

2 Sem. 41

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE INGENIERIA



EL INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
EN LA INDUSTRIA SIDERURGICA

TESIS PROFESIONAL

MARTIN GARCIA VALDEZ

MEXICO, D. F.

1982



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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

CONTENIDO.

I) INTRODUCCION	1
II) CLASIFICACION DE LOS MINERALES DE HIERRO Y BENEFICIO DE LOS MISMOS	4
III) EQUIPOS EMPLEADOS EN LA CONCENTRACION DE MINERALES DE HIERRO	11
- MAQUINAS EXTRACTIVAS	
- TRANSPORTES	
- PLANTAS DE TRITURACION	
- PLANTA DE CONCENTRACION DEL MINERAL DE HIERRO	
- EQUIPOS AUXILIARES	
IV) EQUIPOS PARA TRANSPORTE DE CONCENTRADOS MEDIANTE SISTEMAS HIDRAULICOS	97
V) DESCRIPCION DEL TRABAJO TECNOLOGICO A DESARROLLAR POR EL INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA	108
VI) ESTADO ACTUAL DE LA INDUSTRIA SIDERURGICA EN LA REPUBLICA MEXICANA	117
VII) DATOS ESTADISTICOS SOBRE EL EMPLEO DE INGENIEROS MECANICO ELECTRICISTAS EN ESTA CLASE DE INDUSTRIAS Y POSIBILIDADES DE EMPLEO PARA LOS MISMOS	146
CONCLUSIONES	161
BIBLIOGRAFIA	163

I.-

INTRODUCCION.

Desde fines del siglo pasado el desplazamiento de los metales preciosos por los metales industriales, la utilización de nuevos instrumentos y nuevas técnicas, la mayor división del trabajo en la producción minera, el desempleo creciente y la mayor explotación, provocaron importantes cambios en la condición de la industria minera. Durante éste período de transición, se ha hablado de la era del cobre, de la era del acero, pero en la actualidad se ha ce notorio el consumo constante de hierro en todo el mundo. Se puede decir que la era del hierro empezó en la época prehistorica y -prevalece aún hasta nuestros días.

México se encuentra en vías de desarrollo y lo que se necesita actualmente es la creación de una industria básica de gran envergadura, como la industria del hierro y del acero. El primer paso para la instalación de una empresa siderúrgica integrada, es la identificación del tipo de material a obtener y el material humano empleado para ésta obtención. Dado el volúmen total de producción, el tipo de instalaciones y la tecnología actual aplicada, el Ingeniero Mecánico Electricista tiene que trasladarse hacia las industrias, para adquirir los conocimientos necesarios y así poder aplicarlos en la creación de una tecnología nacional propia.

Considerando que la mayoría de los equipos son de importación, con diseños exclusivos de empresas que se dedican a éste tipo de instalaciones, el Ingeniero Mecánico Electricista mexicano, debe compenetrarse perfectamente en el estudio de dichos diseños - en general, así como en la elaboración de piezas en particular.

Una vez que ésto se ha llevado a cabo, el personal encargado del control de operación, del mantenimiento preventivo y de la reparación de averías, tendrá en sus manos los medios adecuados y la capacidad suficiente para corregir y reparer en grado óptimo cualquier falla que se presente.

Una de las causas que entorpecen el esperado rendimiento de todo complejo siderúrgico en cuanto a producción se refiere, es la falta de programas de mantenimiento preventivo y el desarrollo periódico de los mismos, conforme a las necesidades de cada una de las áreas de trabajo. La falta de gente capacitada para llevar a cabo en forma correcta éste tipo de mantenimiento, trae como consecuencia las fallas continuas en el equipo instalado. Si a ésto agregamos la falta de herramienta adecuada, para agilizar la labor de reparación, observaremos que la eficiencia disminuye considerablemente.

Otro factor importante que debe ser considerado, es el del riguroso estudio y análisis de las piezas que constituyen todo el equipo adquirido a empresas extranjeras, comprobando en cada una de ellas el tiempo de duración especificado, y asegurando así el funcionamiento correcto de ésta maquinaria. Como no todo el equipo es importado, sino que el país contribuye en gran parte en la fabricación del mismo, las pruebas mencionadas serán base para mejorar la calidad del producto nacional y a su vez ir disminuyendo la maquinaria de importación.

Un estudio geológico y topográfico previo al montaje del equipo, es una medida de seguridad y de ahorro que nos proporcionará un buen funcionamiento en la maquinaria, con una consecuente disminución de piezas adicionales.

El acero es sin duda alguna, un producto industrial básico que desempeña un papel de primer orden en el desenvolvimiento económico de los países en desarrollo, y es en los países industrializados, determinante para conseguir y sostener una alta tasa de crecimiento industrial.

En México, se ha dado en los últimos años un impulso muy notable a la industria siderúrgica, gracias a lo cual ha sido posible incrementar la producción nacional de acero. Es obvio que el desarrollo de la industria siderúrgica lleva implícito el crecimiento de la infraestructura minera en que se apoya, a fin de contar con la disponibilidad oportuna y en las cantidades necesarias de materias primas básicas que intervienen en los procesos de fabricación del arrabio o hierro de primera fusión.

En el grupo de los insumos básicos a los que se hace mención, figuran por orden de importancia; el mineral de hierro, el carbón mineral, los fundentes y el agua. Se ve entonces que la producción de los insumos básicos debe crecer en forma correlativa con la producción de acero, tendiente a satisfacer la demanda. Esto significa que desde ahora, y con más empeño en los años próximos tendrá que desplegarse una intensa actividad en el campo de la exploración y la producción, particularmente del mineral de hierro entre ellas.

II.-

CLASIFICACION DE LOS MINERALES DE HIERRO Y BENEFICIO DE LOS MISMOS.

Desde tiempos primitivos y durante casi toda la edad media, el procedimiento empleado para extraer el hierro del mineral bruto, consistía esencialmente en calentar dentro de un horno el mineral primario quebrado en pequeños trozos. Al empezar a formarse la masa plástica de hierro, y antes de alcanzar ésta su punto de fusión, se le forjaba con el fin de darle una configuración determinada e ir eliminando así, las impurezas (gangas) que acompañan a los minerales,

En el procedimiento descrito anteriormente, se utilizaba como combustible el carbón vegetal, pero debido a que su consumo era considerablemente alto, se optó por buscar un sustituto de mayor rendimiento; dicho sustituto se encontró en el coque, obtenido de los carbones minerales mejor conocidos por el nombre de "hullas".

En México, fueron los colonizadores españoles quienes introdujeron al país, la manera de beneficiar los minerales, así como la forma de trabajarlos. A medida que los conquistadores fueron adentrándose en el territorio, comenzaron a establecer fraguas en Veracruz y Tlaxcala, para la fabricación de sus armas, así como la elaboración de utensilios de caballería.

A pesar de que se descubrieron yacimientos importantes de mineral de hierro, la industria no se desarrolló en México, debido a que existía un decreto mediante el cual, se prohibía la elaboración y tratamiento de hierro en las colonias.

Fué en Michoacán, en donde se fundó la primera ferrería ya en forma, consistente en dos hornos del tipo forja catalana, que junto con unos martinets de balancín, propulsados por agua, completaban la "planta". Fué en los años anteriores a la independencia, cuando se fundaron las primeras ferrerías con aditamentos y equipo más actualizados, en éstas se trabajaba con un objetivo principal, que era la obtención de herramientas para la minería y la agricultura. Sin embargo, éstas primeras ferrerías fueron destruidas durante la guerra de independencia. No es, sino hasta después de varios años de haber sido consumada la independencia, cuando se crean nuevas ferrerías en Michoacán, en el cerro "De Mercado" en Durango, y algunas otras en Hidalgo.

Ya en la época moderna, el mineral de hierro es la materia prima básica para el actual desarrollo de la industria siderúrgica, el mineral se utiliza ya sea en forma de finos o en trozos que se transforman en pellets ó sinter, que a su vez se utilizan para la obtención del hierro primario (arrabio), el cual posteriormente se convierte en acero.

Por lo general los minerales de hierro, pocas veces se encuentran puros, generalmente se encuentran formando parte de rocas ígneas, o bien en forma de óxidos, sulfatos o carbonatos.

Clasificación.

Los minerales más comunmente usados en la producción del metal son :

I.- OXIDOS

I-1 Oxidos Férricos Anhidros	Fórmula	% Fe.
a) Hierro Oligisto	Fe_2O_3	70
b) Hematita Roja	Fe_2O_3	70

I-2 Oxidos Férricos Hidratados	Fórmula	% Fe.
a) Hematita Parda	$2\text{Fe}_2\text{O}_3, 3\text{H}_2\text{O}$	60
b) Limonita	$2\text{Fe}_2\text{O}_3, 3\text{H}_2\text{O}$	60
c) Hematita Oolítica	$2\text{Fe}_2\text{O}_3, 3\text{H}_2\text{O}$	60
I-3 Oxidos Ferrosos Férricos		
a) Magnetita	Fe_3O_4	72.4
II.- CARBONATOS		
a) Siderita	CO_3Fe	48.3
b) Esferoidita	CO_3Fe	48.3
III.- SULFUROS		
a) Pirita de Hierro	S_2Fe	46.6

Los porcentajes mencionados se consideran suponiendo que los minerales son puros.

Los más interesantes e importantes son los óxidos; los carbonatos con contenido de Fe inferior a 48.3 % teórico máximo, deben calcinarse para ser transformados en óxidos, al desprenderse CO_2 .

De los sulfuros, por tostación se transforma el hierro también en óxido al desprenderse SO_2 , el cual sirve para la fabricación de ácido sulfúrico.

Oxidos Férricos Anhidros.

Hierro Oligisto (Fe_2O_3).- Se presenta cristalizado en romboedros de color negro brillante. Es una especie mineralógica fundamental de la que las hematitas son variedades amorfas.

El nombre de hematita deriva de la palabra griega que significa sangre, en alusión al color del mineral en polvo. Su estructura bien puede ser terrosa o en forma reniforme, en ocasiones micácea y formando cristales.

En su forma reniforme tiene un color gris de acero, pardo, rojizo o negro de hierro; no fusible, es magnético cuando contiene determinadas cantidades de magnetita (Fe_3O_4). Cuando se reduce a polvo se disuelve lentamente en ácidos.

La dureza se indica de manera relativa por la escala de MOHS, que se compone de 10 minerales dispuestos en orden, de menor a mayor según su dureza:

- | | |
|--------------|----------------|
| 1.- Talco | 6.- Feldespato |
| 2.- Yeso | 7.- Cuarzo |
| 3.- Calcita | 8.- Topacio |
| 4.- Fluorita | 9.- Corindón |
| 5.- Apatito | 10.- Diamante |

La dureza de un mineral se determina por su situación aproximada en la escala de MOHS. El mineral de mayor dureza rayará al más blando. A veces el berilio, dureza 7.5 a 8, sustituye al Topacio en la escala.

La dureza correspondiente al mineral Fe_2O_3 (hierro oligisto) es de 5.5 a 6.5 en la escala mencionada.

Hematita Roja (Fe_2O_3).- Es amorfa, se presenta en masas fibrosas o mamelonadas en grandes depósitos. Es el mineral de hierro más abundante.

Como ya se hizo mención en el Oligisto, existen varios tipos de hematita roja, entre los más comunes se encuentran:

- a) Hematita Especular
- b) Compacta Columnar
- c) Rojo Ocroso
- d) Hematita Arcillosa.

La forma de sus cristales es romboédrica, sus propiedades -- tanto físicas como mecánicas, son bastante semejantes a las del -- Oligisto. La variedad denominada hematita roja oolítica está formada por granos como los de la hematita parda oolítica.

Oxidos Férricos Hidratados.

Hematita Parda ($2\text{Fe}_2\text{O}_3, 3\text{H}_2\text{O}$).-- Es de color pardo cuando se encuentra pura. Las variedades amarillas o pardas, son impuras debido a la mezcla de arcilla y arena; se les conoce también con el nombre de ocre amarillo.

Es una variedad de la limonita (goetita), cuando la forma -- de sus cristales es romboédrica.

Limonita ($2\text{Fe}_2\text{O}_3, 3\text{H}_2\text{O}$).-- Es otro sesquióxido de hierro nada más que hidratado, contiene oxígeno en un 25.7 %, hierro 59.8 % y agua 14.5 %. Su estructura es en forma mamilar o estalactítica fibrosa, algunas veces terrosa. Sus cristales son rómbicos, su dureza es de 1 a 5.5, su peso específico varía de 3.4 a 4, es de color amarillo ocre (muy parecida a la hematita parda por lo que a veces se confunde), pardo o negro. Se encuentra en cristales, así como -- en masas compactas, porosas o terrosas. Son características de éste mineral, su estructura fibrosa radial y sus superficies negras charoladas.

Su nombre apropiado es goetita, aunque por mucho tiempo se le ha llamado limonita. Las variedades amorfas y terrosas, propiamente llamadas limonita, son mezclas de óxidos de hierro, con contenido de agua variable; a veces contiene sílices, arcilla, óxido de manganeso y materia orgánica.

La goetita y la limonita son el producto de la descomposición de los minerales de hierro, que se produce por la acción del agua, dióxido de carbono, ácido húmico y oxígeno. Están muy extendidas; normalmente asociadas con minerales como la pirita, oligisto, magnetita, siderita y también con la mayoría de los minerales que constituyen las rocas que contienen hierro en pequeña cantidad, tales como los anfíboles y piroxenos. Las limonitas y goetitas residuales, son el resultado de la descomposición de filones que contienen bisulfuro de hierro, o de la meteorización de las rocas que contienen hierro. También se les utiliza en pinturas como ocre amarillo y rojo marrón.

Oxidos Ferrosos Férricos.

Magnetita (Fe_3O_4 piedra imán).- Tiene una estructura masiva granular, tanto gruesa como fina, algunas veces arenosa, también se le encuentra frecuentemente cristalizada. Sus cristales son de forma cúbica, y su dureza varía de 5.5 a 6.5 en la escala de Mohs. Tiene un peso específico de 5.2; su brillo metálico a mate es de color hierro negro, con la característica especial de ser muy magnético. Su composición es la siguiente: Oxígeno 27.6 a 31 %; hierro 69 a 72,4 %. Se considera también formada de óxido ferroso y óxido férrico.

Es un mineral muy rico en hierro si es puro, pero es el más difícil de tratar por la ganga que le acompaña. Suele contener cantidades variables de manganeso, níquel, magnesio, fósforo y titanio; funde con dificultad. Se transforma en limonita y hematita (martita). La magnetita aparece como pseudoamorfa de la pirita, oligisto y siderita.

Es un mineral que se encuentra muy extendido, principalmente como componente primario de rocas ígneas básicas, tales como la diabasa gabro, nefelina sienítica y basalto mineral metamórfico. - Es componente también de ciertas arenas de ríos, lagos y mares.

En algunos yacimientos se presenta en grandes masas. Sus -- orígenes son muy diversos, pero una de sus principales características es que se forma a elevadas temperaturas en parte primaria, y en parte secundaria como procedente de la metamorfosis de otros minerales.

Carbonatos.

Siderita (CO_3Fe).- Carbonato de hierro integrado por: dióxido de carbono (37.9 %) y protóxido de hierro (62.1 %); éste último equivale a 48.2 % de hierro. Se presenta con una estructura a veces botroidal, compacta o terrosa; raramente en cristales.

Cuando está pura tiene una riqueza en hierro de 48.3 %. -- Cristaliza en sistema romboédrico; su densidad media es de 3.5; su color generalmente va de castaño oscuro a claro, de transparente a translúcido. Se distingue de los carbonatos por su color y su -- gran peso específico. Al calor decrepita y se transforma en óxido ferroso (FeO), operación que se realiza siempre, antes de su beneficio. El aire húmedo lo convierte en óxido férrico hidratado y -- por lo tanto, oscurece el color aproximándose al de la limonita.

Esferoidita (CO_3Fe).- Es también un carbonato de hierro, -- distinguiéndose de la siderita en que no se presenta perfectamente cristalizado, sino en forma de granos; de ahí su nombre.

III.-

EQUIPOS EMPLEADOS EN LA CONCENTRACION
DE MINERALES DE HIERRO.

- 1) MAQUINAS EXTRACTIVAS
- 2) TRANSPORTES
- 3) PLANTAS DE TRITURACION
 - a) Quebradoras Primarias
 - b) Quebradoras Secundarias
- 4) PLANTA DE CONCENTRACION DEL MINERAL DE HIERRO
- 5) EQUIPOS AUXILIARES.

MAQUINAS EXTRACTIVAS.

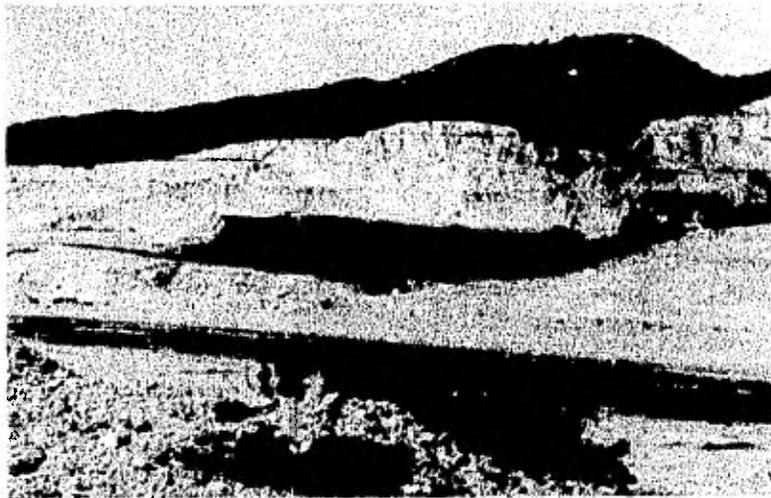
Una de las industrias siderúrgicas más grandes y más modernas del mundo, "SICARTSA" se encuentra localizada dentro de la región conocida con el nombre de las Truchas, en Lázaro Cárdenas, Mich.. Es aquí, en donde enfocaremos el estudio y análisis de los componentes y equipo, de cada una de las zonas de explotación, trabajo y tratamiento del mineral de hierro.

Ferrotepec, es una de las minas principales y se encuentra localizada al noroeste de la Mira, Mich.. Según los estudios geológicos de la zona, es aquí en donde encontramos una reserva aproximada de cuarenta millones de toneladas de mineral de hierro, con una ley promedio del 48 % de Fe.

De acuerdo con la morfología del yacimiento, se llegó a la conclusión de que su explotación se hiciese a cielo abierto mediante taludes, los cuales tienen unas dimensiones aproximadas de:

Tajo Poniente	-50 mts.	S.N.M.
Tajo Central	-30 mts.	S.N.M.
Tajo Oriente	-40 mts.	S.N.M.

Según los estudios efectuados, se calculó que el descapote (quitar las capas terrosas) empezaría a +70 mts S.N.M., hasta llegar a -50 mts S.N.M., pero resultó que al llegar al nivel +10 mts S.N.M., se empezaron a presentar filtraciones de agua, lo cual hace pensar que no se podrá explotar el mineral hasta el nivel de -50, por resultar antieconómica su explotación, tanto por los problemas técnicos, como humanos y económicos.



Vista de los mantos de magnetita
que se explotan a cielo abierto.



Colocación de explosivos en el túnel.

La carga explosiva está compuesta por dos partes, la carga de fondo y la carga de columna. La primera tiene por objeto ejercer un esfuerzo cortante de alta intensidad en la pata del barreno, ésta carga debe hacerse con un explosivo potente y resistente al agua, la segunda tiene como misión primordial ayudar a la carga de fondo a voltear y fragmentar la roca en la parte superior del barreno; la carga explosiva de ésta sección puede ser de densidad más baja que la que se usa para la carga de fondo. El taco debe ser de bentonita o de arcilla plástica y los cebos utilizados para activar la carga de explosivo serán de dos a tres repartidos a lo largo del barreno.

De acuerdo a las condiciones de los depósitos de mineral, - se estima que el diámetro ideal será de 15 cms, y por cada metro líneal del mismo, será necesario cargar 30 Kgs de explosivos, dando - un total de 345 Kgs de explosivos por barreno, ya que éste tendrá - una profundidad aproximada de 11.50 mts. Se estima que cada barreno podrá tumbar 1160 toneladas de mineral de hierro y 740 toneladas de tepetate.

El mineral de hierro deberá ser removido del lugar de donde se arranca hasta la planta de trituración primaria, el tepetate se envía a la tepetatera, o sea a los espacios destinados a almacenar la roca estéril o mineral de baja ley.

Entre los principales problemas técnicos que deben tomarse en cuenta, se encuentra la extracción del agua filtrada, mediante bombas con características especiales, para la eliminación del agua, lodo, etc.

Una vez descapotado el depósito, se empiezan a preparar las "tronadas" (derrumbe de mineral), previamente planeadas por el departamento de Geología. El descapotado se hace mediante taludes de 10 mts. de altura con una inclinación de 15 .

La barrenación y explosión, consiste en tumbar y quebrar a la vez el mineral de hierro, por medio de cargas explosivas que previamente han sido colocadas en el hueco del barreno, en la cantidad y distancia entre cada uno de ellos, de acuerdo con el estudio del terreno hecho con anterioridad. De ésta manera se busca optimizar el aprovechamiento de la energía explosiva puesta en el barreno, para producir el mayor número de toneladas por metro lineal de barrenación y obtener la fragmentación óptima del mineral tumbado, con la consiguiente eficiencia del equipo y maquinaria utilizada. Para efectuar la barrenación es necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:

- a) Diámetro de la perforación.
- b) Espacio entre uno y otro barreno.
- c) Densidad de la carga explosiva colocada en los barrenos.
- d) Profundidad y subperforación de los barrenos.

El diámetro del barreno y la densidad de la carga explosiva colocada, influyen en forma decisiva en la velocidad de detonación, y ésta a su vez influye en la eficiencia general de la operación.

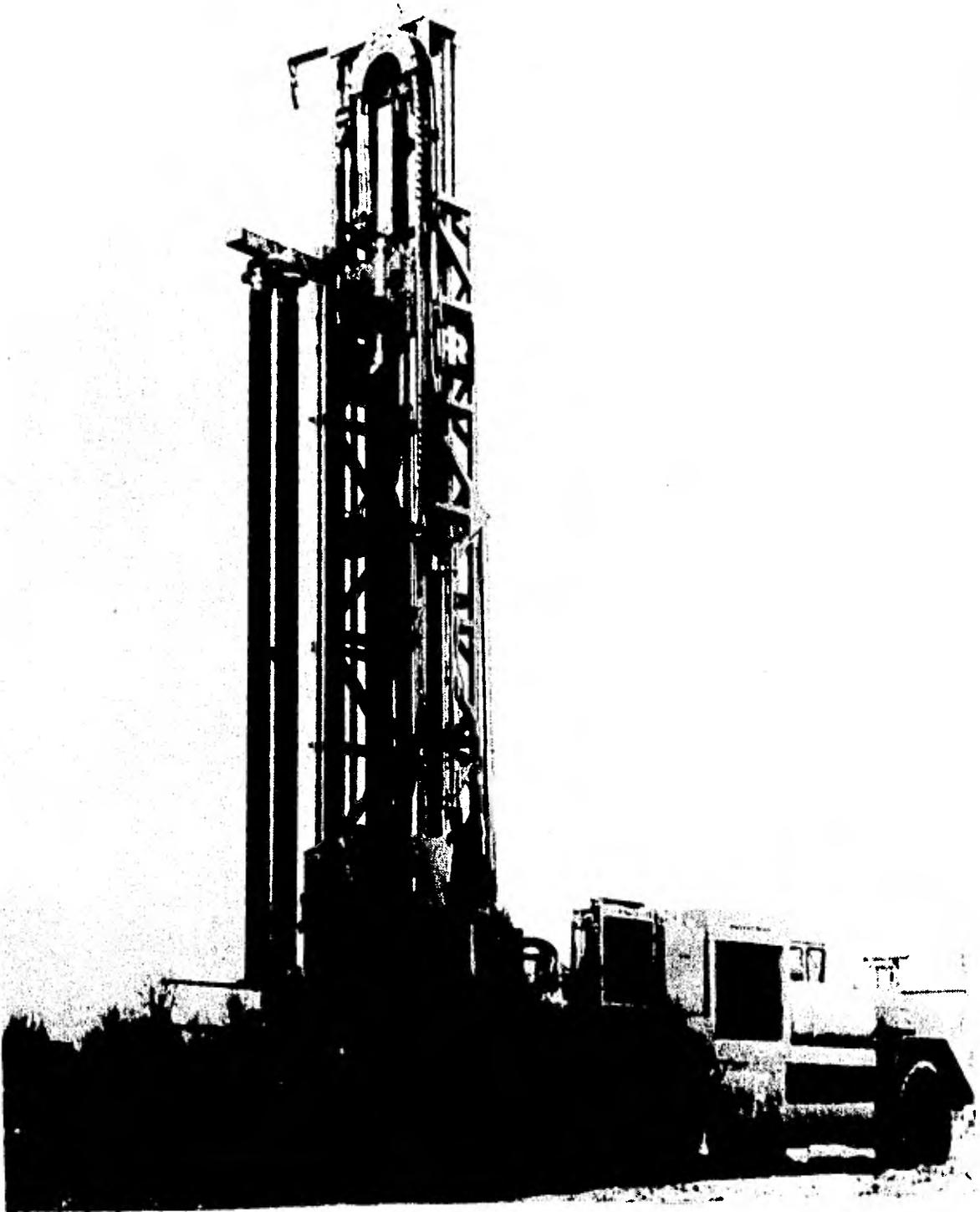
PERFORADORAS

Las perforadoras más comunmente usadas en la industria Siderúrgica, son del tipo portátil de torre. Este equipo de perforación se puede considerar eficiente, y consta de una torre denominada mástil o carro, articulada a la base del móvil de tal manera que puede elevarse o bajarse por medio de cilindros hidráulicos a las posiciones de operación requeridas.

La mayor parte de las perforaciones se ejecutan con la torre en posición vertical, aunque en otros modelos pueden trabajar en posición horizontal o parcialmente levantada. Este tipo de perforadoras no pueden inclinarse en forma lateral.

La carrera de la barrena es de ocho metros y la torre está montada en la parte posterior del vehículo, que luego se convierte en el frente de toda la unidad; ésta máquina es de construcción sencilla, lo cual permite colocarla con gran precisión. La máquina se nivela antes de empezar a barrenar, por medio de tres gatos hidráulicos controlados por separado desde la caseta del operador.

La barrena se hace girar desde el extremo superior, a base de un motor hidráulico, el cual ejerce una presión sobre ésta de -- hasta 25 toneladas para equipo móvil. El sistema de alimentación se invierte para sacar la barrena y la broca de la cavidad, cuando se ha terminado la operación o cuando se presentan arenas que dificultan el proceso.



Perforadora.

MOTONIVELADORAS

La gran importancia que han tomado éstas máquinas, se debe tanto a su potencia, como al dispositivo de que están dotadas para el movimiento de la cuchilla. Por su sistema de transmisión, son dos los tipos más comunmente usados en la industria minero metalúrgica. El más común es aquel en el que solamente las ruedas traseras en número de cuatro, son todas motrices. Se adaptan fácilmente a los desniveles del terreno, sin perder su estabilidad.

El otro tipo menos usual, está dotado de doble tracción y presenta la ventaja sobre el primero, de trabajar en rampas de mayor pendiente como consecuencia de la tracción en el eje delantero.

Al tren delantero, se articula un segundo brazo, sostenido y mandado por dos gatos hidráulicos. Dicho brazo lleva una corona con rotación total a la que se fija una hoja niveladora cuyo ángulo de ataque puede modificarse según la naturaleza del trabajo a efectuar, llegandose incluso hasta la posición vertical de la cuchilla.

Con la motoniveladora se pueden realizar los siguientes trabajos:

- a) Extender y nivelar materiales sueltos
- b) Excavar las cunetas de una carretera
- c) Regularizar los taludes de una excavación
- d) Nivelar los materiales extraídos sobre el fondo
- e) Transportar mineral amontonado.



Rotoniveladora.

BULDOZER O CARGADOR FRONTAL

El buldozer es el miembro menor de una familia de máquinas excavadoras, que ordinariamente extraen y transportan el mineral de hierro en su forma primitiva, desde el lugar de su obtención, hasta el puesto de descarga ó carga de camiones (dumpers).

La transformación más avanzada del buldozer, es el tractor con cucharón en el extremo frontal para excavación. Esta máquina - puede llamarse pala cargadora, pala de tractor o cargador frontal. Puede utilizarse para la excavación, carga, descarga y transporte - del mineral de hierro a distancias cortas.

Para el trabajo pesado se utilizan los tractores de oruga y los de ruedas motrices neumáticas. En SICARTSA se utilizan los del primer tipo, ya que permiten hacer excavaciones con gran facilidad. Los buldozers están equipados con un cucharón, en lugar de cuchilla frontal, lo que les permite una capacidad de empuje mayor, así como una descarga de material íntegra.



Cargadores de material del tipo tractor.



Cargador Frontal.

TRANSPORTES.

El mineral de hierro deberá ser movido del lugar donde se extrae, hasta la planta de trituración primaria. El acarreo se hará por medio de camiones de volteo con capacidad de 50 toneladas; éstos camiones se llenarán con cargadores frontales, con capacidad en el cucharón de 18 toneladas.

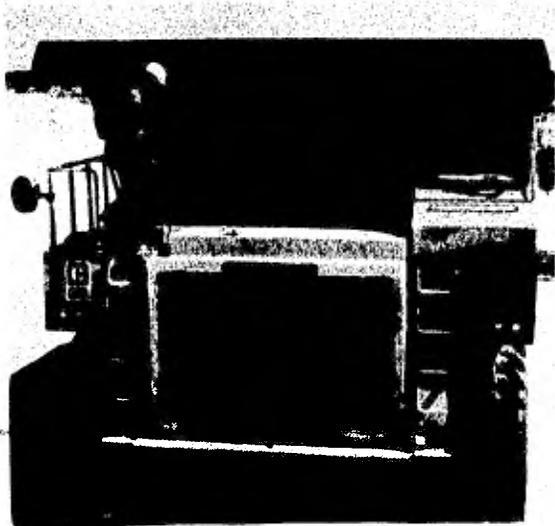
Debido a las condiciones del terreno que imperan en las minas, es necesario el uso de transportes adecuados que faciliten las maniobras de carga y descarga en las diferentes áreas de trabajo. - Una gran resistencia al trabajo continuo, así como un fácil mantenimiento, son los aspectos principales a tomarse en cuenta para la elección de camiones de volteo o dumpers.

Grandes cantidades de mineral de hierro, en rocas que van desde 30 cms hasta 1 m de diámetro, son acarreadas diariamente con una frecuencia de 210 toneladas por hora, a travéz de caminos sinuosos y brechas de varios kilómetros de longitud, antes de ser depositados en la planta de trituración. Es por ésto que los camiones usados tienen las siguientes características:

- a) Una capacidad de 50 toneladas como mínimo
- b) Un chasis rígido que incluye bastidor, defensas, muelles, ejes muertos y llantas neumáticas.

El peso muerto del chasis y de la caja, es generalmente igual a su capacidad de carga. Su construcción es mucho más pesada que la de los camiones para circular en carreteras, ésto con el fin de soportar las condiciones más diversas de trabajo.

La velocidad máxima es de aproximadamente 50 Km/hr, aunque la potencia del motor y las pendientes, permiten velocidades mayores.



DUMPERS.

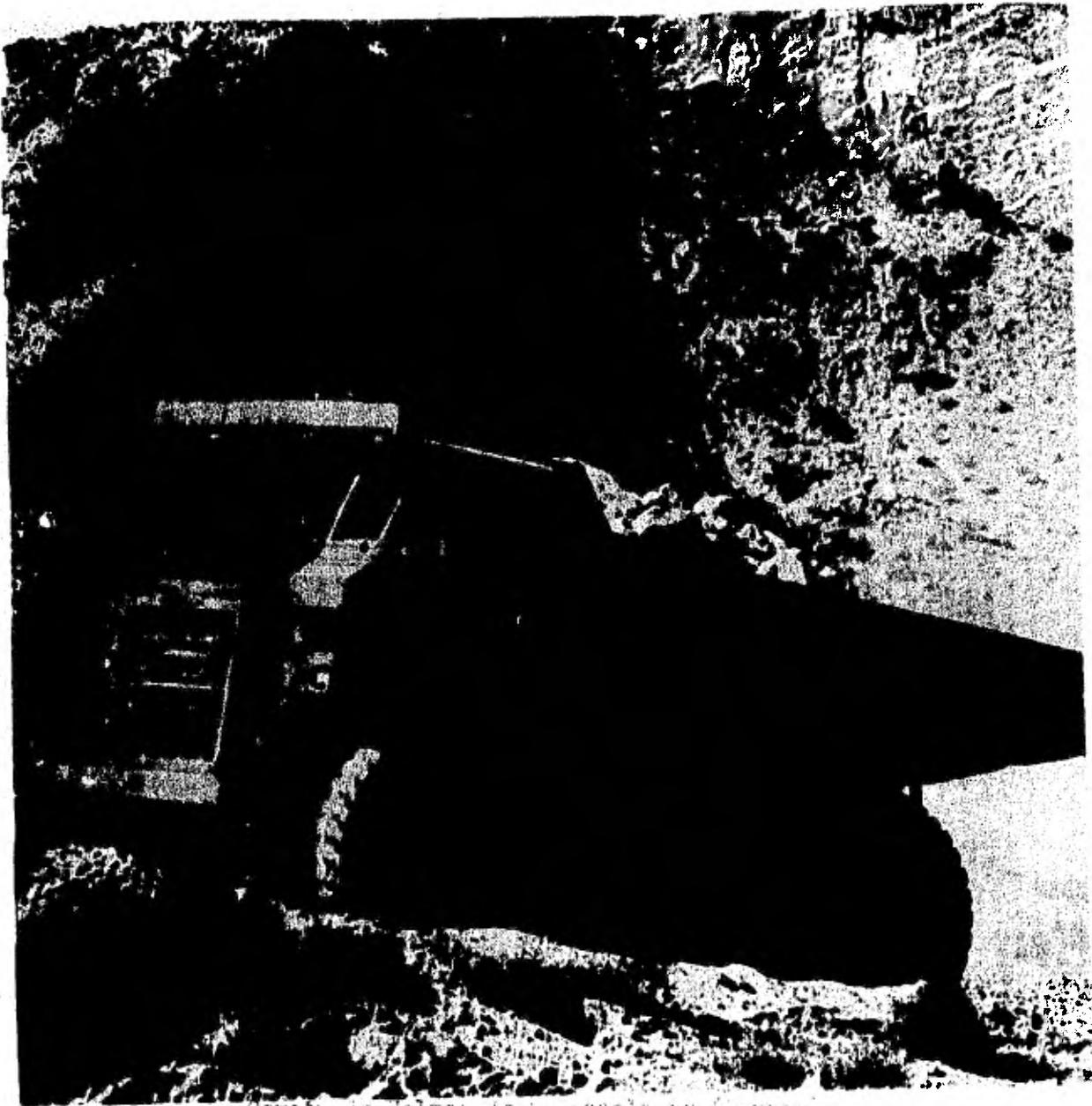


Las transmisiones son sincronizadas, con una o dos velocidades de reversa y cinco o diez hacia adelante.

c) El tren de potencia que está soportado por el chasis, -- consta de : motor, embrague, transmisión, eje de propulsión y ejes vivos.

d) La cabina, que es el compartimento del operador.

e) El volteo que incluye la caja, puerta trasera, protector de cabina, sistema hidráulico y controles.



Cambio de Volcan de los Encinos, 1950.

TRANSPORTADORES.

En la industria minero-metalúrgica, como en muchas otras, se tiene la necesidad de transportar materiales sólidos, ya sean pequeñas o grandes distancias horizontales, verticales o combinaciones de ambas. Para el efecto se utilizan camiones, ferrocarriles, funiculares, bandas de hule, bandas metálicas, etc.; eligiéndose el tipo óptimo de transportación de acuerdo a necesidades y posibilidades particulares.

Para distancias relativamente cortas, comunmente se utilizan los sistemas genéricamente llamados transportadores, de los cuales los más comunes son los de banda, los de cangilones, los volantes y los de tornillo.

No se han fijado límites precisos dentro de los cuales se pueden utilizar los transportadores, aunque comunmente cuando la distancia a cubrir excede, digamos, de unos 1000 mts, la transportación intermitente (por ejemplo camiones o pequeños trenes) resulta más económica.

Debido a que en la industria siderúrgica mexicana y particularmente en SICARTSA (Siderúrgica Lázaro Cárdenas - Las Truchas, S.A.), uno de los sistemas de transporte más utilizado es por medio de bandas, el estudio que a continuación presentamos hace énfasis a éste tipo de transporte.

TRANSPORTADORES DE BANDA.

El transportador de banda consiste en una máquina formada por una banda sinfín, plana, que sirve para transportar, elevar o distribuir material que se coloca en su cara superior.

Opera entre una polea principal y otra terminal y se apoya en rodillos locos, que a su vez descansan sobre un armazón o en cables de acero. Los transportadores se fabrican desde unidades elevadoras pequeñas portátiles que se cargan con palas de mano, hasta máquinas gigantes que transportan millones de toneladas de tierra a lo largo de muchas millas.

Como unidades independientes, se adaptan bien al transporte rápido de material suelto. Tienen menos movilidad y flexibilidad que los camiones y las escrepas, usándose por lo mismo principalmente, cuando es necesario mover grandes volúmenes de material a lo largo de una ruta. Se aplican especialmente cuando se tienen que elevar las cargas con un ángulo grande respecto a la horizontal, o cuando se tienen que transportar a través de terreno muy quebrado en el que sería muy difícil construir un camino. Sirven bien como alimentadores de las plantas de tratamiento porque proporcionan una corriente continua. Simplifican los problemas de tránsito cuando el espacio para acarreo está restringido, como en los túneles y en los bancos congestionados. Sin embargo, no es el equipo adecuado para acarrear grandes terrones que obstruyan las tolvas, perjudiquen la banda y que puedan caerse durante el tránsito.

Su eficiencia mecánica es elevada, porque se mueven pocas cargas muertas con la carga, el rozamiento es mínimo y la potencia consumida al arrancar y al parar es mínima.

Además de su uso como equipo independiente y como transportadores semi-independientes, las bandas transportadoras se usan como porción de las máquinas cargadoras, excavadoras de zanjas y de las plantas de tratamiento.

Los transportadores permanentes grandes, son casi las únicas máquinas que se usan en conexión con la excavación, en el sentido de que generalmente se construyen a la medida, y en que las reglas en que se basa su proyecto y construcción son flexibles, de manera que se pueden hacer a la medida de las necesidades de la obra, y al gusto y necesidades del cliente; y no se puede hacer una distinción clara entre su funcionamiento, diseño, operación y conservación.

El órgano de mayor importancia es la misma banda, que es una faja sinfín de fibra de algodón o de rayón cubierta de hule y formada por capas. El tipo de fibra y el número de capas determina la resistencia de la banda. El hule no le aumenta la resistencia, pero protege la fibra contra el desgaste y de la intemperie. Su espesor y calidad varían según los diferentes tipos de servicio.

En el promedio de las instalaciones, la banda tiene un costo aproximadamente igual a la mitad del costo de construcción de la instalación, y su reparación y reemplazo es el cargo más importante de conservación. Por lo tanto es muy importante su cuidado.

La banda está colocada entre una polea principal (que puede ser la polea motriz), y una polea terminal o de retorno, y lleva su carga sobre su capa superior, generalmente hacia la polea principal. Su carrera superior se apoya en grupos de rodillos en los que los tres que forman el grupo, están dispuestos de manera que le dan a la banda la forma de canal, y la carrera inferior está apoyada a distancias mayores en rodillos planos llamados rodillos de retorno.

Bastidor.- Muchos bastidores son del tipo seccional. Siempre se usan dos tramos extremos y tantos intermedios como sea necesario tener para una longitud deseada. Los tramos se unen entre sí por medio de tornillos.

Las montaduras de carretillas y de ruedas sirven solamente para máquinas ligeras. Las de pilares y tarimas son generalmente permanentes, pero pueden hacerse en forma desarmable para cambiarse de lugar fácilmente. Las instalaciones estacionarias generalmente llevan una pasarela de la cual se puede atender la banda y los rodillos.

Los transportadores generalmente se pueden sostener en dos cables de alambre con tramos móviles; sobre patines, y en otros tipos de apoyo.

Banda.- La banda es una faja de algodón o rayón recubierta de hule. Las bandas muy largas o muy cargadas pueden estar reforzadas con cable de acero.

No existe límite definido para la longitud de una sola banda. Se necesita una superficie mayor de fricción y un tipo de construcción más resistente conforme se va aumentando la longitud de la unidad, cuanto más inclinada funciona, o cuanto más pesada es la carga a soportar. En la práctica se limita la distancia de transporte a un cuarto de milla, pero se han construido bandas transportadoras para hacer acarrees de una milla o más.

Cualquier distancia se puede salvar con una serie de bandas, en las que cada una descarga en la siguiente a través de una tolva o sobre una placa deflectora. La longitud de cada transportador se considera la distancia de centro a centro de las poleas extremas.

Las bandas para mover tierra u otros materiales sueltos, generalmente corren formando un canal en el extremo superior, que centra la carga y reduce el derrame a los lados. Los transportadores muy cortos pueden llevar una carga mayor usando una banda plana con guías laterales fijas.

Las bandas pueden tener una anchura desde 0.20 mts a 2.40 mts, pero las bandas ordinarias varían de 0.30 mts a 1.50 mts, siendo muy común el de 0.75 mts.

Propulsión.- La energía se transmite de las poleas por fricción. Si la resistencia de la banda al movimiento es mayor que la fricción, la polea girará o se resbalará dentro de la banda produciéndose una pérdida de potencia y desgaste en ambas superficies. La magnitud de la fricción o tracción la determina la naturaleza de las superficies, la tensión del lado flojo de la banda y el área de contacto.

La tensión en el tramo de carga de la banda, que tiende a producir deslizamiento, está formada por la fuerza de gravedad sobre éste tramo y su carga, la fricción en los rodillos, poleas, en la banda y en su carga; y por la inercia de todo el sistema cuando se arranca o se acelera.

La superficie de llanta de la polea puede ser metálica, o estar recubierta con una capa lisa o ranurada de hule. El recubrimiento puede fijarse con tornillos o vulcanizarse en la polea. Aumenta la tracción especialmente cuando la banda está mojada o cubierta de hielo, y evita el desgaste de la polea.

Se mantiene en contacto la banda con la polea por su tensión en el tramo flojo o de baja tensión. Esta tensión se regula normalmente por medio de un dispositivo de gravedad, en el que un peso suspendido ejerce una tensión en la polea terminal, o por medio de una polea tensora especial, que se mueve hacia afuera si se afloja la banda, y hacia adentro si se aprieta. Si la polea está muy inclinada, el peso del lado flojo puede mantener una tensión. Los transportadores muy cortos pueden tener ajustes de rosca para acercar o alejar la polea.

La magnitud de la tracción que se puede obtener aumentando la tensión, está limitada por el aumento de potencia requerida y por el acortamiento de la vida de una banda muy apretada.

El área de contacto lo determinan el diámetro de la polea, el arco de contacto y el número de poleas. Las poleas más grandes no solo aumentan el área de contacto, sino que reducen las deformaciones por flexión en la banda. Su desventaja es el mayor costo de la polea y los cambios que deberán efectuarse en el bastidor y en la instalación para acomodarla. Si se reemplaza una polea ya instalada por otra mayor, impulsará la banda con mayor velocidad y menor fuerza, a menos de que se cambie la velocidad en la transmisión del motor. Poniéndole un revestimiento a la polea se produce el mismo efecto.

Una polea cuyos tramos son paralelos harán un contacto de 180° con la polea impulsora, que se puede aumentar por medio de una polea loca en el lado flojo. Esta es la forma más barata de aumentar la superficie de contacto.

Los mecanismos impulsores en la rueda delantera son los adecuados para los transportadores cortos y para los muy inclinados, en los que el peso del tramo de retorno mantiene una elevada tensión en el lado flojo. En los casos en los que se requiere una tracción mayor, se usan las poleas en tándem, y se pueden obtener ángulos de contacto hasta de 440° de ésta manera.

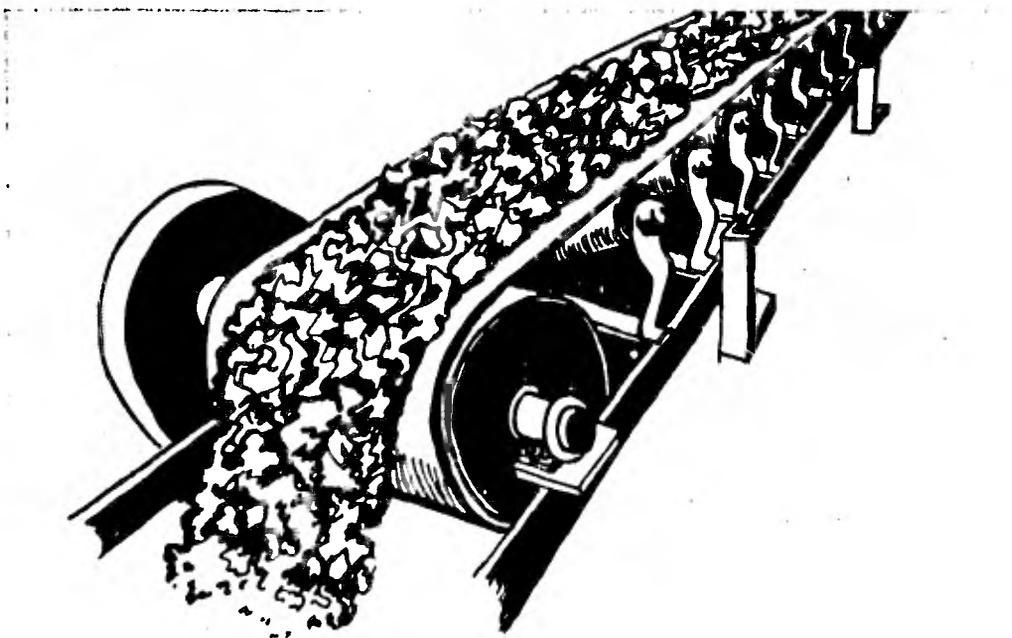
Una banda que está transportando una carga, cambia de forma al pasar sobre la polea impulsora. Se adelgaza cuando entra en contacto con ella y vuelve a engrosar al reducirse la tensión. Se mueve con mayor velocidad cuando es más delgada, en la misma forma que el agua acelera su velocidad cuando pasa por una sección reducida de su canal.

El cambio de espesor de la banda y de velocidad es muy pequeño, pero requiere que la segunda polea tándem gire un poco más despacio que la primera si se requiere evitar esfuerzos adicionales. La diferencia varía con la carga.

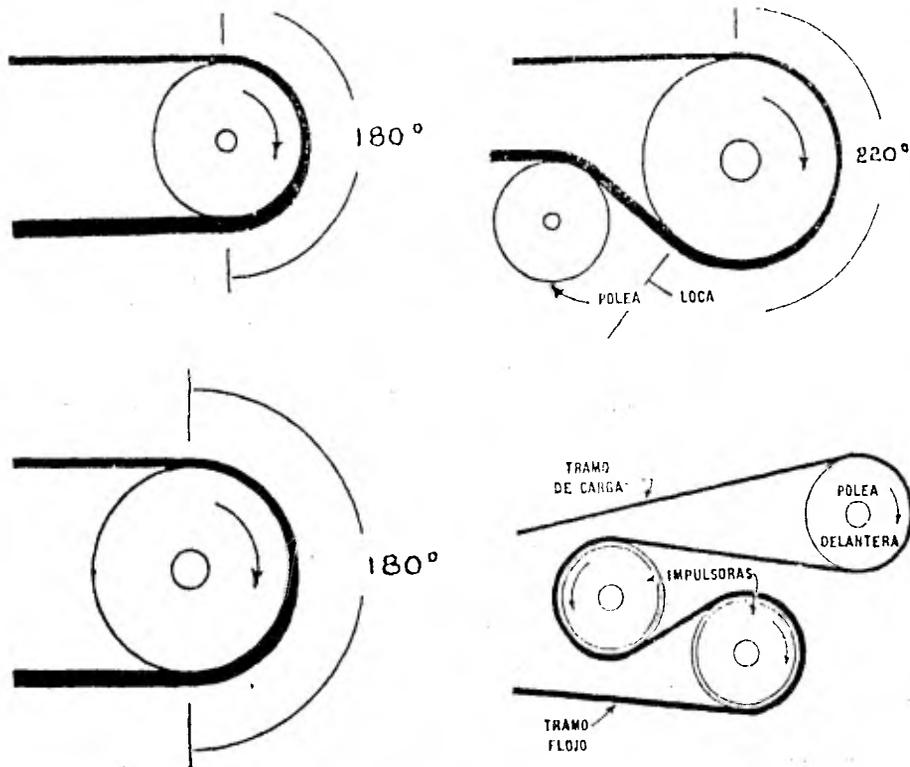
Cuando se utiliza un sistema impulsor eléctrico, los motores separados de las poleas, pueden ajustar automáticamente su velocidad entre sí.

Una posible desventaja del sistema impulsor de poleas en tándem, es que una de las poleas trabaja en el lado de la banda que lleva la carga, que puede estar mojado o resbaloso produciendo una mala tracción; o estar rasposo, por lo que se desgastarán rápidamente la banda y la polea. Esto se puede evitar usando las poleas extremas como motrices y las intermedias como locas.

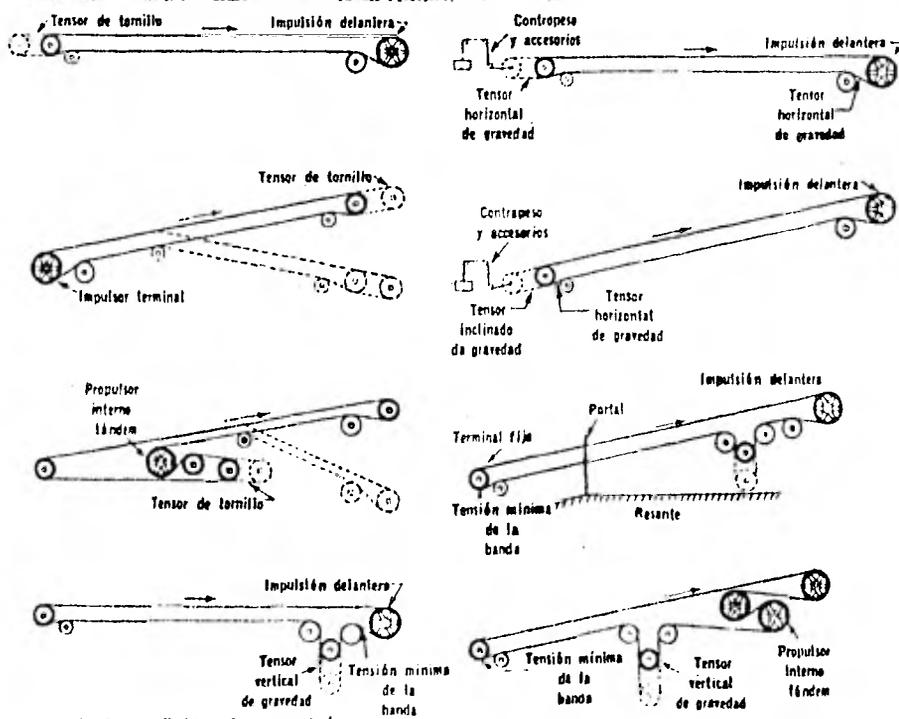
Las bandas cortas reversibles pueden llevar poleas impulsoras en ambos extremos, conectados con cadenas de rodillos.



Transportador de banda.



Mecanismos impulsores de las bandas.



Cartexa de Hewitt Robins Incorporated

Diferentes instalaciones motrices y tensoras.

Rodillos.- El tramo superior de la banda se apoya en rodillos. Son, generalmente en forma de U, en los que el rodillo central soporta la parte cargada de la banda y un par de rodillos exteriores levantan los bordos para formar una sección acanalada que evita que se derrame la carga por los lados.

En las estaciones de carga, se pueden reducir los golpes, el desgaste de la banda y de los rodillos, usando rodillos de hule. Los rodillos giran en cojinetes de bolas o baleros. El lubricante se cambia solamente a largos intervalos y puede estar sellado.

En los trabajos de excavación se pueden utilizar los rodillos y bandas planas con guías laterales. Los rodillos de retorno soportan el tramo inferior sin carga de la banda. Llevan poco peso y pueden estar muy separados entre sí. Su construcción y lubricación son semejantes.

Si la banda lleva material pegajoso, los residuos asentados en la misma se van quedando en los rodillos de retorno. Los de disco de hule reducen ésta molestia.



Rodillos acojinados.



Rodillo de retorno del tipo disco de hule

Ajuste.- Las bandas cortas comúnmente tienen un ajuste de tornillo o tensor en la polea terminal, que se desliza acercando o alejando las poleas terminales en una corredera. Debe tenerse cuidado en dejar los ajustes iguales en ambos lados, para mantener el eje de la polea en ángulo recto con la dirección del movimiento de la banda. Cualquier desigualdad apretará la banda más de un lado que del otro y tenderá a desalojarse hacia el lado más apretado y a salirse por él.

Para las bandas largas no conviene una tensión fija, porque las variaciones de temperatura afectan la longitud del bastidor; y a la banda le afectan tanto la temperatura como la humedad.

Existen dos tipos de tensores automáticos comunes que mantienen las bandas a una tensión constante. En el tipo horizontal de gravedad o de contrapeso, la tensión se controla con una polea terminal en una corredera, que se puede separar por medio de un peso que cuelga de una polea. Con los tensores verticales de gravedad se usa una polea terminal fija; y la polea lastrada está suspendida entre dos rodillos de retorno, de preferencia cerca del punto de tensión mínima de la banda. Si la banda se alarga tanto que ya no se puede ajustar, se le corta un pedazo; los extremos se unen con grapas o se vulcanizan y se vuelve a ajustar.

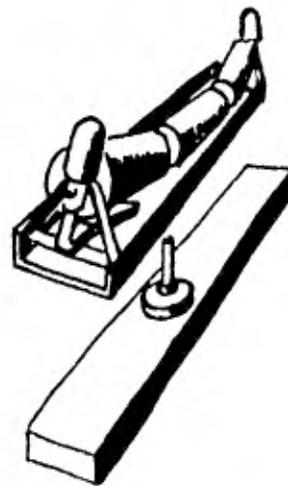
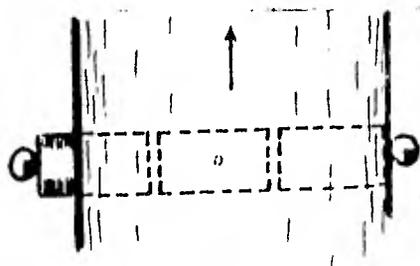
Alineamiento.- La banda es sensible a pequeños cambios en el alineamiento del bastidor y de la polea que harán que se desvíe de la línea recta. Los cambios internos en la tensión de la banda, o una unión que se comienza a despegar, pueden producir el mismo efecto. Las molestias producidas por la oscilación de la banda se pueden disminuir mucho haciendo tanto las poleas como los bastidores, de una anchura suficiente para que la banda no tenga que correr exactamente en una línea recta.

Los tipos más anchos son por supuesto más caros, pero al correr los años, se pagarán de sobra por la mayor vida de la banda y por necesitar menos comprobaciones y ajustes.

Si el bastidor está desalineado, el tramo de carga puede correr bastante bien, pues lo dirige la carga que busca los apoyos en forma de U. El tramo de retorno, sin embargo, seguirá la trayectoria más corta, o lo guiarán rodillos inclinados por lo que rozará con partes estacionarias.

Los rodillos para dar forma de canal a la banda, controlan la dirección de la misma en el sentido del movimiento. Sin embargo, solamente se pueden dar pequeñas inclinaciones, porque si se exageran producirán un freno contra el fondo de la banda, que se desgastará rápidamente y consumirá más potencia.

Los apoyos de rodillos de alineamiento automático o rodillos guías, se montan en un pivote central y llevan carretes verticales colocados a cada borde. Si la banda roza contra un carrete, se inclina y oprime una zapata de freno forrada contra el rodillo adyacente, disminuyendo su velocidad, haciendo girar el apoyo de rodillos y empujando la banda hacia el centro. Este dispositivo produce poco arrastre, y se coloca cada 15 mts en lugar de los apoyos de rodillos ordinarios, manteniendo la banda alineada en cualesquiera que sean las condiciones ordinarias de funcionamiento. Dos colocados a intervalos de 9 mts adelante de la polea terminal, alinearán correctamente la banda hasta la estación de carga.

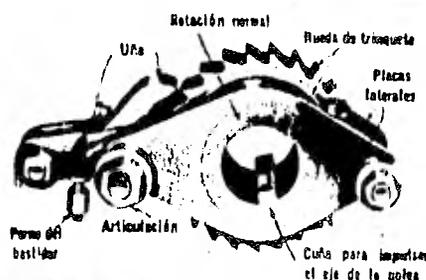


Rodillos Guías.

Trinquetes.- Los transportadores inclinados tienden a correr hacia atrás cuando se interrumpe la potencia, porque el peso de la carga empuja hacia abajo parte de la banda. Esta tendencia se puede contrarrestar con un freno de tamaño suficiente, pero a menudo, es más conveniente usar un dispositivo que impida automáticamente el movimiento en sentido inverso, sin interferir con el movimiento ordinario de la banda.

El trinquete consta de una rueda dentada acoplada con un cuñero a la flecha de propulsión, que está sujeta entre dos placas laterales que están articuladas a una uña y una palanca anclada al bastidor del transportador. Cuando la banda y la polea impulsora están girando en la dirección normal, la fricción entre el trinquete y las placas laterales levantan la unidad en la articulación, manteniendo separada la uña de la rueda del trinquete. Si la polea impulsora comienza a girar en sentido contrario, empuja la articulación hacia abajo y la uña se encaja en el trinquete.

Este mecanismo no se puede utilizar en los transportadores inclinados hacia abajo, porque la carga tiende a mover la polea hacia adelante.

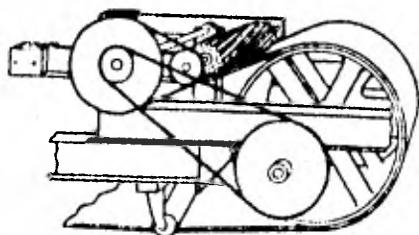


Trinquete.

Derrames.- Generalmente se tira poco el material de una banda cuando es suficientemente ancha para su carga, sin embargo, muchas bandas se sobrecargan en volúmen cuando no en peso, y los saltos sobre los apoyos de rodillos, movimientos en la carga, y cambios de alineamiento hacen rodar los fragmentos fuera de los bordes. Si se pone una tarima debajo de toda la longitud de la banda, o como se hace algunas veces, debajo de los extremos y de las estaciones de carga, se evitará que éste material caiga en el tramo de retorno de la banda. Si las poleas y los apoyos de rodillos se encuentran siempre limpios, se alargará la vida de la banda.

Es importante que se coloque una barra o aspa limpiadora en el tramo de retorno, precisamente arriba de la polea terminal, porque puede caer un objeto grande y filoso sobre la banda y quedar atorado entre la misma y la polea, lo que ocasionaría roturas y perforaciones de consideración.

La tierra mojada y otros materiales se adhieren a las bandas y se acumulan en cantidades considerables si no se evita. Debe colocarse un limpiador precisamente antes de la estación de descarga, para limpiar la banda y conducir el material raspado al mismo receptáculo que la corriente principal. Este limpiador puede consistir en una hoja de hule o de acero, o en un conjunto de las mismas, o ser un rodillo de cerdas que gire en sentido opuesto a la banda. La presión necesaria contra la banda y el ajuste por el desgaste se obtienen por medio de un contrapeso o de resortes.



Limpiador de banda.

CALCULO TIPICO DE TRANSPORTADORES DE BANDA.

Información requerida para seleccionar una banda.

La selección de la correcta construcción de una banda, debe ser basada en las condiciones de operación del transportador que dará el más bajo costo por tonelada de material transportado.

Ancho de banda.- El ancho de banda se usa para determinar la capacidad y el peso de las partes en movimiento, los cuales son factores para calcular las tensiones. El ancho es también tomado en cuenta cuando se evalúa el artesamiento de la banda y para soportar la carga.

Material Transportado.- La naturaleza del material (peso por metro cúbico, tamaños, actividad química, temperatura, presencia de aceites, grasas y solventes en la carga transportada), determina la calidad de la banda, espesor de las cubiertas y el esqueleto requerido en la banda para resistir el impacto de la carga.

Capacidad.- La capacidad se expresa en "toneladas largas" -- (1016 Kg/hr). La máxima capacidad se usa en las fórmulas para determinar la tensión.

Velocidad de la banda.- La velocidad es usada para calcular la tensión y la potencia. La capacidad de la banda completamente cargada depende de la velocidad.

Distancia entre centros de poleas.- Esta es la distancia en metros medida a lo largo de la banda entre las poleas terminales. Se usa para calcular la tensión, para evitar la fricción en la banda y en las partes mecánicas del transportador. La distancia entre centros es ajustada para ser usada en las fórmulas de tensión.

Elevación o Caída.- La diferencia en elevación entre los puntos de carga y descarga es requerida para calcular la tensión necesaria para elevar o bajar la carga.

Empalmes.- El tipo de empalmes usado, mediante vulcanización o grapas, determina la tensión de operación máxima permisible. Los empalmes vulcanizados son más eficientes y durables que las grapas mecánicas, y cuando son usados, pueden resultar en un costo menor de operación y mantenimiento.

Diámetros de poleas.- En transportadores existentes, esto es requerido para asegurarse que la banda recomendada es lo suficientemente flexible para tener una buena adherencia a la superficie de la polea.

Angulo de Artesamiento.- Es requerido para asegurarse que la banda es lo suficientemente flexible para ajustarse debidamente a los rodillos cuando corra vacía.

Mando.- El mando puede usar una o dos poleas. Las superficies de las poleas de mando pueden ser desnudas o recubiertas. El ángulo de contacto de la banda se requiere para calcular la tensión de holgura lateral para tracción libre de deslizamiento en la banda. La localización del mando en el transportador debe ser especificada.

Tensores.- El tipo de tensor de tornillo o de gravedad, es usado para determinar la tensión teórica de holgura lateral. Con un tensor de gravedad o de tipo neumático, la tensión real de holgura lateral puede ser determinada cuando se conoce el peso del contrapeso soportado por la banda. Los tensadores del tipo de tornillo son controlados manualmente y la tensión real de holgura lateral se desconoce.

Potencia del Motor.- Esta actúa para comprobar la potencia calculada e indica el grado de sobretensión que puede ocurrir en la banda si se usa toda la potencia del motor.

Cálculo de la tensión:

Tensión para mover la banda vacía = $T_x = F_x L_c G$

Tensión para mover la carga = $T_y = F_y L_c Q$

Tensión para elevar o bajar la carga = $T_E = T_x + T_y + T_z$

(- para bajar; + para elevar)

En las fórmulas de tensión:

G = Peso de la banda del transportador, rodillos, poleas, dobladoras y cualquier polea terminal rodeada por la banda expresado en kilogramos por metro de transportador (los números estimados se dan en tablas).

F = Coeficiente de fricción de las partes móviles (valores en tablas).

F_x = Valor de F que debe ser usado cuando se calcula la potencia necesaria para mover la banda vacía.

F_y = Valor de F que debe ser usado cuando se calcula la potencia necesaria para mover la carga.

L = Longitud del transportador entre las poleas terminales (en metros)

L_c = Longitud corregida usada en los cálculos de tensión (valores en tablas).

H = Distancia vertical entre el punto de carga y el punto de descarga (en metros).

S = Velocidad (en metros por minuto).

C = Capacidad (en "toneladas largas" por hora).

Q = Peso del material por metro de banda = $37.3 \times C/S$

T_E = Tensión efectiva.

T_1 = Tensión de ajuste lateral.

T = Tensión de holgura lateral.

K = Factor de mando (valores en tablas).

H.P. = $T_E S / 4500$

T_E = La tensión efectiva no es la tensión total de la banda, ya que una tensión extra debe ser aplicada a la banda para evitar el deslizamiento. Esta tensión es la tensión de holgura lateral de la banda y debe ser agregada a la tensión efectiva para obtener la tensión total $T_1 = T_2 + T_E$

T_2 = Es determinada por el factor de mando K que depende del coeficiente de fricción entre la banda y el tambor de mando. Los factores de mando para diferentes condiciones se dan en tablas.

$T_2 = KT_E$ Una estimación aproximada para calcular el peso del tensor de gravedad es $2T_2$. Usualmente un pequeño peso extra tiene que ser agregado para prevenir la fricción de las guías.

EQUIPO AUXILIAR.

Cable de seguridad.- Es un cable que se encuentra colocado a un lado, en toda la longitud de la estructura del transportador y acciona un switch que está conectado directamente a la caja de control del motor. El objetivo de éste dispositivo es parar la banda inmediatamente en cualquier emergencia, con solo dar un tirón a éste cable.

Freno.- Es necesario que en toda banda transportadora esté instalado un freno, ya que si por alguna razón hay que parar la banda, evitar que se regrese hacia atrás acumulandose la carga en la polea de cola y exponiendo la banda a roturas. Al mismo tiempo se evita la pérdida de tiempo, ya que para poner en movimiento nuevamente la banda se han de limpiar perfectamente la polea y rodillos donde cayó la carga.

Reductor.- Tomando en cuenta factores tales como carga, declive, ancho de la banda, longitud, etc., se ha calculado un motor de capacidad adecuado para impartir el movimiento a la polea motriz. Las revoluciones que nos da el motor por lo general son excesivas y necesitamos hacer uso de un reductor para obtener las revoluciones requeridas.

Otra función importante del reductor es aumentar la potencia por medio de un sistema de engranes. El reductor transmite el movimiento a la polea motriz por medio de un cople que a la vez da protección al reductor en caso de un esfuerzo excesivo.

PLANTAS DE TRITURACION.

Las plantas de trituración, consisten en una combinación integrada por quebradoras, medios de alimentación, transporte, clasificación y separación de materiales. Deben estar diseñadas para recibir rocas a los tamaños y volúmenes prescritos por las exigencias de la operación, debiendo entregar un producto o productos de seados de acuerdo con la demanda.

Los tamaños de las máquinas y accesorios así como su número, difieren grandemente de acuerdo con las condiciones de alimentación y descarga, dependiendo su arreglo del tamaño de las máquinas, del tamaño de la roca y del tamaño del material producido. En la descripción de una operación de trituración, es usual la condición del tamaño máximo de las partículas en la alimentación y el producto; la relación de esos dos tamaños es conocido como la relación de reducción.

Las quebradoras de piedra se utilizan para reducir y uniformar los tamaños de los fragmentos de las rocas.

La trituración en todas las máquinas trituradoras, resulta de los esfuerzos que son aplicados a las partículas que son trituradas por alguna parte móvil de la máquina, trabajando contra la parte estacionaria o fija, o contra otra parte móvil.

La reducción de tamaño se puede obtener por medio de presión, impacto, corte, o una combinación de éstos medios. Las quebradoras deben ser de construcción robusta y las superficies que quedan en contacto con la piedra, deben ser placas removibles de acero al manganeso austenítico o de otras aleaciones especiales. Los esfuerzos de torcimiento dentro de las partículas que son quebradas, los cuales resultan dentro de la trituración, exceden el límite de elasticidad del material; por ésta razón queda claro que si la fuerza de trituración no es lo bastante intensa, no se llevará a cabo la misma.

Las trituradoras pueden clasificarse en cuatro grupos:

- 1.- Para trituración burda o trituración primaria.
- 2.- Trituración secundaria o intermedia.
- 3.- Trituración fina o molienda.
- 4.- Para usos especiales.

Las trituradoras de quijadas y las giratorias son usadas para la trituración burda o primaria; las trituradoras giratorias, - de cono, de disco y de rodillos son usadas para la trituración intermedia o secundaria; y los molinos son usados para la trituración fina.

Fué en SICARTSA (siderúrgica Lázaro Cárdenas - Las truchas) una de las industrias más grandes y más modernas del mundo, donde se realizó un estudio en general sobre éste tipo de máquinas, observándose que comunmente, son más utilizadas las trituradoras giratorias de las cuales haremos una breve descripción.

Trituradoras Giratorias.

Las trituradoras giratorias, constan de un cono, con un movimiento excentrico dentro de una envoltura que puede tener formas variadas. La superficie interior de la envoltura y la exterior del cono, son las que trituran la piedra. La graduación del tamaño de salida se efectúa separando más o menos según se requiera la envoltura de el cono, lo cual se consigue por disposiciones diversas. La quebradora consiste esencialmente, de una superficie fija de trituración en la forma de un tronco de cono invertido, alrededor del eje sobre el que gira una superficie movable de trituración, que tiene la forma de un tronco de cono en posición recta. El material por triturar, cae en el espacio anular convergente, hacia abajo, entre las dos superficies de trituración, y se quiebra cuando las dos superficies se acercan. El material triturado cae cuando las superficies se alejan.



Primer plano de la cara del tipo fotografiado
en el cono (A' x 70').

Trituradoras de Quijada.

Las quebradoras de quijada son de construcción sencilla y económica, requiriendo un mínimo de potencia. Las superficies trituradoras consisten de dos quijadas, las cuales no llegan a tocarse en su parte inferior y están muy separadas en la parte superior.

Una quijada permanece fija, mientras que la segunda está unida a un brazo del excéntrico, que a su vez se encuentra articulado a una placa y a un punto de apoyo del resorte.

En la parte superior se encuentra el brazo, montado sobre una flecha excéntrica que gira entre dos volantes pesados.

La rotación de la flecha hace girar el brazo junto con una de las quijadas, inclinándose primero hacia la quijada fija, para -- después alejarse de ella. La barra de transmisión empuja en toda su longitud a la quijada fija.

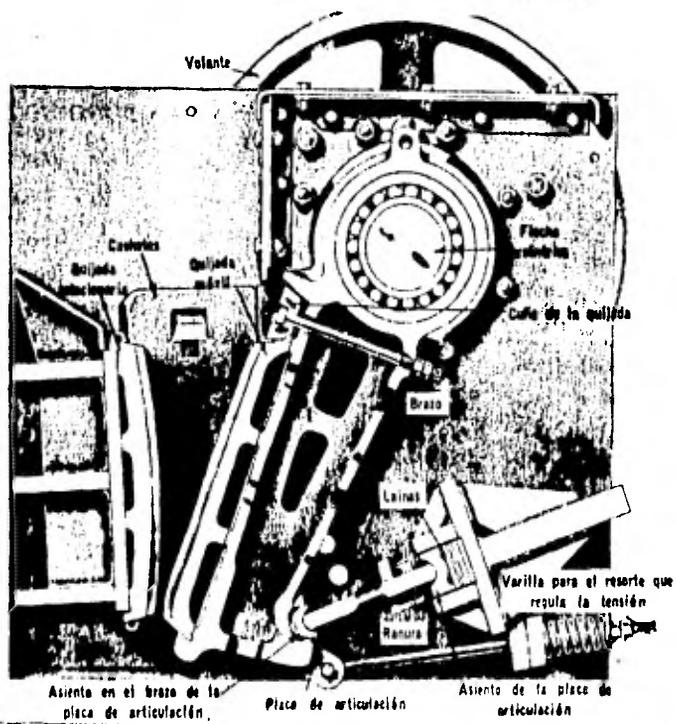
El material que se requiere triturar se apoya en la "V" formada por las quijadas, las cuales lo quiebran por presión; luego caen al moverse la quijada hacia atrás. Este proceso se repite hasta que el material se reduce a fragmentos, lo suficientemente pequeños para que pasen a través del espacio angosto que se localiza en el extremo inferior de las quijadas.

Quebradoras de Martillos.

Estas máquinas trabajan por impacto. Constan de una envolvente metálica en cuyo interior giran rápidamente unos martillos, con velocidades en sus extremos a menudo mayores de 3318 m/min.

El material que entra por gravedad, es golpeado por los martillos y lanzado por éstos con gran fuerza contra la envolvente que tiene placas metálicas, o bien barras donde se rompe el mineral; luego los martillos empujan los fragmentos a través de una parrilla, por la que pasarán si son lo suficientemente pequeños.

El mineral que no logra pasar, se vuelve a procesar.



Quebradora de quijadas.

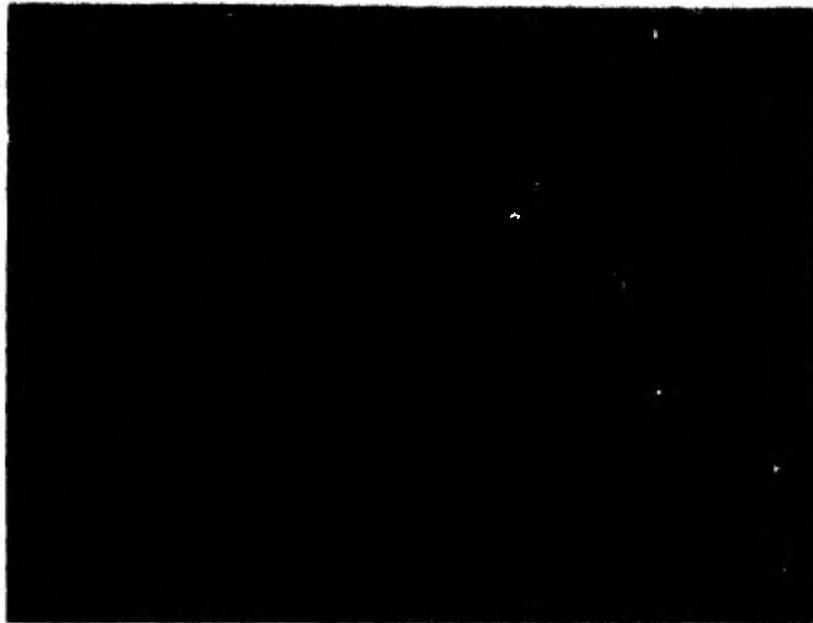
Trituración Primaria.

El mineral, después de ser extraído de la mina en trozos - de aproximadamente un metro de diámetro, es acarreado por medio de - camiones de 50 toneladas de capacidad (dumpers), hacia la triturado- ra primaria, donde dicho transporte deposita el mineral alternativa- mente, por uno y otro lado de la fosa. Esta trituradora es de manu - factura francesa y consta de las siguientes características de ope - ración.

Material	Mineral de hierro
Peso volumétrico según tamaño	2.5 T/m ³ aproximadamente
Alimentación	menos de 1000mm
Capacidad	1000 T/h
Tipo de trituradora	Giratoria de cono
Tamaño y modelo	54" x 74" superior
Excentricidad	31.75 mm 1" 1/4
Flecha principal (giros/min)	135 gpm.
Velocidad de la flecha	497 rpm.
Capacidad del motor	300/400 Kw/HP
Velocidad del motor	1185/1200 rpm.
Flujo de agua	15000 L/h
Temp. del agua de refrigeración al entrar	34.5 C.
Temp. del agua de refrigeración al salir	32 C.
Motor que acciona la bomba de agua.	2 HP, 1800 rpm, 3 fases, 440 V, 60 ciclos.



Camión de volteo (dumper) de 50 toneladas de capacidad, que transporta el mineral de hierro de la mina a su primera trituration.



Vista de la parte superior o cavidad de la trituradora primaria del tipo de cono.

La localización de la trituradora primaria se encuentra - muy próxima al lugar de extracción del mineral de hierro, para agilizar y dar comienzo así al proceso de concentración.

Esta primera trituradora, lleva a cabo la reducción del material hasta un tamaño menor a 200 mm. El material triturado cae a un depósito o caja de piedra (3), de donde es retirado con un extractor de placas (4), el cual descarga a un sistema de bandas cuya cadencia es de 1000 T/h. En éste sistema se encuentra integrada una báscula (5), cuyo objeto es saber en cualquier momento que se requiera, la cantidad de mineral que se está descargando. Dicho sistema al descargar el mineral triturado, forma dos pilas (6) de almacenamiento por medio de una banda reversible o de doble sentido, única en la instalación que puede alimentar dos pilas de 9000 toneladas cada una. De éstas dos pilas, el material es recogido por medio de los camiones (dumpers), hacia las tolvas receptoras.

Características de las trituradoras secundarias:

Fabricación francesa.

Material	Mineral de hierro
Peso volumétrico según tamaño	2.5 T/m ³ aproximadamente
Alimentación (trozos de mineral)	De 50 a 150 mm
Capacidad	500 T/h (por línea)
Tipo de trituradora	Giratoria de cono
Tamaño y modelo	12" x 60"
Excentricidad	38.1 mm 1" 1/2
Flecha principal (giros/min)	260 gpm.
Velocidad de la flecha	870 rpm.
Capacidad del motor	220/300 Kw/HP
Velocidad del motor	1185/1200 rpm.
Flujo de agua	24000 L/h
Temp. del agua de refrigeración al entrar	35.7°C
Temp. del agua de refrigeración al salir	32°C
Motor que acciona la bomba de agua	3 HP, 1800 rpm, 3 fases 440 V, 60 ciclos.

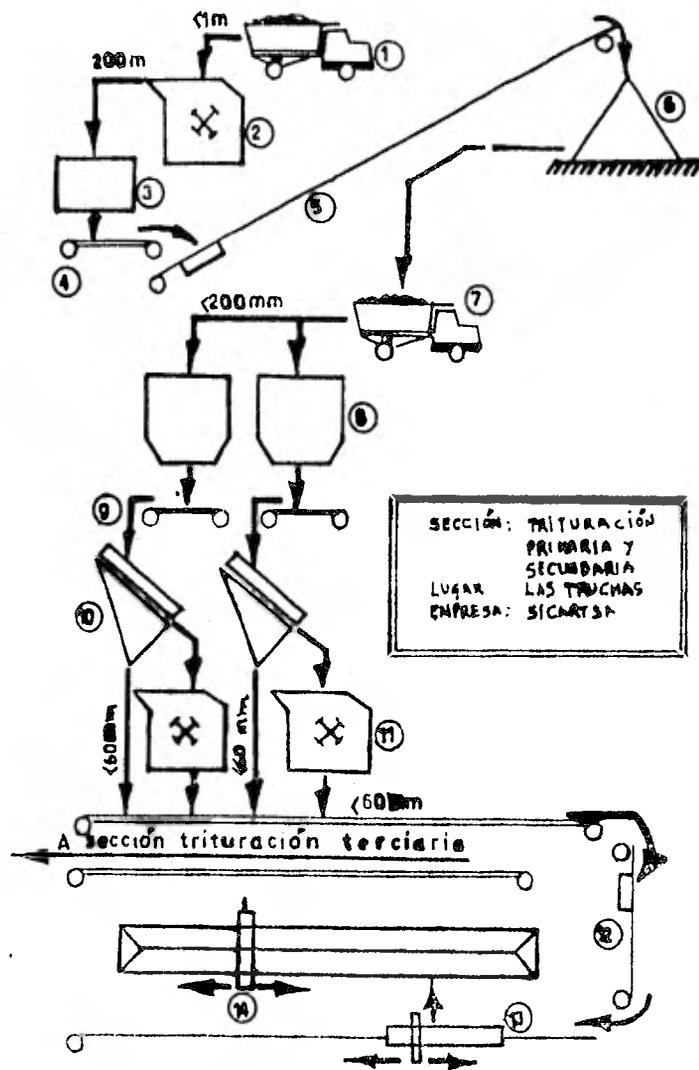
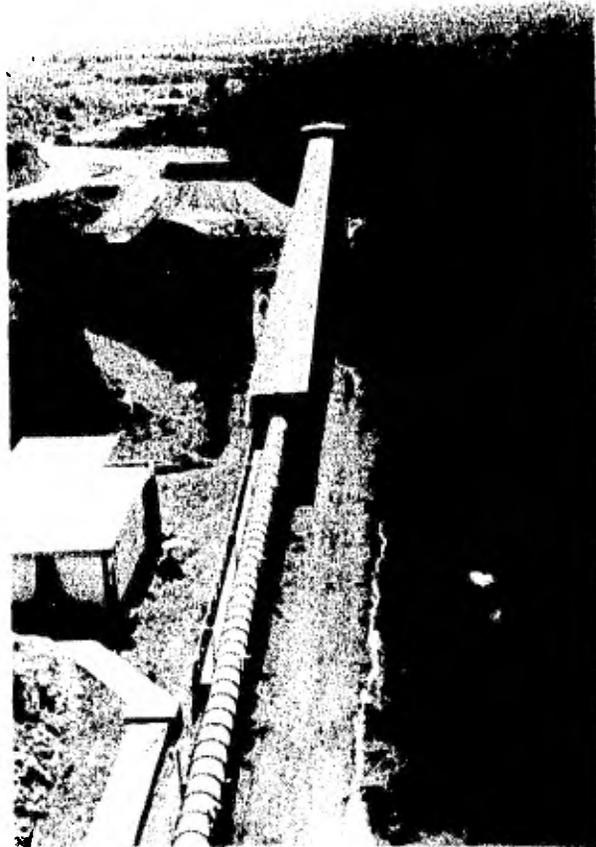


Diagrama de flujo del proceso de concentración, desde trituración primaria hasta patio de homogeneización.



Transportador de basura con mineral de-
hierro, en Miscol y la zona a. Cadencia
de la zona de la...

El mineral es depositado por los camiones en las tolvas de concreto, cuya capacidad es de 200 toneladas cada una, siendo dos - las que se encuentran instaladas en la planta, duplicandose la operación por dos líneas de producción idénticas. Una vez que el mineral se encuentra en las tolvas de concreto (8), es extraído por medio de un alimentador de placas de velocidad variable, el cual tiene una capacidad de 500 T/h, para alimentar a un transportador de banda, que deposita su carga en un sistema de cribado (10). Este sistema tiene como finalidad la de separar las piedras de un tamaño mayor de 60 mm de las de un tamaño menor. Las primeras van a molerse en la trituradora, (11); para después caer en un transportador de banda, mientras que las de un tamaño menor de 60mm, que han pasado por la criba, van a caer directamente a éste mismo transportador.

Nuevamente volvemos a encontrar una sola línea de proceso, tanto de los materiales finos, pasantes de las cribas, como del material grueso procedente de las trituradoras. Todos en conjunto, van a dar a un transportador de banda (12), único, el cual tiene una báscula integrada, para ir pesando el mineral a su paso por dicho transportador, cuya misión es llevar el mineral al patio de homogeneización.

El patio de homogeneización consta del siguiente equipo de operación:

- 2 transportadores de banda S 23/1, S 23/2
- 1 transportador de banda S/25
- 2 transportadores de banda S/27, S/28
- 1 apilador S/80
- 1 recogedor de barril S/90
- 1 carro de transferencia S/91
- 2 transportadores de banda S 30/1, S 30/2
- 1 transportador de banda S 31



Fotie de la cale ferată și canal de
almacenerie în zona minieră și mi-
neral de fier, în zona de la răsărit.



Mașină de lucru în zona minieră și
mărunț de fier.

El mineral de hierro es llevado hacia el patio de homogeneización, por medio de los transportadores S 23/1 y S 23/2, con capacidad para 1000 T/h.

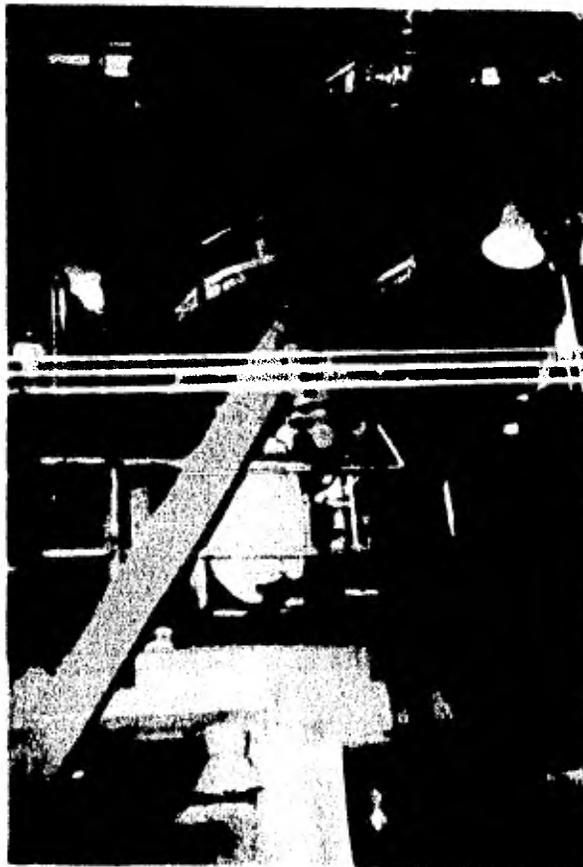
El transportador S 23/2 descarga en el S/25, cuya banda pasa a través del apilador (13), dejando a su paso la carga de mineral. Este apilador S/80 va formando una pila de dimensión alargada, sobre toda el área del patio, en un ir y venir ajustable al largo de la pila deseado. Esta es la primera parte de la homogeneización, o sea el primer efecto de mezclado que sufre el mineral, para llegar a la calidad que se desea en la planta de concentración.

Las dos pilas formadas en el patio de homogeneización, van siendo retiradas por medio de un recogedor de barril (14) S/90, que deposita su carga, según sea la pila en cuestión, en los transportadores S/27 o S/28, (los cuales tienen una capacidad de 1000 T/h cada uno) que a su vez llevan el mineral a un transportador subterráneo S 30/1 que entrega el producto al S 31, para ser transportado a la trituradora terciaria, cuya cadencia de alimentación es de 1000 T/h. El proceso de la trituración terciaria, se encuentra contiguo al edificio de la planta concentradora; en éste proceso se cuentan con -- tres trituradoras de fabricación francesa y tienen las siguientes características de operación cada una:

Material	Mineral de hierro
Peso volumétrico según tamaño	2.5 T/m ³ aproximadamente
Alimentación (trozos de mineral)	De 15 a 60 mm
Capacidad	200 T/h (por línea)
Tipo de trituradora	Giratoria de cono
Tamaño y modelo	4" x 60" hidrocono.
Excentricidad	38.1 mm 1" 1/2
Flecha principal (giros/min)	260 gpm
Velocidad de la flecha	870 rpm
Capacidad del motor	300/400 Kw/HP
Velocidad del motor	1185/1200 rpm



Receptor de Barril.



Trituradora
de cone (1" x 1")

Flujo de agua	15000 L/h
Temp. del agua de refrigeración al entrar	34.5 C
Temp. del agua de refrigeración al salir	32 C
Motor que acciona la bomba de - agua.	2 HP, 1800 rpm, 3 fases, 440 V, 60 ciclos.

El mineral de hierro por medio del transportador S/32, que está provisto en su parte final de un carro vertedor S/33, alimenta, según las necesidades de la planta de concentración, a tres tolvas - (16) pesadoras, con una capacidad de 300 toneladas cada una. Debajo de éstas tolvas, por medio de extractores de banda de velocidad variable (17), se retira el mineral a una cadencia de 250 T/h. Cada extractor alimenta una línea, siendo tres las que constituyen la instalación.

Hablaremos de una línea, por ser lo mismo para las otras - dos. Esta línea comienza en el extractor que se encuentra localizado debajo de la tolva pesadora; dicho extractor alimenta un transportador con capacidad de 250 T/h, el cual lleva el producto a la criba - (18) (rejilla de 18 mm), donde el mineral de hierro que alcanza a pasar por ésta, cae directamente a un transportador, mientras que el mineral grueso va a la trituradora terciaria (19). Después de la trituración se pasa a otro sistema de cribado (20), ya que el material que no se redujo a los 15 mm, se regresa por medio de bandas para ser triturado nuevamente, hasta cumplir con el tamaño indicado.

Todo el mineral de hierro es recuperado por un transportador, el cual lo descarga en una torre donde se encuentra la línea de muestreo (21). Las muestras de mineral, son llevadas al laboratorio para verificar las cualidades físicas y químicas, de acuerdo a las especificaciones previstas con anterioridad.

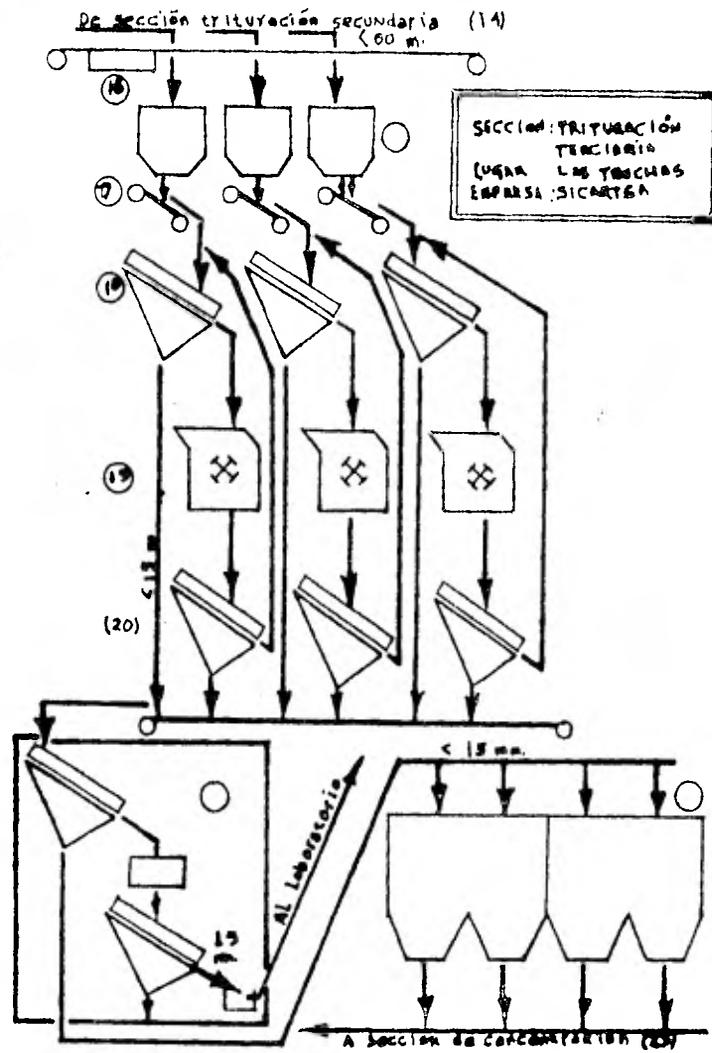


Diagrama de flujo conteniendo sección de trituración terciaria.

PLANTA DE CONCENTRACION DEL MINERAL DE HIERRO.

El mineral triturado a un tamaño menor de 15 mm y perfectamente homogeneizado, será depositado en las tolvas de la trituradora terciaria, y por medio de cuatro alimentadores de banda, se conducirán a dos bandas transportadoras (dos alimentadores para cada banda) que a su vez alimentarán dos molinos de barras (molienda primaria), que por gravedad recibirán ésta pulpa a razón de 380 T/h (190 T/h cada uno) con un contenido de sólidos de 75%. Cada una de las bandas mencionadas, trabajará sincronizada con un sistema de pesaje, con el cual se registrará el peso, ya sea por hora o por días.

Los alimentadores de velocidad variable de las tolvas, podrán operarse a mano o desde la caseta de control, para mantener el régimen de alimentación deseado para cada molino.

Después de haber sido molido el mineral en los molinos de barras, de 15 a 1 mm aproximadamente, se lleva al primer paso de separación magnética, en cuatro separadores magnéticos (dos para cada línea) de doble tambor cada uno, obteniéndose dos productos: colas primarias y concentrado magnético sucio. Este concentrado magnético se envía por gravedad a los dos molinos de bolas, los cuales están en circuito cerrado con dos baterías de hidrociclones. Una vez establecido el circuito entre los molinos y el sistema de clasificación, el producto fino de los ciclones, es enviado a la separación magnética secundaria, la cual se lleva a cabo en seis separadores magnéticos (tres para cada línea) de doble tambor cada uno, volviéndose a obtener dos productos; "colas" secundarias y concentrado final.

El producto no magnético primario o "colas" primarias que son relativamente gruesas, se envían a dos conos de sedimentación, donde las arenas son separadas por la parte inferior del cono, y el derrame (finos) se envía a espesamiento junto con las colas secundarias de la segunda separación magnética, las cuales son bastante finas.

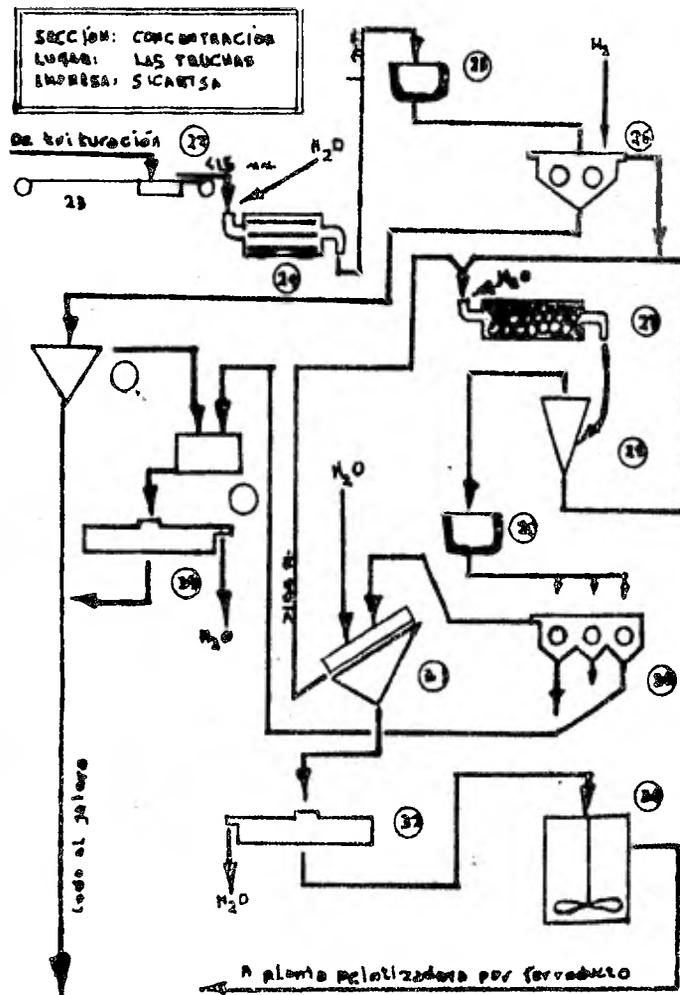
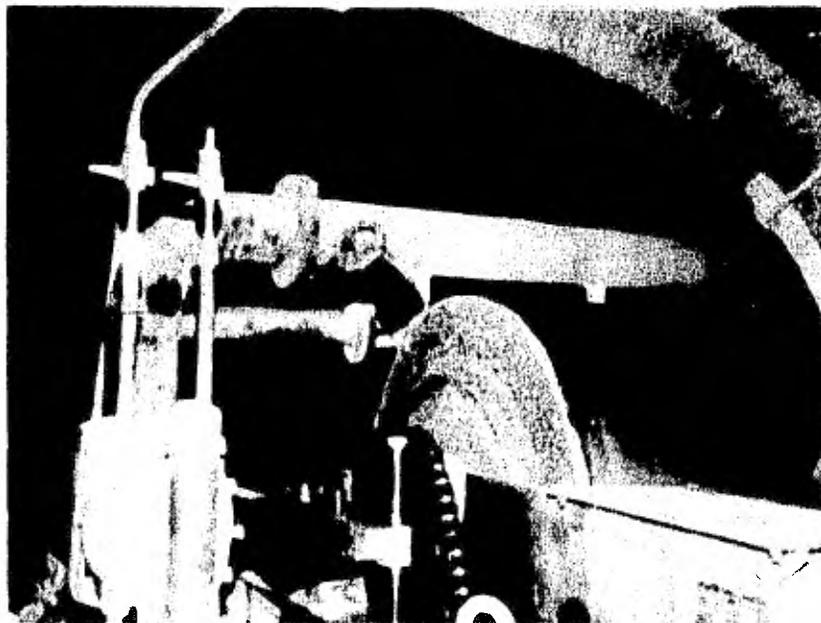


Diagrama de flujo del proceso de concentración final.



En la gráfica se observa un molino de barras del lado izquierdo y un molino de bolas del lado derecho, dentro de la planta de concentración.



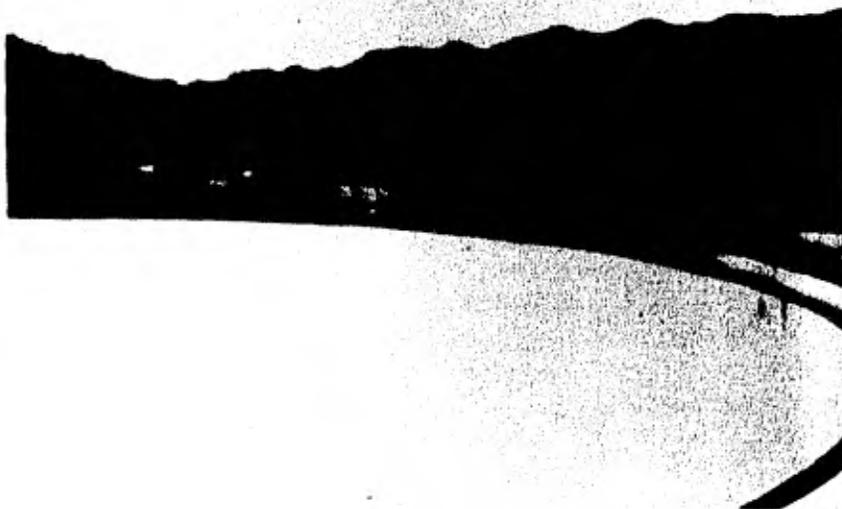
Separador magnético de hierro.

Las arenas clasificadas en los conos, se envían a una separación en un clasificador de espiral, obteniendo así los gruesos y finos, éstos últimos se envían a empaquetar, y los gruesos se llevan fuera del edificio, por medio de dos bandas transportadoras, para descargarlas en una presa de colas, separándose el producto fino del espesador de colas, del cual se recupera un cantidad de agua que se retorna a proceso.

Una vez que se obtenga el concentrado, se envía a espesamiento, pero antes se deberá estar seguro de que dicho material esté al tamaño necesario para su transporte por ferrocarril y posterior pelletización. Ya que la separación en los hidrociclones no es 100% eficiente, será necesario reclasificarlo en 18 cribas (curvas) (9 para cada línea) donde todo el material mayor a 104 micras, se envía a remolienda.

El producto fino de éstas cribas, ya podrá pasar el espesador de concentrado donde se obtienen dos productos: concentrado al 60% de sólidos y agua de recirculación del proceso.

Antes de bombear el concentrado al ferrocarril, se almacena en dos tanques de almacenamiento provistos con un mecanismo de agitación mecánica, con una capacidad para 6 horas cada uno.



EQUIPO Y MAQUINARIA DE LAS PLANTAS DE TRITURACION.

Cantidad	Descripción
1	Trituradora primaria de 54" x 74" con abertura de 200 mm y capacidad nominal de 1000 T/h
1	Caja de mineral con capacidad de 200 T.
1	Alimentador de placas de 1000 T/h
1	Transportador de 1000 T/h con sistema de pesaje.
2	Pilas de almacenamiento con capacidad total de 18000 T.
2	Tolvas receptoras con capacidad de 200 T
2	Alimentadores de placas con capacidad de 500 T/h cada uno
8	Cribas vibratorias de 500 T/h cada una - con abertura de 15 mm
2	Trituradoras secundarias hidrocónicas - con capacidad de 500 T/h cada una.
	Sistema de transportación de bandas.
1	Carro apilador con capacidad de 1000 T/h
1	Carro recogedor de tipo barril con capacidad de 1000 T/h
3	Tolvas de las trituradoras terciarias.
3	Alimentadores de bandas para las trituradoras terciarias.
3	Trituradoras terciarias hidrocónicas con capacidad de 200 T/h cada una.
1	Sistema de muestreo
2	Tolvas de la planta de concentración
	Camiones de 50 toneladas.

EQUIPO Y MAQUINARIA DE LA PLANTA DE CONCENTRACION.

Cantidad	Descripción
1	Sistema de pesaje incluido en las bandas transportadoras.
2	Molino de barras con capacidad de molienda de 235 T/h en forma de pulpa con 70% de sólidos.
3	Distribuidores de pulpa.
4	Separadores magnéticos con dos tambores cada uno y una intensidad de campo de - 1825 gauss, concentra a 80% de sólidos.
2	Molinos de bolas con capacidad de 165 T/h en forma de pulpa a 80% de sólidos.
16	Hidrociclones que descargan por la parte superior con 30% de sólidos.
6	Separadores magnéticos con tres tambores cada uno y una intensidad de campo de - 1825 gauss.
16	Cribas finas con abertura de 104 micras de 600 mm x 1270 mm.
1	Tanque espesador de 33 mts de diámetro - por 6 mts de altura.
6	Hidrociclones de 500 mm de diámetro con salida de 48 mallas.
2	Tanques espesadores de colas de 5 mts de diámetro por 7 mts de altura.
2	Tanques agitadores de almacenamiento de 13 mts de diámetro por 12 mts de altura.

EQUIPOS AUXILIARES.

CRIBAS.

El cribado es una separación selectiva de partículas de mineral en tamaños predeterminados; ésta separación puede hacerse en húmedo o en seco utilizando para ello los equipos mecánicos y no mecánicos requeridos.

En una planta de beneficio de minerales, el objetivo principal de la clasificación es obtener un porcentaje determinado de partículas de tamaño requerido por uno o varios pasos en el proceso, y así obtener altos grados de recuperación y bajo costo en el manejo de materiales.

Para la clasificación en húmedo o en seco de materiales se emplean varios métodos:

1.- Cribas o Tamices.- Que impiden el paso de partículas que no cumplen con las especificaciones.

2.- Diferencias de Velocidades.- De asentamiento de partículas en medio acuoso.

3.- Fuerza Centrífuga.

En ésta planta de beneficio de minerales se utilizan tres tipos diferentes de separación de material.

Las cribas vibrantes consisten esencialmente de una o varias superficies planas de cribado, sujetas firmemente a un bastidor con una inclinación que puede llegar hasta unos 40° , y acoplados a un sistema mecánico o eléctrico para proporcionar el efecto de vibración.

Los vibradores mecánicos incluyen excéntricas, topes y volantes de desequilibrio.

Los vibradores eléctricos son electroimanes; los movimientos impartidos a la criba pueden ser de movimiento recíproco o giratorios. Las frecuencias varían de 600 a 3600 por minuto y las carreras hasta de media pulgada; las dimensiones generalmente suelen ser de 1 a 6 pies de ancho y de 2 a 16 pies de longitud.

Las cribas vibratorias se montan generalmente en muelles o cojinetes, donde las superficies de cribado son principalmente de barras de acero soldadas con perforaciones redondas, cuadradas u octagonales, y se utilizan para manejar minerales de tamaños que van desde 5 cms hasta 40 micras.

También se utiliza la tela de alambre metálica; ésta tela puede designarse en función de la abertura o malla. La abertura es la dimensión real entre dos alambres adyacentes paralelos. La malla es el número de aberturas por pulgada, medida de centro a centro de los alambres paralelos.

Una abertura cuadrada, sea en tela o en placa, permite el paso de un mineral de mayor tamaño que el que pasaría por un agujero redondo del mismo diámetro.

La tela de alambre está formada de alambre tejido; los alambres de la tela se traban para que no se corran, es decir, se doblan con presiones muy grandes para fijarles su forma. El trabajo se puede efectuar en todos los alambres o alternadamente. Se les dá disposiciones especiales para obtener conexiones más firmes, o para que la tela quede pareja de un lado. Su alimentación se hace en la parte posterior y superior de la criba.

En las cribas de tamaño menor de 44 micras, se utiliza una serie de barritas colocadas paralelamente sobre un bastidor con una inclinación de 45° .

Las cribas finas tienen un ancho de 1.2 pies (0.3657 mts) y funcionan a base de una parrilla tipo Rafine, que es el aparato - empleado para la clasificación del mineral en suspensión, hasta se paraciones de 44 micras.

Después de que la pulpa llega a la parrilla y entra al recipiente de alimentación, se derrama encima de la chicana hacia el difusor. Este se encuentra unido a un "babero" alterable, a fin de - repetir y asegurar el espesor constante de la veta fluida sobre el ancho del tamiz. Mientras que la pulpa se derrama sobre el tamiz, la fracción fina y el líquido pasan a través de las aberturas y son vertidos en un canal de recepción de los "aceptados". La fracción de la pulpa que ha perdido agua se desliza a lo largo del tamiz hacia el canal de "rechazados".

La separación de mineral de aproximadamente 44 micras, exige normalmente una gran velocidad de alimentación para impedir el atascamiento de las aberturas del tamiz, sin embargo una gran velocidad produce una abrasión excesiva en la superficie del tamiz, - por lo tanto reduce su duración. La parrilla permite una separación fina con una velocidad de alimentación lenta; esto se logra - con un dispositivo especial de percusión mecanizado, el cual produce un sacudimiento del tamiz para evitar el atascamiento y asegurar así un rendimiento máximo.

La frecuencia de revisión depende de la abrasión de la pulpa tratada. El ancho de las aberturas debe ser verificado periódicamente, con ayuda de un medidor de espesor (densidad). El tamiz - es de una construcción y una tolerancia muy precisas.

Especificaciones de las Cribas finas.

Primer paso compuesto por dos cribas en paralelo.

Segundo paso compuesto por los gruesos del primero.

Grado de alimentación en seco = 37 Ton/hr.

Flujo de pulpa = $23.5 \text{ m}^3/\text{hr}$.

Contenido de sólidos = 70%

Agua en dilución en el primer paso = $28 \text{ m}^3/\text{hr}$.

Agua en dilución en el segundo paso = $4 \text{ m}^3/\text{hr}$.

CARRO APILADOR.

En el área de minas y concentradora, se encuentra una sección que comprende las trituradoras y los patios de homogeneización. Es aquí donde el mineral se prepara para que llegue en las mejores condiciones posibles, tanto físicas como químicas (tamaño, ley de Fe y otros elementos) a la planta concentradora.

Una vez que el material es triturado por la quebradora secundaria, será necesario mezclarlo para que las variaciones de calidad, dureza, tamaño, etc. se reduzcan al mínimo y la planta concentradora reciba por un período largo de tiempo la misma calidad de material. También éstos patios cumplen con la finalidad de tener mineral almacenado previendo alguna falla de las trituradoras tanto primaria como secundaria. Estos patios tiene una capacidad de almacenaje de 400 000 toneladas entre las dos pilas.

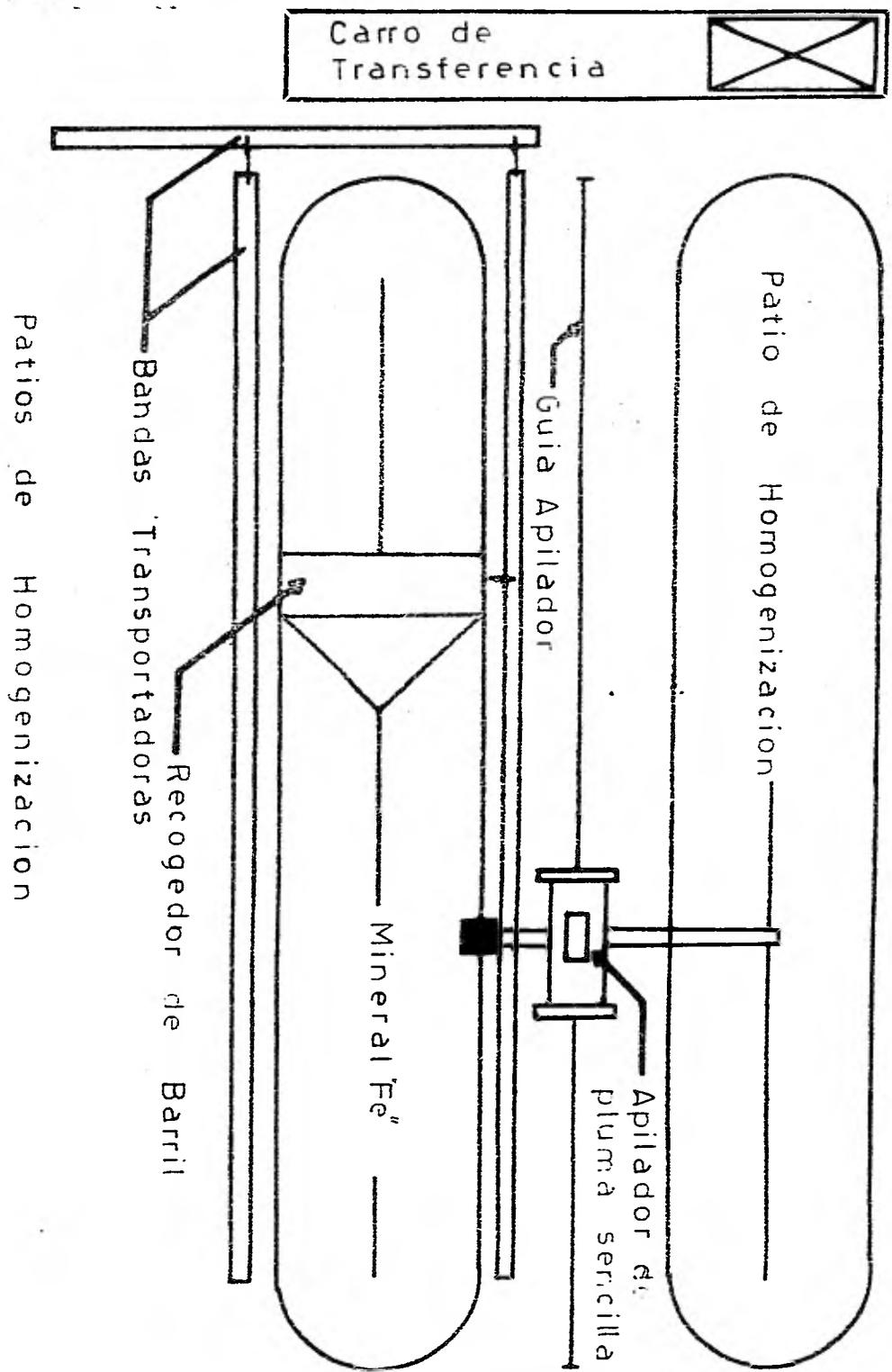
En la construcción y formación de los conos o pilas se hace notar el fenómeno de segregación, que es una clasificación natural de los diferentes tamaños en que viene el mineral. Dentro de éste proceso tenemos varios pasos en el manejo de materiales que son: recepción, almacenamiento, apilado, recolección y suministro de materiales homogeneizados.

El apilador es una máquina cuya función principal es la de apilar, homogeneizar, construir y formar las pilas de mineral.

El apilador básicamente es una tolva viajera, que se desplaza enganchado a una pluma o banda, que descarga a 90° y a diferentes alturas; empezando desde la parte más baja hasta una altura de 11 mts, levantandose ésta pluma a medida que aumenta la altura de la pila. También cuenta con una estructura principal en la cual están soportados los siguientes mecanismos:

La unidad motriz de giro, contrapeso, sistema de poleas de ascenso, tensores, motor y cabina de control.

Patios de Homogeneización



Patios de Homogeneización

al material de la zona de ensayo en el
lado de la máquina.

- Especificación del material
- Tamaño del material y del anillo
- Densidad del material = 2.5 t/m³
- Capacidad de alimentación = 300 g/min
- Arco de giro = 360°
- Diámetro de anillo = 2.5 m
- Potencia del motor = 0.5 hp.

Métodos generales practicados en la construcción y formación de las pilas de material homogeneizado:

- a) Método Chevron
- b) Método Winston
- c) Método de Bublins

Aquí el método practicado es el Chevron. Este método consiste en la formación de pilas en las cuales el material se deposita en capas triangulares sucesivamente, cuya formación sigue una línea paralela a las líneas del centro de las vías sobre las cuales va el apilador.



Apilador de pluma sencilla

Para formar la primera capa, la pluma se eleva en la posición más baja o de avance y cae al nivel inferior, arrojando el polvo producido por la caída del mineral. Una vez que se ha formado una capa completa formando una capa a la vez en la pila, la pluma se levanta lo necesario para depositar otra capa y así sucesivamente hasta formar una sección triangular regular.



Pila de hierro oxidado

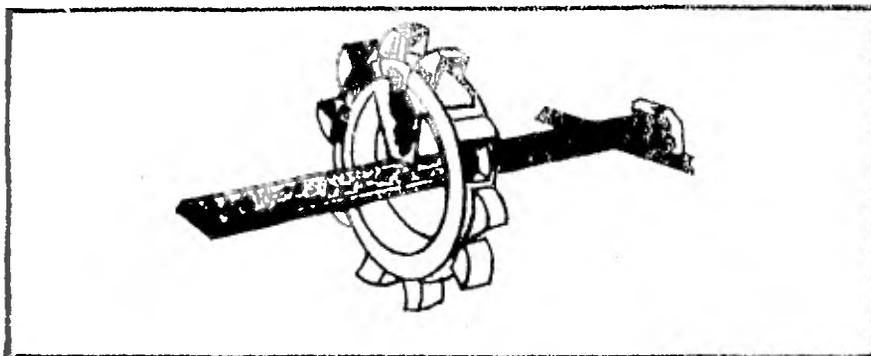
RECOGEDOR TIPO BARRIL.

La recolección del mineral es una operación importante, y se hará por medio de una máquina denominada Recogedor de Barril, - que irá cortando rebanadas de la sección transversal de la pila. - Dicho nombre lo adquiere de la semejanza o parecido que existe con un barril común y corriente. El recogedor trabajará en secuencia - con la quebradora terciaria, mientras que el apilador lo hará en - secuencia con la quebradora secundaria.

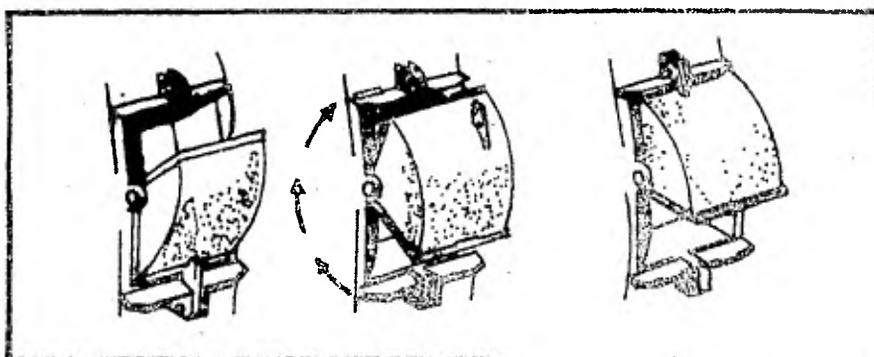
Este recogedor se ha diseñado para facilitar la recolec -- ción del mineral en forma automática, donde diferentes constituyen -- tes de la pila están presentes en la sección transversal y en to -- dos los puntos de la misma.

La máquina consta esencialmente de un barril giratorio - equipado con una serie de cucharas o cangilones colocados a todo - lo largo del barril, en donde el material es depositado uniforme - mente por medio de un rastrillo oscilante el cual rasca la cara de la pila en cuestión.

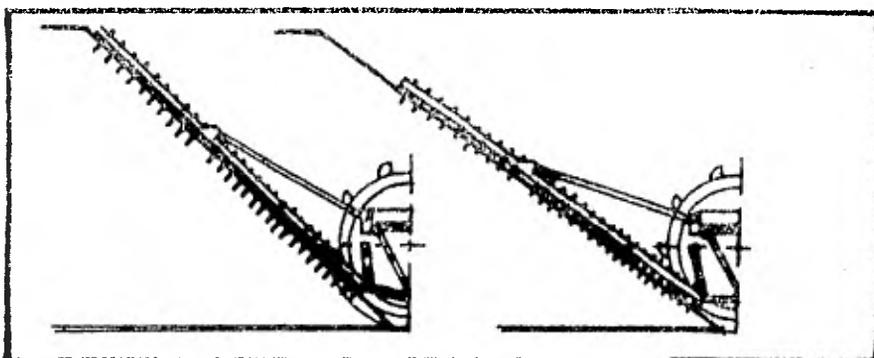
Vista general del barril mostrando
la posición de los cangilones.



Corte transversal del Recogedor



Gangilonos o cucharas de recepción de mineral.



Recogedor mostrando el rastrillo rascador.

El material colectado es descargado de los cangilones a un canal ubicado en la parte inferior del barril, el cual alimenta a una banda que corre por debajo del mismo. El material ya mezclado se descarga a otra banda colocada paralelamente a la pila y ya fuera del recogedor.

El avance del recogedor contra la pila es automático y la variación de velocidad es de acuerdo a las necesidades de producción requeridas. Datos generales de éste mecanismo:

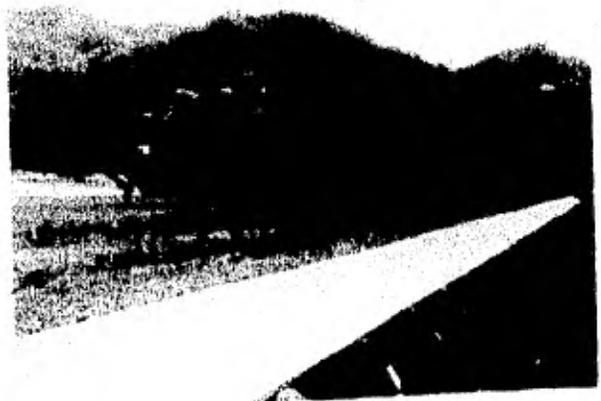
Material a manejar	60 mm
Densidad de material	2.5 Ton/m ³
Capacidad	600 Ton/hr

BARRIL.

Longitud	30.075 mts
Diámetro	4.2 mts
Velocidad de rotación	2 r p m
Capacidad por minuto	11 Ton
Capacidad de cangilones	4.4 m ³ /min
Motor	50 HP

BANDA.

Ancho	1000 mm
Velocidad	1.5 m/seg
Diámetro de poleas	500 mm
Motor	20 HP



Section from the dam

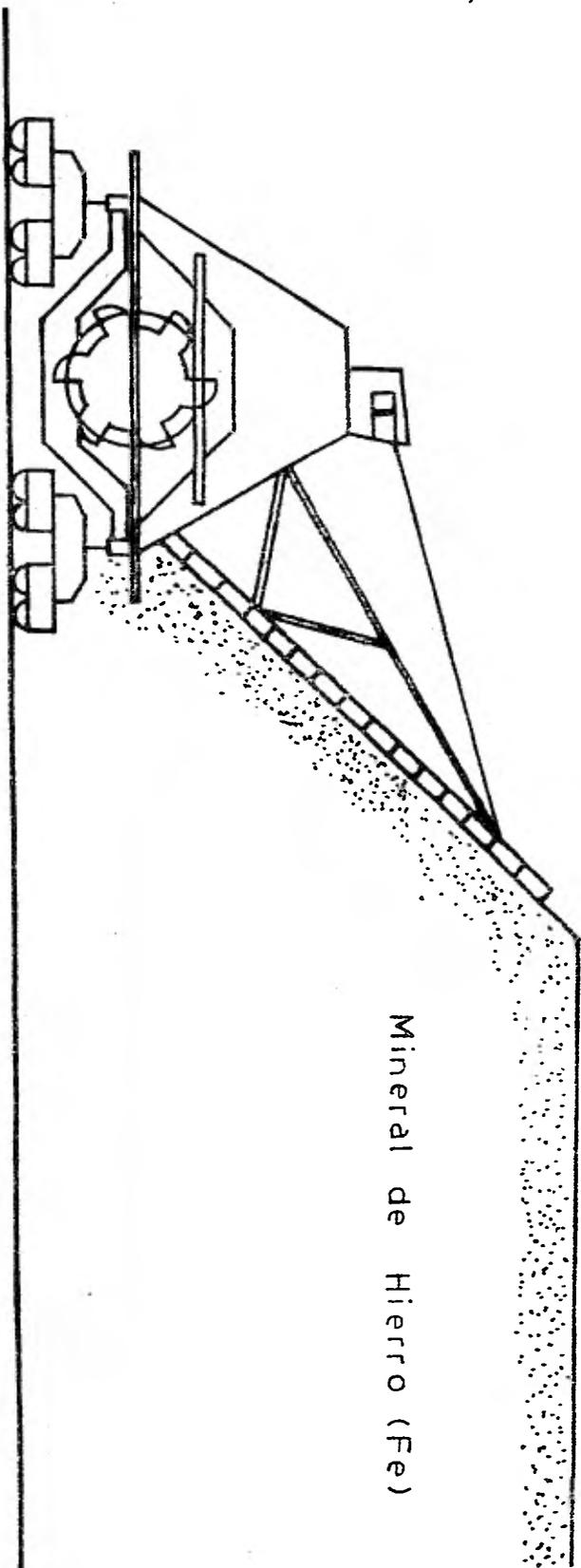
SISTEMA DE VIAJE.

Centro entre rieles	32 mts
Carros con dos ruedas	8
Ruedas motrices	8
Diámetro de ruedas	610 mm
Carga máxima por rueda	18 Ton
Velocidad de recolección	0.008 - 0.035 mts/min
Velocidad de viaje	20 mts/min
Motor	20 HP

RASTRILLO.

Ancho	20 mts
Carrera por minuto	4.5 mts
Motor	20 HP

Existe un carro de transferencia colocado en la parte posterior de los patios de homogeneización y almacenaje, que es usado tanto para el recogedor como para el apilador cuando es necesario cambiar de pila. Este carro lleva un total de 16 ruedas y tiene movimiento independiente. Para asegurar una unión exacta con los rieles del recogedor, se cuenta con un perno de seguridad el cual se coloca manualmente.



Mineral de Hierro (Fe)

Recogedor de Barril con Castillo

CICLONES.

Un ciclón mecánico como su nombre lo indica, se basa en un ciclón natural; teniendo en cuenta que al formarse una corriente circular cónica, da origen a un par de fuerzas, una fuerza centrífuga y una fuerza ascendente en el centro del mismo ciclón. La corriente - puede ser formada a base de aire o de agua.

Existen básicamente dos tipos de ciclones:

a) Ciclón en seco.- Se utiliza cuando se desea hacer una separación de finos en seco y funciona a base de aire.

b) Hidrociclón.- Se le utiliza en la clasificación de pulpas y su funcionamiento está basado en un determinado porcentaje de sólidos en la pulpa.

Todos los ciclones están diseñados con una entrada en espiral que aumenta parcialmente la velocidad de las partículas, antes de alcanzar un punto tangencial de contacto con la pared del cilindro, esto disminuye la turbulencia en éste punto y reduce la posibilidad de que las partículas gruesas entren en corto circuito con el localizador del vórtice debido a la acción de rebote.

En un ciclón el punto más crítico es el orificio y el tamaño del localizador del vórtice, teniendo un mayor efecto la caída de presión para un volumen dado mientras más grande sea el localizador de vórtice. Un localizador más chico ocasionaría un caudal más delgado y menor proporción a la salida de finos; para un tamaño demasiado pequeño puede reducirse el volumen y la velocidad en tal forma que produciría resultados inferiores.

La función del apex es descargar el mineral grueso en tal forma que se obtenga la máxima densidad y suavidad en la descarga, por lo mismo deberá ser lo suficientemente grande para permitir - que el tonelaje que llegue ahí salga ligeramente cónico en su sección transversal, pero no deberá usarse para controlar la separación.

La abertura del apex en ésta planta específicamente sería regulada por medio de líquido a presión.

La sección cilíndrica es la parte donde se encuentra colocada la tubería tangencial o donde se alimenta el ciclón y generalmente no excede de 38 cms.

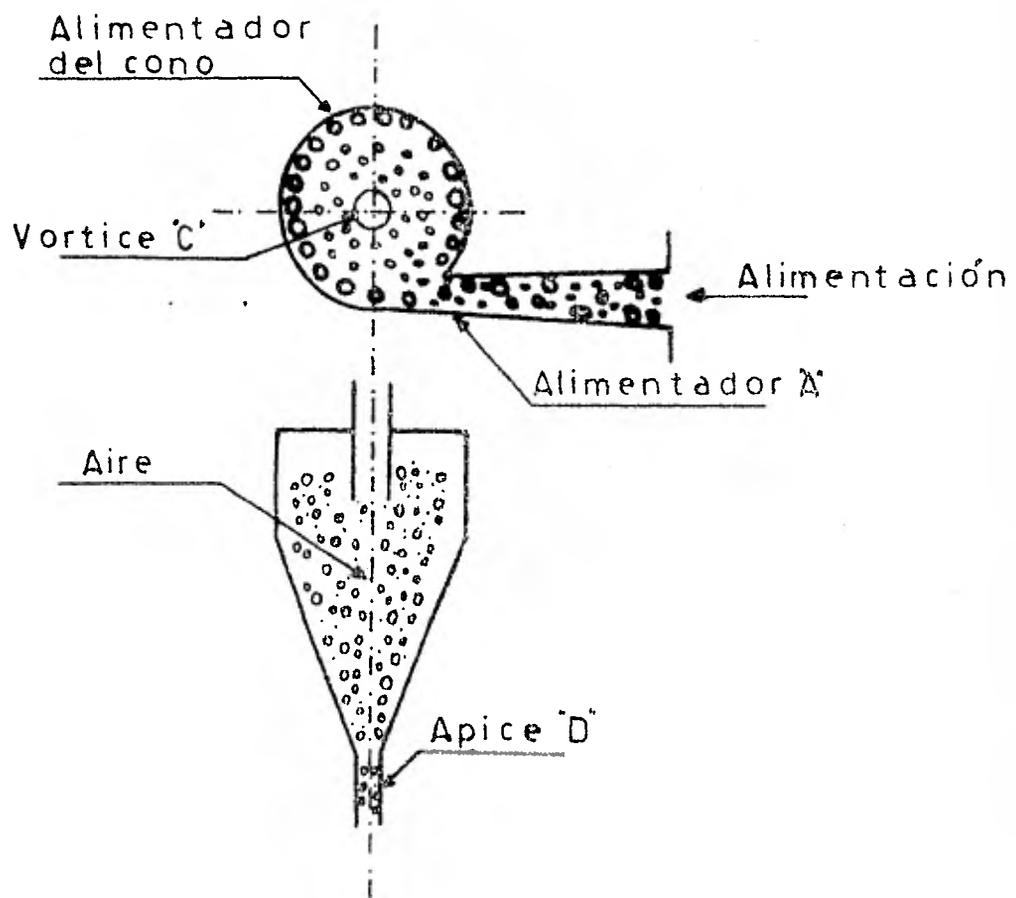
La sección cónica es una cama en donde las partículas gruesas son empujadas hacia el apex por las paredes de la sección debido a la fuerza centrífuga.

HIDROCICLON.

El hidrociclón es un aparato que utiliza la fuerza centrífuga con el fin de aumentar la velocidad de decantación de partículas de varios tamaños. Funciona de la siguiente manera: la fuerza centrífuga se obtiene al introducir con gran velocidad la pulpa de mineral en el recinto de alimentación "A" (de la figura), que a su vez lleva las partículas hacia adentro del cuerpo "B". Una vez dentro de "B", las partículas finas son atraídas hacia el centro de la pulpa.

En el centro de rotación de la pulpa, la fuerza centrífuga separa las partículas más gruesas contra la periferia de la parte "B", en forma de círculos concéntricos sucesivos, hasta llegar al centro de dicha parte.

Hidrociclón



Hidrociclón.

El vértice formado en "C", elimina las partículas que no se separaron, así como el líquido de la masa en rotación, para llevarlos después hacia el ombalse.

La separación granulométrica deseada es concentrada por el cono, saliendo por el ápice "D". El diámetro del ápice no tiene influencia en la malla de separación, sino que influye directamente en el contenido de agua en la pulpa.

Estos hidrociclones pueden alimentarse por gravedad si se dispone de una carga (Altura) suficiente o bien por medio de una bomba.

La velocidad en la tubería de alimentación debe estar dentro del rango de 2.5 a 3 m/seg, que es el rango de velocidad indicada para hidrociclones que trabajan con arenas. Por lo que respecta a la alimentación, ésta se puede regular de varias formas:

a) En función del tamaño del orificio de entrada; éste orificio a su vez regula la velocidad de entrada de la pulpa.

b) Cambiando la presión de alimentación o cambiando la velocidad de rotación de la bomba que alimenta al hidrociclón; también se puede cambiar el diámetro del tubo del diafragma.

El objeto de regular la alimentación del hidrociclón, es el de proporcionar un flujo suave en el punto de entrada. La regulación del caudal a la salida, se efectúa modificando el diámetro interior de la punta de descarga.

CARACTERISTICAS DEL HIDROCICLON.

a) Condiciones de operación:

Capacidad en seco	480 Ton/hr
Flujo de pulpa	708 m ³ /hr

Densidad de pulpa	1.55
Contenido de sólidos	44.5 %

b) Salida de finos:

Capacidad en seco	144 Ton/hr
Contenido de sólidos	22 %
Granulometría	80 % 40
Diámetro interno	525 mm

c) Salida de gruesos (ajuste de apex-válvula)

Válvula Apex	tipo 50-70
Variación de diámetro	de 50 a 70 mm.

SEPARADOR MAGNETICO.

La magnetita y la piromagnetita exhiben marcadas propiedades magnéticas, mientras que los demás minerales o no las presentan o son tan pequeñas que no son dignas de tomarse en cuenta. Aquí el mineral que se explota es la magnetita y en pequeños porcentajes - la hematita roja, que traen consigo una buena cantidad de material estéril.

Como se mencionó anteriormente, lo que interesa en ésta - planta es la magnetita y la hematita, considerando todo lo demás - como impurezas. Es por ésto, por lo que se instaló la planta con - centradora de mineral de hierro, para un proceso de concentración magnética.

La separación magnética utiliza la fuerza de un campo mag - nético que actuando en combinación con otras fuerzas, produce movi - mientos diferenciales de las partículas minerales a través de di - cho campo.

Fundamentalmente la separación está influenciada por las - diferencias de permeabilidad magnética, siendo ésta una medida de facilidad con la cual se puede inducir propiedades magnéticas en - una substancia por la acción de un campo magnético; pero práctica - mente la separación está en función de la gravedad específica, ta - maño y pureza de los granos de mineral y por atributos mecánicos y eléctricos del separador.

El separador es un cilindro construido de un material no - magnético, el cual gira alrededor de un eje y dentro del cual está situado un electroimán o imán permanente, que proporciona las fuer - zas de atracción necesarias para coleccionar las partículas de magne - tita.

Este tipo tambor magnético húmedo está diseñado para usarse en sistemas de medio pesado, con circulación para el beneficio y concentración de minerales magnéticos.

Para obtener la mayor cantidad y pureza del material magnético, es necesario el control óptimo de los factores y rutinas que intervienen en la operación.

FACTORES DE OPERACION.

- a) Contenido de magnetita en el mineral alimentado
- b) Densidad de la pulpa de alimentación
- c) Finura del material alimentado
- d) Distribución uniforme en la alimentación
- e) Posición del imán
- f) Número de polos en el magneto

Características generales del sistema en operación:

SEPARADOR MAGNETICO PRIMARIO

Capacidad	82 a 95 Ton/hr
Flujo de pulpa de alimentación	44 m ³ /hr
Contenido de sólidos	39 a 43 %
Granulometría	0 a 1 mm
Capacidad en secos	68 Ton/hr
Contenido de Fe	63 %
Número de tambores	2 (diámetro 916 mm)
Tipo de imán	Permanente de cerámica y ferrita de bario
Longitud de tambores	2.44 m
Velocidad del tambor	18 rpm

El separador tipo tambor magnético húmedo está diseñado - principalmente para usarse en sistemas de medio pesado, con circuito de recuperación para el beneficio y concentración de minerales - de hierro magnéticos.

Para obtener la mayor cantidad y pureza del material magnético, es necesario el control óptimo de los factores y rutinas que intervienen en la operación.

FACTORES DE OPERACION.

- a) Contenido de magnetita en el mineral alimentado
- b) Densidad de la pulpa de alimentación
- c) Finura del material alimentado
- d) Distribución uniforme en la alimentación
- e) Pósición del imán
- f) Número de polos en el magneto

Características generales del sistema en operación:

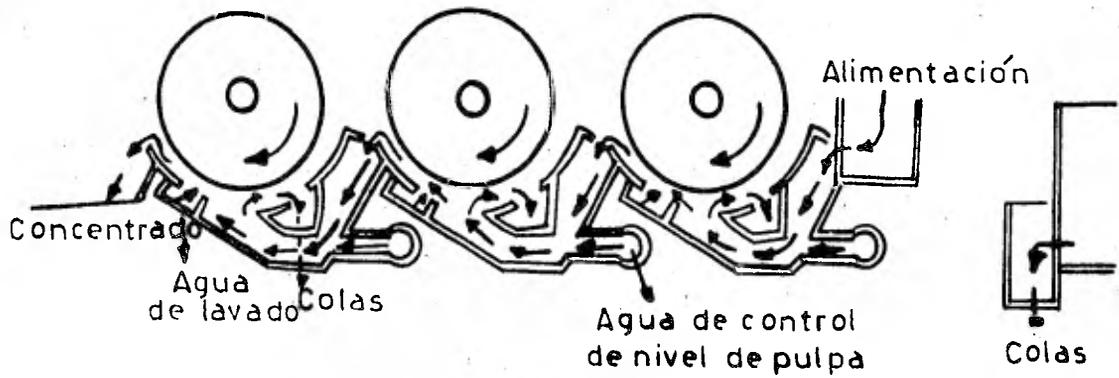
SEPARADOR MAGNETICO PRIMARIO

Capacidad	82 a 95 Ton/hr
Flujo de pulpa de alimentación	44 m ³ /hr
Contenido de sólidos	39 a 43 %
Granulometría	0 a 1 mm
Capacidad en secos	68 Ton/hr
Contenido de Fe	63 %
Número de tambores	2 (diámetro 916 mm)
Tipo de imán	Permanente de cerámica y ferrita de bario
Longitud de tambores	2.44 m
Velocidad del tambor	18 rpm

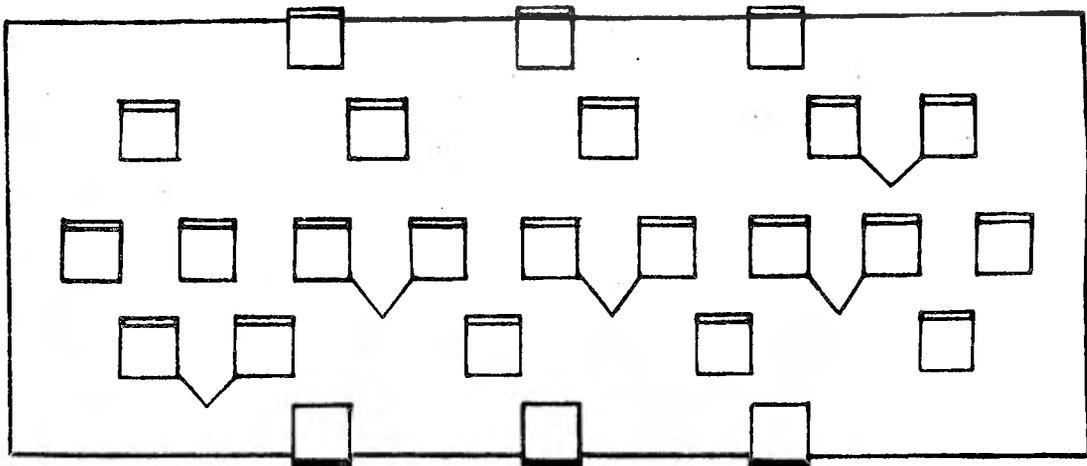
SEPARADOR MAGNETICO SECUNDARIO

Capacidad en seco 69.5 Ton/hr
 Flujo de pulpa de alimentación 246 a 255 m³/hr
 Contenido de sólidos 22 %
 Granulometría 0 a 0.1 mm

PRODUCTOS DE DESCARGA	CONCENTRADO	COLAS
Grado seco	53 a 56 % Ton/hr	16 Ton/hr
Contenido de Fe Sólidos	68.5 % 70 %	----- 4 %



Separadores Magnéticos.



MOLINOS.

La molienda es por lo general la parte más cara de cual --- quier tipo de tratamiento para concentración y es llevado a cabo - después de la trituración burda hasta llegar a un grado de finura deseado. Esta operación tiene como fin, reducir las partículas de - mineral a tamaños inferiores a 15 mm.

La molienda se logra mediante molinos que reciben su nombre de acuerdo con la carga que se les provee para moler. En éste proce - so primeramente se utilizan los molinos de barras y posteriormente los de bolas.

Los molinos se componen de un cuerpo cilíndrico tubular que generalmente recibe el nombre de tambor, y dos piezas en forma de - platos con una cavidad en la parte central. Estos platos sirven pa - ra soportar el conjunto de todo el equipo de dicho molino y para re - cibir la alimentación por el centro, así como para desalojar por el otro extremo la descarga del producto ya molido.

Las laines o recubrimientos son de acero y también de hule. Cuando son de acero es muy común alearlos con manganeso, cromo o - carbono para aumentar la resistencia a la abrasión y como consecuen - cia al desgaste.

El acero se usa tanto en molino de bolas como en el de ba - rras, en cambio el hule se ha limitado exclusivamente para el molino de bolas, ya que se rompería con los impactos de las barras.

La forma de las laines ayuda a la fijación parcial de ba -- rras o bolas a la pared del molino, además de que mejorarán la efi - ciencia del molino.

La molienda se lleva a cabo dentro de los molinos tubulares gracias a la caída de los cuerpos moledores, provocado por un giro que se imparte al molino. Este giro debe ser menor al necesario para que la fuerza centrífuga haga que se peguen las barras ó bolas a la pared del cilindro. La velocidad de giro debe ser solo la necesaria para que los cuerpos moledores registren una caída en cascada violenta y a la vez constante.

Esta velocidad se determina de acuerdo con el modelo matemático siguiente:

$$V_c = 42.3/r \quad \text{rpm.}$$

En donde:

V_c = Velocidad crítica

r = radio del molino

42.3 = Factor determinado a partir del diámetro de los molinos y que se puede aplicar para diferentes diámetros en el sistema métrico.

Del resultado anterior se le reduce un porcentaje que depende de las necesidades del tipo de molino; por lo mismo los molinos de bolas trabajan con mayor eficiencia (70 a 80 % de la velocidad crítica). Los de barras trabajan de un 60 a 70 % de la velocidad crítica. Esto obedece a que las barras pesan más que las bolas y es necesario un menor impacto de la barra para destrozar una partícula de mineral. En cambio en las bolas, por su poco peso necesitan elevarse más para caer con mayor fuerza.

Para impartir el giro a los molinos usualmente se utilizan motores que inducen a una transmisión, o bien acoplados a reductores directamente, formando transmisiones integradas. La potencia de los motores depende de la nueva superficie a producirse en las partículas minerales.

Se determinarán los (Kw) con el modelo matemático siguiente:

$HP = 0.5418 U$ en donde:

$U =$ Volúmen total del molino

$0.5418 =$ Factor común

A éste resultado se le agregará el 20 % para arrancar el molino, dandonos la potencia total necesaria.

MOLIENDA PRIMARIA.

Los molinos de barras se utilizan generalmente para molien-
das primarias y su alimentación varía desde 15 mm hasta 1 mm.

En la molienda primaria lo más importante es la fuerza de -
impacto que depende de:

Las características del diseño del molino

Las características físicas y químicas del mineral

Las condiciones de operación de la molienda.

El diseño del molino debe tomar en cuenta el tipo del mine-
ral que va a procesar y la capacidad de producción.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL MOLINO DE BARRAS

Promedio de carga	165 a 190 Ton/hr
Flujo de pulpa	109 m ³ /hr
Contenido de sólidos	70 %
Granulometría	0 a 15 mm
Diámetro interior	3.8 m
Longitud útil	5 m

Velocidad	13.4 rpm
Carga de barras	95 Ton (35% del vol. total)
Potencia requerida	800 Kw.
Peso del molino	95 Ton

MOLIENDA SECUNDARIA.

En un molino de bolas la reducción se logra principalmente por fuerzas de abrasión, a diferencia del molino de barras donde la fuerza principal es la de impacto. Estos molinos se alimentan con el material producto de los molinos de barras, que previamente han pasado por la concentración magnética así como la descarga inferior de los hidrociclones.

La cantidad de toneladas de mineral está determinada por la carga circulante entre el molino y el ciclón. Se usan los ciclones para poder desalojar las partículas que ya no dan el tamaño requerido.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES DEL MOLINO DE BOLAS.

Capacidad en seco	137 Ton
Flujo de pulpa dentro del molino	260 m ³ /hr
Contenido de sólidos	75%
Granulometría	0 a 1 mm
Diámetro interior	4.6 m
Longitud útil	8.62 m
Velocidad	13.8 rpm
Carga de bolas	220 Ton (35% del vol total)
Potencia	2350 Kw
Peso del molino	184 Ton



Molinos de barras y de bolas.

TANQUE DE ESPESAMIENTO

Cuando el agua lleva consigo partículas finas en suspensión (en nuestro caso partículas de mineral de hierro), se forman pulpas con diferentes porcentajes de sólidos; la mejor manera de separarlos es manteniendo dicha pulpa en reposo durante un tiempo determinado, para que los sólidos en suspensión se dirijan hacia el fondo de los tanques de espesamiento diseñados expresamente para eso.

Un tanque espesador consiste básicamente de un tanque cilíndrico de acero, madera o concreto, con un mecanismo lento que mueve un rastrillo en el fondo, diseñado para descargar los sólidos en un cono inferior.

Esta separación se hace para ahorrar agua en el proceso, siendo ésta la que arrastra en demasía la pulpa, recuperándose por medio del tanque en la forma siguiente:

La pulpa se hace caer en el centro del tanque y de ésta forma las partículas gruesas o de más peso se asientan más rápidamente, mientras que las de menor peso o más finas a la vez que se van asentando tienden a irse hacia los extremos de dicho tanque. De acuerdo con la distancia del centro del tanque a los extremos, se va clarificando poco a poco el agua, de manera que al llegar a las orillas se derrama por la cortina ya completamente limpia y clara, cayendo así a un depósito donde se procede a bombearla para su nueva utilización.

Se puede dar el caso de que el derrame del tanque espesador sea demasiado turbio, esto puede ser debido a una alimentación excesiva, a una extracción incompleta de sólidos asentados, a una velocidad muy alta de los rastrillos o a una densidad demasiado alta en la alimentación.

Los principales objetivos que se persiguen con el espesamiento son :

- a) Recuperar la mayor cantidad de agua posible.
- b) Dar a la pulpa las características adecuadas para hacer más fácil su manejo posterior en las diversas áreas de la planta.

TRATAMIENTO DE COLAS EN LA PLANTA CONCENTRADORA.

Este proceso ocupa un lugar muy importante en toda planta concentradora, ya que las colas deben ser depositadas en un lugar adecuado, con el fin de hacer uso de ellas posteriormente.

Los tres procedimientos principales a seguir para el manejo de colas son los siguientes:

- a) Las colas provenientes de los separadores magnéticos primarios, serán enviadas a los conos de asentamiento rápido para separar las partículas gruesas y pesadas de las finas.
- b) Las partículas gruesas se mandan por medio de un alimentador helicoidal (gusano), para hacerles una separación más y así obtener arenas gruesas.
- c) Las colas provenientes de los separadores magnéticos secundarios se mandarían a un tanque espesador, donde se decantará el agua como ya se ha mencionado. Los sólidos asentados en el tanque espesador se enviarán por bombeo hacia la presa de colas.

CARACTERISTICAS GENERALES DEL TANQUE DE ESPESAMIENTO.

Características de la alimentación

Capacidad en seco	116 a 162 Ton/hr
Contenido de sólidos	4.5 a 6 %
Flujo de colas	2550 m ³ /hr

IV.-

EQUIPOS PARA TRANSPORTE DE CONCENTRADOS

MEDIANTE SISTEMAS HIDRAULICOS.

IV.-

FERRODUCTO.

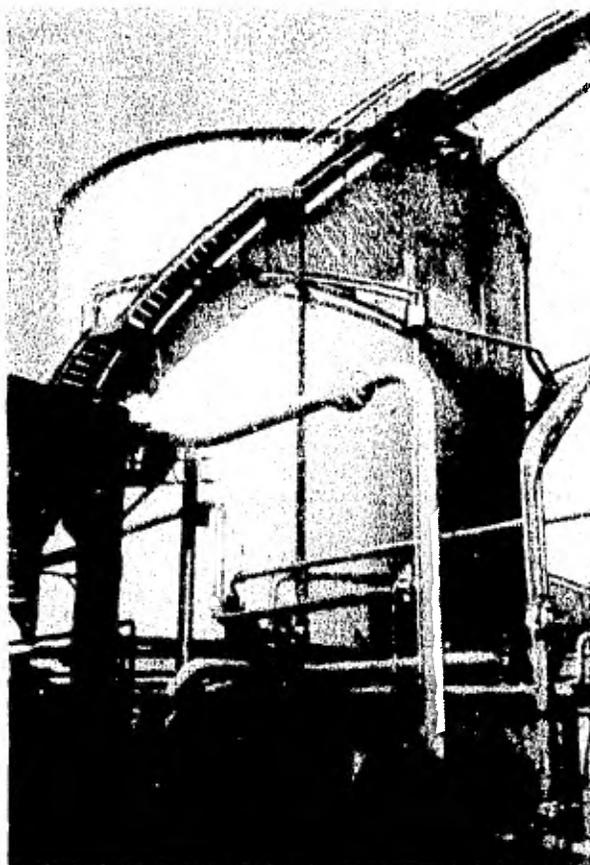
Por lo general, debido a las condiciones geográficas en nuestro país, las plantas beneficiadoras de mineral de hierro, se encuentran relativamente lejos de los centros de consumo. El mineral concentrado entonces, se necesita transportar hasta dichos centros. Los medios más comunes han sido; el ferrocarril, los barcos y el transporte sobre ruedas de hule. Debido a innumerables factores, el costo del transporte se ha disparado enormemente, hasta un punto tal que comienza a fluctuar entre límites peligrosos, lo que nos daría como resultado una elevación considerable en el costo de los productos terminados. El transporte de sólidos por tubería viene a ayudar en gran parte a resolver el problema, ya que además de reducir los costos de transportación del mineral, nos ayuda a reducir y/o evitar equipos, tiempo, secciones y áreas que se utilizan para el manejo de transporte de concentrados.

El sistema diseñado para el transporte de concentrado, incluye una estación de bombeo de alta presión, que consta del siguiente equipo:

- 2 tanques agitadores-almacenadores.
- 3 bombas principales de pistones o de desplazamiento positivo.
- 1 cuarto de prueba.
- 2 bombas reforzadoras o de carga.
- 1 sistema de inhibición de la corrosión.

Por otra parte, existe una "curva de prueba", que no es más que una sección de tubería de 60 m de longitud, 273 mm de diámetro exterior y 6.35 mm de espesor, donde se analizan las diferentes características y propiedades del concentrado.

Las bombas de carga pueden enviar la suspensión desde el tanque de almacenamiento hasta la curva de prueba, así como a las bombas principales; o hacer regresar el concentrado nuevamente al tanque de almacenamiento.



Tanque agitador-almacenador de concentrado de mineral de hierro. Capacidad de almacenamiento de 3000 m³.



Conveyor de mineral de hierro. Capacidad de almacenamiento de 3000 m³.

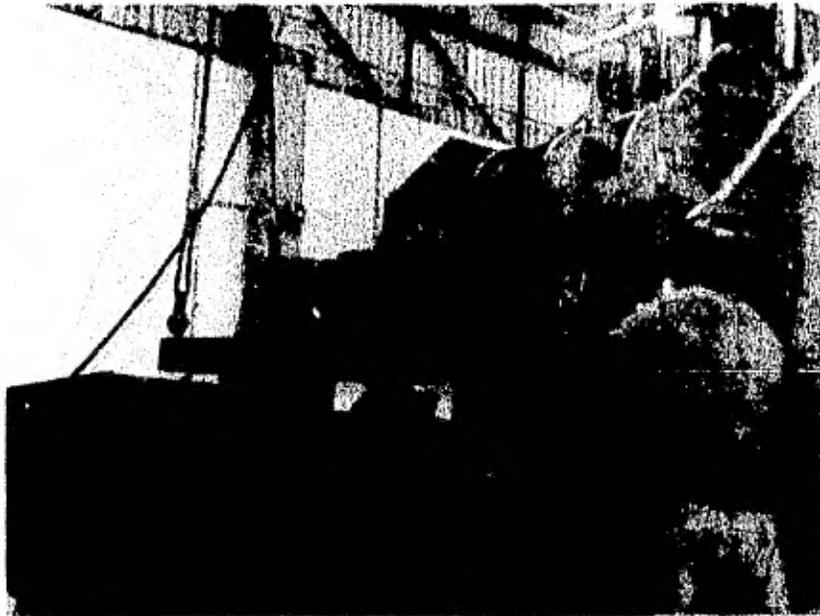
La curva de prueba tiene instalados los instrumentos necesarios para medir la cantidad de flujo, densidad y presión diferencial en la curva. Los resultados obtenidos de la curva de prueba y de las muestras de suspensión, determinarán si ésta cumple con las especificaciones necesarias para ser enviada por el ferroaducto. De no ser así, y si la densidad es muy baja, la pulpa deberá ser regresada al tanque espesador, y si por el contrario la densidad es muy alta, ésta podrá ser diluida con agua hasta obtener las características de flujo aceptable.

Son tres las bombas principales de pistones; de desplazamiento positivo, triples, de acción simple, reciprocantes y se encuentran conectadas en paralelo. Cada unidad de bombeo consta de un motor eléctrico, un variador de velocidad, una bomba de pistón sincronizada para el lavado de los empaques de la bomba principal, dos bombas auxiliares de aceite y un cambiador de calor. Cada bomba tiene una capacidad de $190 \text{ m}^3/\text{h}$ a una presión máxima de descarga de 86.42 Kg/cm^2 . Estas bombas bombearán agua después de haberlo hecho con la suspensión, para lavar la tubería. En operación normal solo dos bombas trabajan continuamente a un rango de flujo de $380 \text{ m}^3/\text{h}$; la otra descansa.

La presión máxima de trabajo está basada en el 72% del esfuerzo mínimo de cedencia, después de excluir 3.1 mm de corrosión permitida.

Toda la tubería está cubierta con dos capas de vidrio-flex igual que las soldaduras de campo, los dobleces, los empalmes, las válvulas y otras superficies irregulares. Las estaciones de prueba para la corrosión, están instaladas a intervalos de 4 Km. aproximadamente. Las terminales de la tubería se encuentran protegidas con ánodos de sacrificio para prevenir la corrosión externa.

Se ha instalado un sistema de limpieza interior, que consta de un dispositivo lanzador de diablos (scrappers o rascadores) y una trampa de recepción. Estos podrán ser enviados únicamente cuando se esté bombeando agua y la línea haya sido lavada completamente.



En la gráfica se observa el momento en que se reanuda y montado el cabezal de una de las bandas de piones de desplazamiento -
positiva.



En la gráfica se observa a las tres-
bandas de piones de desplazamiento -
positiva.

La función básica de la tubería llamada ferroaducto, consiste en transportar el mineral de hierro en forma de suspensión, de una planta concentradora a una planta peletizadora en una distancia aproximada de 25 Kms. La tubería es nominalmente de 250 mm de diámetro, con espesor de pared de 7.8 mm en el primer Km de longitud; con 7.1 mm los siguientes 9 Kms y de 6.35 mm los restantes. Dada la finura de las partículas y la velocidad máxima de 2 m/seg, la corrosión interior más el efecto abrasivo de la pulpa, serán los agentes que principalmente contribuyan al desgaste de la tubería. Este equipo está diseñado para transportar 220 tons métricas por hora de concentrado seco.

El sistema prevee que la suspensión de concentrado, debe pasar por una malla de seguridad de 0.149 mm y por una bobina desmagnetizadora antes de ser almacenada en los tanques agitadores, para posteriormente ser bombeada a la planta peletizadora.

La tubería está diseñada para que todo el tiempo esté llena de líquido; la operación de ésta será intermitente, esto es; un ciclo de envío de suspensión, lavado de agua y cierre de tubería y repetición del ciclo anterior cuando los tanques estén llenos.

Al iniciarse la operación, la tubería debe estar llena de agua; se empezará primero por arrancar dos bombas desde el reposo, a continuación se abrirán las válvulas de bloqueo y se aumentará gradualmente la velocidad de las bombas hasta la máxima presión requerida para obtener el flujo deseado. Dentro de la operación de bombeo de la suspensión, se introducirá una lanza raspadora con el objeto de empujar hacia el otro extremo de la tubería las partículas asentadas en la misma; también dentro de éste proceso se agregarán los anticorrosivos a la suspensión, ya sea en los tanques agitadores (con 5187 tons de concentrado), en el circuito de prueba o en la tubería antes de los motores, dependiendo de los análisis de las muestras; también se puede agregar agua con el objeto de minimizar --

la corrosión en la tubería. Otra operación que se realiza con el objeto de evitar la corrosión interior, es el hacer que la pulpa tenga una alta alcalinidad (PH), por lo cual se agregará a la suspensión -- hidróxido de calcio (Calhidra en lechada a 150 mallas), así como -- hexametáfosfato de sodio como inhibidor del oxígeno que absorbe el -- agua.

Una vez terminado el bombeo de la suspensión, será seguido de -- una purga de agua; éste proceso requerirá de un tiempo aproximado de 5 horas; en operación normal la tubería se cerrará llena de agua.

En el caso de paro de emergencia con suspensión en la tubería, las válvulas de bloque de la línea principal se cerrarán automáticamente y el operador purgará manualmente las bombas y tubería de la -- estación para eliminar la suspensión.

La secuencia de re-arranque se hará de acuerdo con la presión requerida, que debe ser más baja que la presión de trabajo permitida por la tubería.

Por lo regular, en la conducción de pulpas y lodos minerales empleados en la industria minero-siderúrgica, se utilizan bombas cen -- trífugas, cuyas partes sujetas a desgaste son de hule, y llevan se -- llos hidráulicos protegidos además con agua a presión adecuada, de acuerdo con la presión de descarga, para evitar la penetración de -- partículas sólidas a los baleros o chumaceras por cuyo efecto abrasi -- vo éstos se destruirían con facilidad. Por sus características las -- bombas centrífugas, en general, son adecuadas y prácticas hasta pre -- siones de 100 a 120 Kg/cm², en que ya su eficiencia resulta muy baja.

Es precisamente éste tipo de sistema hidráulico para transporte de concentrado, el que se utiliza en una de las más modernas indus -- trias siderúrgicas del mundo (Sicartsa).

En Sicartsa inicialmente se consideró la posibilidad de instalar bombas centrífugas, pero debido a la distancia tan grande que existe (25 Km) de la planta concentradora a la planta peletizadora, hubieran sido necesarias varias estaciones con equipos duplicados en cada una, así como personal de operación y mantenimiento mayores; confrontando la posibilidad de interrupciones frecuentes y que, en consecuencia, dicha alternativa resultaría más costosa que la del empleo de bombas de desplazamiento positivo (con las que se obtienen grandes presiones), por las que se optó finalmente.

Precisamente por las grandes presiones que proporcionan, las bombas de desplazamiento positivo se han empleado satisfactoriamente en la industria petrolera. Pero como dichas bombas presentan problemas de desgaste en pistones y cilindros, al trabajar horizontalmente, ya que se deforman alejándose de su forma cilíndrica, en Sicartsa se seleccionaron tres bombas de éste tipo, pero para trabajo vertical, donde dos de ellas se utilizan a la vez (en un turno) y una se descansa. La bomba que descansa en un turno se va intercambiando con las otras dos, con el objeto de que las tres efectúen un trabajo similar, ésto a la vez se aprovecha para dar mantenimiento a la bomba que descansa.

En la estación de bombas se cuenta con toda clase de instrumentos por los que se registran presiones, temperaturas, demandas de potencia eléctrica, velocidades de flujo; alarmas y comunicaciones radiotelefónicas, por las que se controla y verifica continuamente la operación. Aquí, se utilizan tanques agitadores de pulpas en suspensión, con capacidad hasta de 3800 m³; se tiene la ventaja de programar las horas de bombeo, así como mantener las propiedades de consistencia dentro de los límites convenientes para su mejor conducción. De dichos tanques se bombea la pulpa con bombas centrífugas a la admisión de las bombas positivas, previo paso por el bucle (loop) de tuberías que llevan el instrumental por el que se registran viscosidades en función de la presión; inicialmente -

se retornan las pulpas al tanque de la suspensión hasta homogeneizar su consistencia y el régimen de alimentación requerido en la succión de las bombas de pistón.

Logrando lo anterior, por operación de válvulas, la pulpa con la presión de las centrífugas, alimenta la succión de las positivas y gradualmente va aumentando la velocidad de éstas hasta alcanzar la velocidad a que seguirá operando normalmente.

Por contener las pulpas que conduce el ferroaducto un promedio de 65% de sólidos en peso, de granulometría del 90% a un tamaño menor de 60 micras, se considera que será hasta después de varias horas cuando ocurra la separación de agua y sólidos, pero al reanudar la operación con agua de lavado se expulsará todo el depósito efectuado.

Es por esto que al instalar la tubería se tendrá especial cuidado en que ninguna pendiente de la misma exceda del 10% sobre la horizontal, ya que los ángulos de reposo experimentalmente determinados con pulpas típicas, en ningún caso fueron menores de 16 grados. De allí que al ocurrir asentamientos, los sólidos quedan apoyados en el fondo del tubo y cubiertos por la capa de agua que fluirá lentamente buscando su nivel pero sin arrastrar a los sólidos. Es por esta previsión que no se formarán acumulamientos que produzcan "tapones."

El ferroaducto con tubería especial de 273 mm de diámetro exterior, fué diseñado para manejar toda la producción de la planta concentradora (440 T/h), aunque en la primera etapa solo operará al 50% de su capacidad; es decir 1 500 000 T/año. La tubería va enterrada a una profundidad de 0.75 m, el piso se compactará y llevará grava y arena para facilitar drenajes y evitar que se acumule en la parte exterior el agua de lluvia u otras infiltraciones que propicien la corrosión.

La tubería irá protegida con capas de impermeabilizantes anti corrosivos semejantes a los empleados en oleoductos y gaseoductos. Contará también con protección catódica por la que constantemente se localicen aquellas partes que presenten acciones corrosivas. Se emplearán las técnicas usuales para que las soldaduras o las juntas, así como las tuberías resistan las presiones en exceso en las pruebas que se efectúen, de acuerdo a las normas ANSI-B31.4-1971.

Las dimensiones y calidad de la tubería, tienen una vida de - 25 años aproximadamente.

V.-

DESCRIPCION DEL TRABAJO TECNOLOGICO A DESARROLLAR
POR EL INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA.

V.-

Con el objeto de establecer un mismo criterio referente a la interpretación de la palabra MANTENIMIENTO que se considera dentro de la siderurgia, y de lo que se entiende por SERVICIOS GENERALES en el marco de actividades tecnológicas que desarrolla el Ing Mecánico Electricista en éste tipo de industria, se exponen las siguientes definiciones:

Se considera dentro del renglón mantenimiento, todo aquello que se desarrolla para la conservación eficiente de algo que se encuentra en operación o utilización: Equipos, Edificios, Carreteras, Vías Férreas, Instalaciones, etc.

Y que lo integran los mantenimientos: Mecánico, Eléctrico, Electrónico y Civil.

La interpretación de servicios generales que se ha considerado, es aquella en la que intervienen los servicios de energía hidráulica, energía eléctrica, energía neumática, energía térmica, producción y distribución de oxígeno, laboratorios de análisis químicos y físicos, control de calidad, almacenes de refacciones, transportes internos, captación de humos y servicios refractarios.

Es evidente que el máximo aprovechamiento de las líneas productivas queda en función de los servicios de conservación que se les presten, en la actualidad las demandas de los diferentes productos que se fabrican en cada una de las empresas, han restringido los tiempos dedicados al mantenimiento y se agudiza la intervención en ellos; el personal se tiene que ver incrementado en todas las especialidades y las herramientas y métodos de trabajo modificados, de ahí la preocupación continua de tratar de corregir el dinámico desenvolvimiento de los servicios de mantenimiento.

Los paros imprevistos de líneas productivas afectan el renglón económico, es decir, la función de mantenimiento influye decididamente en los costos de producción.

La función de mantenimiento es administrar todos los recursos tales como: refacciones, materiales y recursos humanos en el tiempo adecuado. El mantenimiento correcto del equipo le proporciona una mayor vida útil a los bienes de capital, conservando para el país sus fuentes productivas y evitando la fuga de divisas que implicaría el tener que reponerlas. Por lo tanto es muy importante considerar que el principal objetivo del mantenimiento y los servicios generales, es eminentemente económico.

El desarrollo económico que ha alcanzado México durante la última década, ha traído como consecuencia la necesidad de hacer instalaciones industriales cada vez más grandes, automatizadas y complejadas, y ha hecho que el empresario moderno tenga un interés creciente en los problemas de mantenimiento que a su vez se vuelven más complejos cada día.

Las plantas modernas del México actual han creado en las empresas nacionales, una serie de condiciones operativas que las podemos resumir en la forma siguiente:

- 1) Los equipos productivos, han incrementado notablemente su capacidad, pero en algunos casos se requiere que la producción sea aún mayor.
- 2) Los requisitos de control de calidad de los productos, establecidos por los clientes, son cada día más rígidos.
- 3) Los procesos de fabricación se desarrollan con equipos más grandes y complejos, lo cual trae como consecuencia un aumento en los costos por tiempos improductivos de los mismos.
- 4) Se requieren habilidades y técnicas nuevas en mantenimiento, debido a la complejidad del diseño y funcionamiento de la maquinaria industrial moderna.

Las estadísticas de mantenimiento son en general escasas, lo que implica una mayor dificultad para evaluar a nivel nacional la verdadera magnitud de las oportunidades y problemas comprendidos dentro de la actividad del mantenimiento industrial. Sin embargo, para situarnos mejor y tratar de obtener una apreciación más objetiva de la importancia del mantenimiento en los resultados de las empresas, quisiéramos mencionar algunas cifras representativas de la industria pesada en México.

a) De la fuerza total de trabajo, aproximadamente de un 35% a 40% se dedica a labores de mantenimiento.

b) Por cada peso que se gasta en costos de transformación, se gastan 30 centavos en mantenimiento.

c) De los costos totales de mantenimiento, aproximadamente del 40% al 45% son costos de mano de obra, y éste valor se incrementa constantemente.

d) El nivel de productividad de la mano de obra de mantenimiento es de aproximadamente 45%, siendo factible que mediante una adecuada administración, ésta productividad se logre elevar a niveles del orden del 70%.

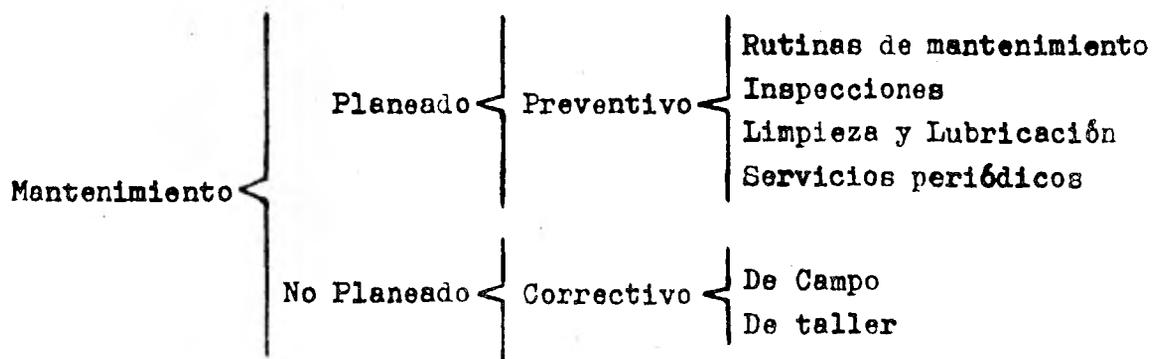
Un análisis de las cifras anteriores, nos deja ver las oportunidades potenciales que tiene la industria nacional de aumentar su eficiencia y nivel competitivo en el campo internacional, dando la atención debida al mantenimiento.

Debemos darle una nueva tónica a nuestros conceptos relacionados con mantenimiento, convencidos de que más que un servicio para producción es un medio de obtener mayor productividad para la empresa, al lograr mayores niveles de disponibilidad de los equipos productivos y consecuentemente mayor producción, al mantener condiciones adecuadas en los equipos que aseguren los estándares de calidad del producto.

Teniendo en cuenta los planes de expansión y las grandes inversiones que tanto la iniciativa privada como la oficial han hecho y están haciendo dentro del territorio nacional, en la industria siderúrgica se suman miles de millones de pesos en equipo, cada vez con mejores sistemas de producción cuya característica principal son sus altas producciones y modernización. Encontramos que el mantenimiento industrial crece por las mismas necesidades de tener en condiciones aceptables a toda ésa compleja maquinaria, siendo fundamental que exista una planeación de mantenimiento en paralelo a la proyección de la empresa.

Una vez que se ha definido lo que es mantenimiento, procederemos a clasificarlo de la siguiente forma:

- a) En función de la forma de organizarlo
- b) En función del grado de dificultad que implica realizarlo



De acuerdo con la clasificación anterior describiremos brevemente lo que es el mantenimiento planeado.

Un mantenimiento planeado o preventivo es aquél que investiga y denuncia las posibles fallas antes de que ocurran, así como la prestación de los cuidados necesarios para conservar las máquinas en funcionamiento, con el mínimo de interrupciones y al ínfimo costo.

Como ya se mencionó anteriormente, el objetivo principal de éste mantenimiento es el de prevenir las averías de las máquinas tanto como sea posible, llevando a cabo ajustes, reposiciones y reparaciones menores en períodos especificados de antemano. Estos períodos son establecidos bien a través de la información proveniente de los fabricantes, sobre la esperanza de la vida útil de los componentes esenciales, o bien por la experiencia del trabajo con equipos similares. La distribución en el tiempo de éstas reparaciones, debe ser siempre coordinada con los departamentos de producción y planeación, de modo que el tiempo de paro de las máquinas se reduzca al mínimo.

Cuando se afrontan reparaciones importantes y cuando el mantenimiento preventivo o las exigencias de la producción no permitan aplazamientos, debe establecerse un plan de trabajo que proporcione el tiempo suficiente para llevar a cabo la reparación. En éstos casos es esencial que la planificación tenga en cuenta la provisión de todo el equipo necesario incluyendo maquinaria si es posible.

Para conseguir un buen programa de mantenimiento preventivo, el sistema debe responder a los siguientes requisitos:

- a) Información exacta del historial de cada máquina.
- b) Plena utilización del personal de mantenimiento.
- c) Buena calidad del mantenimiento.
- d) Información exacta del mantenimiento y de los movimientos.
- e) Control efectivo del sistema.
- f) Adecuada flexibilidad del sistema.

Dentro del mantenimiento preventivo, la lubricación planificada constituye una actividad aparte. En éste sistema, cada máquina tiene planificadas semanal y anualmente la frecuencia y la cantidad de aplicaciones de lubricante. La lubricación planificada es un aspecto vital del mantenimiento preventivo.

El papel del Ingeniero Mecánico Electricista en el mantenimiento preventivo, se enfoca principalmente al control adecuado de todas las actividades relacionadas con la maquinaria, y de él dependerá el buen funcionamiento del departamento o área a su cargo.

Sus obligaciones pueden ser esbozadas como sigue:

a) Poner en marcha y controlar un sistema de mantenimiento eficiente y de bajo costo.

b) Introducir un sistema de control de costos por medio de estudios metódicos y por análisis de las causas de las fallas en las máquinas.

c) Crear e introducir donde sea necesario, nuevos métodos y soluciones para el mantenimiento.

d) Asesorar al departamento tanto de planeación como de compras, en las adquisiciones de nueva maquinaria.

e) Crear y controlar un programa de reconstrucción de máquinas.

f) Instalar máquinas nuevas y reconstruidas.

g) Controlar los movimientos de las máquinas de un departamento a otro y su reinstalación, además de supervisar y suministrar los servicios necesarios para éstos movimientos.

h) Crear y controlar un programa para las máquinas clave.

i) Disponer de refacciones y maquinaria de repuesto.

j) Investigar y remediar continuamente las averías críticas.

Todas éstas actividades realizadas por un ingeniero de mantenimiento, se pueden resumir de la siguiente forma:

1) Reducción del tiempo de avería de las máquinas a un tiempo mínimo.

2) Observancia de la eficiencia de un programa de mantenimiento.

3) Reducción de costos de mantenimiento, compatible con un alto coeficiente de utilización de las máquinas.

4) Reducción del tiempo de paro de las máquinas a un tiempo mínimo, mediante una cuidadosa planificación de las causas de falla de las mismas.

5) Asegurar un trabajo continuo de las máquinas clave.

El ingeniero debe también ocuparse de los problemas de gestión, además de estar familiarizado con ellos.

En las cuestiones de control de costos, es de suprema importancia que sean mantenidos a un mínimo por el ingeniero de mantenimiento, sin prejuicios para el trabajo de la planta. Ante todo debe ejercerse un control para cada programa específico de trabajo (puede hacerse semanal o mensualmente), así como los registros de tiempos y materiales utilizados, con el fin de llevar a cabo un presupuesto.

Deben agruparse todos los trabajos para permitir una evaluación, con la finalidad de asegurar la conformidad con los gastos programados de antemano para un determinado período de tiempo. La estimación real y la de los gastos proyectados deben estar en todo momento bajo el control y dirección del ingeniero de mantenimiento.

La completa realimentación de información que detalle los costos de mano de obra y materiales, deben estar siempre disponibles, para un control de presupuesto que se debe efectuar semanal o quincenalmente.

La mano de obra dependerá del número de máquinas y variará de acuerdo con el tipo de trabajo realizado, la cantidad de mano de obra deberá ser determinada por el ingeniero encargado del mantenimiento, así como por el director de su departamento.

En la organización de programas, éstos se pueden llevar a cabo mediante un sistema de fichas índice perforadas, cada ficha con - tendrá la información correspondiente a cada trabajo y su frecuencia. Estas fichas deberán tener una terminología que será la empleada en el manejo de un esquema de mantenimiento. Dicha terminología deberá representar con números o con letras operaciones como las siguientes: tiempo de avería de una máquina, número de ruta de la máquina, número de orden de la máquina, número de mantenimiento, ficha de trabajo, símbolos de lubricación, posición de piezas de reemplazo; así como - la localización de manuales de taller, que contengan la información - necesaria referente a las máquinas que operan en la planta.

VI.-

ESTADO ACTUAL DE LA INDUSTRIA SIDERURGICA

EN LA REPUBLICA MEXICANA.

VI.-

El objetivo de éste capítulo, es el de tratar desde el punto de vista productivo, así como acumulativo (reservas), el estado actual que guarda la industria siderúrgica en México.

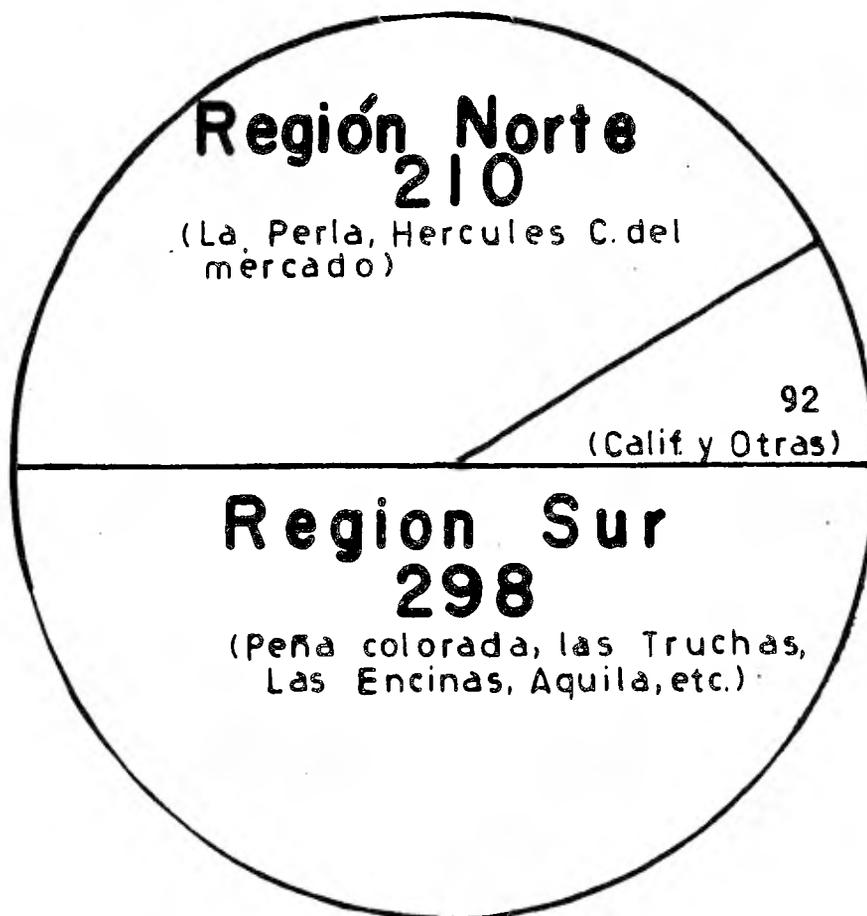
De acuerdo con lo anterior, trataremos primeramente lo concerniente a las reservas minerales con que actualmente cuenta nuestro país; en virtud de que es en ellas en donde se basa y respalda la industria nacional para mejorar y ampliar el sistema productivo de acero.

Hablar de las reservas minerales de nuestro país es hablar del futuro económico que le espera, ésto es; que junto con la industria petrolera y no menospreciando los otros sectores industriales, la industria siderúrgica marcará la pauta a seguir en el futuro desarrollo económico de la nación; lo cual traerá como consecuencia - que el estandard de producción se incremente notablemente, redituando un consumo per-cápita mayor. Las exportaciones cada vez serán más frecuentes, el nivel de vida (tanto de los trabajadores que laboran directamente en la industria siderúrgica, así como los que indirectamente se ven afectados, ya sea como consumidores o bien como distribuidores) mejorará notablemente, y en forma general, la mejora en todos los sectores será notable.

Antes de entrar de lleno a la descripción estadística de las reservas minerales, es conveniente dar algunas definiciones para que se pueda interpretar o entender de una forma más clara, los datos que posteriormente se darán.

En las clasificaciones de las reservas minerales, se manejan una serie de términos un tanto diferentes; ésto es debido a la gran diversidad que existe en las distintas empresas, para manejar y clasificar su información en los boletines que elaboran, dando así a conocer a cuanto ascienden sus reservas mineras, en los diferentes yacimientos a su cargo.

RESERVAS NACIONALES DE HIERRO POR REGIONES (en millones de toneladas)



**Total de reservas
600 millones ton.**

Debido a lo anterior, se ha optado por hacer un tanto uniforme el criterio en la terminología empleada; y al parecer las definiciones que nos proporciona el "Instituto Latinoamericano del Acero" (I. LA. A.), son las que más nos uniformizan dicho criterio.

A continuación transcribiremos dichas definiciones:

a) Reservas de mineral de hierro.

Son acumulaciones consideradas explotables para la producción de hierro y acero, en las condiciones tecnológicas, económicas y locales existentes.

b) Reservas medias.

Son reservas en las que el tonelaje se determina por dimensiones reveladas en afloramientos, zanjas, galerías o labores y perforaciones; cuya ley se basa en resultados de muestreo detallado.

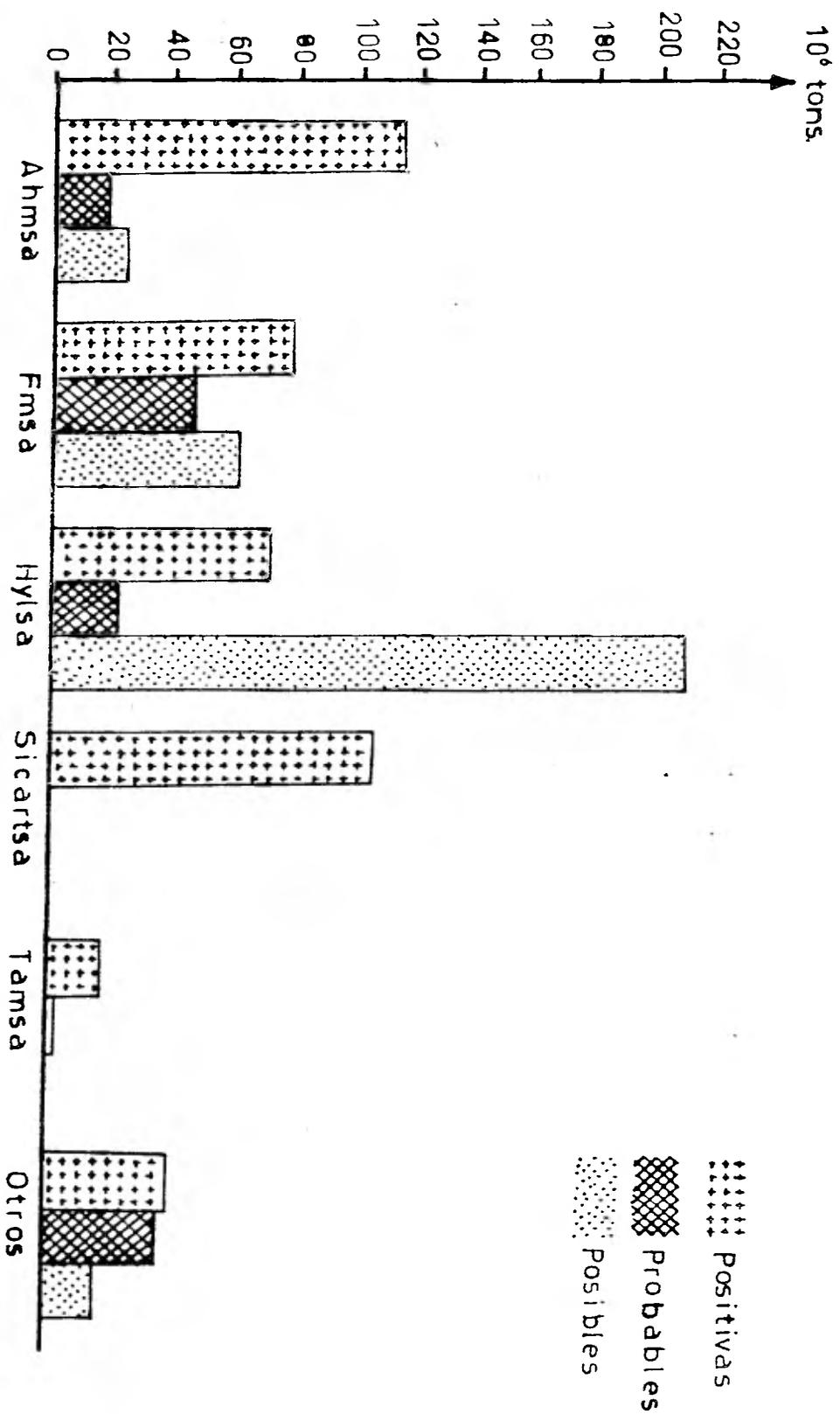
c) Reservas indicadas.

Son reservas para las cuales el tonelaje y la ley son calculados en parte por medidas específicas, muestreos o datos de producción y en parte por proyecciones sobre distancias razonables de evidencias geológicas. Los lugares de inspección, medida y muestreo están demasiado o inadecuadamente espaciados, para permitir establecer completamente los límites de los cuerpos minerales y las leyes.

d) Reservas inferidas.

Son reservas en las que las estimaciones cuantitativas se basan principalmente en un conocimiento general de carácter geológico del depósito, disponiéndose de poco o ningún muestreo ó medición. La estimación de las reservas inferidas debe incluir una determinación de los límites dentro de los cuales yacerá el material inferido.

Reservas de Mineral de Hierro en los Estados Unidos Mexicanos



RESERVAS TOTALES DE MINERAL DE FIERRO EN LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

(10³ tons)

EMPRESA	POSITIVAS	PROBABLES	POSIBLES
Altos Hornos de México, S. A. ^{1/}	113 450	17 600	23 000
Fundidora de Monterrey, S. A. ^{1/}	77 820	46 460	60 920
Hojalata y Lámina, S. A. ^{1/}	71 310	22 570	210 600
Siderúrgica Lázaro Cárdenas - Las Truchas, S. A. ^{1/}	105 600	11 600	0
Tubos de Acero de México, S. A. ^{1/}	17 140	1 020	0
Yacimientos de primer orden no asignados ^{2/}	26 010	12 696	19 922
Yacimientos de segundo orden no asignados ^{2/}	15 162	24 328	6 226
T O T A L :	426 492	136 274	320 668

^{1/} Elaborado con datos proporcionados por las empresas a Enero de 1976.

^{2/} Elaborado con datos proporcionados por el Consejo de Recursos Naturales No Renovables a Agosto de 1974.

DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DE EXPLORACION DE MINERAL DE FIERRO

EMPRESA: SIDERURGICA LAZARO CARDENAS - LAS TRUCHAS, S. A.

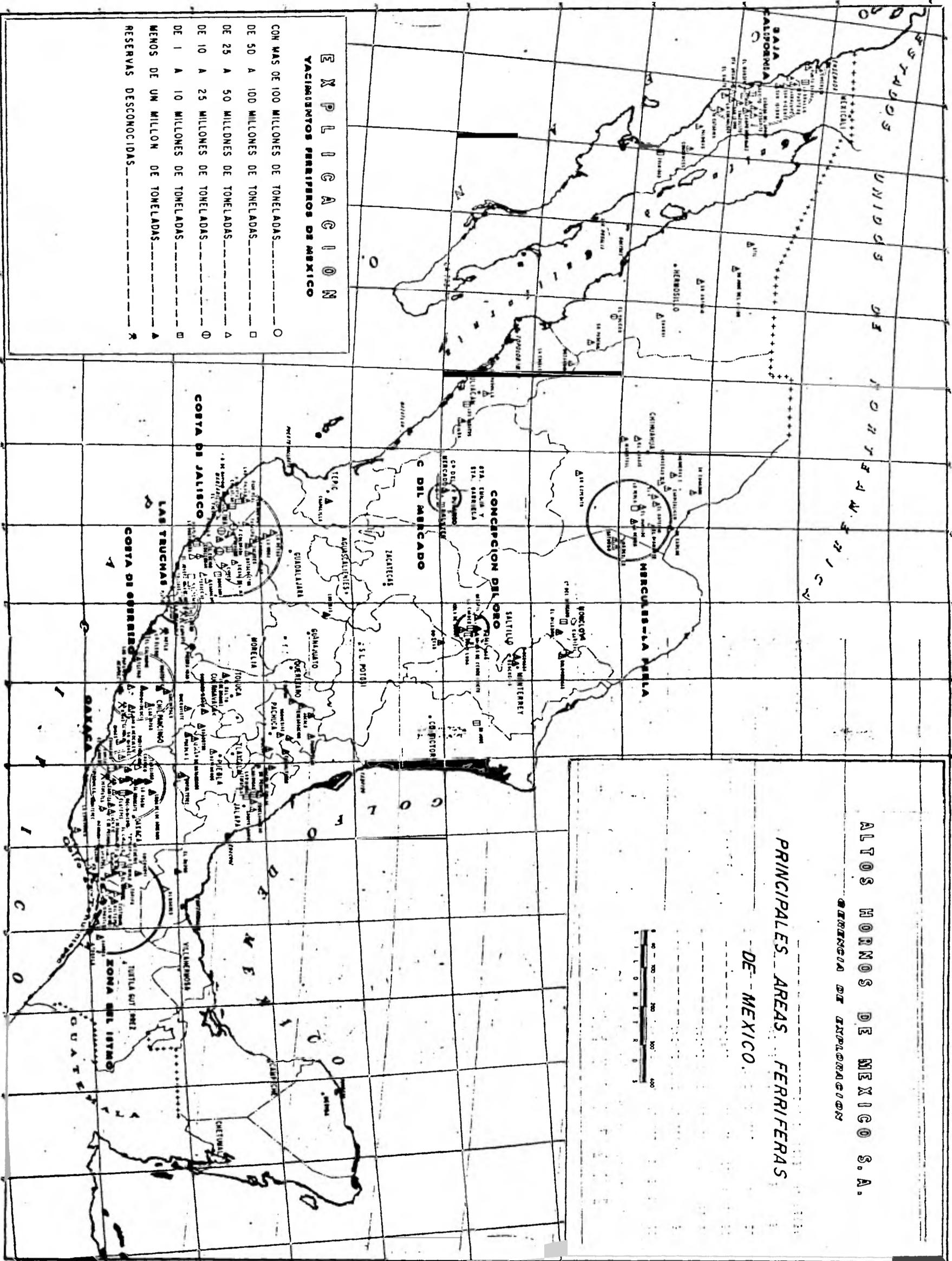
PERIODO 1972 - 1975^{1/}

AREA O MINA CON EXPLORACION PROGRAMADA	RESULTADOS OBTENIDOS	TECNOLOGIA EMPLEADA	CAPACIDAD DE EXPLORACION
Grupo Ferrotepec	Se perforaron 99 barrenos con diamante totalizando 11 345.60 metros. Definiéndose 3 cuerpos mineralizados. Se diseñó la explotación a cielo abierto mediante tres tajos. La relación promedio de descapote-mineral es de 3.03: 1.00. La Ley promedio esperada es de 47.00 %.	1) Reconocimientos geológicos de campo. 2) Magnetometría aérea y terrestre 3) Interpretación de resultados	
Grupo Las Truchas	Se perforaron 140 barrenos con diamante totalizando 20 201.80 metros, lográndose una estimación preliminar del orden de 55 millones de toneladas con Ley promedio de 50 %. También se cubrió con magnetometría aérea un área de 100 Km ² .	4) Barreración con diamante 5) Valuación de resultados 6) Plan de inversión y costos de inversión y operación 7) Muestreo con pruebas de concentración por medio de tubo Davys.	

Los datos omitidos no fueron encontrados disponibles.

^{1/} Hasta marzo, 1976.

ALLOS HORNOS DE MEXICO S.A.
 GERENCIA DE EXPLORACION
 PRINCIPALES AREAS FERRIFERAS
 DE MEXICO



E X P L I C A C I O N
YACIMIENTOS FERRIFEROS DE MEXICO

○ CON MAS DE 100 MILLONES DE TONELADAS
 □ DE 50 A 100 MILLONES DE TONELADAS
 △ DE 25 A 50 MILLONES DE TONELADAS
 ◊ DE 10 A 25 MILLONES DE TONELADAS
 ◻ DE 1 A 10 MILLONES DE TONELADAS
 ▲ MENOS DE UN MILLON DE TONELADAS
 ✕ RESERVAS DESCONOCIDAS

RESERVAS MINERAL DE FIERRO BAJO CONTROL DE LA SIDERURGICA LAZARO CARDENAS-LAS TRUCHAS, S.A.

YACIMIENTO	CUERPO	UBICACION	CONTENIDO DE FIERRO (% en Peso)	RESERVAS (10 ⁶ tons)			
				POSITIVAS	PROBABLES	POSIBLES	
El Volcán	El Volcancito	Lázaro Cárdenas, Michoacán	55.0	44.1	0	0	
El Mango	El Volcán Las Truchas El Mango El Campamento	Lázaro Cárdenas, Michoacán	55.0	29.2	0	0	
Santa Clara	Santa Clara	Lázaro Cárdenas, Michoacán	60.0	6.7	6.0	0	
La Bandera	La Bandera	Lázaro Cárdenas, Michoacán	-	-	-	-	
Tapachula	Tapachula	Lázaro Cárdenas, Michoacán	-	-	-	-	
Tular	Tular	Lázaro Cárdenas, Michoacán	-	-	-	-	
Ferrotepec	Ferrotepec	Lázaro Cárdenas, Michoacán	48.8	9.9	0	0	
Valverde	Valverde	Lázaro Cárdenas, Michoacán	40.0	3.0	0	0	
Ferrotepec Norte	Ferrotepec Norte	Lázaro Cárdenas, Michoacán	40.0	3.0	0	0	
El Venado	El Venado	Lázaro Cárdenas, Michoacán	-	6.5	0	0	
Palo Blanco	Palo Blanco	Lázaro Cárdenas, Michoacán	-	-	-	-	
El Leopardo	El Leopardo	Lázaro Cárdenas, Michoacán	-	-	-	-	
El Tubo	El Tubo	Lázaro Cárdenas, Michoacán	-	0	0.1	0	
Plutón I	Plutón	La Unión, Guerrero	-	-	-	-	
La Joya	-	Villa Victoria, Coahuayana y Aguila, Michoacán	-	-	-	-	
RESERVAS TOTALES:				105.6 ^{1/}	11.6 ^{2/}	0	

- 1/ Agregando 3.2 x 10⁶ toneladas de mineral rodado de los yacimientos del Mango y el Volcán.
 2/ Agregando 5.5 x 10⁶ toneladas de mineral rodado de pequeños depósitos.

e) Reservas probadas, probables y posibles.

Se usan habitualmente al referirse a determinadas áreas minerales y son aproximadamente equivalentes a los términos: reservas medidas, indicadas e inferidas respectivamente, que son usados en referencias a distritos, regiones o países.

f) Reservas probadas o positivas.

Mineral reconocido en tres dimensiones por labores de minería subterránea o perforaciones, donde los factores geológicos - que limitan el yacimiento, son definitivamente conocidos y donde la posibilidad de que el mineral no alcance tales límites es tan remota como para no influir en la planificación de la extracción.

g) Reservas probables o semiprobadas.

Incluyen proyecciones cercanas, donde las condiciones - son tales que el mineral probablemente será encontrado, pero la extensión y los límites no pueden ser tan precisamente definidos como para el mineral probado. Mineral semiprobado es aquél atravesado - por perforaciones demasiado espaciadas como para poder asegurar la continuidad.

Una vez que ha sido tratado el concepto sobre las reservas con que actualmente cuenta nuestro país en los diferentes yacimientos mineros que posee, y destacando la importancia que éstas tienen en el futuro desarrollo económico de México; procederemos a tratar lo referente al aspecto productivo, esto es, hablaremos ahora de la forma en que se ha venido desarrollando la industria siderúrgica nacional en su sistema productivo.

La producción de hierro en México tuvo su origen en la época colonial, pero no fué sino hasta la primera década de éste siglo cuando la actividad siderúrgica comenzó a ejercer una marcada influencia en el panorama económico del país.

Las nuevas necesidades de productos de acero, que vinieron a multiplicarse como consecuencia de la revolución transformadora iniciada en el año de 1910, exigieron y están exigiendo, la modernización de las actuales instalaciones que constituyen a la industria siderúrgica, así como la creación de nuevas plantas productoras de acero.

La industria siderúrgica al igual que otras industrias básicas, como son: la industria eléctrica, transportes, construcción, química y petroquímica, desempeña un papel relevante en el desarrollo económico del país; como ya se ha mencionado en el comienzo de éste capítulo, y ésta importancia proviene del hecho, de que es proveedora de uno de los elementos fundamentales para la industrialización posterior.

Es de señalarse que cualquier cambio en una o varias de las industrias básicas, repercute directa e indirectamente en la siderúrgica, y a su vez, el crecimiento de la misma influye sobre todo el aparato económico, en la medida en que va ampliando sus líneas de productos, ofreciendo los materiales básicos indispensables para la industrialización creciente en México.

El sector siderúrgico, desde sus inicios, por circunstancias fuera de orden y sobre todo su dependencia del exterior, principalmente en lo que se refiere a insumos y tecnología, se encontró con abundantes obstáculos a sus propias exigencias de crecimiento. Las crisis económicas de 1907 y 1929, por ejemplo, y los desajustes provocados por la segunda guerra mundial, influyeron en forma pasajera, pero negativamente en el desarrollo de la siderurgia, dando lugar a que en determinado período dicho sector se vió presionado en forma abrumadora por un aumento de la demanda, hecho que la obligó a su fortalecimiento con la creación de importantes empresas productoras y, pese a sus problemas de abastecimiento de materias primas, fué posible incrementar la oferta de productos básicos y terminados en un orden muy significativo.

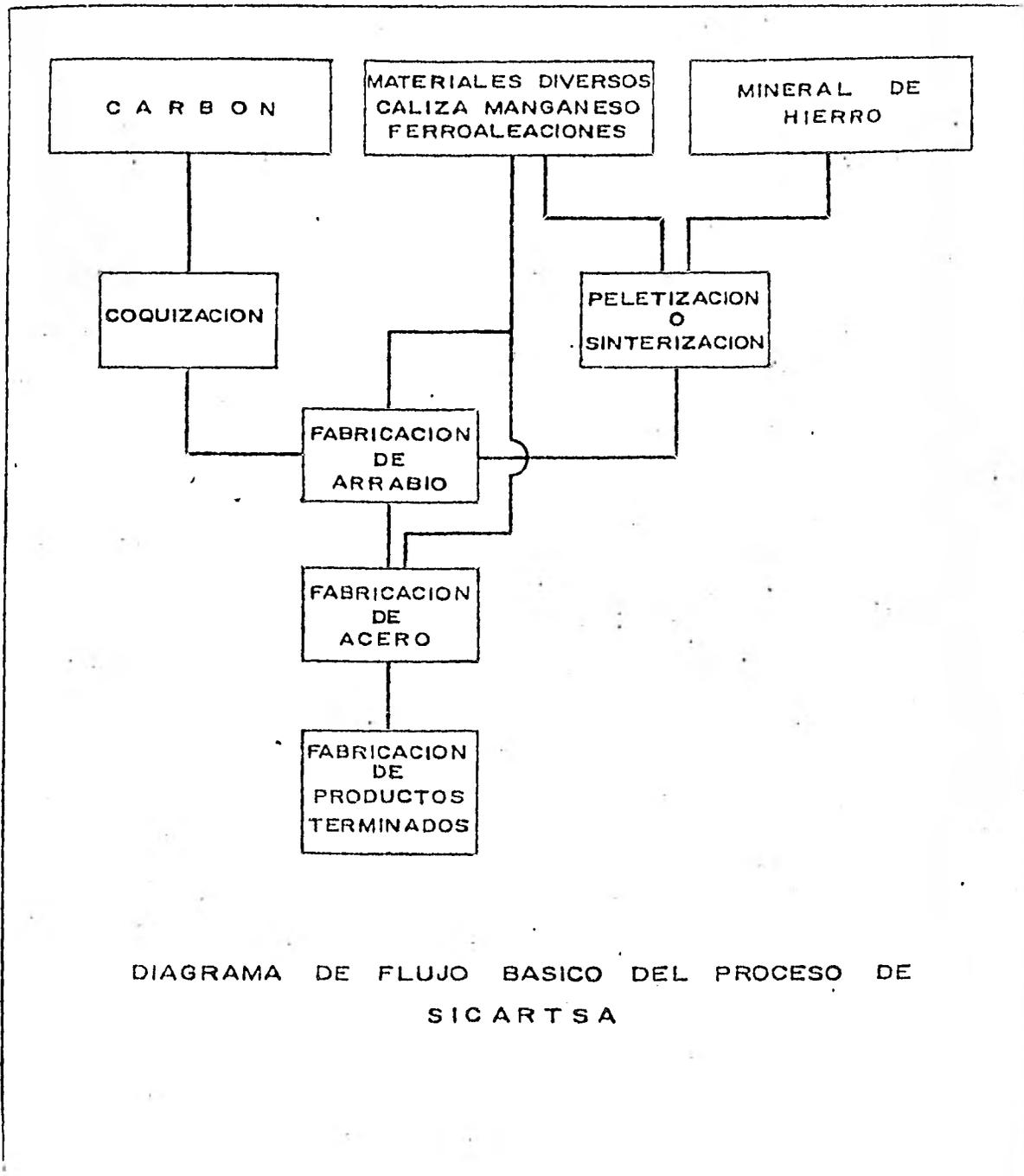


DIAGRAMA DE FLUJO BASICO DEL PROCESO DE
SICARTSA

Durante el período de 1970 a 1976, la industria siderúrgica incrementará la capacidad instalada de acero a más del doble de la existente en 1970, al pasar de 4.35 millones de toneladas a 9.935 - millones de toneladas anuales.

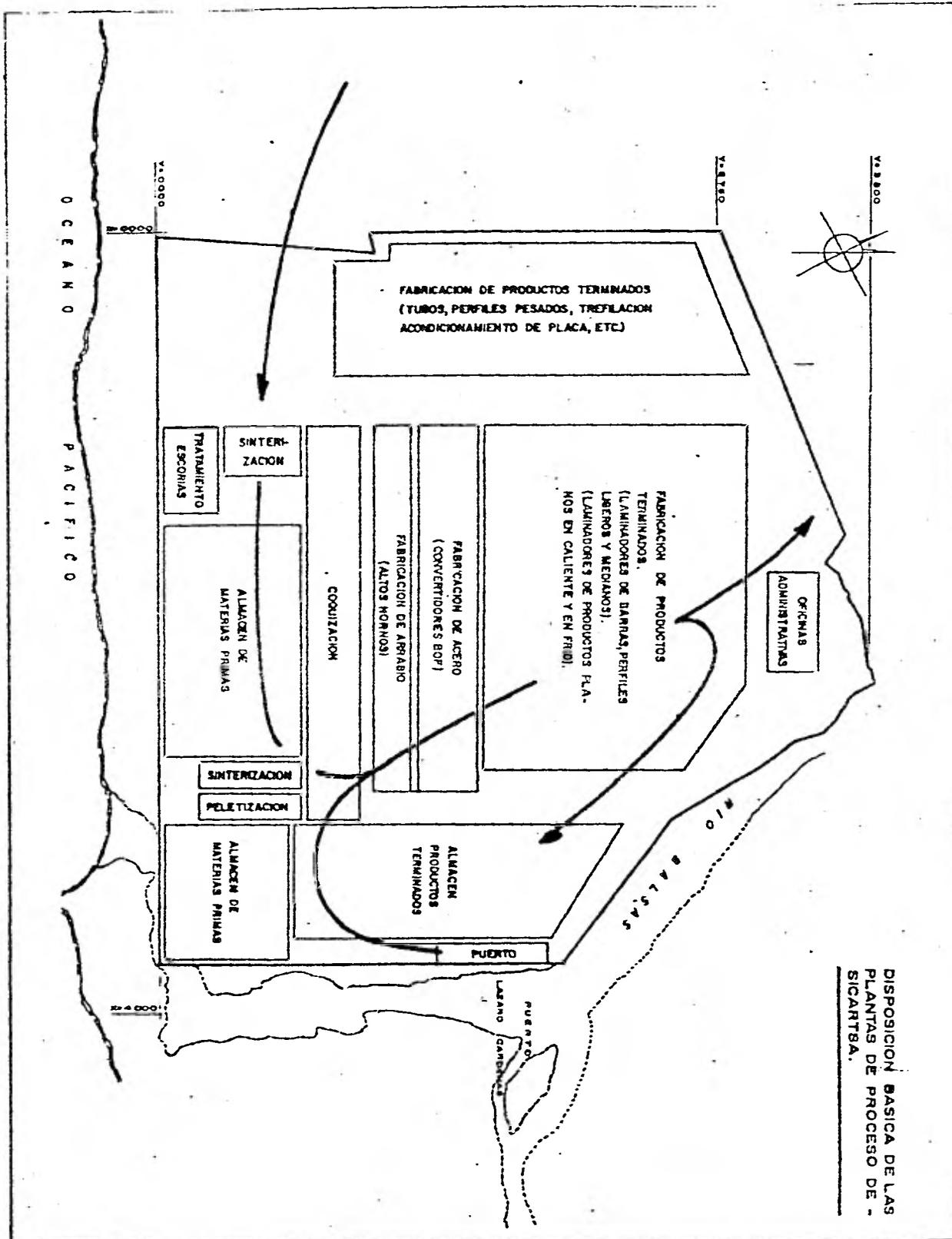
Hasta aquí se ha tratado el sistema productivo de la industria siderúrgica en una forma un tanto general, pero en páginas posteriores lo trataremos con cierto detalle, haciendo referencia de cada una de las distintas empresas que componen el grupo empresarial siderúrgico en México.

La historia del desarrollo siderúrgico de México, está representada básicamente por cinco empresas, las cuales y junto con otras empresas más del mismo campo, han sido divididas en : integradas, semi-integradas y no integradas. Tal clasificación o división se basa en el tipo de actividades que desarrollan cada una de ellas.

Se entiende por empresas integradas, aquellas que producen hierro primario; ésto es que se dedican básicamente a la obtención del "Arrabio", el cual sirve como materia prima para la fabricación del acero.

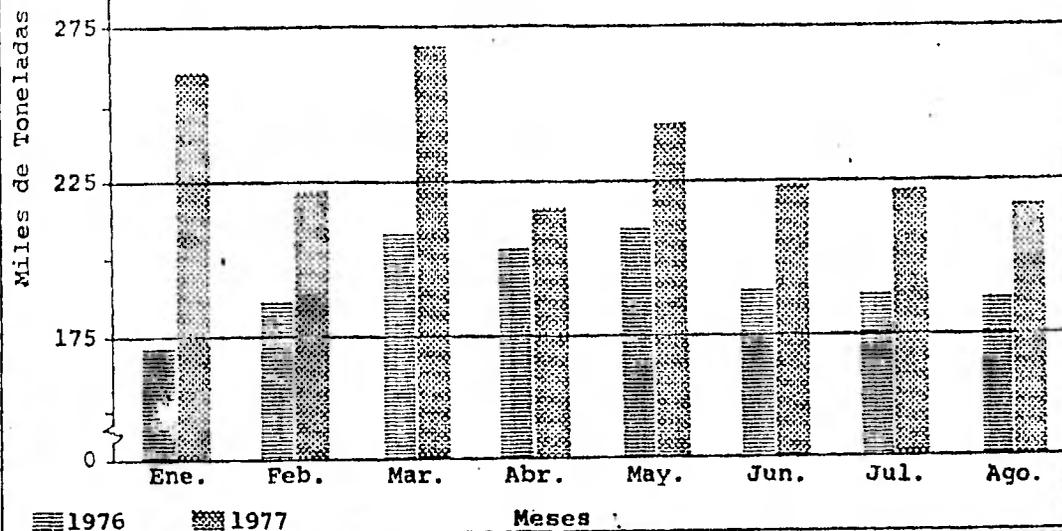
Son empresas semi-integradas, las que parten del proceso de aceración; y no integradas o relaminadoras, las empresas que parten de piezas de acero modificando unicamente su forma, con operaciones de laminación. De acuerdo con lo anterior, dentro de las empresas integradas se tiene a las siguientes:

- I) FUNDIDORA DE HIERRO Y ACERO MONTERREY S.A.
- II) ALTOS HORNOS DE MEXICO S.A.
- III) GRUPO ACERO HYLSA
- IV) TAMSA
- V) SIDERURGICA LAZARO CARDENAS LAS TRUCHAS S.A.



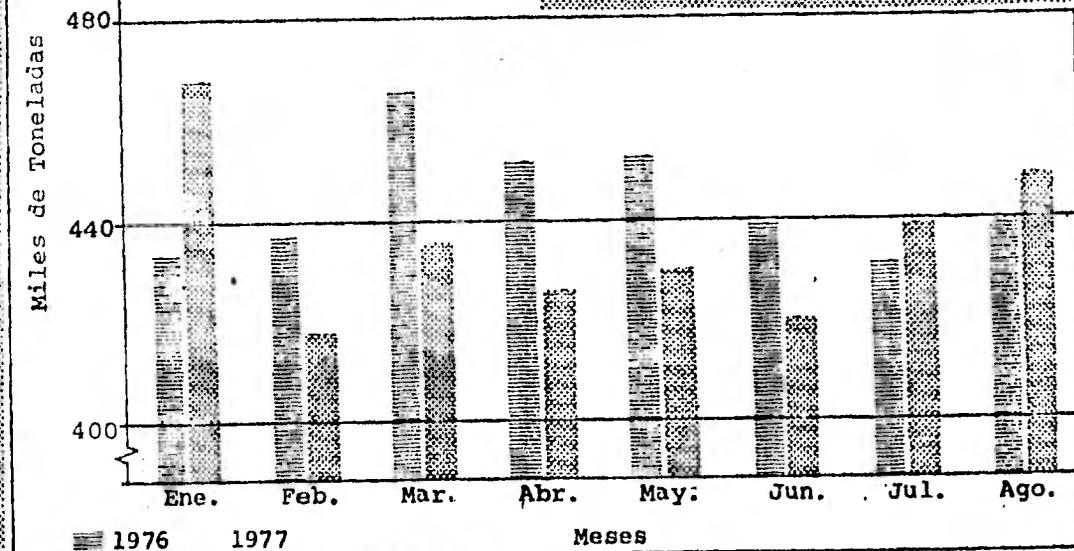
496

PRODUCCION MENSUAL
DE ARRABIO EN MEXICO



497

PRODUCCION MENSUAL
DE ACERO
EN MEXICO



En la clasificación anterior, los nombres de cada una de las empresas ha sido colocado de acuerdo a un orden cronológico en el desarrollo de la industria siderúrgica nacional.

I) FUNDIDORA DE HIERRO Y ACERO MONTERREY S.A.

La empresa de Fundidora nació propiamente en el año de 1900; y desde entonces ha elaborado programas de fabricación de acero.

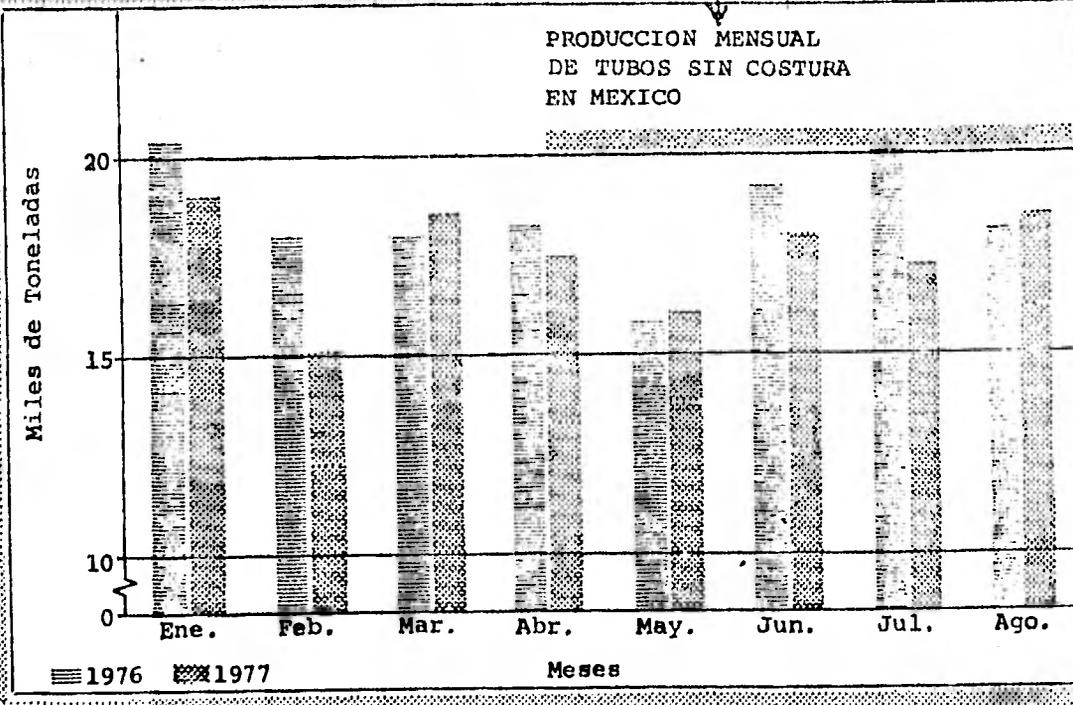
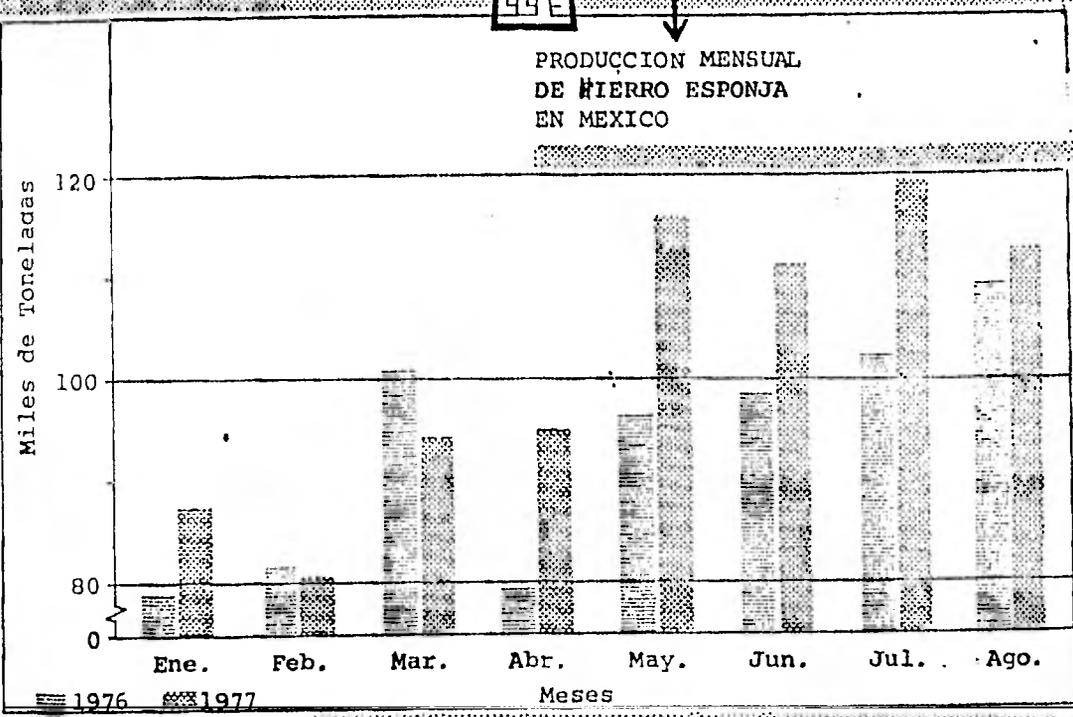
Su operación se inició en el año de 1903, con una producción anual de 9000 toneladas de acero. Actualmente produce alrededor de 900 000 toneladas de productos laminados por año, y se espera para 1985 un volumen de producción cercano a 1 800 000 toneladas anuales. Para alcanzar dicha cifra, ya se inició la instalación de un molino de placa, dos castillos adicionales al tandem de cuatro castillos - para cinta caliente, dos nuevas enrolladoras de cinta, un molino reductor tandem de cinco castillos y un molino templador de dos castillos, además otro horno recalentador de lingotes y uno más de planchones.

II) ALTOS HORNOS DE MEXICO S.A.

Esta empresa inició su operación en el año de 1943, actualmente se le considera como la empresa número uno en volumen de producción. Sus principales productos son: plancha de acero desde 4 - hasta 16 mm de espesor, ancho máximo de 3115 mm y longitud máxima - de 3300 mm. Lámina rolada en caliente y en frío, y hojalata.

También ésta empresa elabora productos tales como perfiles estructurales pesados hasta de 457.2 mm de peralte, y ligeros de 19 hasta 152.4 mm. Barras comerciales desde 9.5 hasta 89 mm, soleras - para muelles de 44.5 a 101.1 mm de ancho y espesores desde 5.7 hasta 25 mm, varilla corrugada de 9.5 a 57.1 mm de espesor y alambrón para construcción, cables y estiraje desde 5.7 hasta 12.7 mm de espesor.

447



Su producción actual total de productos laminados es de 1 500 000 toneladas anuales; ésta producción se obtiene en las plantas de Monclova Coah., Santa Clara y Lechería en el estado de México. La planta Santa Clara comenzó a operar en 1961 y su especialidad es en el área de perfiles ligeros. La planta de Lechería fué iniciada en 1948, dedicandose actualmente a la producción de alambrones.

De lo anterior se desprende, que dado el gran volumen de producción que maneja la empresa de Altos Hornos de México, se requerirá hacer futuras expansiones en todas y cada una de sus especialidades y de hecho ya lo está llevando a cabo, esperando incrementar su producción a unos tres millones de toneladas anuales aproximadamente de productos laminados.

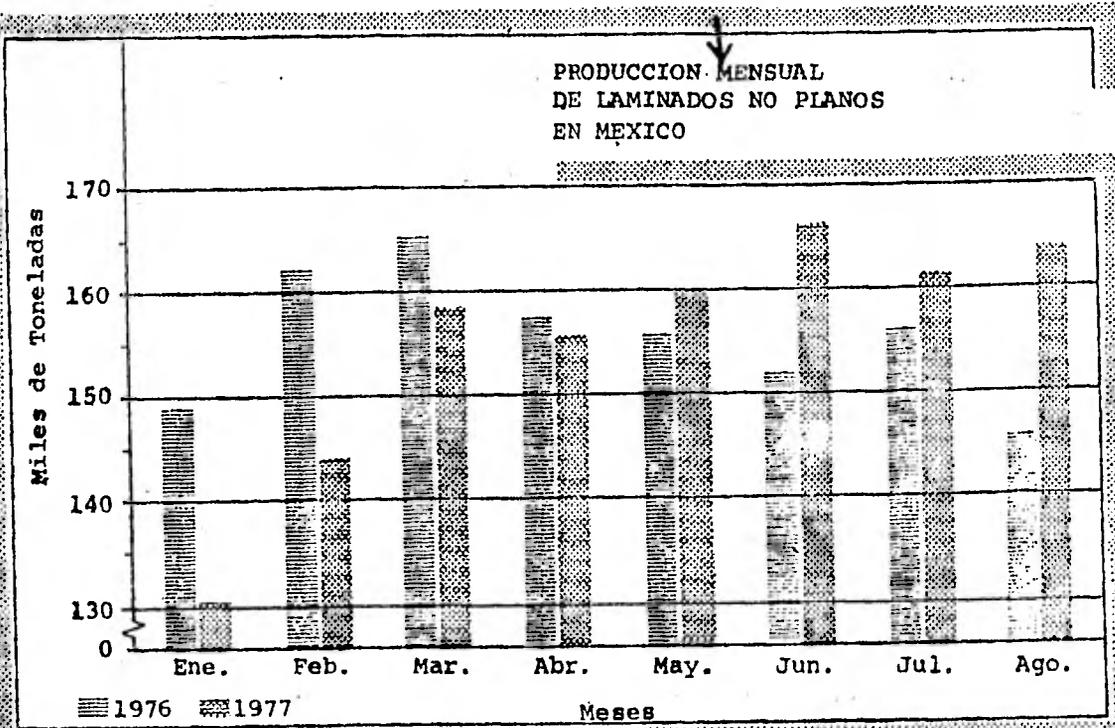
Con éstas futuras expansiones, se espera satisfacer la gran demanda de la industria nacional, que cada vez es mayor, no solamente a nivel nacional, sino también en el ámbito internacional en donde cada día se requieren mayor número de productos siderúrgicos.

III) GRUPO ACERO HYLSA.

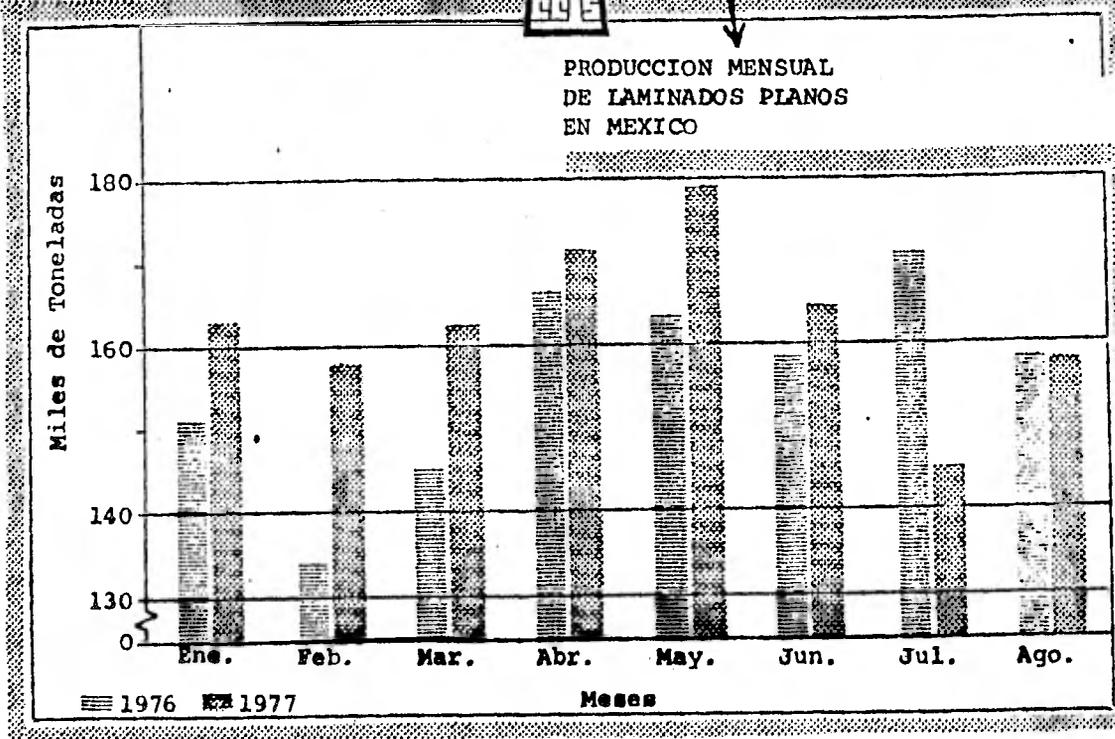
Este grupo produce en la actualidad los siguientes productos:

Lámina rolada en caliente y en frío, hojalata estañada, tubos con costura de 12.7 a 102 mm de diámetro, varilla corrugada de 7 a 38.1 mm de espesor, barras comerciales de 12.7 a 38.1 mm de espesor, alambón para cables, construcción y estiraje y laminación de perfiles ligeros hasta de 101 mm.

Esta empresa inició sus operaciones en el año de 1943, en el campo de la lámina como empresa de transformación, quedando totalmente integrada en 1957.



1977



Su producción de tubo se inició en 1954, produciendo 900 toneladas por mes, y actualmente se ha incrementado a más de 5000 toneladas por mes.

También ésta empresa incursionó en el año de 1960 en el campo de la varilla corrugada, con una producción de 30 000 toneladas por año en su primera planta, la misma que ahora produce 100 000 toneladas anuales. En 1969 inició la operación de su planta en el estado de Puebla, la más moderna en su tipo en México, en donde están teniendo una producción superior a las 350 000 toneladas anuales, - entre barras, varillas y alambrones.

Debido al incremento de su producción, ésta empresa en lo que se refiere a manufactura de lámina ha logrado rebasar las 500 mil toneladas por año.

IV) TAMSA.

Esta empresa inició sus operaciones en el año de 1954, y en la actualidad es la única productora de tubo sin costura, tuberías para líneas, tubo para revestir y tubería de producción, cuya principal aplicación es en la industria petrolera.

Su producción actual es de 220 000 toneladas anuales; sus expansiones serán en la misma especialidad, contando desde luego -- con el equipo necesario para incrementar su volumen de producción.

La producción de tubos de pequeño diámetro la lleva a cabo utilizando un proceso de reducción por estirado en frío, llegándose a tamaños que van desde 38.1 hasta 5.0 mm de diámetro. Con el fin de cubrir las necesidades del mercado nacional, TAMSA puso en servicio en el año de 1974 una línea de laminación en barras y perfiles, en aceros al carbono y aceros aleados.

PRODUCCION MENSUAL DE ACERO POR EMPRESAS EN MEXICO
ENERO-AGOSTO
(Toneladas)

EMPRESAS	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		ACUMULADO ENERO 1976	AGOSTO 1977	Varia ción.
	1977	1977	1977	1977	1977	1977	1977	1977	1977	1977	1977	1977	1977	1977	1977	1977			
AMSA	186 375	162 415	141 510	162 085	167 657	184 202	202 815	178 902	415 500	1 385 961	-2.1								
FMSA	70 327	64 547	72 578	59 793	40 591	m/p	17 231	47 380	505 595	372 447	-26.3								
Hylsa Monterrey	77 213	61 199	75 146	69 315	69 266	70 453	63 809	70 969	564 466	557 370	-1.3								
Hylsa México	34 125	33 558	39 264	37 516	30 575	35 342	33 152	35 085	283 774	278 617	-1.8								
TAMSA	31 371	26 965	30 608	29 909	32 133	29 998	30 406	32 796	228 937	244 186	6.7								
SICARTSA	3 417	4 300	10 465	11 977	21 161	22 743	20 797	10 247	228 937	105 107	-								
Total Integradas	402 828	352 984	369 571	370 595	361 383	342 738	368 210	375 379	2 998 272	2 943 688	-1.8								
Total No-Integradas	68 223	67 000	64 708	60 862	70 210	71 658	72 561	72 000	554 026	547 221	-1.2								
Total Mensual	471 051	419 984	434 279	431 457	431 593	414 396	440 771	447 379	3 552 298	3 490 910	-1.7								

FUENTE: CCIS con datos proporcionados por las empresas.

m/p) Sin producción.

PRODUCCION MENSUAL DE ACERO, ARRABIO Y FIERRO ESPONJA EN MEXICO
(Toneladas)

	ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		ACUMULADO ENERO 1976	AGOSTO 1977	VARIA CIÓN.
	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *			
ACERO	467 634	417 711	435 790	426 079	430 342	420 102	444 242	449 100	3 551 100	3 491 000	-1.7								
Siemens Martin	206 597	160 955	153 356	155 293	139 047	99 924	99 038	212 200	1 632 000	1 226 400	-24.9								
Eléctrico	180 790	184 632	209 558	196 307	201 524	207 451	229 538	115 900	1 453 000	1 525 700	5.0								
Convertidor al																			
Oxígeno	80 247	72 124	72 876	74 479	89 771	112 727	115 676	121 000	466 100	759 900	58.5								
ARRABIO	262 854	221 027	269 116	217 074	202 561	223 372	220 296	216 000	1 649 000	1 632 300	-18.3								
FIERRO ESPONJA	87 263	80 267	94 184	94 901	115 881	111 166	119 648	112 700	745 200	816 100	9.4								

*) Cifras preliminares
FUENTE: CANACERO

La instalación consta de un molino de lingotes dúo reversibles y de una jaula acabadora también dúo reversible; los diámetros de las barras van de 38.1 a 305 mm.

V) SIDERURGICA LAZARO CARDENAS LAS TRUCHAS S.A.

Esta planta que actualmente es considerada como la más moderna de México y toda Latinoamérica, inició su operación en el año de 1976, y su producción inicial principal es en el área de barras comerciales, varilla corrugada, perfiles ligeros y alambrón.

Se considera que ésta primera fase de la instalación tendrá una consolidación paulatina de su producción en los próximos cinco años y posteriormente, incursionará en el campo de laminado de planos y perfiles pesados.

Aparte de las industrias mencionadas anteriormente, complementan la producción de acero laminado en México las empresas no integradas o semiintegradas, cuya participación actual es del 14 % a la producción total del país, y entre las que se encuentran:

- a) CAMPOS HERMANOS S.A.
- b) ACEROS CHIHUAHUA S.A.
- c) ACEROS SOLAR S.A.
- d) ACEROS ECATEPEC S.A.
- e) ACEROS NACIONALES S.A.
- f) ACEROS SAN LUIS S.A.
- g) SIDERURGICA GUADALAJARA S.A.

ESTADÍSTICAS DEL ARRAQUE DE ALGUNAS UNIDADES PRODUCTORAS DE FIERRO PUNTAO POR EL PROCESO DE ALTO HORNO

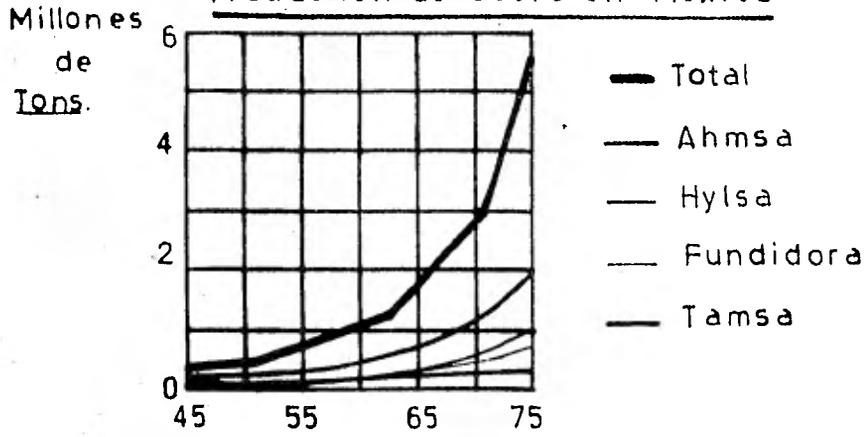
MES	P		L		A		N		I		A		S	
	PRODUCCION (tons)	UTILIZACION DE CAPACIDAD INSTALADA (%)	PRODUCCION (tons)	UTILIZACION DE CAPACIDAD INSTALADA (%)	PRODUCCION (tons)	UTILIZACION DE CAPACIDAD INSTALADA (%)	PRODUCCION (tons)	UTILIZACION DE CAPACIDAD INSTALADA (%)	PRODUCCION (tons)	UTILIZACION DE CAPACIDAD INSTALADA (%)	PRODUCCION (tons)	UTILIZACION DE CAPACIDAD INSTALADA (%)	PRODUCCION (tons)	UTILIZACION DE CAPACIDAD INSTALADA (%)
1*	24 331.6	52	42 000.0	47	15 000.0	13	20 000.0	11	21 927.9	47	50 000.0	26	22 000.0	44
2*	21 927.9	47	51 000.0	57	54 000.0	50	50 000.0	50	24 000.0	50	60 000.0	44	24 000.0	44
3*	22 000.0	54	60 000.0	67	60 000.0	67	60 000.0	67	31 891.2	68	60 000.0	51	31 891.2	51
4*	24 918.7	54	60 000.0	67	60 000.0	67	60 000.0	67	35 523.0	68	60 000.0	51	35 523.0	51
5*	31 891.2	68	60 000.0	74	60 000.0	74	60 000.0	74	36 072.0	55	60 000.0	53	36 072.0	53
6*	35 523.0	55	60 000.0	77	60 000.0	77	60 000.0	77	33 177.7	78	60 000.0	53	33 177.7	53
7*	36 072.0	55	60 000.0	77	60 000.0	77	60 000.0	77	42 592.0	92	60 000.0	53	42 592.0	53
8*	33 177.7	78	72 000.0	81	72 000.0	81	60 000.0	81	42 824.3	92	60 000.0	53	42 824.3	53
9*	33 177.7	78	72 000.0	81	72 000.0	81	60 000.0	81	46 608.4	94	60 000.0	62	46 608.4	62
10*	42 592.0	92	82 500.0	87	82 500.0	87	75 000.0	87	43 080.3	93	80 000.0	70	43 080.3	70
11*	42 824.3	92	82 500.0	87	82 500.0	87	75 000.0	87						
12*	46 608.4	94	87 000.0	97	87 000.0	97	75 000.0	97						
13*	43 080.3	93	87 000.0	97	87 000.0	97	75 000.0	97						
14*			87 000.0	97	87 000.0	97	75 000.0	97						

PRODUCCION MENSUAL DE PRODUCTOS LAMINADOS Y TUBOS SIN COSTURA EN MEXICO (Toneladas)

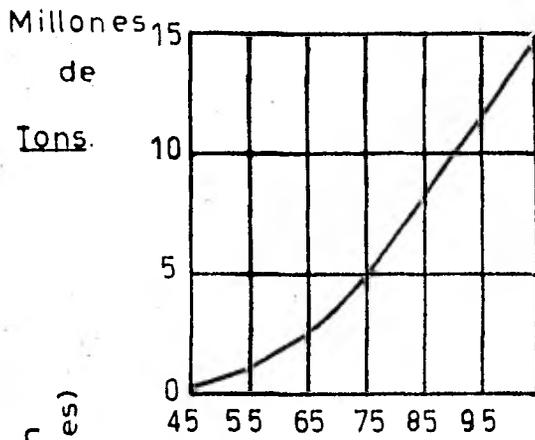
	ENERO 1977 *		FEBRERO 1977 *		MARZO 1977 *		ABRIL 1977 *		MAYO 1977 *		JUNIO 1977 *		JULIO 1977 *		AGOSTO 1977 *		ACUMULADO		VARIACION
	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1977 *	1976	AGOSTO 1977 *	AGOSTO 1977 *	CIEN	
TOTAL:	212 352	216 821	239 332	244 185	255 156	249 248	223 200	247 600	2 692 400	2 687 900									-0.1
TOTAL NO PLANOS:	130 320	144 004	158 436	155 510	160 087	167 068	161 500	171 106	206 400	1 248 100									-3.7
Alambres	32 363	38 054	40 554	40 292	45 661	38 967	47 800	30 210	265 700	313 900									18.1
Perfiles Comerciales	31 657	30 405	39 890	31 674	28 814	27 940	30 300	38 620	311 500	259 300									-16.8
Y Barras Rectas	13 566	11 816	10 101	14 363	9 800	14 338	10 700	9 876	131 200	84 600									-27.9
Perfiles Estructurales	52 734	63 729	67 951	68 181	75 812	85 823	72 700	92 400	588 100	580 300									-1.3
TOTAL PLANOS:	162 995	157 743	162 274	171 557	179 944	164 175	144 500	158 000	2 247 300	1 300 200									4.2
Plancha	49 179	40 320	40 346	51 543	54 633	51 613	44 700	37 300	169 700	1 375 600									1.6
Lamina en Caliente	38 550	29 091	36 413	34 366	37 761	27 623	25 800	34 300	280 900	363 900									-6.1
Lamina en Frio	58 247	65 381	71 487	68 653	69 393	67 712	58 000	70 500	491 700	529 400									7.2
Hojalata	17 019	16 951	14 028	16 995	17 257	17 227	16 000	15 900	105 000	111 300									25.0
TUBOS S/COSTURA:	19 037	15 074	18 562	17 118	16 025	18 005	17 200	18 500	147 600	139 600									-5.4

CIENAS FOLIO 1000000 FUENTE: CANICERO

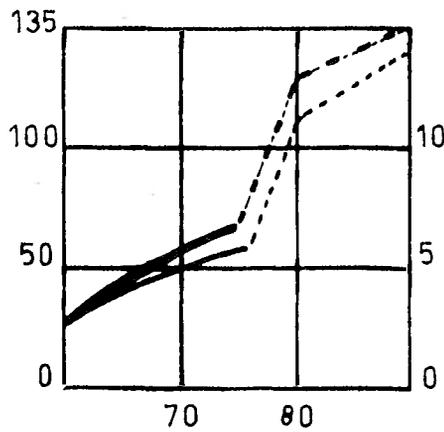
Producción de acero en México



Producción de acero total y proyec. futura



Personal total empleado en el sector siderúrgico (en miles)



Personal de operación en proceso primario y acerías en (miles)

- Total
- Procesos
- - - Prim. y Aceración

Por lo que se refiere a la capacidad real instalada; ésto es a la capacidad de producción que tiene cada una de las empresas, se ha estimado dicha capacidad de acuerdo a estudios realizados por cada una de las siguientes empresas:

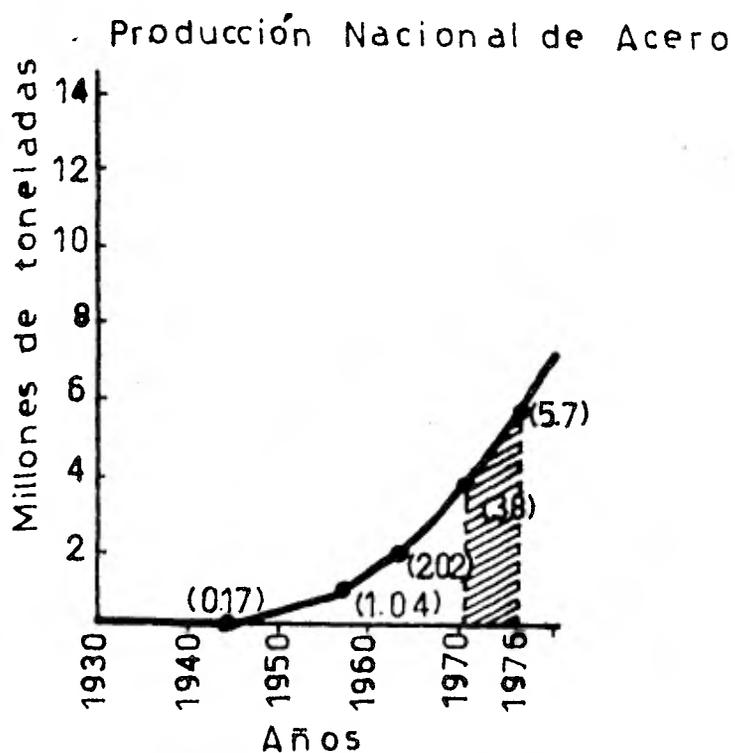
INTEGRADAS	CAPACIDAD	
AHMSA	3 200 000	Ton
FUNDIDORA	1 500 000	Ton
HYLSA	1 545 000	Ton
SICARTSA	1 300 000	Ton
TAMSA	425 000	Ton
NO INTEGRADAS	<u>1 060 000</u>	Ton
TOTAL	9 030 000	Ton

La capacidad antes mencionada, tenderá a incrementarse hacia 1980, con 550 000 Ton más, que corresponden a obras que tiene AHMSA en ejecución, para un total nacional de 9 580 000 Ton de acero.

Además se han programado diversas obras con el propósito de obtener el mejor balance de cada una de las instalaciones de las respectivas empresas y de todas en conjunto, para alcanzar la máxima producción posible con la menor inversión.

La revisión a la que se sometió éste año el estudio de la "Proyección de la demanda de productos Siderúrgicos a 1985", estima que ésta será de 11.6 millones de toneladas en términos de acero. Esta situación implica que la industria siderúrgica, para abastecer dicha demanda, deberá incrementar oportunamente su capacidad en 3.3 millones de toneladas de acero.

Por lo que toca a la producción de acero por empresas, éstas mantuvieron una tendencia estable, destacando por su mayor producción las siguientes: AHMSA con el 39.6 %; HYLSA Monterrey 15.6 % y FMSA con 11.1 %; mientras que HYLSA de México, TAMSА y SICARTSA, participaron con el 8.0 %, 6.9 % y 3.2 % respectivamente. Por lo que se refiere a las empresas no integradas, en su conjunto participan con el 15.6 %.



País	Consumo anual "per cápita" Kilogramos
Japón	800
E. U. A.	700
Alemania Occidental	650
Europa Oriental	450
Inglaterra	440
Italia	410
México	93
América Latina	80
China	40

1/ Datos del International Iron & Steel Institute.

La capacidad anual actualmente instalada en la industria siderúrgica nacional, es del orden de 9 030 000 toneladas, a la que corresponde una capacidad productiva de aproximadamente 90 % de la instalada, que es de 8 126 000 toneladas.

En 1981, la capacidad instalada será de 9 580 000 toneladas, alcanzando la capacidad productiva 8 621 000 toneladas al año. La demanda de productos en 1985 se estima de 8 340 000 toneladas, las cuales equivalen a 10 680 000 toneladas de acero líquido, para la cual es necesario una capacidad instalada de 11 867 000 toneladas.

Dada la capacidad de producción instalada actualmente, se requiere instalar 2 837 000 toneladas de capacidad de producción anual, que deberá iniciar su operación en 1982.

Se ha procedido al estudio comparativo de cuatro proyectos referidos a todas y cada una de las industrias integradas, más un conjunto de las no integradas, combinadas según diversos propósitos concretados en cuatro estrategias a las que, desde luego, corresponden diferentes incrementos en la producción de acero y consiguientemente diversas inversiones que van desde los 35 301 hasta los 69 048 millones de pesos.

Paralelamente al incremento de la capacidad, se están implementando en las diversas plantas, procesos productivos, técnicas y equipos modernos. Se ha generalizado la tecnología de aceración al oxígeno en las industrias que parten para la reducción del alto horno clásico, y trenes continuos de laminación.

Precisamente se están sentando actualmente las bases para la iniciación de pruebas de nuevas cargas, que al propio tiempo de aumentar la productividad del Alto Horno, permitan reducir sustancialmente el consumo de coque.

De acuerdo a las cifras y datos anteriores, la proyección - del crecimiento del consumo de acero en nuestro país, representa - una tasa de incremento promedio anual del 8.8 %, cifra inferior a - la tasa histórica de 10.2 % lograda en el período 1962 - 1973.

De lo anterior podemos deducir, que a pesar de los aumentos en la producción tanto de acero como de hierro primario, la demanda ha superado a la oferta, lo cual ha generado un déficit de abastecimiento, ya que en el año de 1974 se tuvieron que importar 714 000 toneladas de acero por un valor de 4 267 millones de pesos, y de - continuar con la misma estructura industrial, se calcula que para - el año de 1984 las necesidades de importación de productos de acero y de materias primas serán del orden de 5 000 000 de toneladas, lo que significa más de 3 000 millones de dólares por compra de bienes de capital para la industria siderúrgica.

PRODUCCION DE ACERO EN LINGOTE EN LOS ESTADOS
UNIDOS MEXICANOS (10³ Tons)

EMPRESAS	1970	1971	1972	1973	1974	1975
INTEGRADAS	3279	3233	3815	4011	4339	4404
SEMI-INTEGRADAS	572	567	574	693	737	846
TOTAL	3851	3800	4389	4704	5076	5250

RESUMEN DESCRIPTIVO DE LAS PLANTAS DE LA
INDUSTRIA SIDERURGICA INTEGRADA EN LOS
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

EMPRESA	UBICACION	PROCESOS
ALTOS HORNOS DE MEXICO S.A.	MONCLOVA, COAH.	REDUCCION ACERACION LAMIN. PROD. PLANOS LAMIN. PROD. NO PLAN.
	PIEDRAS NEGRAS, COAH.	REDUCCION ACERACION
FUNDIDORA DE MONTERREY S.A.	MONTERREY, N.L.	REDUCCION ACERACION LAMIN. PROD. PLANOS LAMIN. PROD. NO PLAN.
HOJALATA Y LAMINA S.A.	MONTERREY, N.L.	REDUCCION ACERACION LAMIN. PROD. PLANOS
	XOXTLA, PUE.	REDUCCION ACERACION LAMIN. PROD. NO PLAN.
SIDERURGICA LAZARO CARDENAS LAS TRUCHAS, S.A.	LAZARO CARDENAS, MICH.	REDUCCION ACERACION LAMIN. PROD. PLANOS LAMIN. PROD. NO PLAN.
TUBOS DE ACERO DE MEXICO S.A.	TEJERIA, VER.	REDUCCION ACERACION LAMIN. PROD. NO PLAN.

VII.-

DATOS ESTADISTICOS SOBRE EL EMPLEO DE INGENIEROS MECANICO
ELECTRICISTAS EN ESTA CLASE DE INDUSTRIAS Y POSIBILIDADES
DE EMPLEO PARA LOS MISMOS.

VII.-

El objetivo principal de éste capítulo, es el poner de manifiesto una serie de datos estadísticos sobre el empleo de Ingenieros Mecánico Electricistas dentro de la industria siderúrgica, con la exclusiva finalidad de destacar la demanda que tiene actualmente éste tipo de profesionistas.

Primeramente se hará referencia a la forma en que se ha venido desarrollando el sector siderúrgico en lo que se refiere a "Recursos Humanos".

Es un hecho indiscutible y comprobado que en la actualidad - el desarrollo de la industria siderúrgica depende de sus recursos humanos, y que éste factor es mucho más importante que otros recursos como son materias primas, energéticos, etc.. También lo es el que la industria siderúrgica independientemente de la tecnología que emplee, o del grado de automatización alcanzado, necesita de la intervención del factor humano como descubridor de la tecnología, que se justifica solamente si ésta tiene como finalidad el beneficio del hombre como integrante de la sociedad a través de un mejor aprovechamiento de los recursos naturales, para crear nuevos y mejores satisfactores.

Dentro del factor humano la educación es el motivador número uno de las aspiraciones y logros que en un momento dado se lleguen a alcanzar, y el entrenamiento y capacitación es por excelencia el catalizador de éstos logros. Formadores básicos de la inteligencia son la educación y el entrenamiento que permiten solucionar problemas, - que forman además al hombre para actuar conforme a los intereses de la sociedad y lo capacitan para incrementar la producción y calidad de los satisfactores, aprovechando al máximo nuestros recursos humanos y naturales.

Ya que la transformación de materias primas y energéticos en acero se efectúan en los procesos primarios y acerías, resulta obvio la optimización de éstas áreas para un mejor aprovechamiento de los insumos.

La industria siderúrgica, en particular los procesos primarios y acerías, por su compleja diversidad de operación, materias primas y magnitud, requieren de múltiples especialistas con variados niveles de capacitación en sus diversos campos productivos, así como de técnicos altamente especializados, al igual que de profesionistas eficientemente preparados.

Los niveles de eficiencia y la optimización de éstas instalaciones, además de depender de la clase de tecnología, del equipo y materias primas utilizadas, se ven influidos en gran parte por el elemento humano que las opera, de aquí la necesidad de disponer de personal debidamente preparado.

La tecnología cambiante produce equipos cada día más sofisticados, cuya operación requiere de obreros y técnicos medios con un nivel de preparación superior al que antes era necesario; demanda también múltiples profesionistas especializados en diversos campos técnicos. Por otro lado, la necesidad palpable de disminuir paulatinamente en un futuro nuestra dependencia tecnológica del extranjero, implica formar investigadores con un alto nivel técnico.

Para visualizar la importancia de lo anteriormente expuesto, basta decir que el sector siderúrgico utiliza aproximadamente el 83% del consumo total aparente del carbón del país, el 10% del gas natural (3% como gas de proceso y 7% para combustión), el 7% de la energía eléctrica generada y el 1% del diesel y combustible producidos, siendo la mayor parte consumida en los procesos primarios.

Resaltada la importancia de ésta área como consumidor, es indispensable en el futuro disminuir los consumos de energéticos por tonelada de acero producido, en base a un personal altamente capacitado, que permita en primer lugar incrementar la eficiencia técnica de las instalaciones actuales, y en segundo lugar, tomar ésto en cuenta para seleccionar la tecnología adecuada en las expansiones que se preveen para el futuro.

Los datos anteriores nos dan una idea en forma un tanto general del desarrollo que está teniendo actualmente y tendrá la industria siderúrgica en nuestro país. Es por ésto que las expansiones que cada empresa del ramo siderúrgico realiza, implican la necesidad de un incremento cualitativo y cuantitativo en la extracción del mineral de hierro. Como consecuencia, los puestos en los diferentes niveles se están multiplicando, requiriéndose cada vez más un mayor número de elementos calificados que fortalezcan el desarrollo de la industria.

Ahora bien, la forma en que se han venido formando los recursos humanos actuales, en lo que se refiere a profesionistas dedicados a trabajar dentro del campo siderúrgico, la podríamos resumir de la siguiente forma: la mayoría de los profesionistas que han ingresado en las siderúrgicas, no tenían formado un concepto de las necesidades reales de la industria; en casi todos los casos ha sido autodidáctico, pero en los últimos años se han formado programas de entrenamiento para los recién ingresados, y para los empleados con experiencia, se han organizado una serie de cursos con el objeto de actualizarlos en los cambios tecnológicos, lo cual trae como consecuencia una mayor eficiencia y por ende también un mayor incremento cada día en la producción; que a fin de cuentas es lo que va marcando el desarrollo de un país.

Por otro lado los planes de estudio en los centros educativos, desgraciadamente adolecen de una serie de defectos clásicos, pero entre los más notables y quizá los más importantes están en primer término, el material didáctico no actualizado, y en segundo, el enfoque diferente que se hace con respecto a las necesidades reales del país; es decir que a través de una serie de estudios realizados por un organismo oficial como lo es "La Comisión Coordinadora de la Industria Siderúrgica", se ha demostrado que para nuestras condiciones actuales, no es recomendable ni redituable el que a nivel de licenciatura se haga una sub-división de las carreras en diferentes especialidades, haciendo énfasis en que posiblemente la excepción probable sea la especialidad de "Ingeniería Metalúrgica", dando como razonamientos para justificar lo anterior el hecho de que la tecnología empleada en esta área es muy especializada (por ejemplo alto horno y reducción directa; acería de hogar abierto, de horno eléctrico y de convertidor).

Es por esto que la responsabilidad de complementar el entrenamiento y la capacitación en los diferentes niveles, será de las mismas industrias que requieran de los servicios de este tipo de técnicos y profesionistas especializados.

Por lo que toca al sector empresarial siderúrgico de México, en lo referente a la demanda y oportunidades de empleo de profesionistas de diferentes especialidades, pero relacionadas con la industria siderúrgica, tales como: Ingenieros Mecánico electricistas, Químicos, Metalúrgicos, etc.; es opinión de varias de las empresas que el número de ingenieros y técnicos metalúrgicos y siderúrgicos requeridos, es mínimo y muy inferior al de ingenieros de otras especialidades tales como mecánicos, químicos, civiles, eléctricos, mineros, etc.. Esta opinión revela una mentalidad empresarial generalizada en México a todas luces extraña, si se considera que la siderurgia es la metalurgia del hierro, y por tal razón sus procesos productivos son esencialmente metalúrgicos.

En lo que concierne a los aspectos extractivos y de refinación, se trata de procesos metalúrgico-químicos y fisico-químicos, y en cuanto a los de solidificación y formado, desde la colada hasta la laminación en frío, son de naturaleza metalúrgico-física.

Siendo ésta una industria pesada que requiere de muchas instalaciones y transportes, manejo y maniobras, es evidente que se necesita en ella el concurso de profesionistas y técnicos de diferentes especialidades, para cubrir los numerosos y variados aspectos que comprende, como son: los mecánicos, los eléctricos, los electrónicos, los químicos, los constructores, los geólogos, los mineros, etcetera.

Pero es indiscutible que para la selección, la coordinación, la conducción y el control de los procesos en la industria siderúrgica, son primordiales el empleo de ingenieros mecánico-electricistas, desde la concentración y preparación de los minerales, la producción del hierro primario, la aceración, la colada y la laminación, hasta los procesos de acabado, y en su caso, los tratamientos térmicos y la fundición. Son éstos ingenieros y técnicos, los que poseen la preparación profesional adecuada, ya sea en las disciplinas del diseño de equipos, en la rama de mantenimiento industrial, en el empleo de tratamientos térmicos, etc..

El conducir prácticamente un proceso en forma puramente empírica, puede efectuarlo cualquier persona medianamente inteligente y sin necesidad de ser ingeniero, pero el hacerlo en forma profesional para lograr los resultados técnicos y económicos óptimos, requiere de especialistas profesionales con bases científicas y técnicas suficientes. La diferencia esencial entre una industria rutinaria y de eficiencia más o menos regular y otra progresista y de productividad y rendimientos elevados, estriba en parte en los equipos con los cuales cuenta, pero más aún, en el elemento humano que los opera.

En éste aspecto se ha cometido y se siguen cometiendo muchos errores en algunas empresas siderúrgicas mexicanas grandes y pequeñas, debido a que se ha ignorado o menospreciado a los profesionistas. Los resultados han sido obsolescencia técnica, baja productividad y rendimientos económicos inferiores; de lo anterior se deduce que es urgente modificar ésta situación si se quiere contar con una industria siderúrgica eficiente, progresista y competitiva.

Es también necesario insistir en que la industria siderúrgica otorgue oportunidades a los profesionistas (Ingenieros Mecánicos, Eléctricos, Metalúrgicos, etc.), para que éstos puedan adquirir la experiencia indispensable a través de programas adecuados de entrenamiento bien dirigido y supervisado por personas experimentadas, de manera de permitirles ir tomando en sus manos la operación y el control de los procesos metalúrgicos, para lograr que su realización no sea puramente rutinaria, sino científica y técnica, y con ello verdaderamente fructífera.

Por lo expuesto anteriormente observamos que las fuentes de abastecimiento, continuarán siendo las carreras de:

- a) Ingeniería Eléctrica
- b) Ingeniería Mecánica
- c) Ingeniería Química
- d) Ingeniería Electrónica (mínimo)

En las carreras mencionadas anteriormente y de acuerdo a las necesidades actuales, resulta imperativo que no solamente se estén actualizando y perfeccionando los conceptos que tradicionalmente se han impartido, sino también es necesario que se traten y profundicen aspectos administrativos con concepciones modernas, y que los campos de:

- Recursos Humanos

- Relaciones Humanas
- Relaciones Laborales
- Organización Industrial
- Técnicas de Adiestramiento
- Seguridad Industrial
- Costos
- Sistemas Presupuestales

reciban la importancia que no han tenido a la fecha, sobre todo, habiendo experimentado la afluencia tan fuerte de técnicos de áreas ad ministrativas con conocimientos útiles en cualquier industria.

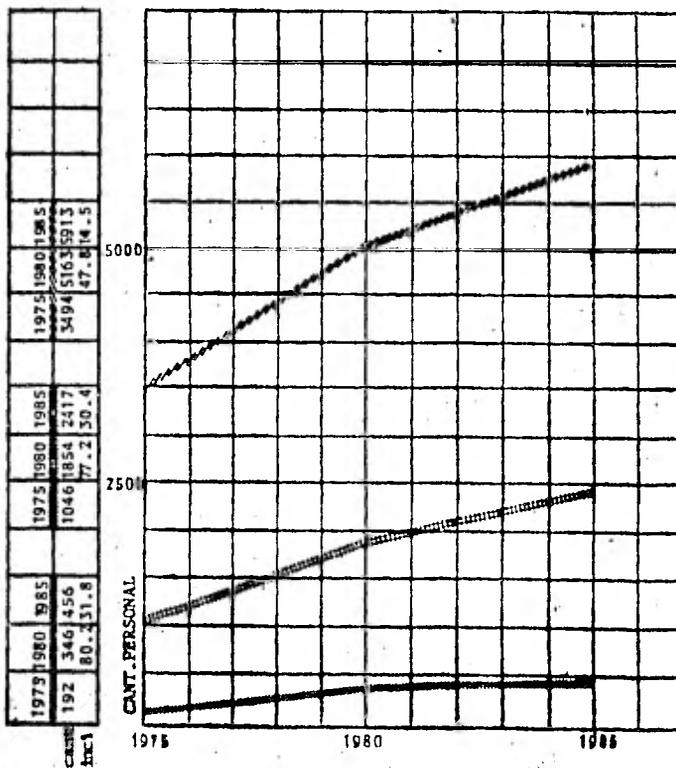
Nivel: Profesionista

Año	Ing.	Ing.	Ing.	Ing.	Empresa
	Mecánico	Eléctrico	Mec. Eléct.	Eléc. Ind.	
1975	1		6		Ahmsa Fund. Hylsa Sicartsa Tamsa Na Integr
	5	1	21		
			2		
	1	1	6		
	7	2	35		Total
1980	7	6	3		"
			2		
	49	27	14	10	
	2	1	1		
	59	34	20	10	Total
1985			6		"
	37	6	3	2	
	2		2		
	39	6	13	2	Total

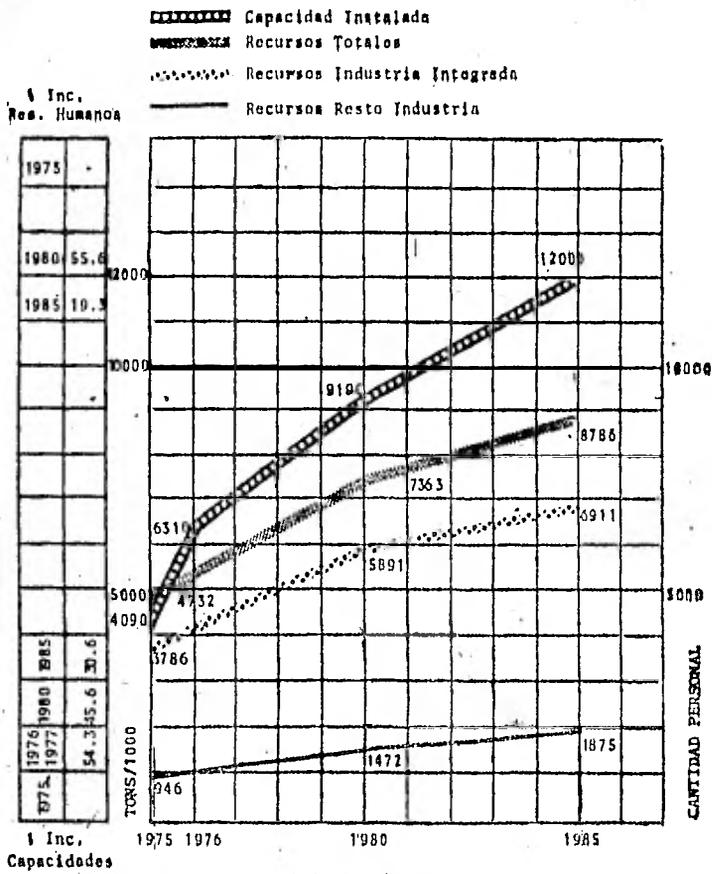
Recursos humanos futuros en el área de mantenimiento y servicio.

Profesión	Año 1975	Año 1980	Año 1985
Ing. Mecánico	112	214	256
Ing. Eléctrico	54	123	143
Ing. Mec. Eléct.	252	380	465
Ing. Mec. Admo	13	24	36
Total	431	741	900

————— Profesionistas
 - - - - - Técnicos Medios
 Obreros Especializados

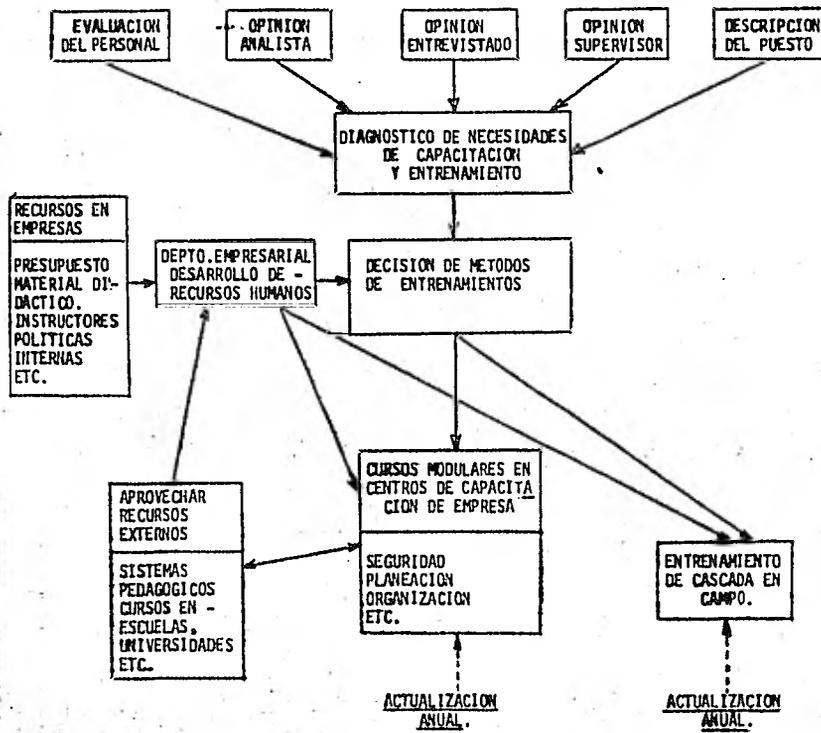


Incrementos de necesidades de recursos humanos en los tres niveles.

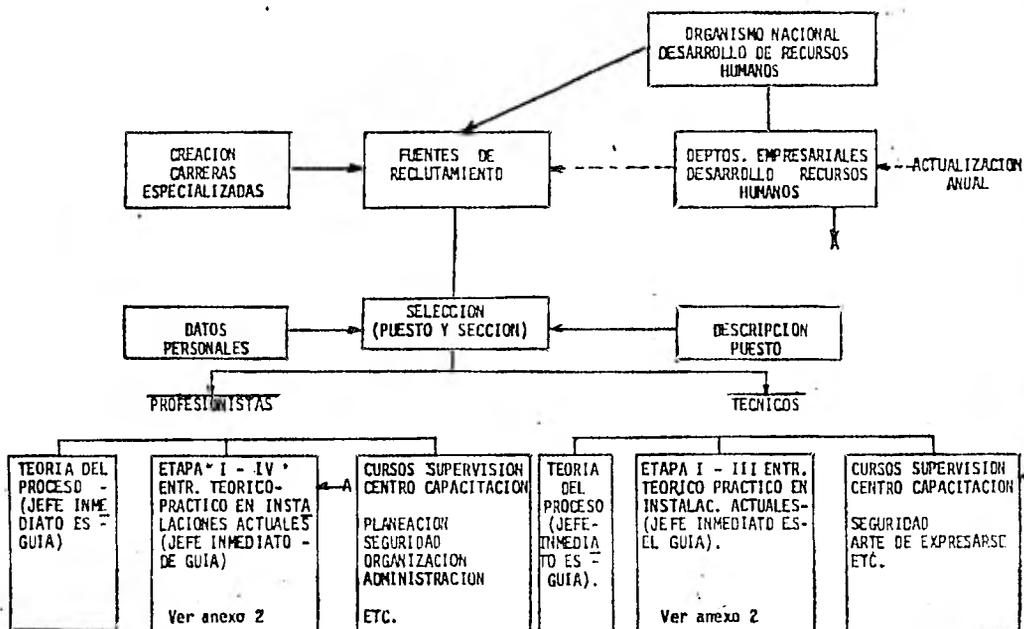


Relación de incrementos de capacidades e incrementos de necesidades de recursos.

SISTEMA OPERATIVO PARA ENTRENAMIENTO DE RECURSOS HUMANOS ACTUALES



ESQUEMA DESARROLLO RECURSOS HUMANOS REQUERIDOS EN EL FUTURO
 PROFESIONISTAS Y TECNICOS



- 1985 -

	HYLSA	TAMSA	FUND	*AHMSA	SICARTSA	RESTO IND	TOTAL	INC	%
Profesionistas	35	34	50	68	84	185	456	110	24.8
Técnicos Medios	602	394	388	195	438	500	2417	563	23.3
Obreros Esp.	648	566	521	2210	678	1190	5913	750	12.7
TOTAL	1185	994	1059	2473	1200	1875	8706	1423	16.3

* AHMSA no tiene definidas sus expansiones para 1985, por lo que no se proyectaron sus necesidades de personal. Será necesario que las proporciones postguerreras.

Para estimar el resto de las industrias se supuso un aumento arbitrario de 600 personas, en AHMSA.

CONCLUSIONES.

Una vez hecha la exposición completa del proceso de obtención de mineral de hierro, y de la importancia tan grande que tiene la incursión del Ingeniero Mecánico Electricista en la industria siderúrgica, esbozaremos las siguientes conclusiones:

Los recursos humanos necesarios (Ingenieros Mecánicos, Eléctricos, Electrónicos, Químicos, Técnicos especializados, etc), así como las expansiones, deben ser planeadas a corto, mediano y largo plazo.

Una vez hecha la evaluación entre las necesidades reales de técnicos medios y obreros especializados, así como profesionistas, dar una idea de la importancia tan grande que tienen éstos niveles de recursos humanos dentro de la industria.

La capacitación interna debe continuar siendo de las empresas, de acuerdo a sus necesidades reales.

Es conveniente continuar actualizando los sistemas de enseñanza interna de las empresas, aprovechando las experiencias obtenidas dentro de las mismas en períodos anteriores de trabajo, así como las de instituciones especializadas en adiestramiento.

Es necesario un diálogo constante entre las empresas y las instituciones educativas, ya que el estudiante debe conocer que industrias existen, donde se encuentran y a qué se dedican.

Para orientar la selección del lugar de trabajo en los estudiantes, las empresas podrían organizar seminarios en las escuelas que aportarán el personal necesario para su causa, en donde expliquen los procesos, técnicas, desarrollos y planes de inversión futuros para la industria, ya que esto motiva y reliza al académico en un período más corto.

Es recomendable que cualquier planeación de actividades académicas que se realice para la preparación del personal encaminado hacia la industria siderúrgica, sea dinámico, ya que deberá obedecer a los cambios de tecnología.

Debemos recalcar la importancia que tiene la incursión del - Ingeniero Mecánico Electricista en la industria siderúrgica, ya que ésta cuenta con maquinaria especializada y equipo avanzado que hacen necesario un plan de trabajo y una organización más complejos que lo acostumbrado. Los servicios de mantenimiento preventivo y la programación periódica de los mismos, traerán como resultado una reducción considerable en las interrupciones y un aumento en la productividad de la empresa.

BIBLIOGRAFIA.

- 1) Metalurgia y Molinos
Bryant G.F.
- 2) Operating Manual (SICARTSA)
- 3) Enciclopedia Universal Ilustrada Europea-Americana
Espasa Galpe S.A.
Barcelona 1960.
- 4) Apuntes de Construcción (Facultad de Ingeniería UNAM)
Pedro L. Benitez 1975
- 5) Mantenimiento y Reconstrucción de Maquinaria
Porrit, William
- 6) Handbook of Mineral Dressing
Taggart Arthur
- 7) Tecnología del Acero
Lasheras Esteban
- 8) Movimiento de Tierras
Colegio de Ingenieros Civiles de México A.C.
- 9) Movimiento de Tierras
Nichols Herbert
CECSA 1969
- 10) Memoria del Tercer Congreso Nacional de la Industria
Editorial CANACINTRA 1962
- 11) Costos y Empleo de Equipo de Construcción
en las Vías Terrestres
Julián Name 1968

- 12) Maquinaria Auxiliar de Obra
Abriu Garay
- 13) La Industria Siderúrgica Integrada (Parte I y II)
J.L. Aburto Avila 1976
- 14) Tratado de Mineralogía
Dana, Edward Salisbory, J. Wiles
New York 1955
- 15) Mineralogía
Kraus, Edward Heney
Mc Graw Hill 1965
- 16) Manual de Mineralogía
Dana, James Dwight
Editorial Reubrie, Barcelona España 1960
- 17) Monografías de Minas y Concentradora
SICARTSA 1975
- 18) Catálogos Técnicos Caterpillar
para Suministro de Equipo
Departamento de Ventas Caterpillar
- 19) Manual de Capacitación Obrero
SICARTSA, BICA
- 20) Manual de AHMSA 1976
- 21) Revistas Técnicas
SICARTSA
- 22) Revista Acero
Editorial IMHA.