



CAPÍTULO 10: COMPAÑÍA DE ACERO DEL PACIFICO S.A. DE INVERSIONES

10.1. INTRODUCCIÓN

La compañía de Acero del Pacífico, CAP, se constituyó en 1946. Al año siguiente se dio comienzo a la construcción de la planta siderúrgica de Huachipato, en las cercanías de la ciudad de Concepción. La planta inició sus operaciones tres años después. Las metas eran mantener una producción que satisficiera el consumo nacional. La producción inicial de 180.000 t de lingotes de acero al año fue, sin embargo, insuficiente para suplir la demanda cada vez mayor de la industria, que se desarrollaba con la seguridad de un permanente suministro de acero.

Sucesivos planes de expansión permitieron elevar la capacidad de producción de Huachipato. No está lejano el momento en que la cifra inicial pueda elevarse al millón de toneladas anuales.

En 1959 CAP adquirió la mina de hierro "El Algarrobo", abriéndose a un nuevo rubro de actividades, y posteriormente la mina "El Romeral" y el conjunto de minas "Santa Fe". Mientras Huachipato orientaba su actividad hacia el mercado interno, y en alguna medida al externo, la nueva actividad, la minera, se orientó fundamentalmente hacia el mercado externo, básicamente Japón. En 1978 CAP puso en marcha una de sus inversiones más importantes de los últimos años: la planta productora de pellets de mineral de hierro, con una capacidad de producción de 3,5 millones de t largas. Otras inversiones importantes fueron la puesta en marcha, en 1976, de un Acería de Convertidores al Oxígeno en la planta de Huachipato, y en 1979, del nuevo Laminador continuo en caliente, destinado a productos planos, aumentando la capacidad y mejorando el rendimiento y la calidad de dichos productos.

La diversificación de actividades que, paso a paso, se iba produciendo en la empresa, hizo necesario que CAP pensara en una nueva estructura que le diese la flexibilidad necesaria para manejar individualmente sus distintas actividades, junto con mantener una buena coordinación de ellas, haciendo más expedito el camino para incorporar capital fresco interesado en concurrir al crecimiento de ellas. Se llegó así a una estructura que comprendía la divisionalización tipo Holding [o sociedad de control], formándose empresas filiales independientes con autonomía en el desenvolvimiento operativo, pero manteniendo CAP el control superior al ser responsable del resultado total del grupo de empresas así relacionadas.

A fines de 1981 quedaron formadas las empresas que constituyen el grupo CAP:

- COMPAÑÍA DE ACERO DEL PACIFICO S.A. DE INVERSIONES**
- COMPAÑÍA SIDERÚRGICA HUACHIPATO S.A.**
- COMPAÑÍA MINERA DEL PACIFICO S.A.**
- ABASTECIMIENTOS CAP S.A.**
- ACERO COMERCIAL S.A.**
- MANGANESO ATACAMA S.A.**
- PACIFIC ORES & TRADING N.V.**



La actividad de CAP está concebida como multifacética, inmersa tanto en el mercado interno como externo. Esta política de reforzamiento le da al grupo solidez, permanencia y la posibilidad de crecer sobre bases seguras.

En un mundo siempre cambiante, es necesario estar atento a las nuevas posibilidades y oportunidades que el futuro vaya ofreciendo, para que, vía la diversificación de actividades, se pueda crecer aumentando la solidez y rentabilidad de este grupo de empresas.

10.2. COMPAÑÍA MINERA DEL PACIFICO S.A.

CAP entra en 1961 en un nuevo frente productivo, constituido por la extracción y venta en el exterior de mineral de hierro. Al iniciar sus operaciones en este campo, la capacidad de producción era de algo más de dos millones de toneladas largas de mineral, que provenía de las minas de hierro El Algarrobo.

Posteriormente se agregaron minas El Romeral y el conjunto de minas Santa Fe. Se aumentó así el tonelaje a exportar, agregándose los pellets producidos en la planta de Huasco, que inició sus operaciones a comienzos de 1978, y que se alimenta con la producción de El Algarrobo; hoy día la capacidad instalada es cercana a los diez millones de toneladas de mineral de pellets.

La compañía Minera del Pacífico S.A., subsidiaria de CAP desde 1982 tiene como activo todas las minas y planta de pellets mencionadas. Abastece la totalidad del consumo nacional de hierro, representado por la demanda de la Cía. Siderúrgica Huachipato S.A. [800.000-1.000.000 t.l.], exportando el resto, que corresponde a la mayor parte de su producción; los principales compradores son las empresas siderúrgicas de Japón.

Minas El Romeral, a 25 Km de la ciudad de la Serena, y a 300 metros sobre el nivel del mar, la mina se une por camino de 12 km, a la Carretera Panamericana. Una línea de ferrocarril de 38 Km, conecta la mina con el puerto mecanizado de Guayacán al sur de Coquimbo. La privilegiada ubicación de esta mina se realiza aún más por sus reservas de mineral de alto grado.

Minas El Algarrobo, a 1300 metros sobre el nivel del mar, y a 45 Km de la ciudad de Vallenar, se encuentran los primeros yacimientos de hierro de que dispuso CAP. Los yacimientos son explotados a tajo abierto, en una serie de procesos similares a los de El Romeral. La totalidad de su producción va destinada a la Planta de Pellets, a través de una línea férrea de 86 Km.

Planta de Pellets, ubicada en el Puerto de Huasco, es la primera en el país para aglomerar concentrados de mineral de hierro. Tiene una capacidad de producción nominal de 3.5 millones de toneladas al año, concentrando minerales con menor ley de hierro y con adecuados niveles de impurezas. Se comercializa así un producto de mayor valor agregado, dada la moderna tecnología incorporada en la Planta.

10.3. EXPLOTACIÓN EN LA MINA

El arranque del material es a cielo abierto en bancos o escalones con veinte metros de ancho y diez de alto. El material una vez perforado y tronado se carga mediante palas eléctricas en camiones de hasta 85 t de capacidad para ser transportada a la planta de Chancado o a los depósitos de lastre, según sea mineral o estéril. (Figura 1a y b).



(a)



(b)

Figura 1: Explotación de la mina, (a) arranque de material a cielo abierto y (b) carga del material.

10.4. BENEFICIO

El mineral se fragmenta y clasifica en cuatro etapas de chancado y harneo, obteniéndose un material de granulometría inferior a 6,35 milímetros. Este se lleva a un apilamiento con 25.000 t de capacidad. Del apilamiento pasa a baterías de tambores magnéticos secos que, eliminando parte del estéril, aumentan el contenido de hierro del material. El producto llamado preconcentrado se deposita en una cancha de 60.000 t de cupo, desde donde es cargado en trenes con 23 carros de 55 t cada uno, para transportarlo y concluir el proceso en la planta de Pellets de Huasco.

10.5. PLANTA DE PELLETS

Sus instalaciones ocupan 20 hectáreas de terreno, sin considerar instalaciones anexas de almacenamiento y embarque. Esta planta única en el país y una de las primeras del mundo- es capaz de aglomerar 3.500.000 t de mineral de hierro en esferas de 9 a 16 milímetros, con bajo grado de impurezas y endurecidas a altas temperaturas. De estas esferas -alimentadas directamente a los altos hornos- se obtiene con gran productividad y rendimiento, el arrabio, que posteriormente será convertido en acero.

El preconcentrado proveniente de "El Algarrobo" es descargado en Huasco sobre canchas de 350.000 t de capacidad y correas transportadoras lo conducen desde allí a la planta de Pellets.

Molienda y concentración húmeda, filtrado-aglomeración y endurecimiento térmico, son las tres etapas del proceso que confieren al pellet chileno las características de calidad que lo distinguen en el mercado internacional.

En la primera etapa, el preconcentrado es finamente molido para facilitar la liberación de sus impurezas. En la forma de un impalpable polvo es clasificado, hidroseparado y concentrado magnéticamente por vía húmeda, obteniéndose una pulpa con alto porcentaje de hierro y bajas impurezas y tópicos más comunes que conforman cada campo.

La segunda etapa consiste en homogeneizar la pulpa, agitándola y dejándola sedimentar; luego es filtrada, para reducir su humedad; finalmente, se mezcla con aditivos y aglomerada- como esferas de un tamaño específico - en discos pelletizadores giratorios de 7,5 metros de diámetro (Figura 2 a).

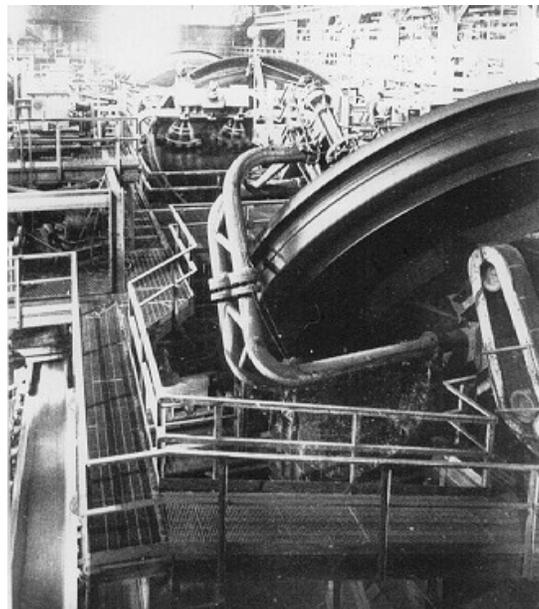


Figura 2a: Discos pelletizadores giratorios

En la última etapa los pellets son secados y precalentados en una parrilla móvil de 55.50 metros de longitud, donde alcanzan 1.000 grados centígrados de temperatura. Enseguida, pasan a un horno rotatorio horizontal (Figura 2b), de 50 metros de largo por 6,4 metros de diámetro interior, donde temperaturas de 1.300 grados forman una escoria de sílice, óxidos y hierro que - cristalizada al enfriar - otorga a las esferas una dureza y resistencia adecuadas para soportar los grandes esfuerzos mecánicos (abrasiones y compresiones) que las afectan en su posterior transporte y carguío a los altos hornos (Figura 2c).

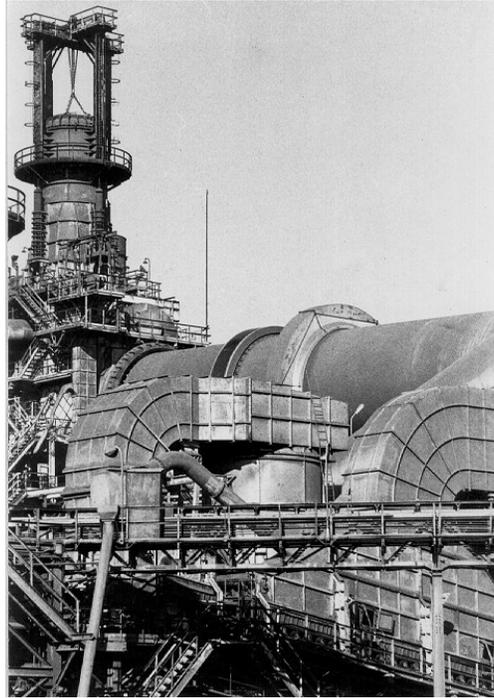


Figura 2b: Horno rotatorios

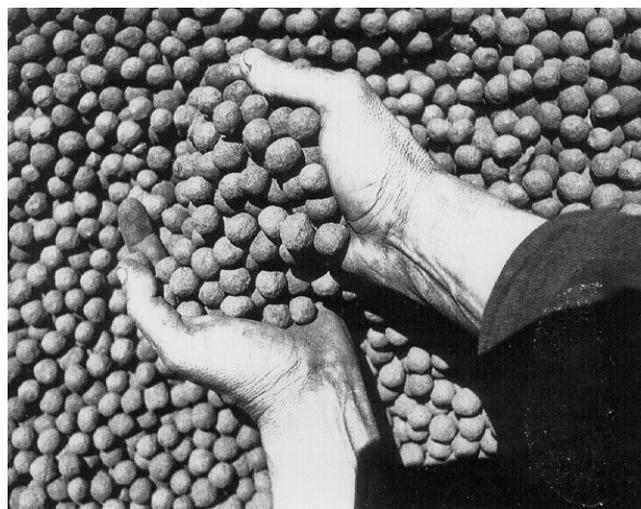


Figura 2c: Aspecto final de los pellets



10.6. COMPAÑÍA SIDERÚRGICA HUACHIPATO S.A.

El desarrollo de la Siderúrgica de Huachipato está determinado por el de sus consumidores. Por ello es necesario ganar su confianza para tenerlos como clientes estables, y luego ayudarles en su crecimiento; esto obliga a un trabajo de conjunto, a una cooperación y complementación en el desenvolvimiento diario. Huachipato es una planta de Acero integrada, es decir, produce su propio arrabio por reducción del mineral de hierro en los Altos Hornos; transforma este arrabio a acero en lingotes en la Acería de convertidores al Oxígeno, para finalmente, por laminación de estos lingotes, entregar desde semiterminados (tochos, palanquillas, planchones), hasta productos terminados de mayor valor agregado, tales como barras redondas, planas, cuadradas, ángulos, planchas en rollos laminados en caliente y en frío, tubos planchas cincadas, hojalata, etc.

Cualquiera sea la forma en que se dé el desarrollo de Chile, siempre será necesario enfrentar el problema del abastecimiento expedito y confiable de productos de acero. Chile ya tiene una tradición siderúrgica. En los últimos años ha sido capaz de materializar grandes avances en productividad, costos, rendimiento y, principalmente, en el consumo de energía. De esta manera se ha demostrado capaz de absorber los últimos avances de la tecnología en la producción de acero. Además, la amplia gama de productos que elabora demuestra el oficio y capacidad suficientes para continuar en el proceso para mejorar la calidad y cantidad de sus productos, y producirlos a costo competitivo con el exterior; en efecto, la siderúrgica de Huachipato ha decidido mantener la presencia de sus productos en otros países, permitiéndole esto mejorar sus costos y cotejar la calidad de sus productos con otras siderúrgicas en el mercado internacional.

La planta Siderúrgica está situada a 14 kilómetros de la ciudad de Concepción. Se eligió el lugar por la cercanía del río Bío-Bío, que es capaz de proveer el agua que consume la planta y que es equivalente al de una ciudad de más de 300 mil habitantes. Además, existía la proximidad con las minas de carbón de Lota; y la bahía misma de San Vicente, que hace operativo el puerto durante todo el año. En el archipiélago Madre de Dios, entre los paralelos 50° y 51°, y donde primitivos alacalufes aún navegan en sus canoas de troncos ahuecados, se alza isla Guarello, yacimiento de caliza dependiente de Huachipato, y uno del más grande del mundo.

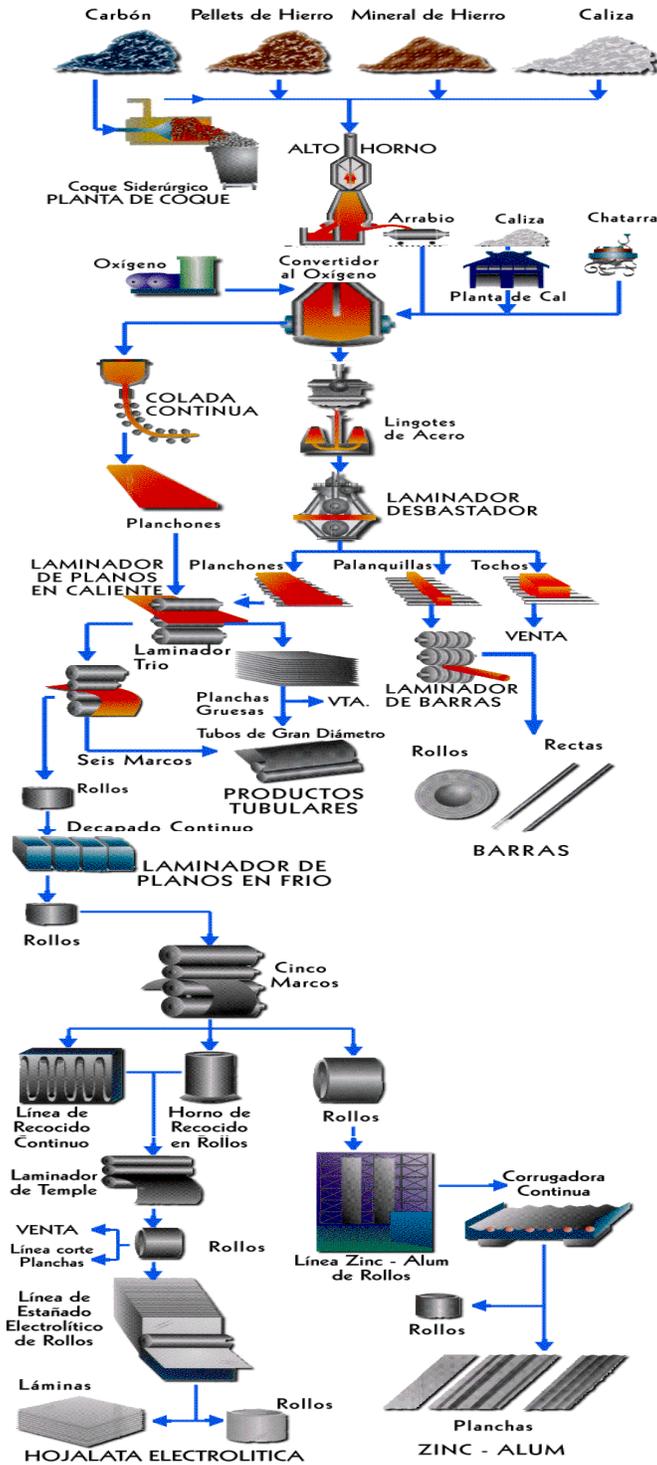


Figura 3: Proceso siderúrgico en Huachipato



Figura 4: Vista de la planta

10.7. MATERIAS PRIMAS

Las principales materias primas utilizadas en la planta de Huachipato son la siguiente: carbón mineral, mineral de hierro y caliza. Las actuales necesidades del carbón corresponden a carbón medio y bajo volátil importado de Estados Unidos.

El mineral de hierro es abastecido desde la mina El Romeral, ubicada en al provincia de Coquimbo a unos 40 Kilómetros al N.E. de la Serena, unido al puerto de Guayacán por ferrocarril y carretera desde donde se procede a su despacho por vía marítima.

La caliza que es utilizada como fundente en los Altos Hornos y en los Hornos para fabricar acero se extrae de la Isla Guarello que se encuentra aproximadamente a una distancia de 1.400 Kilómetros al Sur de Concepción en el archipiélago Madre de Dios y su transporte se hace por vía marítima hasta el muelle de Huachipato. CAP inició la extracción en la Isla Guarello, después de obtener la respectiva concesión fiscal. Es administrada por el Departamento de Transporte y Materias Primas.

Características Generales de las Materias Primas

Carbón	Importado	Nacional
Formación	Hulla	Lignito Hulla
poder calorífico	7.400-8.000 Kg/Caloría	7.000-7.600 Kg./ Caloría
Materia Volátil	22% - 26%	41% - 42%
Ceniza	4.5% - 5.5%	4% - 7%
Azufre	0.70%	0.80% - 1.00%
Carbono Fijo	69%	54%
Humedad	4% - 5%	4% - 12%
Procedencia	Estados Unidos y Canadá	Lota y Schwager
Granulometría	1/8 "	3/4 "

**Mineral de Hierro**

Formación	Hematita (Fe_2O_3) y Magnetita (Fe_3O_4)
Hierro (Fe)	61% - 63%
Silicio (SiO_2)	5%
Fósforo (P)	0.200% - 0.280%
Alúmina (Al_2O_3)	1.5%
Azufre (S)	0.06%
Manganeso (Mn)	0.07%

Caliza

Carbonato de Calcio	(CaCO_3) Lavada 99%
	Sin Lavar 98%

Además de las materias primas principales ya mencionadas, Huachipato utiliza en cantidades menores algunas otras que son de procedencia nacional e importada, ejemplo: dolomita, magnesita, estaño, zinc, ferro-manganeso, ferro-silicio, aceite de palma, etc.

La planta tiene un gran consumo de agua para su uso como refrigerante para generar vapor y para otros usos internos. Se consumen alrededor de **100 toneladas para la producción de cada tonelada de acero**. El agua es suministrada mediante una toma en el río Bio Bio, ubicada a unos cinco Kilómetros de distancia de la planta y es impulsada por medio de bombas, a través de tuberías hasta un estanque de recepción. El consumo actual de agua alcanza a unos 72.000.000 de metros cúbicos al año.

La planta de Huachipato tiene una potencia instalada de aproximadamente 131.000 K.W. La energía eléctrica es suministrada normalmente por ENDESA, la que se entrega a la subestación de CAP mediante una línea de transmisión de 140.000 voltios a través de la subestación transformadora de San Vicente, alimentando la nuestra en 13.800 Volitos.

Se dispone, además, de equipos generadores propios con una potencia de 5.600 K.W. en total. El promedio anual de energía eléctrica consumida es superior a los 200.000.000 de K.W.H.

10.8. FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DE LA PLANTA DE HUACHIPATO**10.8.1. PLANTA DE COQUE Y SUBPRODUCTOS**

Es necesario para la industria siderúrgica contar con Coque de buena calidad para alimentar sus Altos Hornos, por esta misma razón debe disponerse de un buen carbón mineral (carbón de piedra) el que debe reunir características de tipo químico y físico adecuadas.

En Huachipato solía usarse para producir coque una mezcla de carbón nacional 60% y carbón importado 40% (ver características generales de los carbones).

El proceso clásico de coquización u obtención del coque se efectúa en hornos especiales, contruidos con ladrillos refractarios de sílice, dentro de los cuales se produce la destilación seca del carbón (carbonización) a temperaturas del orden de 1.000°C . El calor de esta operación es suministrada en forma indirecta mediante quemadores de gas que mantienen la temperatura en el rango fijado (1.250°C). Durante este proceso de coquización se obtiene además del coque, el gas de coquería, el que tratado da origen al gas doméstico o gas de cañería, gas industrial que se usa en Huachipato, alquitrán y otros subproductos para la industria química, como benzol, toluol y xilol.

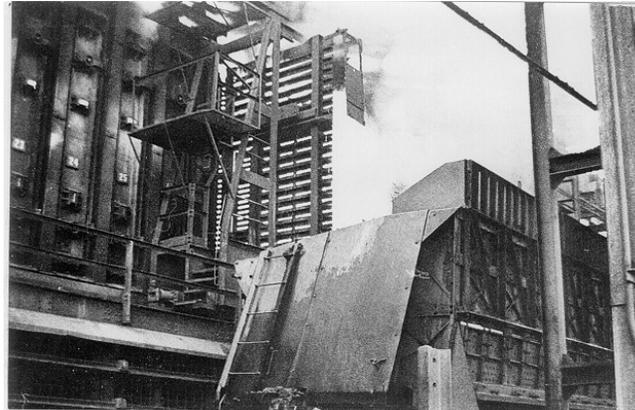


Figura 5: Coquería

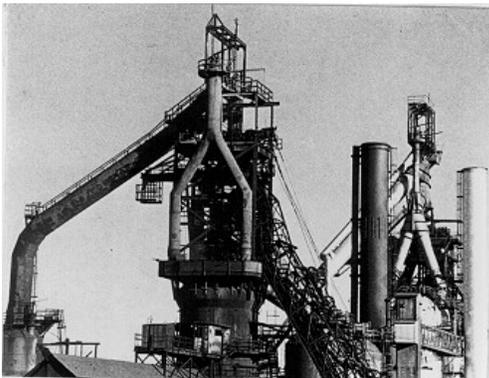


Figura 6: Parte superior del alto horno

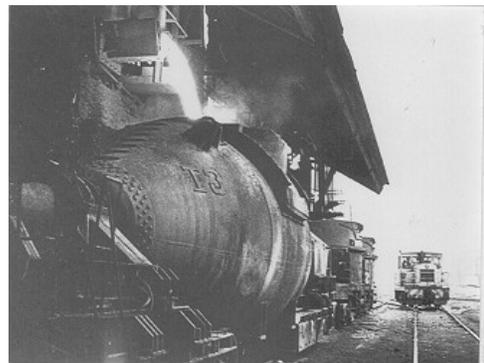


Figura 7: Carros Cucharas torpedo para transporte del arrabio

10.8.2. ALTOS HORNOS

El mineral de hierro, el coque y la caliza se cargan en el horno por su parte superior llamada tragante, hasta donde han sido elevadas por medio de carro especiales (skip); la carga desciende lentamente, mientras que en contracorriente asciende el gas reductor. Proporción típica de carga para obtener una tonelada de Arrabio.

Mineral	- 1.500 Kg.
Caliza	- 200 Kg.
Coque	- 560 Kg.
	- 1.000 Kg Arrabio



El arrabio producido en los Altos Hornos, está constituido por diversos elementos los que se encuentran en diferentes proporciones: carbono, silicio, manganeso, fósforo y azufre.

Las instalaciones complementarias comprenden: Turbo sopladores, que generan una masa de aproximadamente 1.700 m³ de aire por minuto; Estufas destinadas a calentar el aire que se insufla al Horno; Bines o tolvas de almacenamiento de materias primas; Torres de captación de polvillo; Foso receptor de escoria; Sistema de recirculación de agua, harneros, compresores, etc.

El aire calentado por las estufas es inyectado al horno a través de las toberas ubicadas sobre el nivel del crisol a una temperatura superior a los 900°C.

La caliza es calcinada dentro del Horno y el gas que se desprende colabora a la reducción del mineral. La cal fundida resultante se combina con parte de las impurezas del mineral y del coque formando la escoria, la que se acumula en el crisol flotando encima del ARRABIO, debido a su menor densidad.

En los Altos Hornos de Huachipato, además del aire caliente, se inyecta también petróleo con el objeto de:

- a) Permitir una mejor operación del horno
- b) Disminuir el "coke rate"
- c) Rebajar costos de producción
- d) Conseguir un aumento en la producción diaria de arrabio.

El ARRABIO se saca del Horno cada cuatro horas aproximadamente por un conducto especial hecho en el crisol y se recibe en carros cucharas térmicos en las cuales se transporta hasta ACERÍA para transformarlo en acero mediante el proceso de refinación. La escoria (aproximadamente 375 Kg por tonelada de ARRABIO), producto resultante de las reacciones del fundente (caliza) por una parte, las impurezas del mineral y las cenizas del coque por otra, se saca por otro conducto también ubicado en el crisol del horno y se acumula en un foso de granulación desde donde se retira en camiones para ser trasladada a la fábrica de cementos Bío Bío donde se usa como materia prima para la fabricación de cemento siderúrgico.

10.8.3. ACERÍA

Las actuales instalaciones consisten en dos convertidores al oxígeno L.D. de 100 toneladas (CONOX) que reemplazaron los cuatro hornos SIEMENS MARTIN de 200 t. cada uno.

Este reemplazo fue factible, pues los hornos SIEMENS MARTIN demoran 4.5 horas cada hornada mientras que este tiempo es reducido a solo 50 minutos en el convertidor.

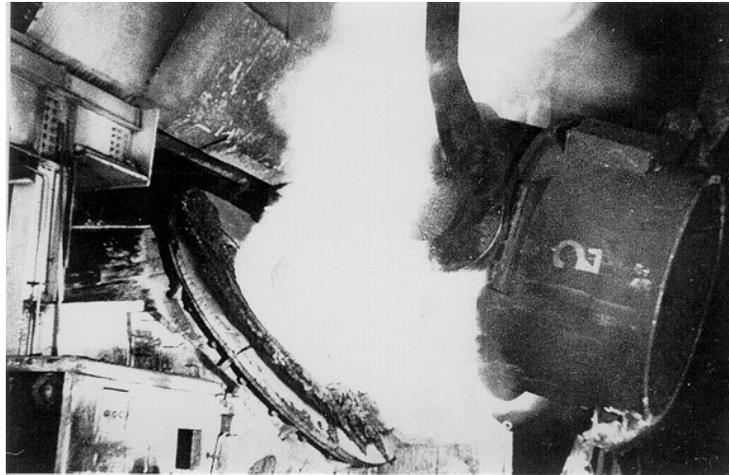


Figura 8: Cargando un convertidor L.D. Conox

La carga típica de un convertidor de 5m de diámetro y 9m de alto L.D. consiste en:

Arrabio: 70 – 75%
Chatarra: 12 – 25%
Ferro aleaciones: 2 – 5% (Fe-Mn, Fe-Si-Mn, Fe – Si)
Adiciones: Cal (aumentar basicidad) 70 Kg. Mineral de Hierro más 4 a 5% oxígeno, refractarios y agua.

Para el transporte del arrabio desde los altos hornos se usan las llamadas cucharas TORPEDO, que tienen una capacidad de 200 t cada una.

El oxígeno necesario para la operación proviene de una planta de oxígeno de 290 t/diarias que permite inyectado al convertidor con una presión de 12 atmósferas por una lanza. Esta lanza refrigerada con agua, cae verticalmente dentro del convertidor y es de 17 m. de largo y 10 cm. de diámetro y dura 50 a 200 sopladadas.

Convertidor: 5m de diámetro, 9 m de alto y boca de 2m de diámetro, capacidad de 100 t. Esta suspendido y se puede voltear mediante un mecanismo de engranajes. La carcaza alcanza una temperatura de 300 a 400°C y las muñoras se calientan hasta 250°C.

El convertidor tiene un revestimiento constituido en 270 t de ladrillo refractario de Magnesita teniendo un espesor de 24 pulgadas en la parte lateral y en el fondo el espesor es de 36 pulgadas. La duración de un revestimiento se estima en 300 hornadas a un ritmo de 26 t por día. El cambio de revestimiento de un convertidor demora 5 días.

Escoria: Se producen 150 Kg./t de arrabio con un contenido de 30% de FeO.

Gases: El consumo de oxígeno es de 300 m³/minuto y los gases salen del convertidor a razón de 820 m³/ minuto con una temperatura de 1650° C y con una composición promedio de 90% CO y 10% CO₂. Además se estima que los humos arrastran 20 Kg. de Fe/t. de arrabio. Para evitar problemas de contaminación atmosférica y recuperar parte del Fe arrastrado por los humos se dispone de un completo sistema de limpieza de gases.

Este sistema de limpieza es la razón por la cual el edificio de acería es el más alto de la usina pues al 80% del volumen de la instalación.



Proceso en el convertidor: El volumen útil del convertidor es de 83 m^3 , aceptando un volumen de carga de 30 m^3 lo que equivale a 100 t. La inyección de oxígeno se hace a través de la lanza refrigerada que se ubicó a la altura de un metro sobre el nivel del baño. El vaciado se efectúa en cucharas de acero que tienen una capacidad de 110 t a una temperatura del acero inferior a 1650°C , las cucharas están precalentadas con gas a 700°C .

Ciclo del proceso con dos escorias

Carga de arrabio	:	3 minutos
1er. Soplado	:	6 minutos
Muestra y Análisis y escoriado	:	10 minutos
Carga de chatarra	:	2 minutos
2° Soplado	:	13 minutos
Muestra y Análisis	:	6 minutos
Vaciado	:	6 minutos
Escoria	:	3 minutos
Demoras	:	1 minutos
Total	:	50 minutos

10.8.4. VACIADO

Cuando el acero en los hornos cumple con las especificaciones requeridas se procede a su extracción, fluyendo éste por gravedad a través de un canal que lo lleva hasta una cuchara receptora de más de 100 t de capacidad, revestida interiormente con ladrillos refractarios. En ese momento pueden agregarse las **FERROALEACIONES** que imparten las características principales en diversos tipos de aceros.

Cada cuchara es transportada por medio de una grúa a la plataforma de vaciado las características principales a los diversos tipos de aceros donde puede enviarse a la **COLADA CONTINUA** o vaciarse en una hilera de lingoteras (moldes para lingotes) colocadas en carros especiales. Las lingoteras son de hierro fundido de sección cuadrada o rectangular de dos metros de altura aproximadamente y con pequeña conicidad que permite fácilmente el desmoldeo del lingote de acero.

Los lingotes en sus moldes son transportados por ferrocarril a la grúa desmoldeadora y de allí son llevados al horno de fosos para su recalentamiento y antes de seguir al Laminador Desbastador.

10.8.5. COLADA CONTINUA DE PLANCHONES

El acero líquido de la cuchara es vaciado a una artesa que se comunica por el fondo con un molde vertical en constante movimiento, que es enfriado por agua; en él se inicia

el proceso de solidificación del acero, que se completa a lo largo del trayecto por el interior de la máquina.

El planchón que se produce es una cinta continua con un espesor de 156 mm, con un ancho que varía entre 800 y 1.050 mm y que a la salida se va cortando a los largos requeridos.



Figura 9: Aspecto de los planchones

10.8.6. ACEROS ESPECIALES

10.8.6.1. ACERÍA ELÉCTRICA

Equipos e Instalaciones

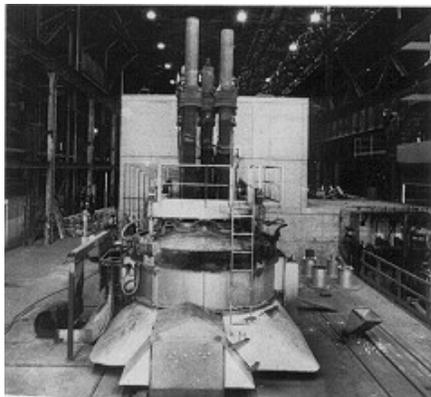


Figura 10: Horno eléctrico de arco

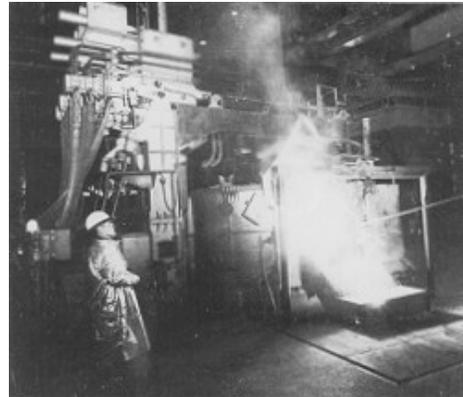


Figura 11: Vaciado del horno

Horno Eléctrico

Es un horno de fusión de chatarra, de revestimiento básico, con capacidad para 22 toneladas de acero, equipado con un transformador de 7.000 KVA y tres electrodos de grafito de 12" de diámetro. Cuenta con un sistema de vaciado por el fondo, siendo sus ángulos de volcamiento de 10° hacia el lado de escoriado y de 6° para el de vaciado.



Cuchara

Es un depósito revestido con ladrillos refractarios, equipado con válvula deslizante para el vaciado y tapón poroso para el burbujeo de gases inertes, en el cual se efectúa la metalurgia secundaria (recalentamiento y desgasificación), proceso que permite alcanzar las características exigidas a una amplia gama de aceros especiales.

Estación de Recalentamiento

El proceso de refinación del acero en el horno cuchara exige temperaturas que es técnicamente inconveniente mantener en el horno eléctrico de fusión. Por esta razón, se decidió instalar una estación de recalentamiento de acero, equipada con un transformador de 3.000 KVA y tres electrodos de iguales características que los del horno de fusión.

Estación de desgasificación

La eliminación de gases disueltos y de las inclusiones existentes en el acero líquido, como también la uniformidad de análisis químico y de la temperatura, se logran en esta unidad mediante el soplado de gases inertes a través del tapón poroso de la cuchara mientras se la somete al vacío. Las burbujas de gases inertes que ascienden por el metal líquido ayudan a arrastrar los gases nocivos que se desea eliminar. Esto se logra con cuatro tapas de inyectores de vapor que permiten reducir la presión interior en la cuchara a menos de 2 torr.

En esta misma unidad y una vez alcanzadas las condiciones que permiten rendimientos máximos de adiciones, se ajusta el análisis químico del acero o se efectúan adiciones para obtener acero micro-aleados, lo que comunica propiedades y/o características especiales. Para lograr estos fines, la tapa del horno cuchara está equipada con dispositivos herméticos de adiciones, toma de muestras y temperaturas.

La ubicación de la línea de las unidades de recalentamiento y desgasificación permite efectuar recalentamientos del acero en caso de eventual reducción de la temperatura a niveles fuera de rango durante el desgasificado.

Vaciado del acero

Con el propósito de asegurar la mejor calidad superficial de los lingotes, el vaciado de éstos se efectúa mediante el método denominado "vaciado por el fondo". En dicha operación el llenado de varios moldes se realiza simultáneamente a través de una matriz de alimentación.

Proceso

El proceso en la acería eléctrica comienza con la preparación de la chatarra y su carga en el horno eléctrico, para lo cual se usan baldes de carga con capacidad aproximada de 15 toneladas de chatarra.

Para cargar el horno se gira su bóveda en 60° y se ubica el balde con chatarra sobre él, dejando caer ésta por la parte superior. Una vez cargado el horno se tapa volviendo a girar su bóveda. Luego, se conecta la corriente eléctrica y se bajan los electrodos, iniciándose la fusión de la carga. El período de fusión tiene una duración de aproximadamente dos horas, durante las cuales es necesario introducir una segunda carga de chatarra al horno, para completar su volumen interior. La etapa siguiente es el afino o eliminación de los elementos no deseados en los aceros especiales,

principalmente fósforo y azufre. Esta etapa tiene un primer período oxidante, para la eliminación del fósforo, que pasa a la escoria y junto con ella, sale del horno. La segunda etapa requiere una escoria básica y reductora para la eliminación del azufre. Terminado el período de afinado o eliminación de los elementos de aleación que darán al acero las características deseadas. Estas adiciones pueden ser hechas en el horno o en la cuchara de vaciado durante el sangrado.

La siguiente etapa del proceso se realiza en el horno de recalentamiento. Aquí, el acero recupera la temperatura perdida durante el sangrado y la fusión de las adiciones recibiendo un sobrecalentamiento tal que permite efectuar el proceso siguiente de desgasificación. En la etapa de desgasificación, se pone sobre la cuchara de vaciado una tapa que la cierra herméticamente y que está conectada a un sistema generador de vacío. Mediante la inyección de argón o nitrógeno y la reducción de la presión interior de la cuchara a menos de 2 torr se reduce el contenido de gases disueltos en el acero líquido, como por ejemplo, el oxígeno y el hidrógeno. En esta etapa se puede ajustar la composición química del acero y agregar elementos que requieren condiciones especiales para ser adicionados.

La última etapa del proceso es el vaciado que se realiza mediante el método denominado "vaciado por el fondo". Los lingotes obtenidos son sometidos a laminación convencional hasta obtener productos planos o barras, los que, eventualmente, serán sometidos a tratamiento térmico, dando origen a una amplia gama de productos para la minería y la industria.

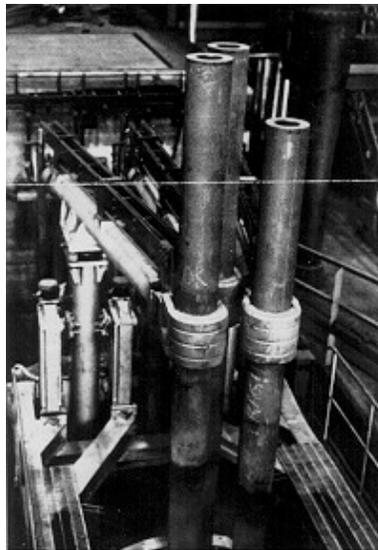


Figura 12: Electrodo del Horno Eléctrico

10.8.7. LAMINADOR DESBASTADOR

En este laminador se transforman los lingotes en: planchones, tochos y palanquillas, productos semiterminados que servirán en las etapas posteriores para la fabricación de productos planos y perfiles respectivamente. Para obtener cualquiera de los productos

antes mencionados, los lingotes deben ser sometidos a un proceso de calentamiento en hornos especiales denominados Hornos de Foso, donde se las calienta hasta una temperatura promedio de 1.300° C para darles un calentamiento adecuado y uniforme, quedando apto para ser laminado, lo cual se efectúa mediante reducciones controladas que se inician en el laminador 32 (llamado así porque sus rodillos de laminación tienen 32" de diámetro), que es un laminador dúo-reversible. Después de esta primera laminación los planchones y/o tochos (tocho, producto que posteriormente se transformará en palanquilla) son trasladados a una guillotina (1.000 toneladas) donde se procede al despunte de ellos para eliminar los extremos defectuosos y dar a las piezas sus largos correspondientes. Después de la guillotina los planchones son retirados de la línea de laminación para ser transportados al laminador Semicontinuo. Los tochos para la venta también son retirados del laminador después de la guillotina, no así los tochos para palanquillas que para convertirse en tales deberán pasar por los laminadores: Trio 26", dúo 20" y dúo 18". Se cuenta, además, con una guillotina de 200 toneladas y masas especiales de enfriamiento. Las palanquillas son barras de sección cuadrada, de 63 x 63 mm a 152 mm, o rectangular (palanquillas planas) de 70 mm de espesor por 116 ó 190 mm de ancho. Los largos para ambos casos fluctúan entre los 4,35 a 6,50 m. Los planchones son piezas de sección rectangular de 3" a 6" de espesor por un ancho de 600 mm a 1.060 mm cuyos largos varían según el uso y que en el caso de ser para planchas gruesas van de 1.200 mm hasta 1850 mm y al ser planchones para rollos son de 4.000 mm a 4.800 mm. Además de planchones y palanquillas el laminador desbastador produce otro producto semiterminado, el tocho cuya sección también es cuadrada, pero mayor que la palanquilla y la cual se indica a continuación 230 mm x 230 mm; 300 mm x 300 mm y 350 mm x 350 mm. Estos tochos son usados para la fabricación de ejes y llantas para ferrocarriles.

10.8.8. LAMINADOR DE BARRAS

Las palanquillas producidas en el Laminador Desbastador son enviadas al laminador de barras para ser transformadas en alguno de los productos finales que produce esta unidad. Las palanquillas se calientan en un horno especial para poder procesarlas. El laminador de barras está diseñado para producir barras redondas en rollo (alambrón), barras redondas rectas, lisas y deformadas para hormigón, perfiles, ángulos, barras cuadradas, barras planas, flejes, diversos perfiles especiales para uso ferroviario, etc.

Para producir toda esta gama de productos se utilizan diferentes laminadores los que son preparados, programadamente, según el producto que se desee obtener. Los productos se reciben en una mesa de enfriamiento para barras y perfiles rectos, productos que se cortan en una guillotina; para enrollar el alambrón existen cuatro bobinas.

10.8.9. LAMINADOR SEMICONTINUO

Los planchones constituyen la materia prima para este Departamento, donde se fabrican productos planos de diversos tipos. Previamente se realiza el reacondicionamiento de los planchones mediante un soplete de oxi-acetileno que elimina los defectos superficiales,



para asegurar una mejor calidad final de los productos. El laminador semicontinuo consta de un laminador Trío seguido de otro reversible de cuatro rodillos, el primero elabora planchas gruesas, utilizando los planchones reacondicionados que pasan previamente por un horno de calentamiento y el segundo lamina planchas en rollos que serán procesadas, posteriormente, en el laminador Frío. Las planchas gruesas (6 mm a 35 mm de espesor, un ancho máximo de 1.800 mm y un largo de 12 m) pasan por un horno de normalizado, rodillos niveladores y finalmente por una guillotina de corte. El Laminador Reversible procesa las planchas en rollo hasta 2 mm como mínimo de espesor. Dicho laminador posee además de sus cuatro rodillos dos hornos de calentamiento con enrollados incluidos para recibir el material en cada pasada del laminador. La línea de laminación termina con un enrollador para 6 toneladas. Después del proceso en esta unidad la mayoría de los rollos son enviados al laminador en Frío para continuar el proceso de laminación en frío, pero una gran cantidad es vendida anualmente como rollos laminados en caliente.

10.8.10. LAMINADOR DE PLANCHAS Y HOJALATAS

Reducción en Frío

En este departamento son recibidos los rollos laminados en caliente del Departamento Semicontinuo, los cuales se laminan en Frío a espesores menores de 2 mm previo decapado de ellos en una línea continua, donde el material pasa por estanques de ácido clorhídrico (HCL) en diferentes concentraciones y temperaturas para que por medio de esta solución se elimine del material, el óxido de hierro que lo cubre. Ya que el material no se somete al calentamiento previo, la laminación sólo puede realizarse en rollos con espesores inferiores a 4,00 mm; puede reducirse hasta 0,23 mm en el caso de la hojalata. Este sistema de laminación en frío usado en la planta solamente desde 1960, permite ahorrar costos de calentamiento, obtener excelentes superficies pulidas y espesores de gran exactitud. Los rollos laminados en frío se someten finalmente a procesos de recocido y de temple para homogeneizar la estructura del acero y darle la ductilidad necesaria.

Procesos de Terminación

El objetivo de esta sección es transformar en planchas o chapas, todo el material en rollos que proviene de la laminación en caliente, en frío o de la línea del estañado Electrolytico. Esta sección tiene las siguientes unidades: a) línea de corte; b) zincadoras; c) estañadores; y d) varios otros como corrugadores, niveladores, guillotinas, etc.

10.8.11. ESTAÑADO ELECTROLÍTICO

El proceso de estañado electrolytico consiste básicamente en la deposición electrolytica de una fina capa de estaño, de 0.00038 mm a 0.00155 mm de espesor, sobre la superficie de una cinta de acero que ha sido sometida previamente a un proceso de limpieza complementándose posteriormente con un proceso de terminación.

A lo largo de esta línea se pueden distinguir cinco zonas bien definidas y que son las siguientes: 1) Zona de desarrollo; 2) Zona de estañado; 3) Zona de terminación; y 5) Zona



de enrollado.

Esta línea de producción es el tipo FERROSTAN que se caracteriza fundamentalmente por sus celdas de estañado, verticales y electrolito ácido; se puso término a su construcción a mediados de 1969 y con su moderna instalación se comenzó a satisfacer a partir del ejercicio 1969-1970 una proporción creciente de la demanda nacional de hojalata. Produjo su primer rollo laminado en frío y recubierto de estaño el 12 de junio de 1969. Con su capacidad de producción esta línea está en condiciones de entregar cuando el mercado así lo requiera, entre 70.000 toneladas al año.

10.8.12. EMBALAJE Y DESPACHO

En esta sección se embalan y despachan todos los productos planos que se producen en el Departamento, sean éstos planchas delgadas, planchas satinadas, decapadas, para gas licuado, zinc CAP, recocidas, gruesas inspeccionadas, hojalata estañada por inmersión y estañada electrolíticamente. También en esta sección se hace la clasificación de hojalata que es la inspección del material en forma visual antes del despacho para detectar defectos visibles. El material proviene de las máquinas que efectúan el estañado de hojalata por inmersión. Hecha la clasificación, el material pasa a los contadores (la venta es por unidades y no por peso), se embala y se embarca. El embalaje de las planchas delgadas se hace en forma diferente al de la hojalata, pues ya vienen inspeccionadas. Antes de embalsarse solamente son chequeadas para comprobar si el material que se va a despachar es el que corresponde a lo solicitado por el cliente y que cumple con las especificaciones pedidas.

10.9. PRODUCTOS DE ACERO CAP

Atendiendo principalmente a su forma, los productos CAP pueden agruparse de la siguiente manera:

BARRAS	:	Redondas para hormigón, redondas varias, redondas gruesas, planas, ángulo, cuadradas, perfiles especiales.
PLANOS	:	Planchas gruesas (desde 5.00 mm de espesor), planchas diamantadas para piso, pls. y rollos bajo 2 mm de espesor, laminados en caliente, pls. y rollos bajo 2 mm de espesor, laminados en frío, pls. silicosas, hojalata, Zinc-CAP.
TUBOS	:	Soldados por resistencia eléctrica (Yoder), soldados por arco sumergido (Gran Diámetro).
SEMITERMINADOS	:	Tochos, llantones, planchones.

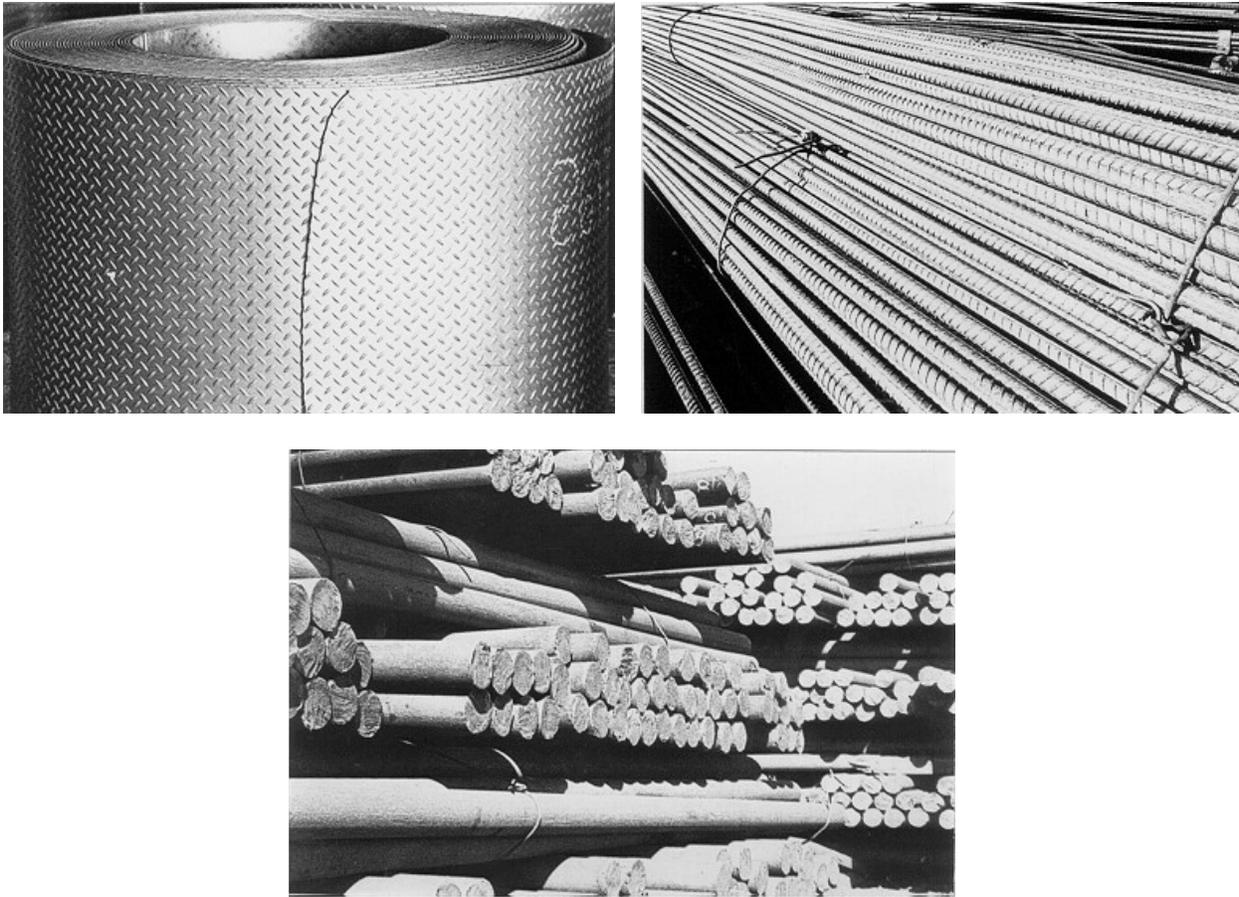


Figura 13: Ejemplos de algunos productos CAP

10.10. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS PRODUCTOS CAP

Las propiedades y características de los productos de acero dependen de una serie de factores, entre los cuales se pueden mencionar la composición química, el tipo de proceso productivo utilizado y el proceso de terminación que se le ha dado al acero.

CAP produce una gran variedad de tipos de acero, cada uno de los cuales posee un conjunto de características propias. Entre las distintas variedades es posible encontrar desde aceros blandos o dulces con gran ductilidad, aptos para la fabricación de alambres, hasta aceros duros de gran resistencia al impacto y al desgaste. Asimismo, CAP produce aceros patinables de alta resistencia y baja aleación, resistentes a la corrosión atmosférica, como el acero COR-CAP; aceros silicosos, especialmente adecuados para equipos eléctricos (motores, dínamos, generadores, etc); aceros resistentes a la abrasión o desgaste, como el acero MAN-CAP; aceros de alta resistencia para hormigones (A63 42H); aceros templeables, como el acero para resortes de vehículos y aceros con recubrimientos metálicos, como la hojalata y el ZINC-CAP.

Por otra parte, CAP fabrica algunos productos para fines muy determinados, como es el



caso de las planchas diamantadas para pisos, cuya principal característica es la de tener figuras en sobre relieve antideslizantes; barras con resaltes para hormigón; perfiles y accesorios para rieles de FF.CC.; planchas corrugadas para alcantarillas; tochos para ejes y llantas de FF.CC.; planchas para cilindros de gas licuado, etc.

10.11. APLICACIONES

Los principales usos finales de los productos CAP son los que se presentan a continuación:

Barras para Hormigón	:	Edificación en general, postes de hormigón armado, puentes, viviendas.
Barras Redondas Varias	:	Alambres en general, pernos, tuercas, clavos, tirafondos, tornillos, remaches, cadenas, cerrajería, mallas estructurales, electrodos, harneadores, herramientas.
Barras Redondas Gruesas	:	Molienda de minerales, chuzos, picotas, partes de carros de FF.CC.
Barras Planas	:	Resortes y muelles automotores, rejas, cerrajería, muebles, herramientas.
Barras Angulo	:	Grúas, muebles, puentes, carrocerías, edificación, muelles, partes de carros de FF.CC.
Barras Cuadradas	:	Cerrajería y quincallería, clavos rieleros, edificación, rejas, muebles.
Planchas gruesas	:	Cascos de barcos, cajas de fondo, calderas, carros de carga de FF.CC., estanques, matricería puentes, represas, tubería pesada, edificación.
Planchas y rollos laminados en caliente:		Cilindros para gas licuado, palas, chimeneas, estanques, flejes, perfiles, silos, tambores, tubos, cortinas metálicas, matricería, motores eléctricos, postes de acero, unidades de refrigeradores.
Planchas y rollos laminados en frío	:	Calefontes, cocinas, refrigeradores, estufas, lavadoras, muebles de cocina, partes y piezas de automóviles, carretillas, carrocerías, tambores,



		transformadores, medidores eléctricos, de agua, gas, estanques, patentes, perfiles, termos, tubos de agua, gas y aire, virutilla.
Hojalata	:	Envases de conservas de productos en polvo, frutas, jugos, mermeladas, pescados y mariscos, etc. envases de cera, pastas, lubricantes, pintura, etc. tapas corona, equipos electrónicos, filtros para automóviles.
ZINC-CAP	:	Techos y cubiertas en general, carteles de propaganda, baldes, alcantarillas, silos, store-room, wagon-room, wagon-roof, paredes y tabiques, hojalatería para techos, kioskos, carros.
Tubos Soldados por Resistencia Eléctrica (Yoder)	:	Conducción de agua potable, gas, aire, oleoductos, tubos mecánicos, calderas.
Tubos soldados por arco sumergido (Gran Diámetro)	:	Captación de aguas, obras de mantención en minería y FF.CC, obras sanitarias.
Tochos	:	Ejes y llantas de FF.CC., matricería.
Llantones	:	Grúas, puentes, túneles, llantas de FF.CC.
Planchones	:	Embalses, perfiles estructurales pesados, varios de maestranza.

10.12. MANGANESO ATACAMA

La Compañía Manganesos Atacama S.A. se formó en 1941 para participar en la explotación y exportación masiva de mineral de manganeso de alta ley, actividad que se había iniciado en Chile en 1884.

Esos minerales de alta ley, que eran muy apreciados por la industria siderúrgica mundial, actualmente se encuentran agotados o son escasos y de difícil explotación comercial.

La Empresa explota ahora principalmente un importante yacimiento propio de mineral de manganeso de mediana ley ubicado a 20 Km. de Andacollo con el cual abastece a la Cía. Siderúrgica Huachipato y a su propia Planta de Ferromanganeso ubicada en

Coquimbo, la cual procesa además minerales explotados por la Sociedad en pertenencias arrendadas para producir ferromanganeso standard.

Se encuentra en estudio la implantación de un proceso de concentración del mineral de mediana ley para obtener un concentrado de alta ley para el abastecimiento futuro de la Planta de Ferromanganeso y para la exportación eventual de Bióxido de Manganeso.

La producción anual es de 5.000 t de Ferromanganeso alto carbono y de 13.000 ton de minerales para la siderurgia.

Más de 90% de las ventas de la Sociedad son actualmente a la Compañía Siderúrgica Huachipato S.A. y el saldo consiste principalmente en ventas de Fe Mn Standard a la industria nacional.



Figura 14: La mina



Figura 15: Colpas de ferromanganeso