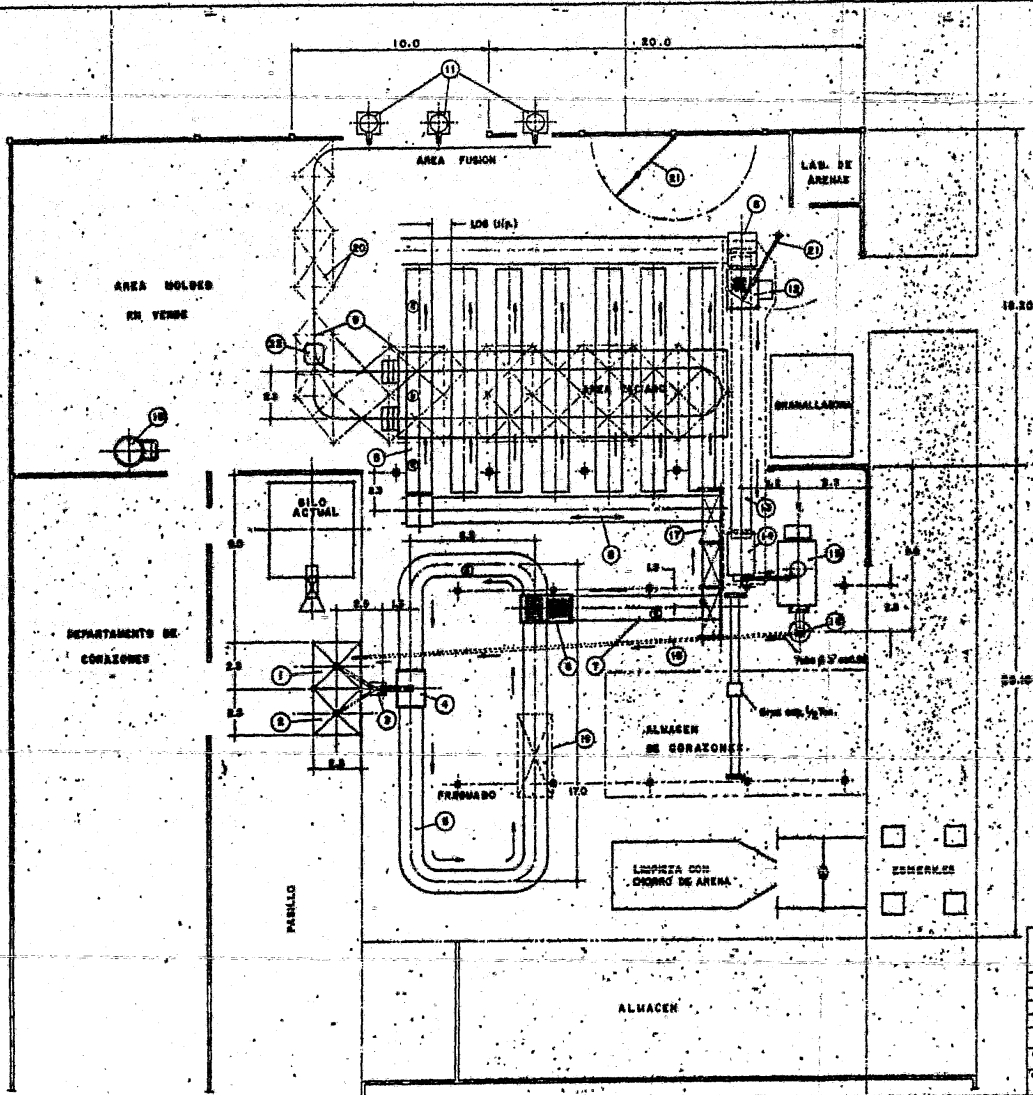
Hay que hacer notar que la distancia entre la zona de sangrado del horno y la zona de colado será mucho más corta que la actual, esto evitará pérdida de temperatura y nos ahorrará tiempo entre colado de cada molde.

Una vez hecha la operación de colado se pasan los moldes a una zona de enfriamiento de donde se les lleva hacia un desmoldeador vibratorio (Shakeout) que descarga la arena hacia una banda transportadora que conecta con el sistema de recuperación de arenas.

La arena que fué llevada al sistema de recuperación se descarga sobre un rompedor de terrones para permitir que ésta pase por las cribas y el sistema de limpieza para eliminar la capa de resina que cubre los granos. Después el material pasa a un sistema de clasificación para eliminar los finos.

De la descarga del recuperador se pasa la arena a un transportador neumático que la lleva a la tolva de arena recuperada para iniciar el ciclo nuevamente.





| Num. | DESCRIPCION                                |
|------|--|
| 1    | Silo arena recuperado.                     |
| 2    | Silo arena nuevo.                          |
| 3    | Máquina mezcladora.                        |
| 4    | Mesa vibrante.                             |
| 5    | Transportador de rodillos.                 |
| 6    | (Roll-over) Valfador. (opcional)           |
| 7    | Colección de correas y platina.            |
| 8    | Corra transfer.                            |
| 9    | Monoriel y platateras de volado.           |
| 10   | Molpe mezclador.                           |
| 11   | Marcas de cubilete.                        |
| 12   | Shala-sul (Desmoldador).                   |
| 13   | Tramp. de banda para arena recuperada.     |
| 14   | Desterrador.                               |
| 15   | Máquina recuperadora de arena.             |
| 16   | Silo de inyección neumática, p/arena ramp. |
| 17   | Pelipast para voltes de aceite.            |
| 18   | Ducto para arena recuperada                |
| 19   | Lámparas de luz infra-rojo                 |
| 20   | Estructura soporte monoriel de volado      |
| 21   | Placa giratoria eq. 1 ton.                 |
| 22   | Cambio de sentido de monoriel              |

Nota: 1) Las lavas de rodillo en area de volado son de 12" M. 2000 Tramo Yate, capacidad s/n, altura de frapado 3 m, diámetro de volado 4,5 m, altura de entriente 4,5 m.  
 2) Ver detalle en placa num. BPN-11 (1) placa num. BPN-12 (1) placa num. BPN-13 (1)

# UNAMFO

**TESIS 1983**  
**I. Q. M.**

|                |                        |
|----------------|------------------------|
| FECHA PRESENTE | NO. DE PAGOS           |
| ESTADO         | NO. DE PAGOS           |
| FORMA          | NO. DE PAGOS           |
| ESTADO         | NO. DE PAGOS           |
| FECHA          | PROYECTO (ETAPA FINAL) |
| FECHA          | PROYECTO DE EXPANSION  |
| FECHA          | AREA DE FUNDICION      |
| FECHA          | (NO-BAKE)              |

CAPITULO III

VOLUMEN DE PRODUCCION

La demanda de los productos que fabrica la empresa había crecido en forma notable hasta antes de la crisis económica sufrida por el país recientemente y que culminó con la devaluación de 1982; sin embargo, se estima una pronta recuperación industrial máxime que la empresa es fabricante de bienes de capital y en particular de equipos necesarios para el proceso de expansión de la actividad agrícola, ganadera, agroindustrial y de electrificación.

Ante estos hechos y tomando en cuenta las proyecciones del mercado de la empresa, así como las del gobierno federal, se estima que el crecimiento que puede alcanzar la demanda de los productos de la planta será de 10% anual.

TABLA III-1 PROYECCION DE LA DEMANDA HIERRO COLADO GRIS

| AÑO  | TOTAL<br>TONS. | PIEZA GRANDE<br>TONS. | PIEZA LIGERA<br>TONS. |
|------|----------------|-----------------------|-----------------------|
| 1983 | 2,500          | 2,095                 | 405                   |
| 1984 | 2,750          | 2,304                 | 446                   |
| 1985 | 3,025          | 2,535                 | 490                   |
| 1986 | 3,327          | 2,788                 | 539                   |
| 1987 | 3,660          | 3,067                 | 593                   |

Esta demanda de piezas moldeadas considera únicamente las proyecciones de consumo interno, sin embargo, hay que tomar en consideración el mercado de exportación de los Estados Unidos, al cual se estaba incursionando con bastante buen éxito con las palancas para báscula.

Este mercado se comenzó abandonar por falta de capacidad en la propia fundición para surtir los requerimientos internos.

Las piezas destinadas a la exportación representan un reducido porcentaje en la actualidad y es precisamente este momento el más apropiado para revivir las negociaciones para que cuando se complete la expansión y modernización de la fundición se pueda utilizar su capacidad instalada en un porcentaje mayor.

En las siguientes anexo, se presenta el estimado de piezas de hierro colado gris que requerirá la planta de maquinado y ensamble durante el año de 1983.

De este total que representan 2,500 toneladas de producto bue no embarcado, se separan en las tablas siguientes las piezas que son por su forma, peso y tamaño son adecuados para elabo rarse en el sistema de autofraguado y que suman aproximadamente 2,095 toneladas.

TABLA III-2

REQUERIMIENTO DE 1983

|                | TONS. | %      |
|----------------|-------|--------|
| TOTAL          | 2,500 | 100.00 |
| PIEZAS GRANDES | 2,095 | 84.00  |
| PIEZAS LIGERAS | 405   | 16.00  |

Las piezas ligeras se clasificaron en base a la posibilidad de moldearse en la línea de moldeo en verde equipada con prensas neumáticas manuales. Estas piezas, que generalmente son de alto volumen pero de poco peso, resultan más convenientes de seguirse fabricando en este sistema por ser más rentable, siempre y cuando se termine la mecanización que se tiene planeada.

A. RELACION DE PIEZAS PARA MOLDEARSE EN EL SISTEMA DE AUTOFRAGUADO

BOMBA CENTRIFUGA

1983

| DESCRIPCION              | TAMAÑO DE CAJA | PIEZAS POR UNIDAD | PESO UNITARIO (UNIDAD COMPLETA) | REQUERIMIENTOS ANUALES PIEZAS (UNIDADES COMPLETAS) | PESO KG.       |
|--------------------------|----------------|-------------------|---------------------------------|--|----------------|
| Impulsor 5532-5          | 20" x 20"      | 1                 | 16.2                            | 240  | 3,888          |
| Voluta 5532-5            | 25" x 25"      | 1                 | 55.3                            | 240  | 13,272         |
| Base 5532-5              | 34" x 19"      | 1                 | 48.5                            | 240  | 11,640         |
| Contra voluta 5532-5     | 20" x 20"      | 1                 | 24.2                            | 240  | 5,808          |
| Impulsor 5532-3          | 20" x 20"      | 1                 | 11.5                            | 240  | 2,760          |
| Voluta 5532-3            | 20" x 20"      | 1                 | 40.6                            | 240  | 9,744          |
| Base 5532-3              | 34" x 19"      | 1                 | 48.5                            | 240  | 11,640         |
| Contravoluta             | 20" x 20"      | 1                 | 24.2                            | 240  | 5,808          |
| Impulsor 5531-2          | 20" x 20"      | 1                 | 8.0                             | 240  | 1,920          |
| Voluta 5531-2            | 20" x 20"      | 1                 | 25.2                            | 240  | 6,048          |
| Base 5531-2              | 20" x 20"      | 1                 | 25.0                            | 240  | 6,000          |
| Contravoluta 5531-2      | 20" x 20"      | 1                 | 19.0                            | 240  | 4,560          |
| Voluta 5521 A-4          | 20" x 20"      | 1                 | 37.3                            | 180  | 6,714          |
| Base 5521 A-3            | 20" x 20"      | 1                 | 28.7                            | 180  | 5,166          |
| Base 5521 A-3            | 20" x 20"      | 1                 | 25.0                            | 180  | 4,500          |
| Voluta 5528-5            | 25" x 25"      | 1                 | 100.0                           | 60   | 6,000          |
| Plato Adaptador 5528-5   | 20" x 20"      | 1                 | 44.0                            | 60   | 2,640          |
| Soporta Adaptador 5528-5 | 20" x 20"      | 1                 | 55.0                            | 60   | 3,300          |
| Voluta 5528-4            | 25" x 25"      | 1                 | 65.4                            | 60   | 3,924          |
| Plato Adaptador 5528-4   | 25" x 25"      | 1                 | 44.0                            | 60   | 2,640          |
| Soporta Adaptador 5528-4 | No hay modelo  | 1                 | 55.0                            | 60   | 3,300          |
| Voluta 5528-3            | 20" x 20"      | 1                 | 55.6                            | 20   | 1,112          |
| Plato adaptador          | 20" x 20"      | 1                 | 38.0                            | 20   | 760            |
| Soporte                  | 25" x 25"      | 1                 | 46.0                            | 20   | 920            |
| <b>SUMA</b>              |                |                   |                                 | <b>3,840</b>                                       | <b>124,064</b> |

RELACION DE PIEZAS PARA MOLDEARSE EN EL SISTEMA AUTOFRAGUADO

BOMBA CAJA PARTIDA

1983

| DESCRIPCION               | TAMAÑO DE CAJA | PIEZAS POR UNIDAD | PESO UNITARIO (UNIDAD COMPLETA ) | REQUERIMIENTOS ANUALES PIEZAS (UNIDADES COMPLETAS) | PESO KG. |
|---------------------------|----------------|-------------------|----------------------------------|--|----------|
| Mitad Voluta Sup. 5824-6  | 25" x 25"      | 1                 | 107.0                            | 119  | 12,733   |
| Mitad Voluta Inf. 5814-6  | 25" x 25"      | 1                 | 305.0                            | 119  | 36,295   |
| Mitad Voluta Sup. 5814-5  | 30" x 30"      | 1                 | 97.0                             | 132  | 12,804   |
| Mitad Voluta Inf. 5824-5  | 30" x 34"      | 1                 | 233.0                            | 132  | 30,756   |
| Impulsor 5814-5           | 20" x 20"      | 1                 | 32.6                             | 132  | 4,303    |
| Mitad Voluta Sup. 5814-4  | 31" x 38"      | 1                 | 62.6                             | 154  | 9,640    |
| Mitad Voluta Inf. 5814-4  | 31" x 38"      | 1                 | 180.0                            | 154  | 27,728   |
| Impulsor 5814-4           | 25" x 25"      | 1                 | 30.2                             | 154  | 4,651    |
| Mitad Voluta Sup. 5874-2  | 57" x 31"      | 1                 | 12.7                             | 39   | 495      |
| Mitad Voluta Sup. 5874-2  | 57" x 31"      | 1                 | 45.0                             | 39   | 1,755    |
| Impelente 5874-2          | 28" x 13"      | 1                 | 7.8                              | 39   | 304      |
| Mitad Voluta Sup. 5823-5  | 30" x 30"      | 1                 | 60.0                             | 132  | 7,920    |
| Mitad Voluta Inf. 5823-5  | 34" x 30"      | 1                 | 177.0                            | 132  | 23,364   |
| Impelente 5823-5          | 25" x 25"      | 1                 | 27.0                             | 132  | 3,564    |
| Mitad Voluta Sup. 5823-4  | 35" x 18"      | 1                 | 48.7                             | 134  | 6,526    |
| Mitad Voluta Inf. 5823-4  | 30" x 30"      | 1                 | 161.0                            | 134  | 21,574   |
| Impelente 5823-4          | 25" x 25"      | 1                 | 250.0                            | 134  | 33,500   |
| Mitad Voluta Sup. 5823A-3 | 20" x 20"      | 1                 | 38.0                             | 170  | 6,460    |
| Mitad Voluta Sup. 5823A-3 | 30" x 30"      | 1                 | 114.0                            | 170  | 19,380   |
| Impelente 5823A-3         | 20" x 20"      | 1                 | 18.0                             | 170  | 3,060    |
| Mitad Voluta Sup. 5823A-2 | 20" x 20"      | 1                 | 38.0                             | 67   | 2,546    |
| Mitad Voluta Inf. 5823A-2 | 20" x 20"      | 1                 | 91.5                             | 67   | 6,131    |
| Bombas adicionales        |                |                   | 63.7                             | 550  | 350,000  |
| SUMA:                     |                |                   |                                  | 3,205  | 625,489  |

RELACION DE PIEZAS PARA MOLDEARSE EN EL SISTEMA AUTOFRAGUADO

MOTOR ELECTRICO H.

1983

| DESCRIPCION      | TAMAÑO DE CAJA | PIEZAS POR UNIDAD | PESO UNITARIO (UNIDAD COMPLETA ) | REQUERIMIENTOS ANUALES (UNIDADES COMPLETAS) | PESO KG. |
|------------------|----------------|-------------------|----------------------------------|---|----------|
| Coraza 405T      | 40" x 35"      | 1                 | 215.6                            | 30  | 6,468    |
| Coraza 445       | 30" x 30"      | 1                 | 35.0                             | 11  | 385      |
| Tapa Lateral 445 | 20" x 20"      | 2                 | 35.0                             | 11  | 385      |
| Coraza 444       | 30" x 30"      | 1                 | 123.0                            | 36  | 4,428    |
| Tapa Lateral 444 | 20" x 20"      | 2                 | 35.0                             | 36  | 1,260    |
| Coraza 405       | 30" x 30"      | 1                 | 91.3                             | 24  | 2,191    |
| Tapa Lateral 405 | 20" x 20"      | 2                 | 25.0                             | 24  | 600      |
| Coraza 404       | 20" x 20"      | 1                 | 90.0                             | 35  | 3,150    |
| Tapa Lateral 404 | 20" x 20"      | 2                 | 25.0                             | 35  | 875      |
| Coraza 365       | 25" x 25"      | 1                 | 63.0                             | 90  | 5,670    |
| Tapa Lateral 365 | 20" x 20"      | 2                 | 21.0                             | 90  | 1,860    |
| Coraza 364       | 25" x 25"      | 1                 | 56.0                             | 49  | 2,744    |
| Tapa Lateral 365 | 20" x 20"      | 2                 | 21.0                             | 49  | 1,029    |
| Coraza 326       | 25" x 25"      | 1                 | 44.8                             | 44  | 1,971    |
| Tapa Lateral 326 | 20" x 20"      | 2                 | 18.5                             | 44  | 814      |
| Coraza 324       | 25" x 25"      | 1                 | 39.4                             | 74  | 1,916    |
| Tapa Lateral 324 | 20" x 20"      | 2                 | 18.5                             | 74  | 1,369    |
| Coraza 286       | 20" x 20"      | 1                 | 33.4                             | 63  | 2,104    |
| Tapa Lateral 286 | 20" x 20"      | 2                 | 15.5                             | 63  | 977      |
| Coraza 284       | 20" x 20"      | 1                 | 29.2                             | 48  | 1,402    |
| Tapa Lateral 286 | 20" x 20"      | 2                 | 15.5                             | 48  | 744      |
| Coraza 256       | 20" x 20"      | 1                 | 26.4                             | 201   | 5,306    |
| Tapa Lateral 256 | 20" x 20"      | 2                 | 12.0                             | 201   | 2,412    |
| Coraza 254       | 20" x 20"      | 1                 | 21.0                             | 591   | 12,411   |
| Tapa Lateral 254 | 20" x 20"      | 2                 | 12.0                             | 591   | 7,092    |
| SUMA:            |                |                   |                                  | 2,562                                       | 69,563   |



RELACION DE PIEZAS PARA MOLDEARSE EN EL SISTEMA AUTOFRAGUADO

MOTOR ELECTRICO V.

1983

| DESCRIPCION              | TAMAÑO DE CAJA | PIEZAS POR UNIDAD | PESO UNITARIO (UNIDAD COMPLETA) | REQUERIMIENTOS ANUALES PIEZAS (UNIDADES COMPLETAS) | PESO KG |
|--------------------------|----------------|-------------------|---------------------------------|--|---------|
| Base 2485                | 35" x 35"      | 1                 | 67.6                            | 40   | 2,704   |
| Coraza 2485              | 35" x 35"      | 1                 | 276.0                           | 40   | 11,040  |
| Soporte de Balero 2485   | 35" x 35"      | 1                 | 243.0                           | 40   | 9,720   |
| Disco Superior 2485      | 20" x 20"      | 1                 | 21.7                            | 40   | 868     |
| Soporte Inf. Balero 2485 | 20" x 20"      | 1                 | 77.4                            | 40   | 3,096   |
| Tapa de Base 445         | 25" x 25"      | 1                 | 67.6                            | 47   | 3,177   |
| Coraza 445               | 30" x 30"      | 1                 | 136.4                           | 47   | 6,411   |
| Tapa Superior 445        | 20" x 20"      | 1                 | 107.0                           | 47   | 5,029   |
| Tapa de Base 405         | 30" x 30"      | 1                 | 47.5                            | 59   | 2,803   |
| Coraza 405               | 25" x 25"      | 1                 | 105.6                           | 59   | 6,230   |
| Tapa Superior            | 25" x 25"      | 1                 | 96.0                            | 59   | 5,664   |
| Coraza 365               | 25" x 25"      | 1                 | 64.7                            | 139  | 8,993   |
| Tapa Inferior 365        | 25" x 25"      | 1                 | 38.5                            | 139  | 5,352   |
| Tapa Superior 365        | 20" x 20"      | 1                 | 46.0                            | 139  | 6,394   |
| Cubierta Superior 365    | 20" x 20"      | 1                 | 47.5                            | 139  | 6,603   |
| Coraza 326               | 20" x 20"      | 1                 | 51.2                            | 118  | 6,042   |
| Tapa Inferior 326        | 20" x 20"      | 1                 | 36.5                            | 118  | 4,307   |
| Tapa Superior 326        | 20" x 20"      | 1                 | 42.0                            | 118  | 4,956   |
| Cubierta Superior 326    | 25" x 25"      | 1                 | 47.5                            | 118  | 5,605   |
| Coraza 286               | 20" x 20"      | 1                 | 29.7                            | 111  | 3,297   |
| Tapa Inferior 286        | 20" x 20"      | 1                 | 19.3                            | 111  | 2,142   |
| Tapa Superior 286        | 20" x 20"      | 1                 | 32.0                            | 111  | 3,552   |
| Cubierta Superior 286    | 20" x 20"      | 1                 | 34.0                            | 111  | 3,774   |
| Tapa Superior 256        | 20" x 20"      | 1                 | 16.3                            | 792  | 12,910  |
| Cubierta Superior 256    | 20" x 20"      | 1                 | 34.0                            | 792  | 26,928  |
| Cubierta Superior 215    | 20" x 20"      | 1                 | 34.0                            | 1,228  | 41,752  |
| SUMA:                    |                |                   |                                 | 4,802  | 198,949 |

RELACION DE PIEZAS PARA MOLDEARSE EN EL SISTEMA AUTOFRAGUADO

MOTOR "Z"

1983

| DESCRIPCION             | TAMAÑO DE CAJA | PIEZAS POR UNIDAD | PESO UNITARIO (UNIDAD COMPLETA) | REQUERIMIENTOS ANUALES PIEZAS (UNIDADES COMPLETAS). | PESO KG. |
|-------------------------|----------------|-------------------|---------------------------------|---|----------|
| Base y Cil. 36 HP.      | 42" x 35"      | 1                 | 148.0                           | 4   | 592      |
| Cubierta de base 36 HP. | 30" x 30"      | 1                 | 40.3                            | 4   | 161      |
| Tolva 36 HP.            | 35" x 31"      | 1                 | 57.0                            | 4   | 228      |
| Cabeza de Cil. 36 HP.   | 25" x 25"      | 1                 | 56.0                            | 4   | 224      |
| Volante 36 HP.          | 64" x 53"      | 2                 | 560.0                           | 4   | 2,240    |
| Base 36 HP.             | 35" x 31"      | 1                 | 308.0                           | 4   | 1,232    |
| Base y Cil. 24 HP.      | 40" x 32"      | 1                 | 122.0                           | 55  | 6,710    |
| Cubierta de base 24 HP. | 25" x 25"      | 1                 | 22.0                            | 55  | 1,210    |
| Tolva 24 HP.            | 40" x 31"      | 1                 | 41.0                            | 55  | 2,255    |
| Cabeza de Cil.          | 20" x 20"      | 1                 | 35                              | 55  | 1,925    |
| Volante                 | 64" x 52"      | 2                 | 387.0                           | 55  | 21,285   |
| Base                    | 40" x 32"      | 1                 | 148.0                           | 55  | 8,140    |
| Base y Cil. 18 HP.      | 40" x 32"      | 1                 | 113.9                           | 65  | 7,404    |
| Cubierta de base 18 HP. | 25" x 25"      | 1                 | 21.0                            | 65  | 1,365    |
| Tolva 18 HP.            | 40" x 31"      | 1                 | 41.0                            | 65  | 2,665    |
| Cabeza de Cil. 18 HP.   | 20" x 20"      | 1                 | 5.0                             | 65  | 325      |
| Volante 18 HP.          | 64" x 52"      | 2                 | 387.0                           | 65  | 25,155   |
| Base 18 HP.             | 41" x 36"      | 1                 | 142.0                           | 65  | 9,230    |
| Base y Cil. 12 HP.      | 42" x 36"      | 1                 | 103.0                           | 650   | 66,950   |
| Cubierta de base 12 HP. | 40" x 31"      | 1                 | 12.0                            | 650   | 7,995    |
| Tolva 12 HP.            | 40" x 31"      | 1                 | 47.0                            | 650   | 30,550   |
| Cabeza de Cil. 12 HP.   | 20" x 20"      | 1                 | 14.2                            | 650   | 9,230    |
| Volante 12 HP.          | 25" x 25"      | 2                 | 80.0                            | 650   | 52,000   |
| Sub-base 12 HP.         | 41" x 20"      | 1                 | 28.0                            | 650   | 18,200   |
| Base y Cil. 9 HP.       | 38" x 26"      | 1                 | 67.0                            | 185   | 12,395   |
| Cubierta de base 9 HP.  | 20" x 20"      | 1                 | 9.0                             | 185   | 1,665    |
| Volante 9 HP.           | 25" x 25"      | 2                 | 39.0                            | 185   | 7,215    |
| SUMA:                   |                |                   |                                 | 5,199   | 298,546  |

RELACION DE PIEZAS PARA MOLDEARSE EN SISTEMA AUTOFRAGUADO

GENERADOR

1983

| DESCRIPCION               | TAMAÑO DE CAJA | PIEZAS POR UNIDAD | PESO UNITARIO (UNIDAD COMPLETA) | REQUERIMIENTOS ANUALES PIEZAS (UNIDADES COMPS.) | PESO KG. |
|---------------------------|----------------|-------------------|---------------------------------|---|----------|
| Tapa Lateral 254          | 18" x 18"      | 2                 | 10.5                            | 6   | 63       |
| Coraza 254                | 20" x 20"      | 1                 | 21.0                            | 6   | 126      |
| Soporte Excitatriz 254    | 30" x 20"      | 1                 | 5.0                             | 6   | 30       |
| Tapa Lateral 445 US       | 16" x 16"      | 2                 | 35.0                            | 44  | 1,540    |
| Coraza 445 US             | 30" x 30"      | 1                 | 135.0                           | 44  | 5,940    |
| Soporte Excitatriz 445 US | 25" x 25"      | 1                 | 45.0                            | 44  | 1,980    |
| Coraza 444 US             | 30" x 30"      | 1                 | 123.0                           | 103   | 12,669   |
| Soporte Excitatriz 444 US | 25" x 25"      | 1                 | 45.0                            | 103   | 4,635    |
| Coraza 405 US             | 20" x 20"      | 1                 | 91.3                            | 105   | 9,587    |
| Soporte Excitatriz 405 US | 20" x 20"      | 1                 | 18.0                            | 105   | 1,890    |
| Tapa Lateral 365          | 20" x 20"      | 2                 | 21.0                            | 165   | 3,465    |
| Soporte Excitatriz 365    | 20" x 20"      | 1                 | 17.0                            | 165   | 2,805    |
| Coraza 365                | 20" x 20"      | 1                 | 63.0                            | 165   | 10,395   |
| Tapa Lateral 326          | 20" x 20"      | 2                 | 18.0                            | 55  | 990      |
| Coraza 326                | 20" x 20"      | 1                 | 44.8                            | 55  | 2,464    |
| Soporte Excitatriz 326    | 20" x 20"      | 1                 | 17.0                            | 55  | 935      |
| Tapa Lateral 324          | 20" x 20"      | 2                 | 18.0                            | 60  | 1,080    |
| Soporte Excitatriz 324    | 20" x 20"      | 1                 | 17.0                            | 60  | 1,020    |
| Coraza 286 US             | 20" x 20"      | 1                 | 33.4                            | 171   | 5,711    |
| Soporte Excitatriz        | 20" x 20"      | 1                 | 8.5                             | 171   | 1,454    |
| Coraza 284 US             | 20" x 20"      | 1                 | 19.0                            | 131   | 3,799    |
| Soporte Excitatriz 284 US | 20" x 20"      | 1                 | 8.5                             | 131   | 1,114    |
| Tapa Lateral 256          | 25" x 25"      | 1                 | 10.5                            | 161   | 1,691    |
| Coraza 256                | 20" x 20"      | 1                 | 26.4                            | 161   | 4,250    |
| Soporte Excitatriz        | 20" x 20"      | 1                 | 5.0                             | 161   | 805      |
| SUMA                      |                |                   |                                 | 2,433   | 80,438   |

RELACION DE PIEZAS PARA MOLDEARSE EN EL SISTEMA AUTOFRAGUADO

B A S C U L A

1983

| DESCRIPCION            | TAMAÑO DE CAJA | PIEZAS POR UNIDAD | PESO UNITARIO (UNIDAD COMPLETA) | REQUERIMIENTOS ANUALES PIEZAS (UNIDADES COMPS) | PESO KG. |
|------------------------|----------------|-------------------|---------------------------------|--|----------|
| Base 1168              | 54" x 33"      | 1                 | 48.0                            | 717  | 34,416   |
| Ruedas 1168            | 22" x 13"      | 4                 | 3.3                             | 717  | 2,366    |
| Plataforma 1168        | 38" x 31"      | 1                 | 37.0                            | 717  | 26,529   |
| Palanca Larga 1168     | 50" x 26"      | 1                 | 21.0                            | 717  | 15,057   |
| Palanca Corta 1168     | 20" x 20"      | 1                 | 10.0                            | 717  | 7,170    |
| Cabeza 1168            | 29" x 16"      | 1                 | 8.0                             | 717  | 5,736    |
| Base 1174              | 42" x 22"      | 1                 | 23.5                            | 565  | 13,278   |
| Plataforma 1174        | 38" x 31"      | 1                 | 15.6                            | 565  | 8,814    |
| Palanca Larga 1174     | 36" x 22"      | 1                 | 7.8                             | 565  | 4,407    |
| Palanca Corta 1174     | 20" x 20"      | 1                 | 4.0                             | 565  | 2,260    |
| Cabeza                 | 29" x 16"      | 1                 | 7.5                             | 565  | 4,238    |
| Palanca Principal 50T  | 61" x 12"      | 8                 | 59.4                            | 50   | 2,970    |
| Palanca de Ext. 50T    | 9.5" x 26"     | 2                 | 129.5                           | 50   | 6,475    |
| Palanca Central 50T    | 165 3/8" x 26" | 2                 | 195.6                           | 50   | 9,780    |
| Palanca Transv. 50T    | 144" x 13"     | 1                 | 99.0                            | 50   | 4,950    |
| Palanca Principal 20T  | 52" x 20"      | 4                 | 59.4                            | 50   | 2,970    |
| Palanca de Ext. 20T    | 152 1/2" x 14" | 2                 | 126.3                           | 50   | 6,315    |
| Palanca Transv. 20T    | 157 1/2" x 14" | 1                 | 115.0                           | 50   | 5,750    |
| Palanca Larga 5T       | 22" x 20"      | 2                 | 70.6                            | 50   | 3,530    |
| Palanca Corta 5T       | 22" x 20"      | 2                 | 23.0                            | 50   | 1,150    |
| Palanca Princ. Der. 3T | 78" x 10"      | 1                 | 55.0                            | 50   | 2,750    |
| Palanca Princ. Izq. 3T | 78" x 10"      | 1                 | 53.4                            | 50   | 2,670    |
| Palanca de Ext. 3T     | 78" x 10"      | 1                 | 35.0                            | 50   | 1,750    |

SUMA

7,727

175,331

RELACION DE PIEZAS PARA MOLDEARSE EN EL SISTEMA AUTOFRAGUADO

BOMBAS DE POZO PROFUNDO

1983

|                           | TAMAÑO DE CAJA | PIEZAS POR UNIDAD | PESO UNITARIO (UNIDAD COMPLETA) | REQUERIMIENTOS ANUALES PIEZAS (UNIDADES COMPLETAS) | PESO KG.       |
|---------------------------|----------------|-------------------|---------------------------------|--|----------------|
| Tazón de succión 12 MCA.  | 34" x 28"      | 1                 | 51.0                            | 90   | 4,590          |
| Tazón intermedio 12MCA.   | 20" x 20"      | 1                 | 51.9                            | 90   | 3,771          |
| Tazón de descarga 12 MCA. | 34" x 18"      | 1                 | 64.2                            | 90   | 5,773          |
| Cabezal 12 MCA            | 40" x 33"      | 1                 | 275.0                           | 90   | 24,750         |
| Base de cabezal 12 MCA.   | 30" x 30"      | 1                 | 47.0                            | 90   | 4,230          |
| Brida de columna 12 MCA.  | 20" x 20"      | 1                 | 38.2                            | 90   | 3,438          |
| Brida de Descarga 12 MCA. | 20" x 20"      | 1                 | 29.0                            | 90   | 2,610          |
| Tazón de succión 10 MCA   | 23" x 14"      | 1                 | 36.0                            | 90   | 3,240          |
| Tazón Intermedio 10 MCA   | 20" x 20"      | 1                 | 23.0                            | 90   | 2,070          |
| Tazón de descarga 10 MCA  | 23" x 14"      | 1                 | 46.2                            | 90   | 4,158          |
| Cabezal 20 MCA            | 30" x 30"      | 1                 | 160.0                           | 90   | 14,400         |
| Base de cabezal 10 MCA.   | 25" x 25"      | 1                 | 32.5                            | 90   | 2,925          |
| Brida de columna 120 MCA  | 20" x 20"      | 1                 | 26.0                            | 90   | 2,340          |
| Brida de descarga 10 MCA  | 20" x 20"      | 1                 | 28.4                            | 90   | 2,556          |
| Tazón de succión 8 LCA    | 23" x 14"      | 1                 | 20.2                            | 90   | 4,818          |
| Tazón de descarga 8 LCA   | 23" x 14"      | 1                 | 23.0                            | 90   | 2,070          |
| Cabezal 8 LCA             | 25" x 25"      | 1                 | 73.0                            | 90   | 7,090          |
| Base de cabezal 8 LCA     | 30" x 20"      | 1                 | 21.0                            | 90   | 1,890          |
| Brida de columna 8 LCA    | 20" x 20"      | 1                 | 11.3                            | 90   | 1,017          |
| Brida de descarga 8 LCA   | 20" x 20"      | 1                 | 13.2                            | 90   | 1,188          |
| Buje reductor 6 LCA       | 90" x 20"      | 1                 | 5.8                             | 90   | 522            |
| Cabezal                   | 25" x 25"      | 1                 | 78.0                            | 90   | 7,020          |
| Base de Cabezal           | 20" x 20"      | 1                 | 78.0                            | 90   | 1,890          |
| Juegos adicionales        |                |                   |                                 |  | 414,000        |
| <b>SUMA:</b>              |                |                   |                                 | <b>2,070</b>                                       | <b>519,291</b> |

RELACION DE PIEZAS PARA MOLDEARSE EN EL SISTEMA DE AUTOFRAGUADO  
BOMBAS AUTOCEBANTE  
1983

| DESCRIPCION            | TAMAÑO DE CAJA | PIEZAS POR UNIDAD | PESO UNITARIO (UNIDAD COMPLETA) | REQUERIMIENTOS ANUALES PIEZAS (UNIDADES COMPLETAS) | PESO KG. |
|------------------------|----------------|-------------------|---------------------------------|--|----------|
| Voluta 3 TL            | 20" x 20"      | 1                 | 23.9                            | 65   | 1,554    |
| Conexión de Succ. 3 TL | 20" x 20"      | 1                 | 2.2                             | 65   | 143      |
| Soporte 3 TL           | 20" x 20"      | 1                 | 32.1                            | 65   | 2,087    |
| 45<br>SUMA:            |                |                   |                                 | 195  | 3,784    |

B. RESUMEN DE RELACION DE PIEZAS PARA MOLDEARSE EN EL SISTEMA AUTO

FRAGUADO 1983

TABLA III - 3

REQUERIMIENTOS ANUALES

TOTAL PIEZAS

PESO TOTAL (TON.)

32,033

2,095.455\*

CAPITULO IV

INGENERIA BASICA



Con objeto de determinar los parámetros de cálculo y los límites dentro de los cuales se tendrá que diseñar la fundición para que cumpla con los requerimientos de producción que se estiman para los próximos cinco años, es necesario calcular las necesidades de capacidad instalada en cada una de las áreas productivas de la empresa, con objeto de definir las acciones a tomar, algunas de las cuales serán inmediatas y otras programadas a un mayor plazo.

Todos los cálculos sobre capacidad estarán basados en 240 días laborables por año.

Los turnos trabajados serán dos por día con un total de 15,5 horas efectivas.

Para conocer la capacidad de fusión necesaria para el período 1983-1987, habrá que aplicar en principio los rechazos que por proceso de maquinado se encuentra normalmente (3%), también se incluyen los rechazos que por concepto de defectos de fundición se tiene (10%), así como se agregan el peso de las coladas y los alimentadores para poder vaciar las piezas (30%), con lo que se obtiene el total de hierro líquido necesario.

El total por año se desglosa por día, considerando 240 días laborables por año. Este dato será utilizado más adelante para calcular el régimen de fusión recomendado para el Horno de cubilote.

TABLA IV-1 REQUERIMIENTOS DE METAL (HIERRO GRIS) 1983-1987  
TONELADAS.

|   | 1983  | 1984  | 1985  | 1986  | 1987  |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Piezas netas total                                  | 2,500 | 2,750 | 3,025 | 3,327 | 3,660 |
| Rechazo maquinado 3%                                | 75    | 82    | 90    | 99    | 109   |
| SUMA  | 2,575 | 2,832 | 3,115 | 3,426 | 3,769 |
| Rechazo fundición 10%                               | 250   | 275   | 302   | 332   | 366   |
| SUMA  | 2,825 | 3,107 | 3,417 | 3,758 | 4,135 |
| Coladas y alimentadores 30%                         | 848   | 932   | 1,025 | 1,128 | 1,240 |
| TOTAL   | 3,673 | 4,039 | 4,442 | 4,886 | 5,375 |
| REQUERIMIENTO POR DIA (TONS)<br>(240 DIAS POR AÑO). | 15.3  | 16.8  | 18.5  | 20.3  | 22.3  |

## 2. ESTIMACION DE LA CAPACIDAD DE MOLDEO REQUERIDO.

### a) MOLDEO EN VERDE

Se cuenta actualmente con un sistema adecuado para el moldeo de pieza ligera cuyo peso neto de pieza fluctua entre 6 y 8 kg, ya sea con una sola o con varias impresiones en el mismo modelo. Del capítulo III en la tabla III-1 se tiene que el tonelaje a producir será de 593 para el año de 1987. Tomando un peso promedio por molde de 6 kg para ser conservadores se requiere.

$$\frac{593,00 \text{ kg/año}}{6 \text{ kg/molde}} = 98,833 \text{ moldes/año.}$$

Requerimiento por día, (año de 240 días).

$$\frac{98,833 \text{ moldes/año}}{240 \text{ días/año}} = 412 \text{ moldes/día.}$$

Requerimiento por hora (15.5 horas efectivas).

$$\frac{412 \text{ moldes/día}}{15,5 \text{ hrs/día}} = 27 \text{ moldes/hora}$$

Considerando rechazo en maquinado y fundición:

Rechazo de maquinado 3% :  $27/0.97 = 29$  moldes/hora

Rechazo de fundición 10% :  $29/0.90 = 32$  moldes/hora

### b) MOLDEO AUTOFRAGUANTE.

Las piezas previstas para moldearse en este sistema son

las piezas medianas y grandes, que para 1983 totalizan 32,033 (ver tabla III-3 capítulo III) piezas y que proyectado a 1987 con un crecimiento del 10% anual nos daría un total de 51,589 piezas.

Aunque existen algunas placas con más de una impresión para fines de proyecto, se considerará una sola impresión por placa, lo que da un requerimiento de 51,589 moldes por año.

Requerimiento por día:

$$\frac{51,589 \text{ moldes / año}}{240 \text{ días / año}} = 215 \text{ moldes / día}$$

Requerimiento por hora: (15.5 horas efectivas),

$$\frac{215 \text{ moldes / día}}{15.5 \text{ hora / día}} = 14 \text{ moldes / hora.}$$

(Considerando rechazo en maquinado y fundición del 10%, se estima que el rechazo utilizando éste nuevo proceso disminuirá en un 3%).

$$\frac{14 \text{ moldes/horas}}{0.90} = 16 \text{ moldes / hora}$$

### 3. ESTIMACION DE LA CAPACIDAD DE CORAZONES REQUERIDA.

La preparación de corazones en la empresa depende de su totalidad de la mano de obra empleada.

Los corazones se fabrican mediante el proceso  $CO_2$  y en forma completamente manual. Obviamente que al aumentar los requerimientos se tendrá que aumentar el personal que labora en esta área. En el siguiente capítulo se propondrán recomendaciones en este aspecto.

#### 4. ESTIMACION DE LA CAPACIDAD DE PREPARACION DE ARENA POR MOLDES REQUERIDOS

##### a) ARENA VERDE (PIEZAS LIGERAS)

El tamaño promedio de las placas que se utilizan en el área de moldeo en verde es de 13" x 18" x 8" Esto en términos del sistema métrico representa en:

$$0.3302 \times 0.4572 \times 0.2032 = 0.0307 \text{ m}^3$$

El peso volumétrico de la arena de moldeo es de 1.5 g/cm<sup>3</sup>, por lo que el peso en kg del adobe será de 46 kg. En este sistema de moldeo se tiene un desperdicio de 10% aproximadamente, por lo que las necesidades de arena por molde serán de 51 kg, en promedio.

Considerando los requerimientos para 1987 de 32 moldes por hora, las necesidades de arena serán de:

$$51 \times 32 = 1,632 \text{ kg/hora.}$$

##### b) MOLDEO EN AUTOFRAGUADO.

El sistema de autofraguado requiere de moldes más

ligeros para tamaño de pieza dado, en comparación con los que se utilizan en moldeo en verde.

En promedio general de utilización de arena en fundiciones similares es de 3.5 kg por cada kg de metal vaciado incluyendo coladas y alimentadores.

Si se toma el peso vaciado para el año de 1987 calculado anteriormente en este capítulo (tabla IV-1) y se multiplica por los requerimientos de arena, se tiene:

$$5,375,000 \text{ kg} \times 3.5 = 18,812,000 \text{ kg/año}$$

Requerimiento por día: (año de 240 días).

$$\frac{18,812,000 \text{ kg/año}}{240 \text{ días / año}} = 78,000 \text{ kg/día}$$

Requerimiento por hora: (15.5 horas efectivas)

$$\frac{78,000 \text{ kg/día}}{15.5 \text{ horas/día}} = 5,000 \text{ kg/hora}$$

## 5. ESTIMACION DE LA CAPACIDAD DE PREPARACION DE ARENA PARA CORAZONES REQUERIDA

El consumo actual de arena para las 2,500 toneladas de producción neta es de 1000 kg/hora aproximadamente, - por lo que para 1987, los requerimientos deberán ser - del orden de 1500 kg/hora.

Estos datos son estimados en base a los consumos actua

les y podrían variar si se cambia la mezcla de productos, sin embargo, estas variaciones no serían significativas.

6. ESTIMACION DE LA CAPACIDAD DE ACABADO Y LIMPIEZA REQUERIDA.

La capacidad está en función de las toneladas producidas para cumplir con los requerimientos netos de maquinado.

Tomando los datos de la tabla IV-1 de éste capítulo, se tiene:

TABLA IV-2

| AÑO  | TONELADAS/AÑO | TONELADAS/DIA | TON/HORA |
|------|---------------|---------------|----------|
| 1983 | 2,825         | 11.7          | 0.76     |
| 1984 | 3,107         | 12.9          | 0.83     |
| 1985 | 3,417         | 14.2          | 0.91     |
| 1986 | 3,758         | 15.6          | 1.0      |
| 1987 | 4,135         | 17.2          | 1.1      |

Los tonelajes de la tabla anterior, no necesariamente tienen que limpiarse en su totalidad ya que algunas piezas defectuosas son detectadas antes de la limpieza.

Sin embargo, es recomendable limpiar también las piezas defectuosas para lograr una mejor identificación

de los defectos para ayudar a la reducción del  
rechazo.



**CAPITULO V**

**INGENIERIA CONCEPTUAL**

Con los datos obtenidos en el capítulo anterior, se determinará en éste cuales son los equipos más adecuados para los volúmenes de producción proyectados, en lo que se refiere a los nuevos equipos del proyecto de modernización del área de moldeo en piso.

En cuanto a los otros departamentos de la fundición se darán recomendaciones concretas para planear un crecimiento balanceado de todas las áreas y prevenir posibles "cuellos de botella".

1. SELECCION DEL EQUIPO PARA EL DEPARTAMENTO DE FUSION.

Este Departamento cuenta en la actualidad con tres -- hornos de cubilote que se encuentran en condiciones - de operación. Las capacidades nominales de cada uno se muestran a continuación.

| HORNO | CAP. TON/HORA |
|-------|---------------|
| 1     | 2             |
| 2     | 1.5           |
| 3     | 1.5           |

Los requerimientos diarios tomados de la tabla IV-1, del capítulo anterior son como sigue:

| AÑO  | TON/DIA | HORAS DE OPERACION<br>A UN REGIMEN DE 2<br>TON/H. | HORAS DE OPERACION<br>A UN REGI<br>MEN DE 1.5 TON/<br>H. |
|------|---------|---|--|
| 1983 | 15.3    | 7.65  | 10.2   |
| 1984 | 16.8    | 8.4   | 11.2   |
| 1985 | 18.5    | 9.15  | 12.3   |
| 1986 | 20.3    | 10.15   | 13.5   |
| 1987 | 22.3    | 11.15   | 14.8   |

De la tabla anterior se deduce que para cumplir con - las necesidades de metal para el año de 1985, habrá - que operar dos de los tres hornos al mismo tiempo ha - ciendo un traslape de algunas horas previamente pro - gramadas y con esto cubrir satisfactoriamente las ne - cesidades del día.

Los hornos en la actualidad solo pueden operar aproxi - madamente durante 8 horas en forma continúa, para au - mentar su capacidad de fusión en número de horas con -

~~tínuas sería preciso que el horno tuviera una pared de refractario de mayor espesor, lo cual no es posible por las dimensiones de la coraza.~~

## 2. SELECCION DEL EQUIPO PARA EL DEPARTAMENTO DE MOLDEO.

### A) MOLDEO EN VERDE.

En esta zona se cuenta con una serie de 8 prensas moldeadoras manuales que preparan los adobes de piezas chicas. Los requerimientos de adobes para 1987 serán de 32 por hora, lo que significa que cada prensa tendría que moldear 4 adobes por hora aproximadamente en el caso de trabajar dos turnos, o 8 adobes por hora en caso de trabajar un solo turno.

Actualmente se trabaja un turno con una producción por prensa de 4 - 5 adobes por hora lo ~~que obviamente no sería suficiente para los próximos años. Por lo tanto para satisfacer las necesidades tendrá que trabajarse dos turnos.~~

Se tiene programado que para el termino del año de 1982 se concluirá la mecanización del ~~área mediante la instalación de bandas transportadoras para llevar la arena preparada a las tolvas que ya se construyeron sobre cada prensa moldeadora.~~

Mediante estos equipos se reducirá la fatiga del operario por palear la arena del piso a la

adobera lo que además de reducir su eficiencia por fatiga, aumentará la cantidad de moldes producidos por hora.

La producción por máquina que se logrará mediante esta mecanización será aproximadamente de 9 moldes/hora, que satisficará las necesidades de 1987.

#### B) MOLDEO EN SISTEMA AUTOFRAGUANTE.

En el capítulo anterior se obtuvo la cifra de 16 moldes/hora en 1987. Es importante hacer notar que debido a que se dividió el número de moldes por año entre las horas disponibles, no está considerado el tamaño de los moldes, lo que puede hacer variar los tiempos de molde a molde.

El consumo de arena previsto para este año es de 5,000 kg/hora, lo que da unas necesidades de 83 kg por minuto en forma continua.

El mezclador continuo recomendado tiene una capacidad de 150 kg/min. aproximadamente.

Debido a que el mezclador no descarga arena cuando se está retirando el molde lleno de la cabeza de la máquina y se está acercando el vacío, se considera en terminos generales una eficiencia de 75% en la operación con lo que la capacidad nominal se reduce a 113 kg. por minuto. Si además se considera una eficiencia

de trabajo del 85% por fallas eléctricas, paros por mantenimiento y otros no previstos, se tendrá una capacidad real de 96 kg por minuto.

De aquí se deduce que se tiene un excedente de 13 kg por minuto en 1987 (96 kg/min - 83 kg/min = 13 kg/min.)

### 3. SELECCION DE EQUIPO PARA EL AREA DE CORAZONES.

Este Departamento opera en forma manual y la producción depende de la cantidad de mano de obra empleada, así como del entrenamiento del personal.

Para poder satisfacer las necesidades en esta área se recomienda lo siguiente:

El equipo de autofraguado para moldeo tendrá una capacidad excedente para el año de 1987 de 13 kg/min. por lo que ésta cantidad será mayor durante los primeros años, estos excedentes podrán utilizarse para la preparación de corazones ya que los herramentales para el proceso CO<sub>2</sub> son igualmente aplicables al proceso autofraguado y los corazones resultantes tienen una mayor calidad y pueden almacenarse por largo tiempo.

El proceso de fabricación sería bastante más rápido, con el consiguiente ahorro de mano de obra directa

y se le estaría dando una mayor utilización al mezclador continuo de moldeo.

#### 4. SELECCION DEL EQUIPO PARA LIMPIEZA Y ACABADO.

La compañía cuenta actualmente con una granalladora del tipo de mesa giratoria, una cabina con manguera de tipo manual, cuatro barriles rotatorios para procesar piezas pequeñas y varios proyectadores de arena (Sand Blast).

Para poder obtener 2500 ton/año de pieza buena embarcada se necesitan trabajar dos turnos por lo que se recomienda adquirir otra granalladora de mesa giratoria, similar a la actual.

La adquisición de este equipo eliminaría el uso del proyectador de arena (Sand Blast) que es causa de una gran contaminación en el área.

En lo que respecta a las piezas ligeras se tiene suficiente capacidad con los barriles, pero sería recomendable la substitución de estos por granalladoras ya que estas son más eficientes, hacen mejor trabajo, originan menos ruido y polvo, y reducen el riesgo de dañar las piezas.

5. SELECCION DEL EQUIPO PARA EL DEPARTAMENTO DE ARENAS.

A) ARENA VERDE.

Los requerimientos de arena verde para 1987 - son de 1.6 ton/hora que pueden ser fácilmente suministrados por el molino de alta velocidad con que se cuenta ya que su capacidad instalada es de 9 ton/hora aproximadamente.

B) ARENA PARA AUTOFRAGUANTE.

En el inciso 2-B de éste capítulo se hace la selección de este equipo que es a la vez mezclador de arena y moldeadora en cierta forma, por las características propias del sistema.

6. SERVICIOS GENERALES REQUERIDOS.

A) ENERGIA ELECTRICA.

|   |          |
|---|----------|
| Mezclador continuo                              | 8.6 kw   |
| Clasificador de arena y trituradora vibratoria. | 29.0 kw. |
| Rompeterrones                                   | 3.8 kw.  |
| Shake-out                                       | 7.46 kw. |
| Total   | 48.8 kw. |



B) AIRE.

Recuperadora de arena

Presión - 5 - 6.0 Kg/cm<sup>2</sup>  
Consumo - 0.4 - 0.7 Metros cúbicos por  
minuto.

Mezclador continuo.

Presión - 5 - 5 Kg/cm<sup>2</sup>  
Consumo - 0.7 Metros cúbicos por  
minuto en forma in  
termitente cada -  
operación durante  
15 segundos.

Sistema de inyección Neumática.

Presión - 5 - 6.0 Kg/cm<sup>2</sup>  
Consumo - 1.7 - 2.3 Metros cúbicos por  
minuto.

C) AGUA Y GAS.

No se requiere.

## CAPITULO VI

### INVERSIONES

1.

MAQUINARIA Y EQUIPO.

|     | DESCRIPCION  | COSTO TOTAL<br>(PESOS)<br>(AÑO 1981) |
|-----|--|--------------------------------------|
| 1.- | Mezcladora continuo  | 733,546                              |
| 2.- | Unidad recuperadora  | 2'232,601                            |
| 3.- | Mesa compactadora  | 318,000                              |
| 4.- | Sistema de Inyección neumático<br>(Manejo de arena de retorno)   | 363,317                              |
| 5.- | Transportador de rodillos para<br>la zona de fraguado y vaciado. | 750,000                              |
| 6.- | Motor para el Shake-out  | 100,000                              |
| 7.- | Varios (costos aproximado)                                       | 1'000,000                            |
|     | <b>T o t a l</b>   | <b>5'497,464</b>                     |

A) El costo total incluye fletes, impuestos, etc.

B) Los silos de arena, volteador, Shake-out carros transfer, monorraíl de vaciado, etc., fueron construidos en la misma planta.

2. EDIFICIO.

Los gastos ocasionados por este concepto son los de demolición de los baños, que comprende un área de 125 m<sup>2</sup>. El costo estimado de demolición es aproximadamente de \$ 20,000.00

La relocalización de baños no está incluida debido a que ya estaba prevista en otro presupuesto de inversiones hecho con anterioridad.

3. HERRAMENTAL (MODELOS)

Debido a que se utilizará el mismo herramental existente no se consideran inversiones por este concepto.

4. EQUIPO DIVERSO.

Con objeto de mejorar el rendimiento arena-metal, es necesario utilizar cajas más pequeñas para los moldes, usando para ello las existentes. Sin embargo en algunos casos se tendrán que fabricar cajas especiales.

Asímismo habrá que construir tarimas de madera para que el transporte de los moldes sobre los rodillos.-

El costo estimado de este equipo es de \$ 75,000.00

RESUMEN DE INVERSIONES.

|     |                       |                 |
|-----|-----------------------|-----------------|
| 1.- | Maquinaria y equipo   | 5'497,464       |
| 2.- | Edificio              | 20,000          |
| 3.- | Herramental (modelos) | --- ---         |
| 4.- | Equipo diverso        | 75,000          |
|     |                       | <hr/>           |
|     | Total                 | \$ 5'592,464.00 |

**CAPITULO VII**

**DESCRIPCION DE LA MAQUINARIA**

## 1. MEZCLADORA DE ARENA OMEGA 22.

Es una mezcladora continua de alta velocidad de - 6900 a 9600 kgs. por hora.

Para la elaboración de mezclas de arenas autofraguantes, estos tipos de mezcladoras han sobresalido en - la fundición, por que se logra un mezclado homogéneo de arena, catalizador, y resinas; una gran ventaja - consiste en que la arena mezclada se puede introducir directamente al molde o caja de corazón.

La mezcladora "OMEGA 22" lleva incorporado al montaje un sistema de inyección de inhibidor. Una corta inyección de inhibidor al interior de la mezcladora en la cubeta tiene lugar al final de cada mezcla; esto hace que se retrase el momento de endurecimiento de la arena que queda en la cubeta de la mezcladora con lo que se reduce el tiempo que ha de emplearse - en la limpieza.

### A) PARTES QUE COMPONEN LA MEZCLADORA.

#### a) ARMARITO BASE DE LA MEZCLADORA.

Se encuentra montado sobre el suelo y - está previsto de una puerta que da acceso a las bombas, mecanismos de inyección de inhibidor y controles eléctricos. El juego de bombas de aditivos se puede sacar a través de la puerta para fines de mantenimiento.

b) CUBETA DE LA MEZCLADORA.

La cubeta comprende una pieza de fabricación por soldadura de acero que lleva incorporada la entrada de arena con una compuerta tipo radial accionada neumáticamente. La compuerta es ajustable para dosificar exactamente la arena. Los puntos de entrada del ácido y resina a la cubeta se hallan próximos a la entrada de arena.

c) MONTAJE DE PALETAS.

Comprende un eje de acero tubular con extremos cortos sujetos con pasadores. Las rastras de la paleta se pueden desmontar y se les pueden adaptar otras rastras de diferente configuración, para procesos especiales de arena.

d) ACCIONAMIENTO DE PALETA.

La paleta se acciona por correas desde un motor eléctrico montado sobre pedestal, sujeto a una palanca de montaje ajustable situada en el extremo de entrada de arena de la cubeta.

e) JUEGO DE BOMBAS.

El juego de bombas comprende un par de bombas de tipo engranaje ambas accionadas por correas a través de equipos hi-

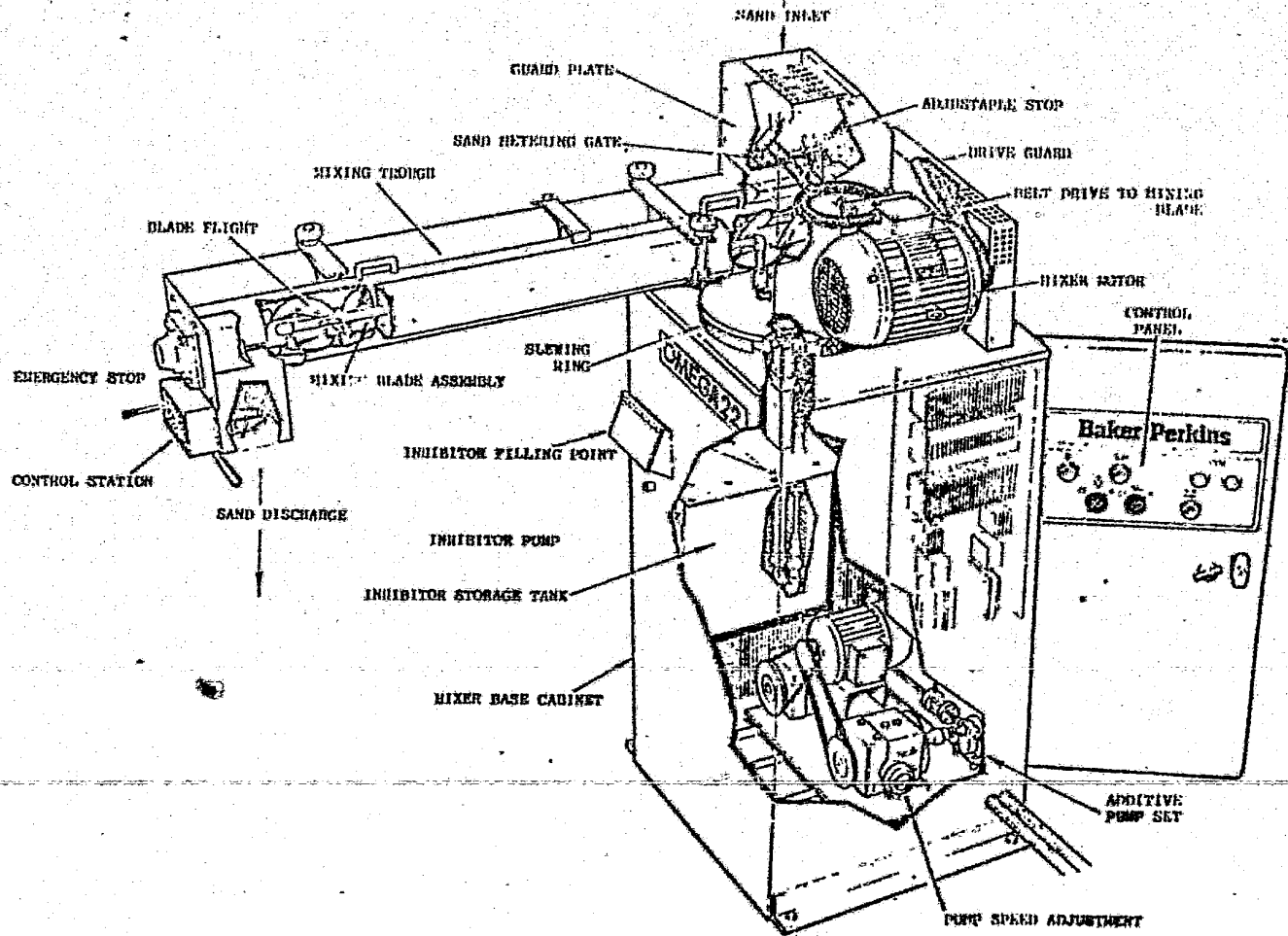


dráulicos (carter de velocidad variable)

La velocidad de las bombas es ajustable; el ajuste se hace regulando un indicador de esfera que hay en los equipos carter de velocidad variable. Conforme a una cifra repetible.

B) SISTEMA DE INYECCION DE INHIBIDOR.

Este sistema se halla alojado con su tanque de almacenaje, dentro del armario base e inyecta una cantidad de ajustada de inhibidor en la cubeta al final de cada período de mezclado. La finalidad de este dispositivo es recubrir las paredes internas de la cubeta y las paletas de mezclado con un inhibidor diluido; esto retarda el rápido endurecimiento de las pequeñas cantidades de resina y catalizador que de otro modo darían por resultado un interferencia entre la paleta y la pared de la cubeta y producirían un rápido desgaste.



OMEGA 20<sup>®</sup> SERIES PIVOTED SAND MIXER

## 2. SISTEMA DE RECUPERACION DE ARENAS "ALPHA 5"

El sistema de recuperación de arena trata aproximadamente 5 tons. de arena usada por hora. El régimen de producción depende del proceso de la arena que se ha de recuperar y de la temperatura de la misma en entrada del equipo.

El sistema está compuesto por dos equipos: Una trituradora vibratoria y un equipo de frotamiento de clasificación, ambos interconectados por una tubería de transporte de arena.

### A) PARTES QUE COMPONEN EL SISTEMA DE RECUPERACION.

#### a) TRITURADORA VIBRATORIA.

Este equipo consiste en una cubeta de acero fabricada por soldadura soportada por cuatro muelles de compresión situados sobre un bastidor base robusto de sección de acero.

La trituradora, con régimen de 5 toneladas hora, lleva incorporada una camisa de acero perforada renovable y tiene una capacidad de carga de 250 kg.

El movimiento vibratorio de la cubeta erosiona los grumos convirtiéndolos en tamaño de grano o pelotitas; estos pasan a través de la plataforma perforada y se descargan por una puerta ajustable a la guarnición de alimentación de la tubería de succión y al equipo de clasificación.

b) ALIMENTACION AL EQUIPO DE CLASIFICACION.

Este comprende una tubería de 150 mm. de diámetro que lleva incorporada una placa ruptora de hojalata en la curva del ángulo recto. La tubería se extiende desde el canal de descarga de la trituradora vibratoria a la entrada del ciclón. La conducción neumática del material desde la trituradora al ciclón se hace mediante un ventilador de succión.

c) EQUIPO DE CLASIFICACION.

Comprende un ciclón, ventilador de succión principal con abocinado de ventilador y silenciador, cribadora oscilante de doble plataforma, filtro de presión de chorro de inversión y un ventilador soplante controlador de partículas finas. Todos estos equipos están sujetos a un bastidor rígido soportado por cuatro patas.

CICLON.

El cuerpo del ciclón es la chapa de acero laminado, fabricado por soldadura; a la entrada del ciclón lleva incorporada una placa ruptora direccional. La descarga de la arena a la cribadora se hace a través de una válvula "Mancuna" ajustable.

ABOCINADO DE VENTILADOR Y SILENCIADOR.

Reduce el ruido a un nivel aceptable de presión de sonido.

#### CRIBADORA DE DOBLE PLATAFORMA.

Este equipo comprende una criba superior de -- tamiz grueso y una inferior de tamiz fino alojados dentro de una carcasa del acero que se hace oscilar con un motor por medio de correas de polea, eje excéntrico y una biela de conexión.

La arena recuperada se descarga por una "cortina de aire" (controlador de partículas finas), a través del canal situado en la parte trasera del equipo de clasificación.

#### FILTRO DE PRESION DE CHORRO DE INVERSION.

La envuelta del filtro se divide en cuatro comportamientos separados, cada uno de ellos contiene 8 manguitos de filtro. Estos manguitos están soportados internamente por cajas de acero suspendidos y están cerrados con tubos de chorro de sección rectangular sujetos a una placa de espiga montada en la parte de arriba.

La envuelta lleva incorporado un cabezal de aire comprimido de la red y dos salidas soldadas a las que se sujetan válvulas tipo "MUCON".

Los manguitos de filtro se limpian automáticamente mientras el equipo está en funcionamiento. La limpieza de los manguitos se efectúa con el impulso de aire en chorro invertido a través de los tubos de chorro.

## CONTROLADOR DE PARTICULAS FINAS.

Está incorporado dentro de la parte trasera del alojamiento de la cribadora y su finalidad es la de quitar más polvo y partículas finas a medida que la arena pasa a través de una cortina de aire.

Dos tuberías ranuradas amplían la anchura del alojamiento de la cribadora, una ranura sopla aire a través de la arena y otra ranura extrae partículas finas. Se suministra aire a baja presión desde un pequeño ventilador soplante con su motor de accionamiento. El aire conjuntamente con las partículas finas es arrastrado del lado de succión por el sistema de extracción de polvos.

ter unit  
impartimented for  
line' cleaning,  
omatic, reverse jet  
ise cleaning.

Cyclone

Fan Silencer

Conveying pipe

Attrition plate

Heavy duty liner

Reclaimed sand outlet

Mechanical screen  
Double deck—oversize  
and undersize removed.

Dust discharge

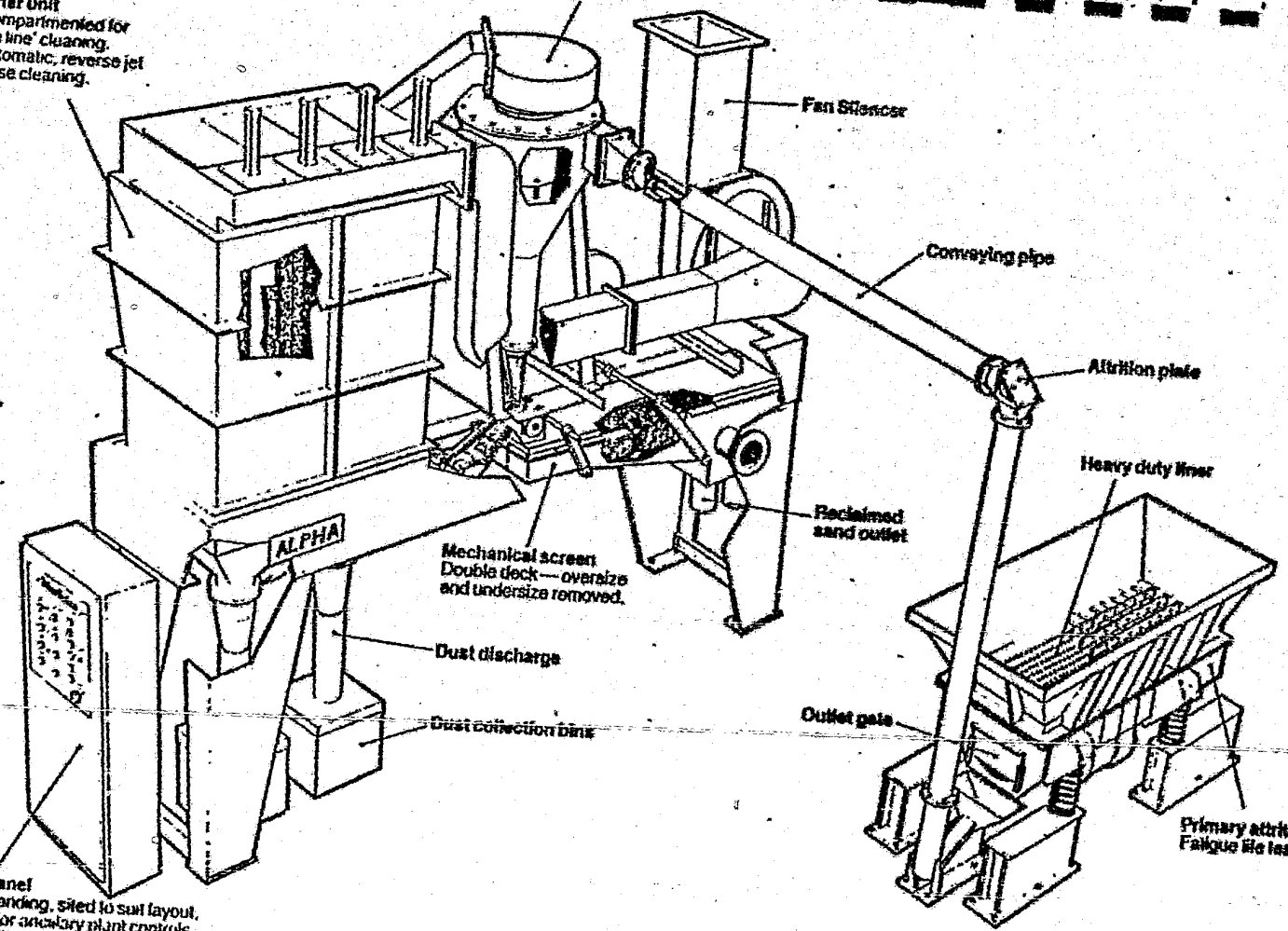
Dust collector disk

Outlet gate

Primary attrition is  
Fatigue life tested.

ALPHA

ontrol panel  
Free standing, sited to suit layout,  
Space for auxiliary plant controls,  
Dust tight cabinet  
Fully interlocking controls.



**CAPITULO VIII**

**ANALISIS ECONOMICO**



En este capítulo se analiza el costo directo de producción utilizando el proceso propuesto y se hace una comparación con el proceso de moldeo en verde y  $CO_2$ .

La comparación se hace en base al costo directo de moldeo, sin tomar en cuenta los gastos de administración, supervisión y los costos indirectos.

Para el cálculo de mano de obra se tomaron los salarios promedio que actualmente se están pagando al personal, así como el número de personas ocupadas para producir lo presupuestado de 2,095 ton/año en 1983.

Para calcular la mano de obra directa del sistema autofraguante se tomarán los mismos salarios considerados para el sistema en verde/ $CO_2$ , no obstante, el número de personas será considerablemente menor.

1. COSTO DIRECTO SISTEMA MOLDEO EN VERDE Y CO<sub>2</sub> (BASE 1000 KG).

A) MATERIALES DIRECTOS.

a) ARENA DE RELLENO.

| <u>MATERIAL</u>      | <u>CANT. KG.</u> | <u>PRECIO \$/KG.</u> | <u>COSTO</u> |
|----------------------|------------------|----------------------|--------------|
| Arena de relleno # 1 | 1000             | ----                 | ----         |
| Agua                 | 30               | ----                 | ----         |

b) ARENA DE CAREO.  
(Moldeo en verde).

|                  |      |      |                 |
|------------------|------|------|-----------------|
| Arena nueva # 2  | 1000 | 2.80 | 2,800           |
| Bentonita        | 60   | 3.60 | 216             |
| Aditivos         | 10   | 7.00 | 70              |
| Agua             | 30   | ---- | ----            |
| <b>T o t a l</b> |      |      | <b>3,086.00</b> |

c) ARENA DE CAREO.  
(Moldeo CO<sub>2</sub>).

|                  |      |       |                 |
|------------------|------|-------|-----------------|
| Arena nueva      | 1000 | 2.80  | 2,800           |
| Silicato         | 50   | 21.60 | 1,080           |
| CO <sub>2</sub>  | 20   | 7.15  | 143             |
| <b>T o t a l</b> |      |       | <b>4,023.00</b> |

# 1 No están considerados costos indirectos por la preparación de este material.

# 2 El costo de la arena nueva es incluyendo flete.

NOTA: Los precios de los materiales son del mes de mayo de 1982.

d) MEZCLA DE CAREO Y RELLENO.

Los porcentajes de arena de careo y arena de relleno en moldeo en verde son aproximadamente 10 y 90% respectivamente, por lo que el costo de arena para moldeo será:

$$(0.90 \times 0) + (0.10 \times 3,086) = 308.6$$

Los porcentajes de arena de careo y arena de relleno en el proceso CO<sub>2</sub> son aproximadamente 50 y 50 % respectivamente, por lo que el costo de arena para moldeo será:

$$(0.50 \times 0) + (0.50 \times 4023) = 2011.5$$

e) RELACION CO<sub>2</sub> Y MOLDEO EN VERDE.

La proporción de piezas que se fabrican siguiendo el proceso CO<sub>2</sub> es aproximadamente un 70% y el 30% se fabrica en moldeo en verde, por lo que el costo para moldeo será:

$$(308.6 \times 0.3) + (0.7 \times 2011.5) = 1,500 \text{ pesos por ton. de arena preparada.}$$

f) CANTIDAD DE ARENA POR TONELADA NETA DE METAL.

La relación arena metal en el caso de arena verde y CO<sub>2</sub> es de 7 a 1 en promedio en la fundición (tomando en cuenta el peso de los alimentadores y las coladas).

Para obtener una tonelada neta de piezas con un rendimiento del 70% que se tiene en promedio se requieren 1,428.5 kg de metal, por lo tanto para vaciar una tonelada neta de piezas se requiere 10 ton. de arena para mantener la relación 7 a 1 (1428.5 x 7 = 999.5).

A un costo de \$ 1,500 toneladas de arena preparada, el costo por concepto de materiales será de \$ 15,000 por tonelada neta de metal.

2.

MANO DE OBRA DIRECTA. SISTEMA EN VERDE Y CO<sub>2</sub>

| DESCRIPCION           | CANTIDAD  | CATEGORIA | SALARIO BASE<br>MAS<br>PRESTACIONES | COSTO ANUAL<br>( UN TURNO ) | COSTO ANUAL<br>(DOS TURNOS) |
|-----------------------|-----------|-----------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Moldeador             | 2         | I         | 1,435.26                            | 1'047,739.8                 | 2'095,479.6                 |
| Moldeador             | 2         | II        | 1,353.05                            | 987,726.5                   | 1'975,453.0                 |
| Moldeador             | 1         | III       | 1,219.27                            | 445,033.5                   | 890,067.0                   |
| Moldeador             | 1         | IV        | 1,171.92                            | 427,750.8                   | 855,501.6                   |
| Moldeador             | 8         | V         | 1,061.80                            | 3'100,456.0                 | 6'200,912.0                 |
| Moldeador             | 2         | VI        | 952.17                              | 695,084.1                   | 1'390,168.2                 |
| Moldeador             | 2         | VII       | 866.24                              | 632,355.20                  | 1'264 710.4                 |
| Moldeador             | 3         | VIII      | 793.80                              | 869,211.0                   | 1'738,442.0                 |
| Moldeador             | 3         | IX        | 768.92                              | 841,967.4                   | 1'683,934.8                 |
| Moldeador             | 7         | X         | 683.08                              | 1'745,269.4                 | 3'490,538.8                 |
| Op. de Fmd. Desmoldeo | 7         | XI        | 485.21                              | 1'239,711.6                 | 2'479,423.2                 |
| <b>SUMA:</b>          | <b>38</b> |           |                                     | <b>12'032,306.0</b>         | <b>24'064,611.0</b>         |

NOTA: En esta tabla están incluidos los preparadores, acarreadores de arena y demás mano de obra utilizada en el proceso de moldeo.

3. RESUMEN DE COSTOS DE MOLDEO EN VERDE Y CO<sub>2</sub>

- A) COSTO DE ARENA PREPARADA POR TONELADA NETA DE METAL: \$ 15,000.00
- B) COSTO DE ARENA PREPARADA AL PRODUCIR 2,095 - TON/AÑO  $2,095 \times 15,000 = 31'425,000.00$
- C) COSTO POR CONCEPTO DE MANO DE OBRA DIRECTA - POR AÑO: 24'064,611.00
- D) COSTO TOTAL:  
 $\$ 31'425,000 + 24'064,611 = \$ 55'489,611.00$
- E) COSTO POR TONELADA NETA POR CONCEPTO DE MOLDEO:  
 $\$ 55'489,611 / 2095 = \$ 26,487.00$

4. COSTO DIRECTO SISTEMA AUTOFRAGUANTE (NO-BAKE).

A) MATERIALES DIRECTOS.

a) FORMULACION DE ARENA.

| MATERIAL                          | CANT.<br>KG. | PRECIO<br>\$/KG. | COSTO<br>\$ |
|-----------------------------------|--------------|------------------|-------------|
| Arena nueva                       | 200          | 2.80             | 560         |
| Arena recuperada*                 | 800          | ----             | ---         |
| Resina                            | 16.0         | 100              | 1600        |
| Catalizador                       | 5.0          | 80               | 400         |
| Costo por ton. de arena preparada |              |                  | \$ 2560.00  |

\* No están considerados costos indirectos por la preparación de éste material.

NOTA: Los precios de los materiales son del mes de mayo de 1982.

b) CANTIDAD DE ARENA POR TONELADA DE METAL.  
 La relación de arena metal es en promedio de 3.5 a 1 (considerando el peso de los alimentadores y las coladas). Para obtener una tonelada neta de piezas con un rendimiento del 70% que se tiene en promedio, se requiere 1428.5 kg. de metal. Por lo tanto para vaciar una tonelada neta de piezas se requiere de  $1428.5 \times 3.5 = 5$  toneladas de arena para mantener una relación de 3.5 a 1.

A un costo de \$ 2,560 la tonelada de are-

na preparada, el costo por concepto de ma  
teriales será de  $2,560 \times 5 = 12,800.00$  -  
por tonelada neta de metal.

5. MANO DE OBRA DIRECTA. SISTEMA AUTOFRAGUADO.

| DESCRIPCION                             | CANTIDAD  | CATEGORIA | SALARIO BASE<br>MAS<br>PRESTACIONES | COSTO ANUAL<br>(UN TURNO) | COSTO ANUAL<br>(DOS TURNOS) |
|---|-----------|-----------|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| Op. mezclador                           | 2         | I         | 1,435.26                            | 1'047,739.80              | 2'095,479.6                 |
| Empuja moldes (Zona de<br>fraguado).    | 2         | X         | 683.08                              | 498,648.40                | 997,296.8                   |
| Operador volteador                      | 2         | II        | 1,353.05                            | 987,726.50                | 1'975,453.0                 |
| Colocador de corazones                  | 2         | V         | 1,061.80                            | 775,114.00                | 1'550,228.0                 |
| Pintado de moldes                       | 1         | III       | 1,219.27                            | 445,033.55                | 890,067.1                   |
| Cierre moldes                           | 1         | XI        | 952.17                              | 347,542.05                | 695,084.1                   |
| Empuja moldes<br>(Zona de vaciado)      | 2         | X         | 683.08                              | 498,648.40                | 997,296.8                   |
| Colocador de pesas                      | 1         | X         | 683.08                              | 249,305.95                | 498,611.9                   |
| Empuja moldes<br>(Zona de enfriamiento) | 1         | X         | 683.08                              | 249,305.95                | 498,611.9                   |
| Desmoldeo                               | 2         | XI        | 485.21                              | 354,203.3                 | 708,406.6                   |
| <b>SUMA:</b>                            | <b>16</b> |           |                                     | <b>5'453,267.9</b>        | <b>10'906,536.0</b>         |



6. RESUMEN DE COSTOS DEL SISTEMA AUTOFRAGUANTE.

A) Costo de arena preparada por tonelada neta de metal = \$ 12,800.00

B) Costo de arena preparada al producir 2095 ton. / año.

$$2095 \times 12,800 = \$ 26'816,000.00$$

C) Costo por concepto de mano de obra directa por año:

$$10'906,536.00$$

D) Costo total:

$$10'906,536 + 26'816,000 = \$ 37'722,536.00$$

E) Costo por tonelada neta por concepto de moldeo.

$$37'722,536.0 / 2095 = \$ 18,006.0$$

7. COMPARACION DE COSTOS (AUTOFRAGUADO - CO<sub>2</sub>/M. VERDE)

A) COSTO POR TONELADA NETA.

Costo directo del sistema autofraguado =  
\$ 18,006.0

Costo directo del sistema en verde =  
\$ 26,487.0

DIFERENCIA = \$ 8,481 por tonelada neta pro-  
ducida.

= \$ 17,767,695 al año al producir  
2095 ton/año de material bue-  
no enviado al almacén.

8. DETERMINACION DEL COSTO DE RECUPERACION DE LAS ARENAS RECUPERADAS Y COMPARACION CON COSTO DE USAR ARENA NUEVA.

Algunos trabajos sofisticados y modelos algebraicos - han sido desarrollados para apreciar la disponibilidad de usar arena recuperada.

Se ha encontrado en la práctica que las variables más importantes son el costo de la arena y el tonelaje de arena usada.

A continuación se presenta el cálculo sobre la rentabilidad de recuperación de la arena preparada con resinas autofraguantes.

La fórmula presentada a continuación es naturalmente discutible como cualquier otro método de cálculo del precio de costo, ha resultado eficaz para traducir - la realidad de manera satisfactoria.

$$C = i/j + E + pPt (g + h)$$

C = Costo anual del tratamiento de recuperación - del conjunto de arena tratada.

i = Costo de instalación de tratamiento

j = Tiempo previsto para la recuperación de la in versión (Nº años).

E = Estimación de los gastos anuales de manteni-- miento de la instalación.

$p = \text{Relación } \frac{\text{Peso de la arena preparada}}{\text{Peso de piezas producidas}}$

$P = \text{Producción anual de las piezas (ton).}$

$t = \text{Porcentaje de reutilización}$

$g = \text{Gasto de mano de obra de conducción y de alimentación de la instalación para tonelada de arena tratada.}$

$h = \text{Costo de la fuerza motriz por ton. de arena tratada.}$

## A. CALCULOS.

### A.1 Producción 2095 ton/año (1983)

Considerando 30% de coladas y alimentadores tene  
mos:

$$P = 2095 \times 1.3 = 2724 \text{ ton/año}$$

### A.2 Relación aproximada arena/metal: 3.5

~~Por lo tanto la arena necesaria para vaciar~~  
2724 ton. del metal es:

$$\begin{array}{rcccl} 2724 \text{ ton} & \text{metal} & \times & 3.5 \text{ rel.} & \text{arena} & = & 9534 \text{ ton} & \text{arena} \\ \text{año} & & & \text{metal} & & & \text{año} \end{array}$$

Si se trabaja con 80% arena recuperada y 20% arena nueva tenemos:

Arena recuperada = 9534 ton. x 0.8 = 7627 ton. arena necesaria.

Arena nueva = 9534 ton. x 0.2 = 1907 ton. arena necesaria.

### A.3 INVERSION.

Consideraremos la inversión de todo el equipo necesario para el sistema autofraguante:

\$ 5'592,464.00

### A.4 RECUPERACION DE LA INVERSION.

$$\frac{\text{Inversion}}{\text{Ahorros (1983)}} = \frac{5'592,464 \text{ pesos}}{17'767,695 \frac{\text{pesos}}{\text{año}}} = 0.3 \text{ años}$$

Se considera la recuperación de la inversión en 1 año por gastos financieros y demás gastos no considerados.

### A.5 PORCENTAJE DE REUTILIZACION ESTIMADA: 80 %

### A.6 GASTOS DE MANTENIMIENTO.

a) Dos horas diarias en limpiar el equipo (una

persona) sueldo aproximado 93 pesos/hora.

$$\frac{93 \text{ pesos}}{\text{HORA}} \times 2 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 240 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 44,672 \frac{\text{pesos}}{\text{año}}$$

b) Mantenimiento eléctrico.

Tiempo estimado cada 2 meses (4 horas).

Personal necesario = dos personas

$$\text{Sueldo aproximado: } 204 \frac{\text{pesos}}{\text{hora}} \times 4 \frac{\text{horas}}{\text{mes}} \times$$

$$6 \frac{\text{meses}}{\text{año}} \times 2 = 9,792 \frac{\text{pesos}}{\text{año}}$$

c) Mantenimiento neumático.

Tiempo estimado : 1 hora diaria

Personal necesario ; una persona

$$\text{Sueldo aproximado: } 204 \frac{\text{pesos}}{\text{hora}} \times 1 \frac{\text{hora}}{\text{día}} \times$$

$$240 \frac{\text{días}}{\text{año}} = 48,960 \frac{\text{pesos}}{\text{año}}$$

d) Total de gastos de mantenimiento

$$E = 44,672, 9,792 + 48,960 = \$ 103,424.00 \frac{\text{pesos}}{\text{año}}$$

#### A.7 GASTOS EN LA INSTALACION DEL EQUIPO.

a) Cuatro personas tiempo completo, en un periodo estimado de 3 meses de duración de la instalación.

$$\begin{aligned}
 \text{b) Sueldo promedio total: } & 3500 \frac{\text{pesos}}{\text{días}} \times 90 \text{ días} \\
 & = \$ 315,000
 \end{aligned}$$

c) Por tonelada de arena tratada:

$$\text{Ppt} = 2724 \text{ ton. metal} \times 3.5 \frac{\text{arena}}{\text{metal}} \times 0.80 =$$

7627 ton. arena.

$$\frac{315,000 \text{ pesos}}{7,627 \text{ ton. arena}} = 41 \frac{\text{pesos}}{\text{Ton. arena.}}$$

#### A.8 ENERGIA ELECTRICA.

a) Energía necesaria: 50 kw (incluye todo el equipo)

- Considerado 15% más por el gasto en compresores, para producir el aire necesario .

$$50 \times 1.15 = 57.5 \text{ kw.}$$

- Pérdidas 10%

$$57.5 \times 1.10 = 63 \text{ kw.}$$

b) De A.2 tenemos 7627 ton.  $\frac{\text{arena}}{\text{año}}$  tratada x  $\frac{1 \text{ año}}{240 \text{ días laborables}}$   
 = 32 ton/día.

c) Si la maquinaria disponible proceso 5 ton/hora, se debe operar 8 horas/días aproximadamente (eficiencia 80%).

$$d) \quad 63 \text{ kw} \times 8 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \times 240 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times 2.20 \frac{\text{pesos}}{\text{kw-hora}} =$$
$$\$ 266,112.00/\text{año}$$

e) Por tonelada de arena tratada

$$\$ \frac{266,112.00/\text{año}}{7627 \frac{\text{ton arena}}{\text{año}}} = 35 \frac{\text{pesos}}{\text{ton. arena tratada}}$$

#### A.9 RESUMEN DE CALCULOS.

|   |   |                     |
|---|---|---------------------|
| i | = | \$ 5,592,464.00     |
| j | = | 1 año               |
| E | = | \$ 103,324.00       |
| p | = | 3.5                 |
| P | = | 2,724 ton/año       |
| t | = | 80%                 |
| g | = | 41 pesos/ton. arena |
| h | = | 35 pesos/ton. arena |

#### A.10 RESULTADOS.

$$C = \frac{1}{j} + E + pPt (g + h)$$



$$C = \$ \frac{5,592,464}{1 \text{ año}} + 103,424 \frac{\text{pesos}}{\text{año}} + (0.8 \times 3.5$$

$$\text{rel. } \frac{\text{arena}}{\text{metal}} \times 2724 \text{ ton. metal}) (41 + 35$$

$$\frac{\text{pesos}}{\text{ton. arena}}$$

$$C = \$ 6,275,540.00$$

#### A.11 COSTO TOTAL

$$C = \text{Costo de arena recuperada (80\%)} + \text{costo de arena nueva (20\%)}$$

$$C = \$ 6,275,540 + (2724 \text{ ton metal} \times 3.5 \text{ rel. } \frac{\text{arena}}{\text{metal}} \times 0.2 \times 2800 \frac{\text{pesos}}{\text{ton.}})$$

$$C = \$ 6,275,540 + 5,339,040$$

$$C = \$ 11,614,580.00$$

#### A.12 COSTO SI NO SE TUVIERA SISTEMA DE RECUPERACION.

$$\text{Costo total} = 2,724 \text{ ton. metal} \times 3.5 \frac{\text{arena}}{\text{metal}} \times 2800$$

$$\frac{\text{pesos}}{\text{ton. arena.}}$$

$$= \$ 26,695,200.00$$

**A.13 DIFERENCIA.**

**\$ 26,695.200 - 11,614,580 = \$ 15,080,620.00/año.**

**CAPITULO IX**

**CONCLUSIONES.**

El objetivo de éste trabajo ha sido analizar los principales aspectos de una planta de fundición con la implantación de un nuevo sistema; como consecuencia de la introducción de un nuevo proceso conocido con el nombre de proceso AUTOFRAGUANTE. La introducción de éste proceso no sólo nos traera ventajas, sino como todo nuevo proceso también tiene sus desventajas; cosas que mencionaremos a continuación.

## I. VENTAJAS.

### A. REDUCCION DEL RECHAZO.

Al trabajar con arena recuperada -- del proceso autofraguante se obtienen piezas de mejor calidad y se estima una reducción del rechazo entre un 3 - 5%.

### B. EMPLEO DE MANO DE OBRA NO CALIFICADA EN LA FUNDICION.

Como el trabajo con resinas autofraguantes exige menos conocimientos técnicos del moldeador - o corazonero en comparación con otros sistemas, existe la posibilidad de emplear personal con - poco tiempo de entrenamiento.

### C. MEJOR PRECISION DE MEDIDAS.

Las tolerancias más cerradas que se logran con este sistema permiten reducir el sobrematerial que se deja para maquinado y este es uno de los factores de ahorro más importante por reducción de tiempos de maquinado y el menor consumo de - herramientas de corte.

D. AHORRO EN EL DESMOLDEO.

Los moldes y corazones hechos según el sistema -  
autofraguante, muestran buenas propiedades de  
desintegración.

Esto reduce notablemente el tiempo de desmoldeo.

E. AHORRO EN LIMPIEZA.

El acabado superficial mejora notablemente, lo--  
grándose reducir los tiempos de limpieza (15-20%)  
Asimismo, debido a la exactitud lograda con el -  
molde rígido, las rebabas para esmerilado son -  
más reducidas.

F. POCO TRABAJO DE COMPRESION.

Se elimina casi todo el apisonado y retoques. -  
Por lo tanto, el tiempo requerido para producir  
un molde, se disminuye notablemente.

G. Al reducir los tiempos de manufactura en los de-  
partamentos de moldeo, corazones y limpieza, se  
disminuirá notablemente el TIEMPO ESTANDAR DE -  
FUNDICION.

H. Los moldes y corazones se pueden almacenar duran-  
te largos periodos sin defectos perjudiciales.

I. Al tener la máquina mezcladora un excedente de -  
13 kg por minuto en 1985, este excedente se pue-  
de utilizar en la manufactura de corazones. Por  
lo tanto tendríamos ahorros en mano de obra direc-  
ta por este concepto en el área de corazones.

- J. Reducido uso de varillas y alambres.  
Debido a su gran resistencia se requieren menores refuerzos de alambres y varillas para manipular los corazones con seguridad. Se ha comprobado una reducción de más del 40% en este renglón.

## 2. DESVENTAJAS.

- A. Desgaste de la maquinaria utilizada, principalmente el ducto que conduce la arena recuperada a la tolva de almacenamiento.
- B. Aumento de los servicios generales requeridos (energía eléctrica y aire).
- C. Aumento en el tiempo de mantenimiento de las máquinas. Principalmente el sistema de recuperación.
- D. No existen refacciones en México para la máquina mezcladora y para el sistema de recuperación.
- E. La vida de banco en la cubeta de la mezcladora es relativamente corta.
- F. Como los aglutinantes orgánicos dependen de la industria petroquímica, están sujetos a problemas potenciales de abastecimiento y fluctuaciones en el precio, debido a la inestabilidad de la indus-

tria del petróleo en este momento.

La experiencia ha demostrado que no hay proceso más seguro para producir moldes y corazones, y que un proceso no es superior a todos los demás. Cada proceso debe ajustarse a las necesidades propias de cada Fundición. Nunca existirá un aglutinante universal sea éste orgánico o inorgánico para la manufactura de moldes y corazones y casi podemos asegurar que el método tradicional de moldeo en verde continuará existiendo por mucho tiempo.

Para resumir podemos decir que el factor HOMBRE será de primordial importancia para que el nuevo proceso tenga el éxito esperado. El estudio de la historia y de las Ciencias Sociales demuestran que, en la medida que los hombres y sus organizaciones envejecen renuncian a la movilidad, se tornan conformistas, o sea, se hacen refractarios al cambio. De ahí la necesidad que existe, si se desea promover el cambio en las organizaciones, de renovar los cuadros buscando incorporar individuos que hagan permanente el ciclo de renovación.

Por otra parte, es incuestionable que el ser humano posee una bien probada capacidad de adaptación al cambio, especialmente si este le resulta favorable. El cambio por el cambio no se justifica jamás, se requiere demostrar que éste trae aparejadas una serie de ventajas, y la forma de dimensionar éstas en términos de unidades de intercambio económico. Cada proyecto es una angustia; cada empresa es un centro de conflicto. Pero cada proyecto es un reto y cada empresa es una responsabilidad. Por lo tanto es necesario planificar, mirar hacia el futuro. Aquellos que miren hacia adelante podrán localizar y conocer con antelación los problemas que se avecinen. El conocimiento de los problemas futuros permite actuar con antelación para soslayarlos.

Hay un hecho que podemos dar en cierto.

No hay futuro sin problemas nuevos o desconocidos, por ello -  
es necesario realizar un buen trabajo de planificación para -  
localizarlos, analizarlos y darles solución, que esperar tran-  
quilamente a que nos sorprendan cuando se presentan.



**CAPITULO X**

**BIBLIOGRAFIA**

1. American Foundrymen's Society, No Bake, "Cores and Molds", 1980
2. Current Information Report American Foundrymen's Society, --  
"Reclamation of Chemical Bonded Sand (A Symposium), 1973.
3. James Flood, "Curso de Proceso Autofraguante" S.M.F. 1970.
4. Ing. H. J. Hendess, Prof. W. Wagner, Ing. B. Solterman, "Tecnología de Arenas Autofraguantes en la Industria de la Fundición, Curso de Post Grado, 1979.
5. Nicholas K.E.K., "El Proceso Silicato CO<sub>2</sub> en las Fundiciones", B.C.I.R.A., 1972
6. García Sosa Victor, "Tecnología del Control de Calidad de las Arenas de Fundición, Sociedad Mexicana de Fundidores.
7. Robert J. Federick, "Aglutinantes sin hornear Furánicos para la Fundición", memorias del IV Congreso Nacional y Exposición de la Industria de la Fundición, S.M.F., pag. 139-142, 1970.
8. S.W. Less, "Aglutinantes de Curado al Aire y sin Hornear, Usados en la Fundición, Memorias del IV Congreso Nacional y Expansión de la Industria de la Fundición, S.M.F., pag. 119-126, 1970.
9. Anton Dorsmüller, "Evolución de Aglutinantes sin Hornear", Memorias del IV Congreso y Exposición de la Industria de la Fundición, S.M.F., pag. 133-137, 1970.
10. Juan E. Basurto, "Recuperación de Arenas de Fundición, Recubiertas con Aglutinantes de Auto-Fraguado a Temperatura Ambiente", Moldeo y Fundición, S.M.F., pag. 28-37, 1979.
11. Avila Fernando, "El futuro de los Aglutinantes, Base Silicato - CO<sub>2</sub>", Moldeo y Fundición, S.M.F., pag. 7-27, 1980

12. The Quaker Oast Company, "Introduction Furan No-Bake System, 1980.
13. The Quaker Oast Company, "Teoria y Práctica del No-Bake", - 1980.
14. Baker Perkins Foundry Machinery Corporation, "Instructivo de Funcionamiento y Listas de Pizas para la Mezcladora de Arena Pivotada Gama Omega".
15. Baker Perkins Foundry Machinery Corporation, "Instructivo de Funcionamiento y Listas de Pizas para equipo de Recuperación de Arena Alpha 5' ".
16. Baker Perkins Foundry Machinery Corporation, "Instructivo de Funcionamiento y Listas de Piezas para el Equipo Procesador Vibratorio de Arena RT5' ".
17. Current Information Report American Foundrymen's Society, "Furan - Resin Airset Sands" 1971.