



9. Procesos industriales de obtención y conformado de materiales metálicos

Hornos. Colada continua.

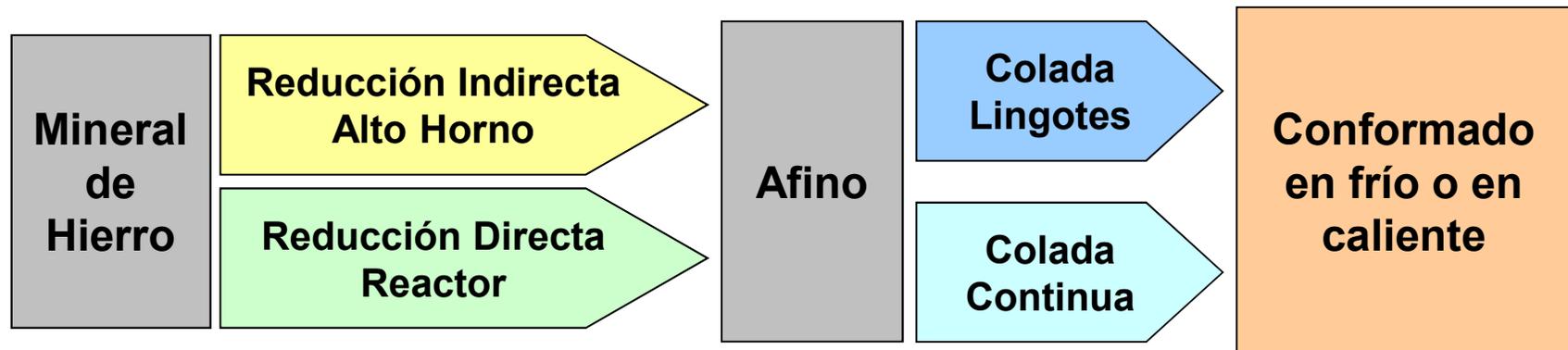
Laminado, trefilado. Conformado superficial. Perfiles y chapas.

Tipificación de aceros.

Proceso Siderúrgico

Proceso de transformación del mineral de hierro en hierro base y posteriormente en acero.

1. Proceso de reducción (arrabio, hierro esponja y escoria)
2. Ajuste de la composición química (Acero de distintas calidades)
3. Conformación en formas útiles (lingotes, chapas, barras, perfiles)



Minerales de Hierro

Hierro: muy común en la superficie de la Tierra, (aproximadamente 5 %), principalmente en forma de óxidos.

Explotación rentable con leyes (contenido de óxido de hierro respecto a otros componentes) superiores al 65 %.

1. Magnetita (máx. 72 %)

2. Hematita (máx. 68 %)

3. Limonita (máx. 58 %)

4. Siderita (máx. 48 %)

En nuestro país, Zapla (Jujuy) y Sierra Grande (Río Negro) e importación de Brasil, Chile y Perú.

Tratamientos previos: trituración, lavado, concentración y clasificación.

En la mina, bajas leyes y granulometría fina → concentración con bentonita
→ **pellets**

En la siderurgia, aprovechamiento de finos (cascarilla), residuos de coque, fundentes y minerales → **sinter**

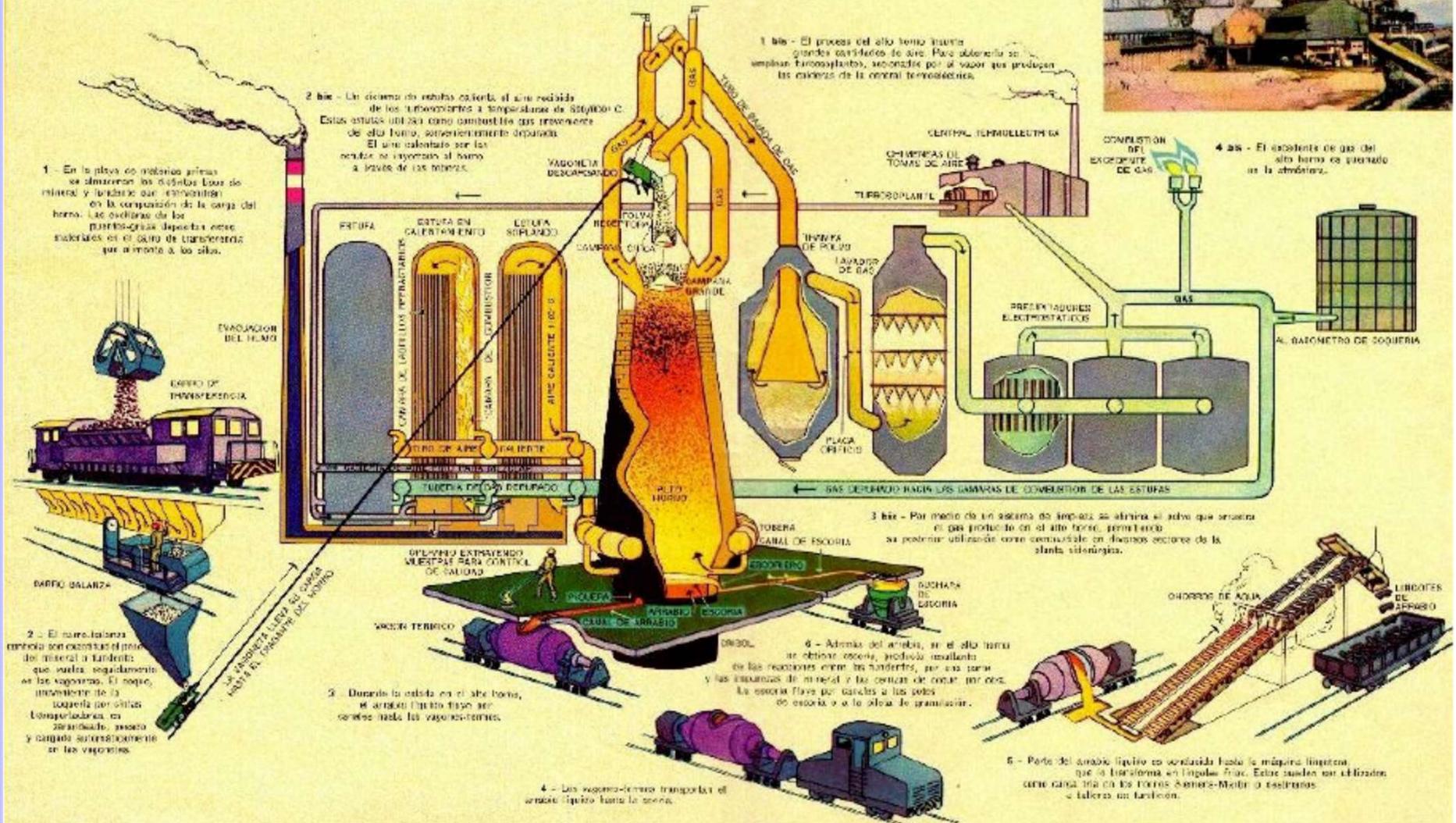
Minerales de Hierro



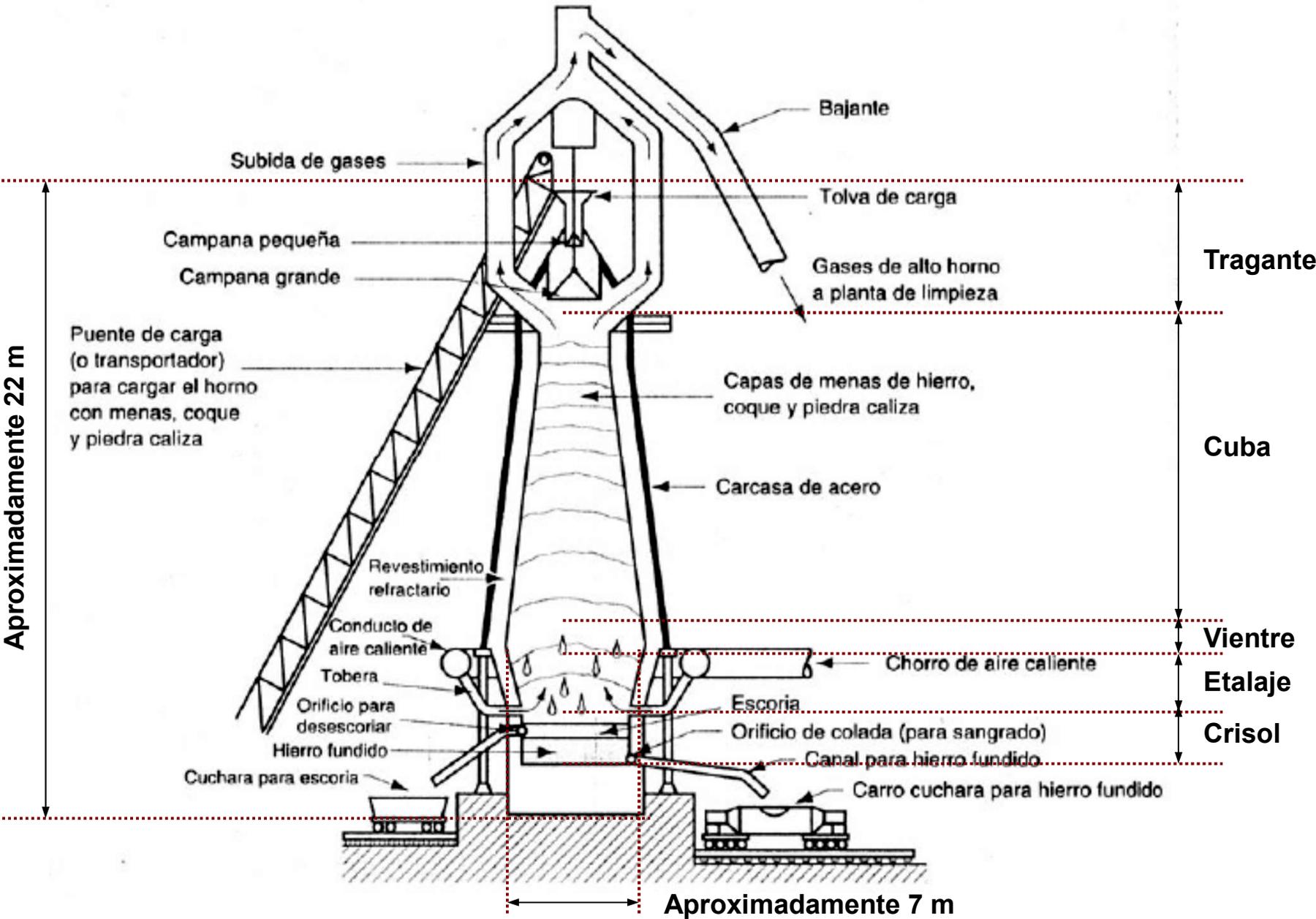
- Interesan elementos que no son óxidos asociados al mineral (**ganga**) y su cantidad ya que influyen en el procesamiento y comportamiento mecánico.
- Entre los más perjudiciales están el Azufre (S) y el Fósforo (P) ya que aumentan la fragilidad del acero.

Del mineral al arrabio en el alto horno

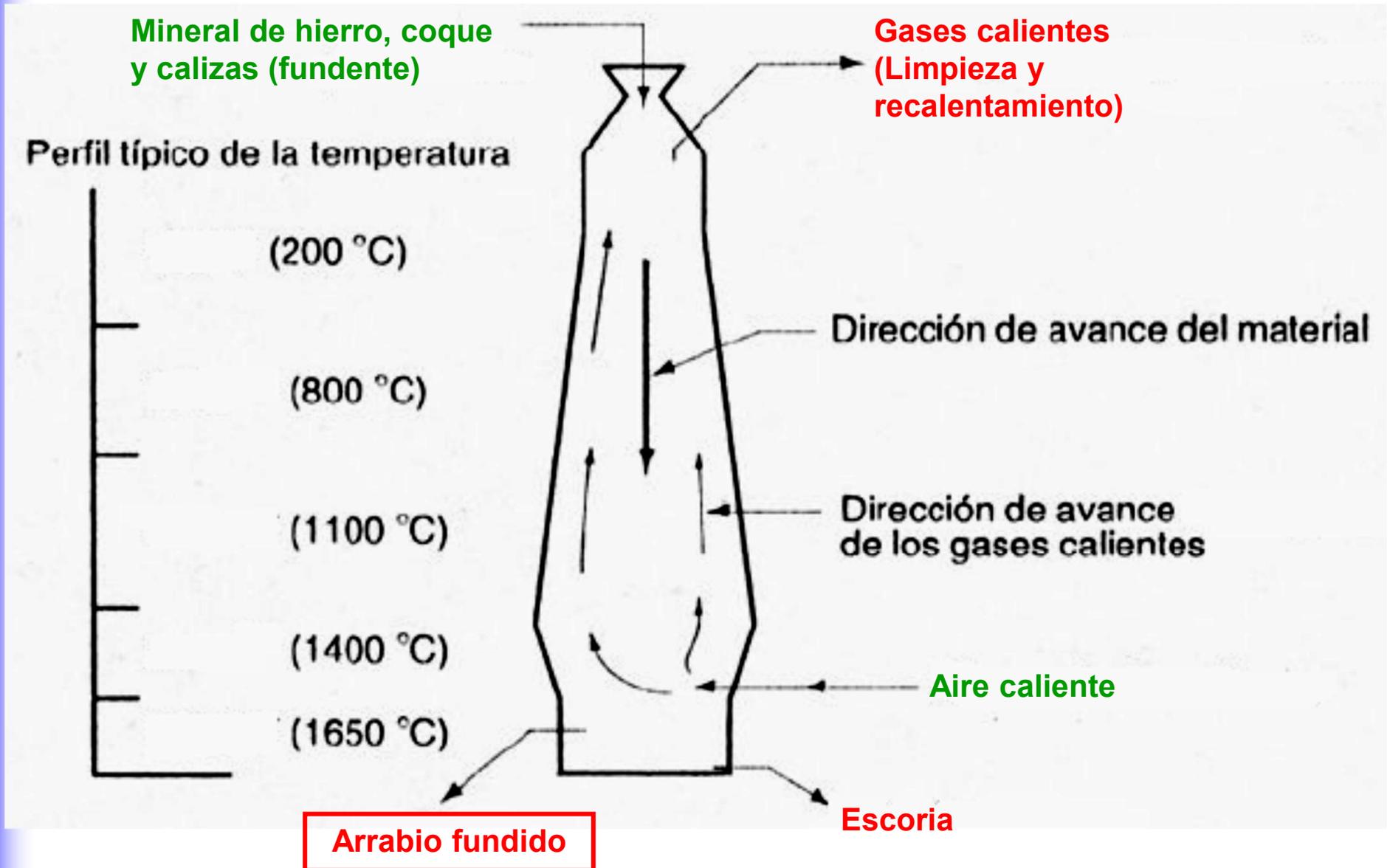
El mineral de hierro es la materia prima fundamental en el proceso siderúrgico. Con el coque y el fundente (caliza o dolomita) comienza su transformación en el alto horno. El alto horno es una gran estructura de acero revestida internamente de gruesos pedruzcos de ladrillos refractarios muy resistentes al calor, a la erosión producida por el descenso de las cargas y a las reacciones químicas que se producen en su interior. El mineral de hierro, el coque y el fundente son cargados por el trapeado del horno y descienden lentamente a través de una serie de estufas de gas. Las reacciones químicas producidas y el intenso calor generado, dan como resultado el **ARRABIO** o hierro de primera fusión.



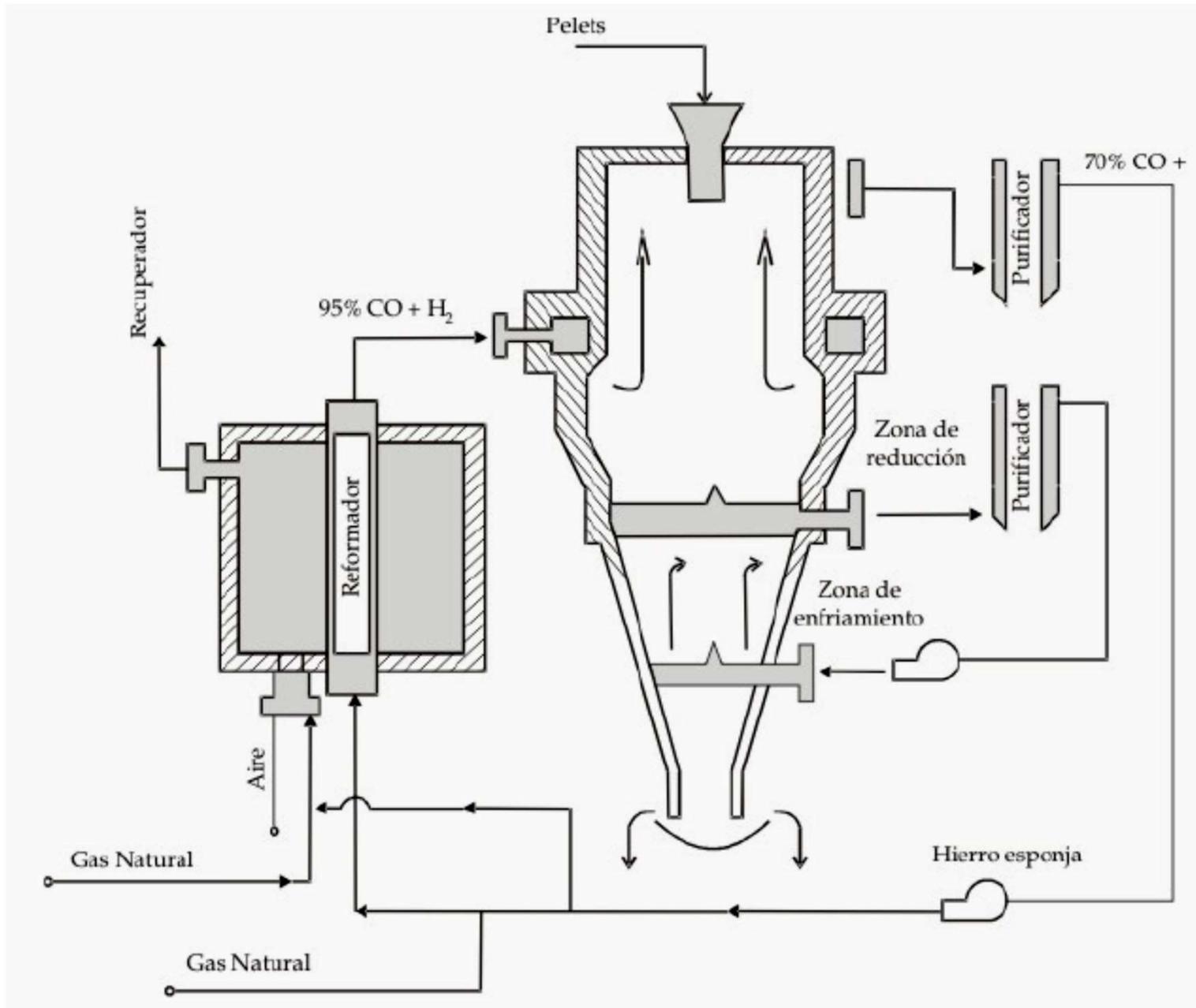
Esquema del Alto Horno



Esquema del Alto Horno

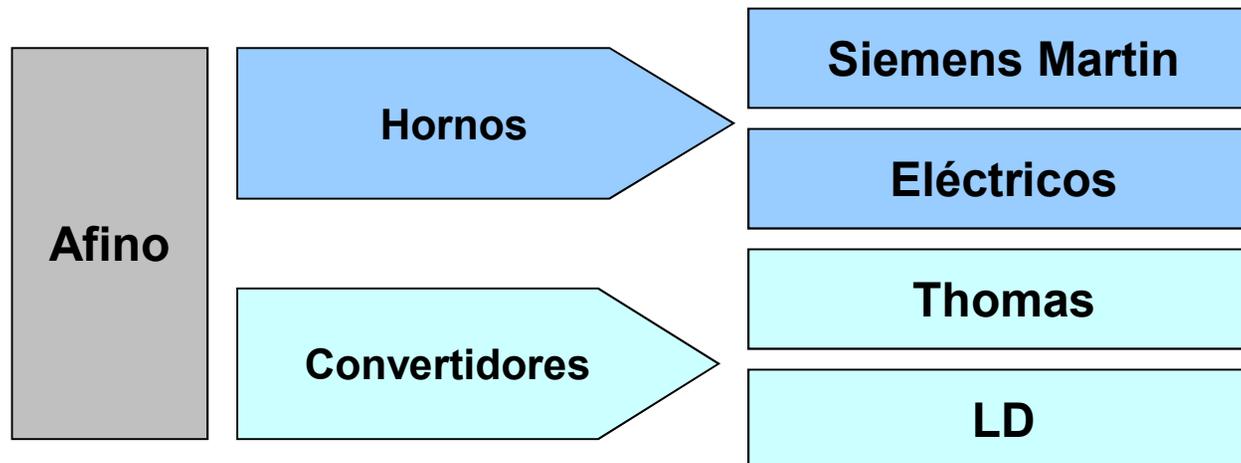


Reducción directa (Midrex)



Proceso de Afino

- Los productos obtenidos en los dos procesos anteriores (arrabio del alto horno o hierro esponja de la reducción directa) tienen un elevado contenido de carbono e impurezas
- **Afino:**
 - Retirar buena parte de éstas y transformarlo en acero.
 - Corrección de la composición química
 - Adición de otros elementos aleantes
- Los procesos para obtener acero se pueden clasificar en:
 - **a) hornos**
 - **b) convertidores**



Convertidor LD

Del arrabio al acero, en el convertidor LD

La utilización de arrabio y antracita como materias primas básicas, con el complemento de cal, fluente y mineral de hierro, permite, mediante la insuflación de oxígeno, obtener acero en los convertidores LD. Este proceso se efectúa en un término aproximado de 42 minutos.

Las gases que se originan en el proceso de fusión del arrabio, conducidos principalmente por el escape de carbón y volviendo con cantidad de carbón de coque de tierra, se expelen por vía directa, tanto de las chimeneas e insufladores a la atmósfera.

CORTE DE UN CONVERTIDOR LD



- 1 - Coque
- 2 - Mineral de coque
- 3 - Antracita
- 4 - Cal
- 5 - Flúor
- 6 - Mineral de hierro
- 7 - Carbón
- 8 - Antracita
- 9 - Coque de tierra
- 10 - Escoria
- 11 - Escoria de hierro
- 12 - Escoria de coque
- 13 - Escoria de hierro
- 14 - Escoria de coque
- 15 - Escoria de hierro
- 16 - Escoria de coque
- 17 - Escoria de hierro
- 18 - Escoria de coque
- 19 - Escoria de hierro
- 20 - Escoria de coque
- 21 - Escoria de hierro
- 22 - Escoria de coque
- 23 - Escoria de hierro
- 24 - Escoria de coque
- 25 - Escoria de hierro
- 26 - Escoria de coque
- 27 - Escoria de hierro
- 28 - Escoria de coque
- 29 - Escoria de hierro
- 30 - Escoria de coque
- 31 - Escoria de hierro
- 32 - Escoria de coque
- 33 - Escoria de hierro
- 34 - Escoria de coque
- 35 - Escoria de hierro
- 36 - Escoria de coque
- 37 - Escoria de hierro
- 38 - Escoria de coque
- 39 - Escoria de hierro
- 40 - Escoria de coque
- 41 - Escoria de hierro
- 42 - Escoria de coque
- 43 - Escoria de hierro
- 44 - Escoria de coque
- 45 - Escoria de hierro
- 46 - Escoria de coque
- 47 - Escoria de hierro
- 48 - Escoria de coque
- 49 - Escoria de hierro
- 50 - Escoria de coque
- 51 - Escoria de hierro
- 52 - Escoria de coque
- 53 - Escoria de hierro
- 54 - Escoria de coque
- 55 - Escoria de hierro
- 56 - Escoria de coque
- 57 - Escoria de hierro
- 58 - Escoria de coque
- 59 - Escoria de hierro
- 60 - Escoria de coque
- 61 - Escoria de hierro
- 62 - Escoria de coque
- 63 - Escoria de hierro
- 64 - Escoria de coque
- 65 - Escoria de hierro
- 66 - Escoria de coque
- 67 - Escoria de hierro
- 68 - Escoria de coque
- 69 - Escoria de hierro
- 70 - Escoria de coque
- 71 - Escoria de hierro
- 72 - Escoria de coque
- 73 - Escoria de hierro
- 74 - Escoria de coque
- 75 - Escoria de hierro
- 76 - Escoria de coque
- 77 - Escoria de hierro
- 78 - Escoria de coque
- 79 - Escoria de hierro
- 80 - Escoria de coque
- 81 - Escoria de hierro
- 82 - Escoria de coque
- 83 - Escoria de hierro
- 84 - Escoria de coque
- 85 - Escoria de hierro
- 86 - Escoria de coque
- 87 - Escoria de hierro
- 88 - Escoria de coque
- 89 - Escoria de hierro
- 90 - Escoria de coque
- 91 - Escoria de hierro
- 92 - Escoria de coque
- 93 - Escoria de hierro
- 94 - Escoria de coque
- 95 - Escoria de hierro
- 96 - Escoria de coque
- 97 - Escoria de hierro
- 98 - Escoria de coque
- 99 - Escoria de hierro
- 100 - Escoria de coque

1 - El coque insuflado en el convertidor mediante una lanza, al reaccionar, calienta el exceso de arrabio, comburiendo en la escoria, que se escapa por el escape. Las restantes descomponen el hierro, para la escoria. Las reacciones de oxidación proporcionan la temperatura necesaria para producir la escoria.

2 - Cuando el proceso, el convertidor es inclinado y el acero se vierte en la cuchara de salida. En la misma, se agregan al acero durante su transferencia, aleación con el fin de obtener las características físicas requeridas.

3 - El acero se vierte en la cuchara de salida y se mezcla con el mineral de hierro, y fluente, y un mineral de hierro, a través de un sistema de tuberías.

4 - El acero se vierte en la cuchara de salida y se mezcla con el mineral de hierro, y fluente, y un mineral de hierro, a través de un sistema de tuberías.

Adición de bases

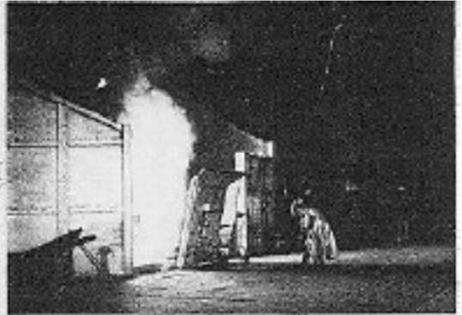
4 - La adición de los elementos en el convertidor de coque se efectúa en forma automática. Para la preparación de las bases se dispone de un sistema de tolvas, balanzas y cintas transportadoras.

5 - La carga del convertidor se efectúa inclinando a 45° para recibir en forma sucesiva la coque y el arrabio, cargando para las operaciones con un grupo-puente de 200 toneladas de capacidad cada uno.

Vierte acero directamente desde la cuchara en la cuchara de salida.

Convertidor inclinado para el vertido

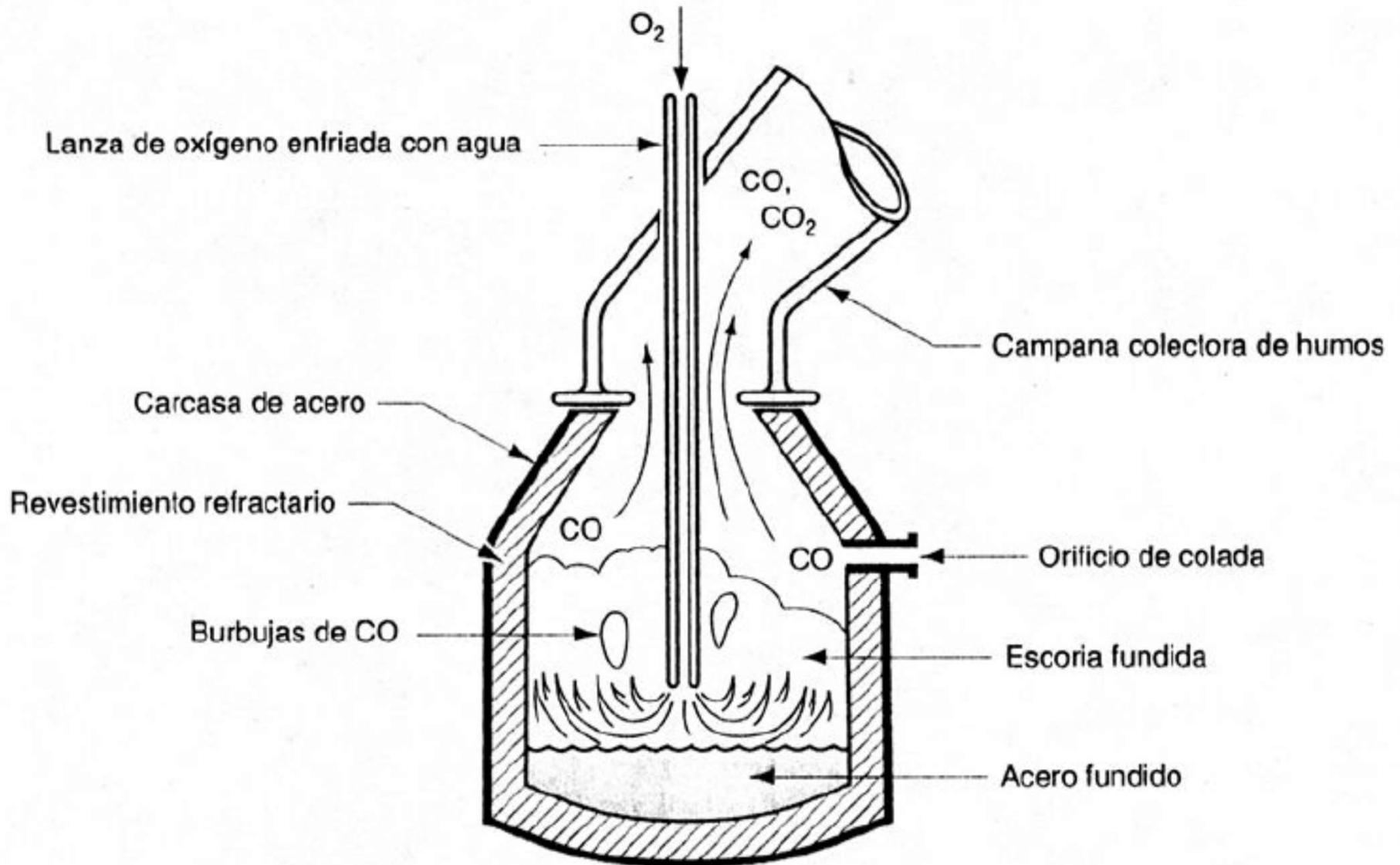
6 - Después de la producción de acero, el convertidor es inclinado en sentido opuesto, y la escoria se vierte en un pose mezclada sobre un vagón. Una vez mezclada, es tilizada y utilizada como escoria para el acero.



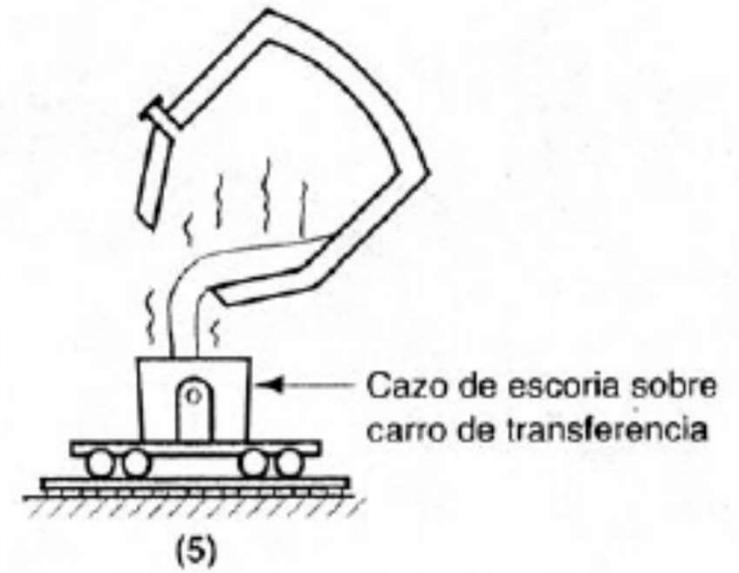
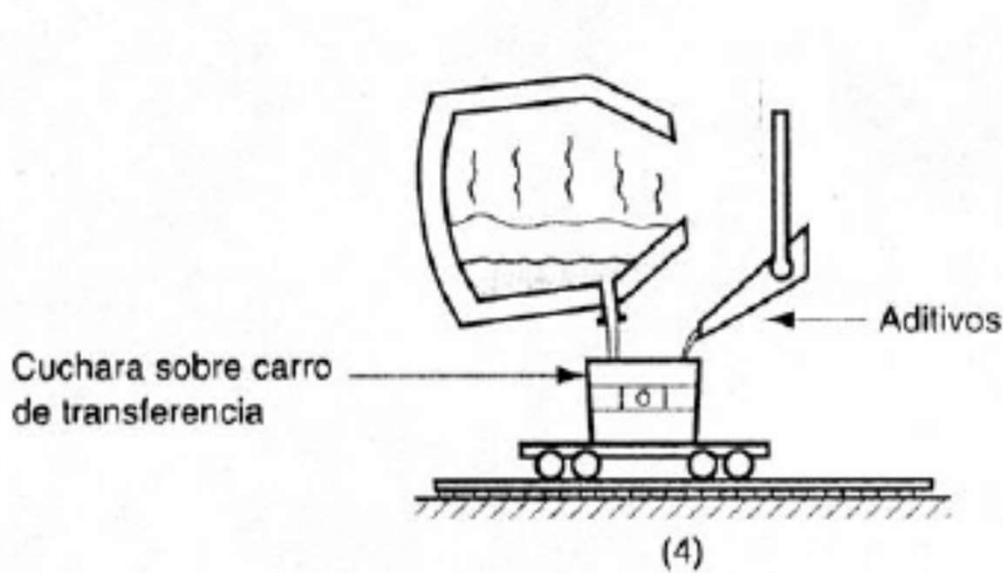
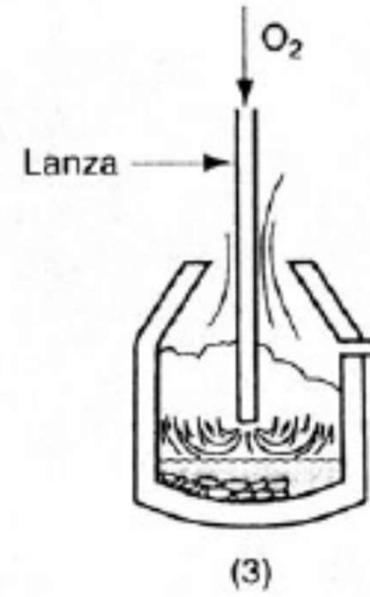
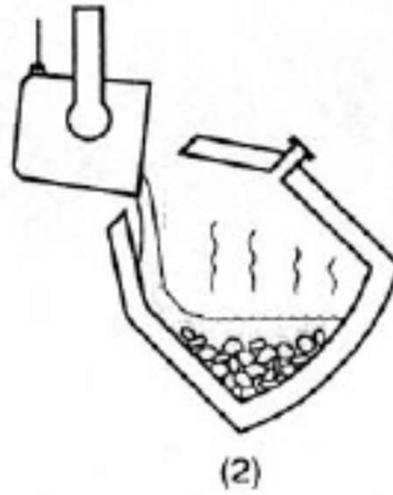
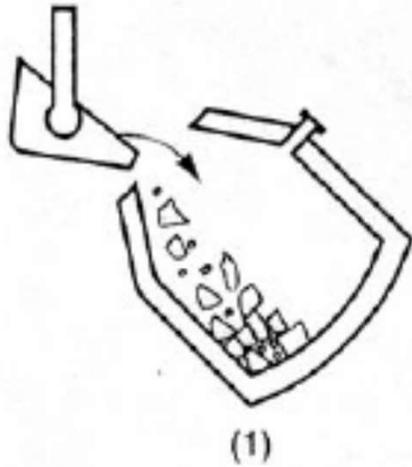
Grupo con coque para ser cargado en el convertidor



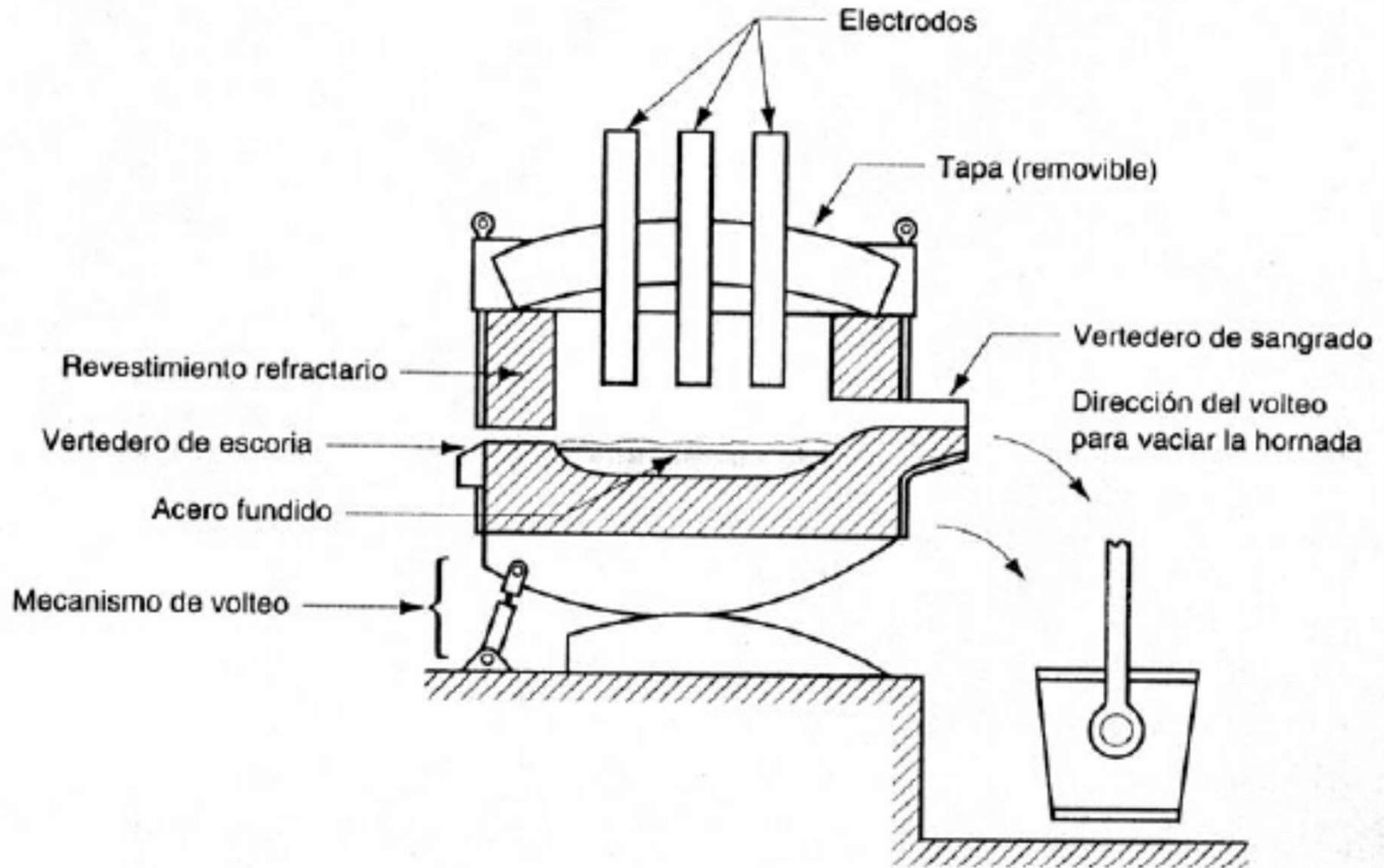
Convertidor LD



Convertidor LD



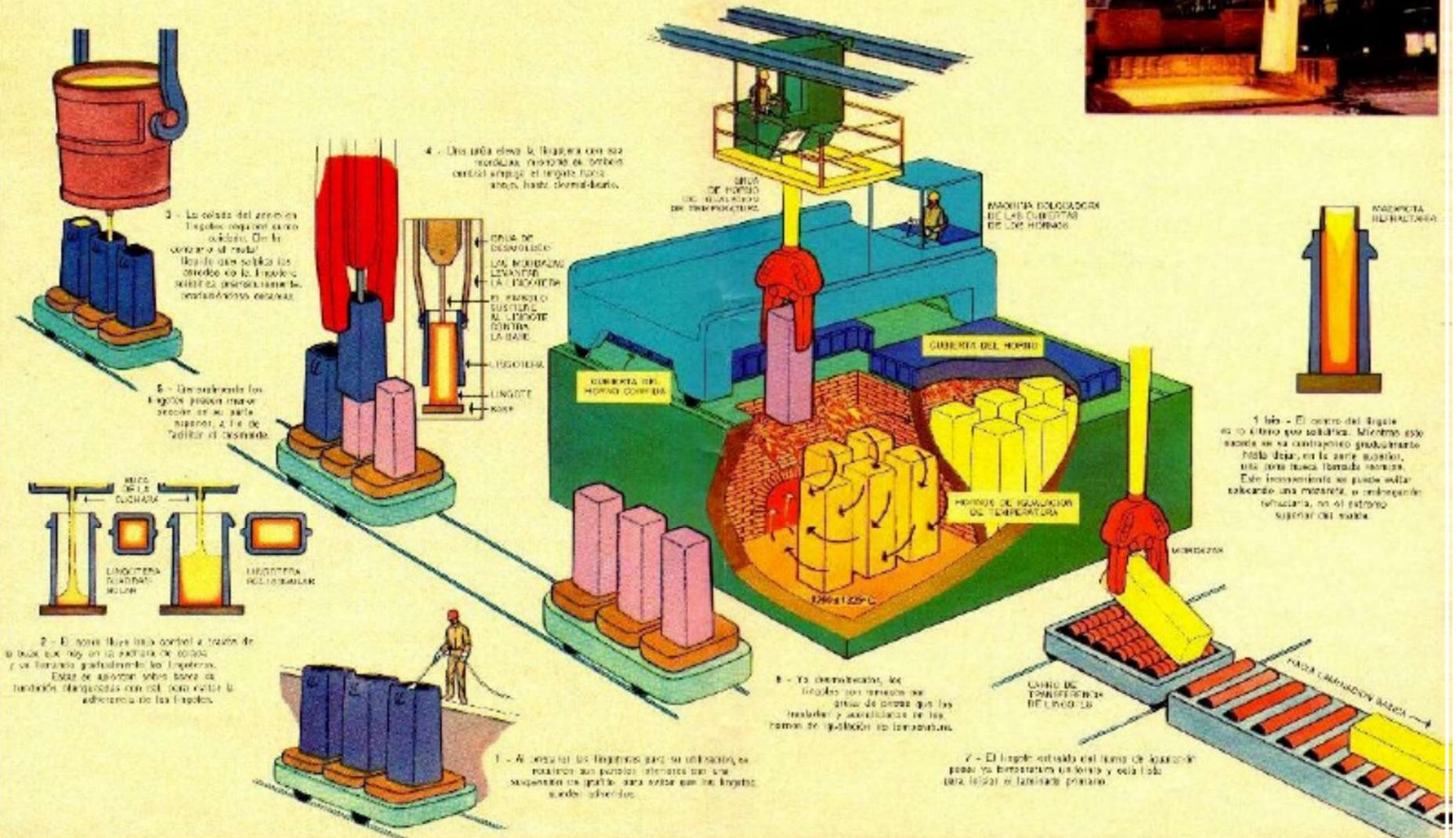
Horno Eléctrico de arco directo



Obtención de formas útiles - Lingotes

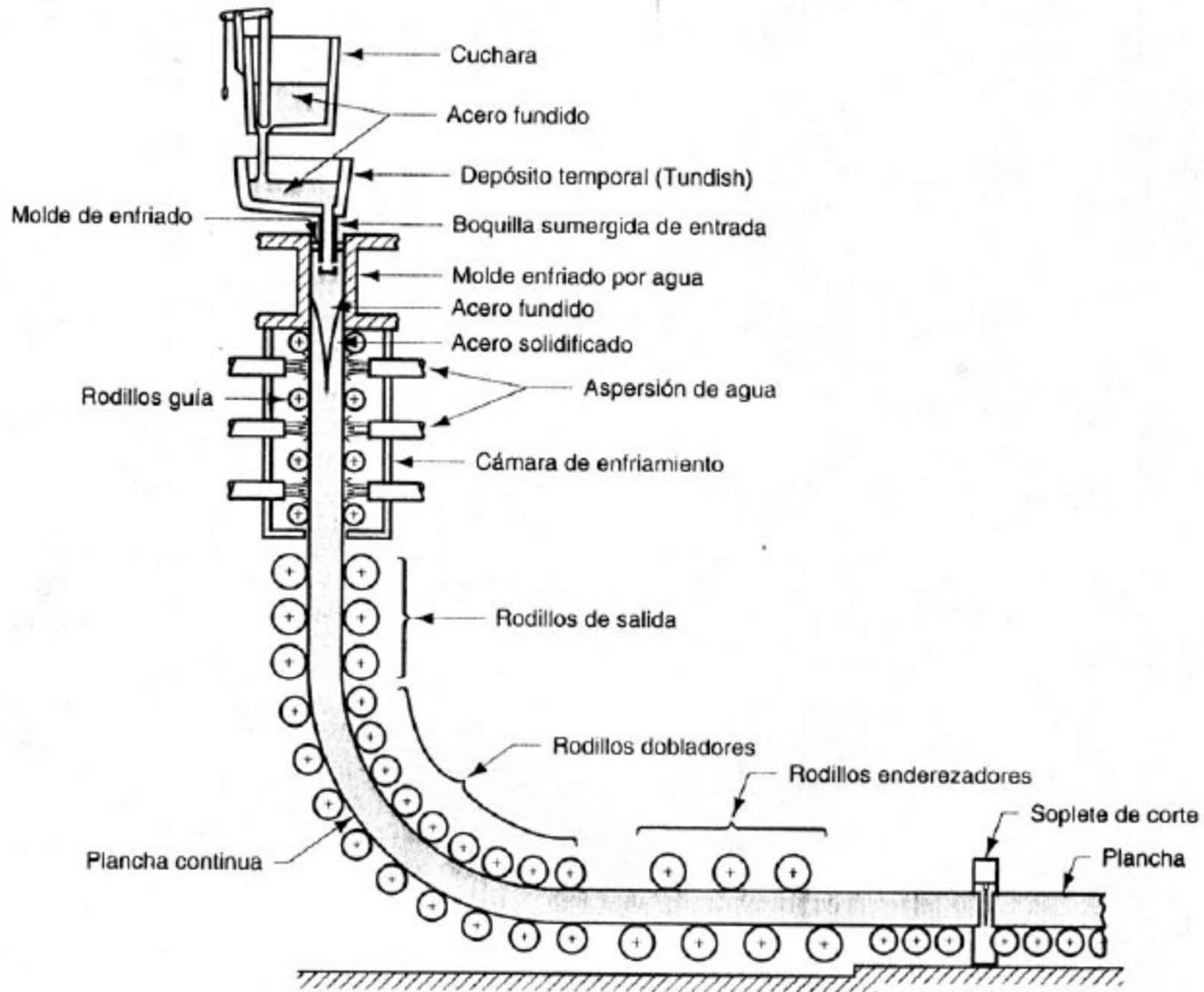
Del acero al lingote

El acero líquido proveniente de la colada del horno Siemens-Martin es vaciado en lingoteros e moldes de sección cuadrada o rectangular. Una vez solidificado es desmenuado, obteniéndose el LINGOTE. Este se introduce en los hornos de igualación a los efectos de uniformar su temperatura para su posterior terminación.



Obtención de formas útiles

Colada Continua



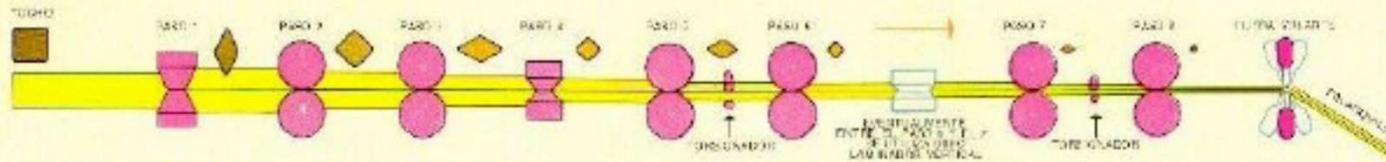
Obtención de formas útiles

Del tocho a la palanquilla

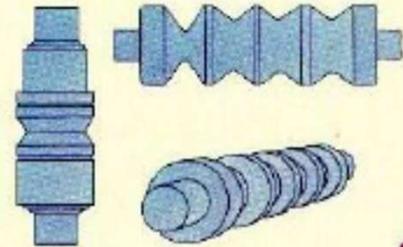
El tocho obtenido en el laminador desbastador pasa a un laminador continuo, donde se transforma en barras de sección cuadrada o rectangular denominadas palanquilla.



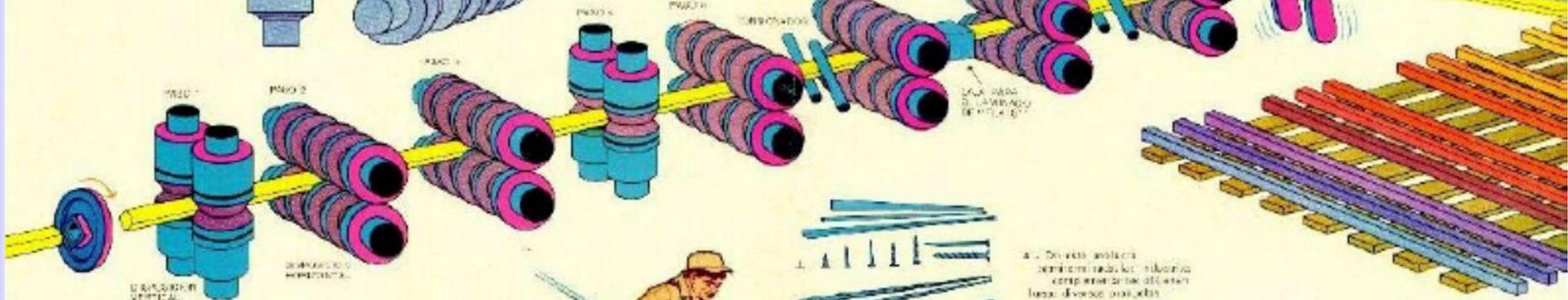
TRAY CONTINUO DE PALANQUILLAS - ESQUEMA DEL PROCESO DE LAMINADO



1 - Los cilindros poseen los diámetros para el paso de la o varias veces.



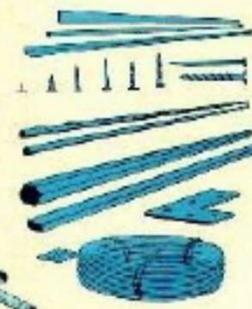
2 - Obtenida la sección prevista, la palanquilla es rebajada por una línea de corte controlada por una celda fotoeléctrica. Posteriormente se le otorga a las barras de volteo.



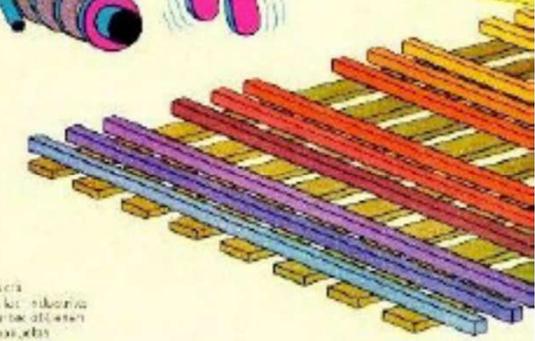
3 - En este momento se debe controlar el espesor de la barra y la longitud de las mismas para, posteriormente la voladura de los rollos y medirla con el sistema de pesaje de la barra.



4 - De esta manera se obtiene una barra de sección cuadrada o rectangular, la cual es rebajada por una línea de corte controlada por una celda fotoeléctrica. Posteriormente se le otorga a las barras de volteo.



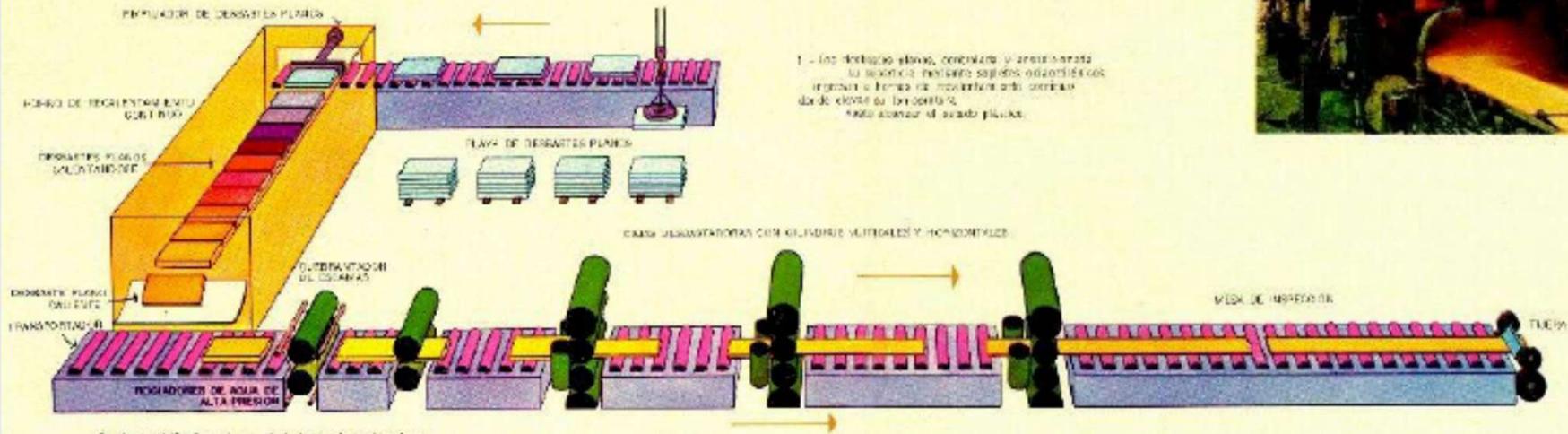
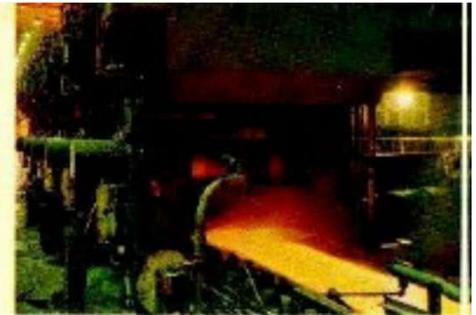
LECHO DE EMPILAMIENTO



Obtención de formas útiles

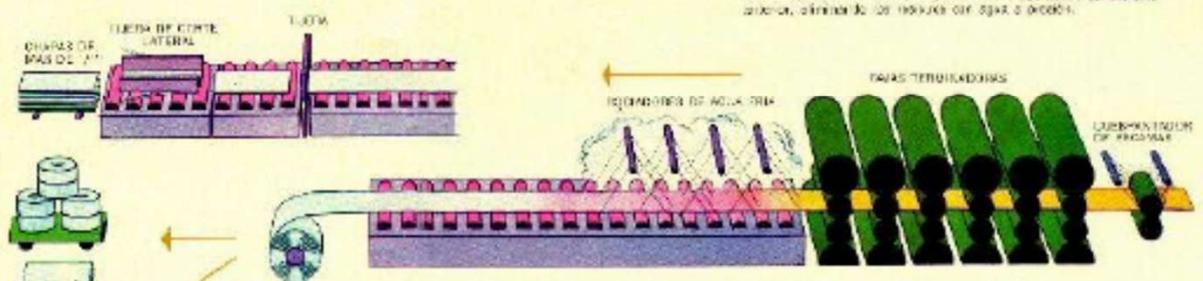
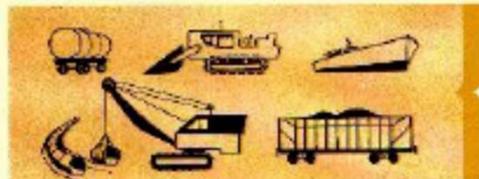
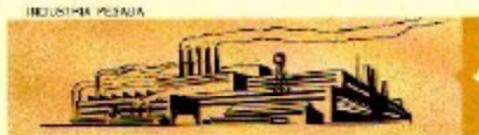
Del desbaste plano a la chapa laminada en caliente

El desbaste plano obtenido en el laminador desbastador es eslabón en hierro: puede luego en el tren continuo de laminación en caliente ser transformado en chapa negra de distintos espesores (bobinas o planchas).



2 - La lamina formada en el desbaste debe dar origen a un aumento de temperatura por la acción de electrones ultravioleta y de agua a alta presión.

3 - Luego del desbaste, se procede al desbaste de su superficie exterior, eliminando los residuos de agua o aceite.



5 - Finalmente, en esta etapa, la chapa es enrollada o envuelta en folios. La finalidad de los tipos y serie de los rollos es evitar el plegado por los cambios de temperatura. Los rollos resistentes son sometidos a diferentes procesos de transformación.

Productores de Acero en Argentina

- SIDERCA (ex SOMISA)**
 - ACINDAR**
 - ACERBRAG (Aceros Bragado)**
 - SIPAR GERDAU**
 - ACEROS ZAPLA**
 - TENARIS DALMINE**
-
- Otras acerías pequeñas que fabrican coladas de menor producción o aceros especiales**

(Buena información en las páginas web con animaciones de los procesos productivos y catálogo de productos elaborados)

Productos de Acero para Construcción

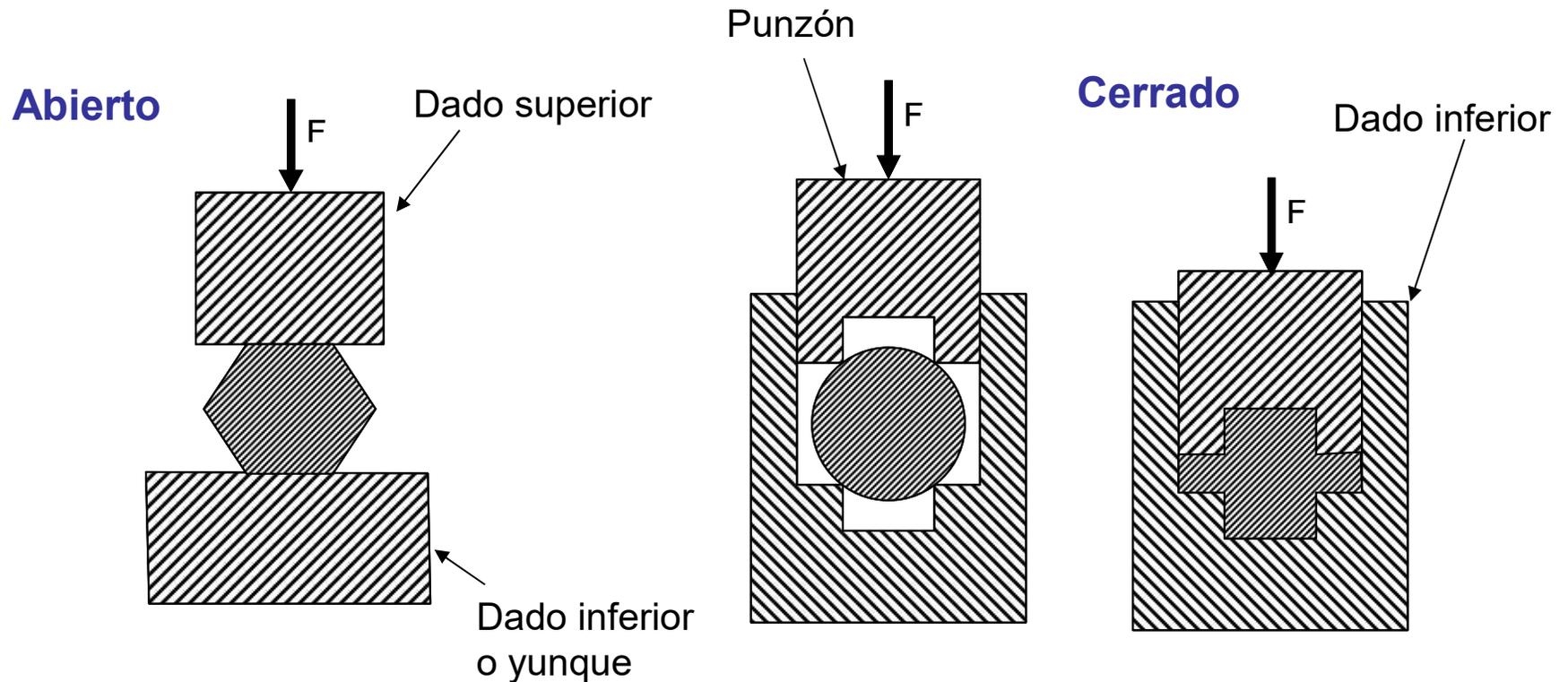
- Perfiles L alas iguales (25,4 a 101,6 mm/3,2 a 12,9 mm), U (80x45 a 400x110 / 6 a 14 mm) e I (Doble T) (80x42 a 550x200 / 3,9 a 19 mm)
- Barras redondas, hexagonales y cuadradas
- Barras rectificadas redondas
- Barras trefiladas redondas y hexagonales
- Mallas electrosoldadas (2,15 x 6 m / 0,15x0,15 a 0,25x0,25 / 4 a 10 mm)
- Mallas no estructurales (25x25 y 50x50 mm / 2,6 a 3,4 mm)
- Alambres varios (diámetro 6 a 40 mm, L = 12 m)
- Alambres galvanizados
- Alambres recocidos negros para atado de armaduras
- Alambre liso estabilizado de baja relajación para pretensado (diámetro 5 y 7 mm)
- Idem anterior entallado (diámetro 6 mm)
- Cordón de 7 alambres de baja relajación par H° pre y postesado (diámetro 9.5, 12.7 y 15.2 mm)
- Perfiles conformados en frío tipo C (80x40x15 a 240x80x25)
- Perfiles conformados en frío tipo U (80x40 a 200x80)
- Tubos estructurales de chapa laminada en frío, redondos, cuadrados y rectangulares (12,7 a 127 mm/ 10x10 a 100x100 / 10x20 a 80x120)
- Tubos para usos mecánicos en chapa laminada en caliente redondos (50 a 100 mm)
- Chapas laminadas en frío sin tratamiento térmico
- Chapas laminadas en caliente negras y decapadas
- Tablestacas en Z, U y planas

Conformado de productos de acero

- La forma de la pieza de metal es cambiada por deformación plástica:
 - **Forjado**
 - **Laminación**
 - **Extrusión**
 - **Trefilación**
 - **Embutido, rolado, doblado, etc.**
- **Deformación impuesta por una tensión exterior (presiones, golpes, tensiones)**
- **Trabajo en frío**
 - Producido a bajas temperaturas (ambiente)
 - Reducen ductilidad por acritud, mejor calidad superficial y mejor control dimensional)
- **Trabajo en caliente**
 - Grandes deformaciones, material en estado plástico y blando
 - Oxidación y pobre terminación superficial.

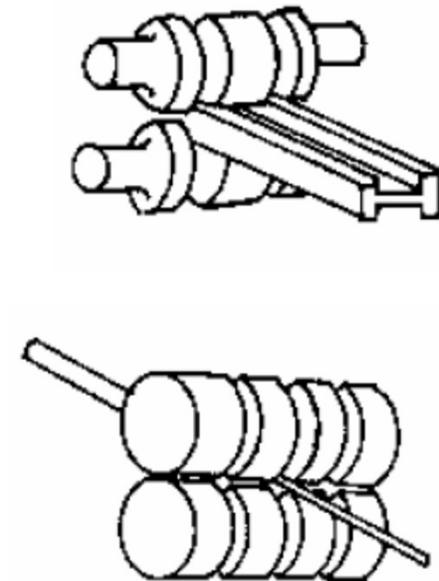
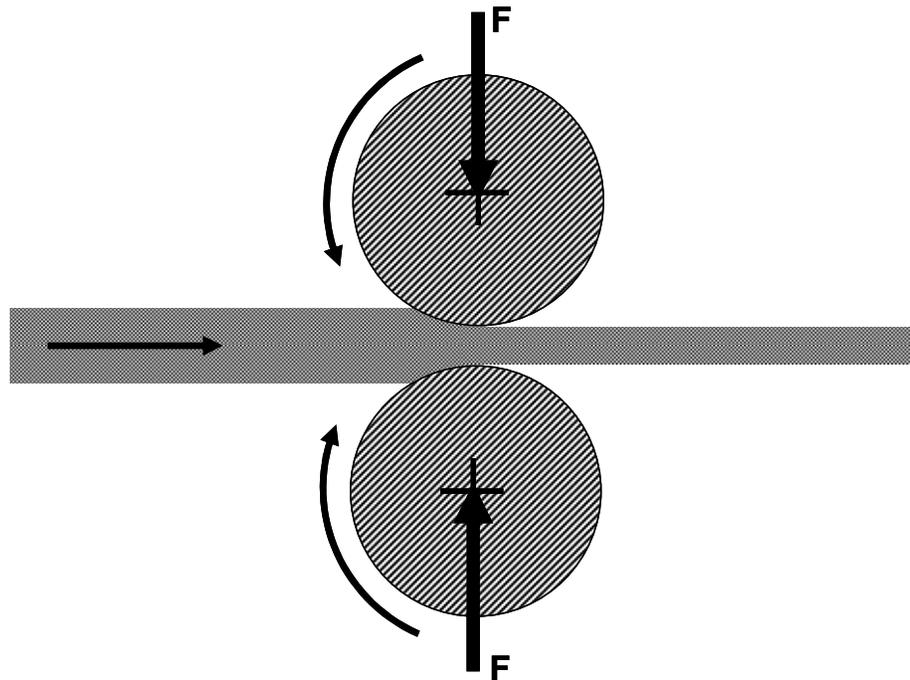
Forjado

- Deformación mecánica en caliente de una pieza simple por aplicación de una fuerza o sucesivos golpes por los que el metal es obligado a escurrir
- Uso de martinets o prensas hidráulicas
- Puede ser abierto (formas simples) o cerrado
- LLaves mecánicas, ganchos de grúas, grandes ejes.



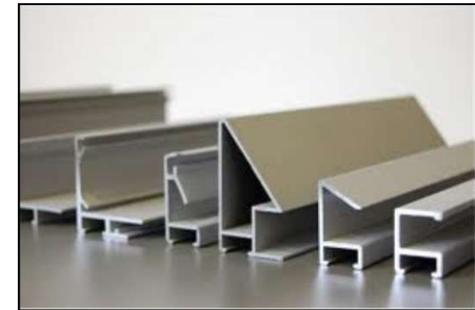
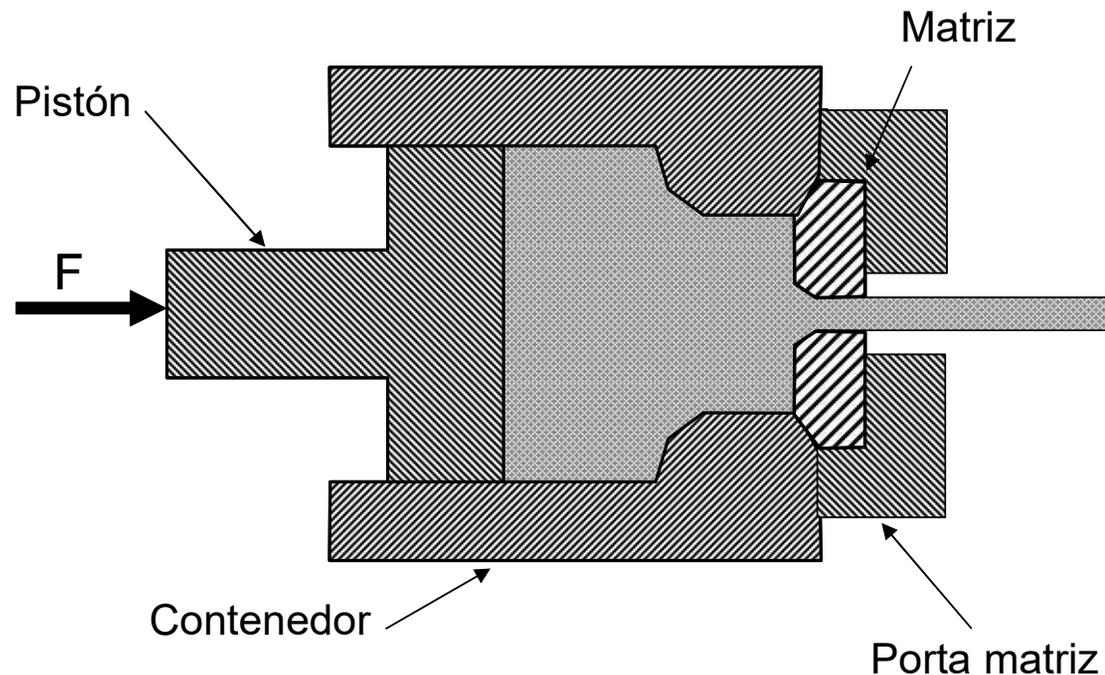
Laminado

- El metal en frío o en caliente es pasado entre dos rodillos que giran en sentido contrario.
- Se produce una reducción de espesor por la presión ejercida por los rodillos
- Pueden ser progresivos formando un tren de laminación sucesiva
- Chapas, láminas, perfiles, rieles y barras son conformadas de esta manera con rodillos preformados.



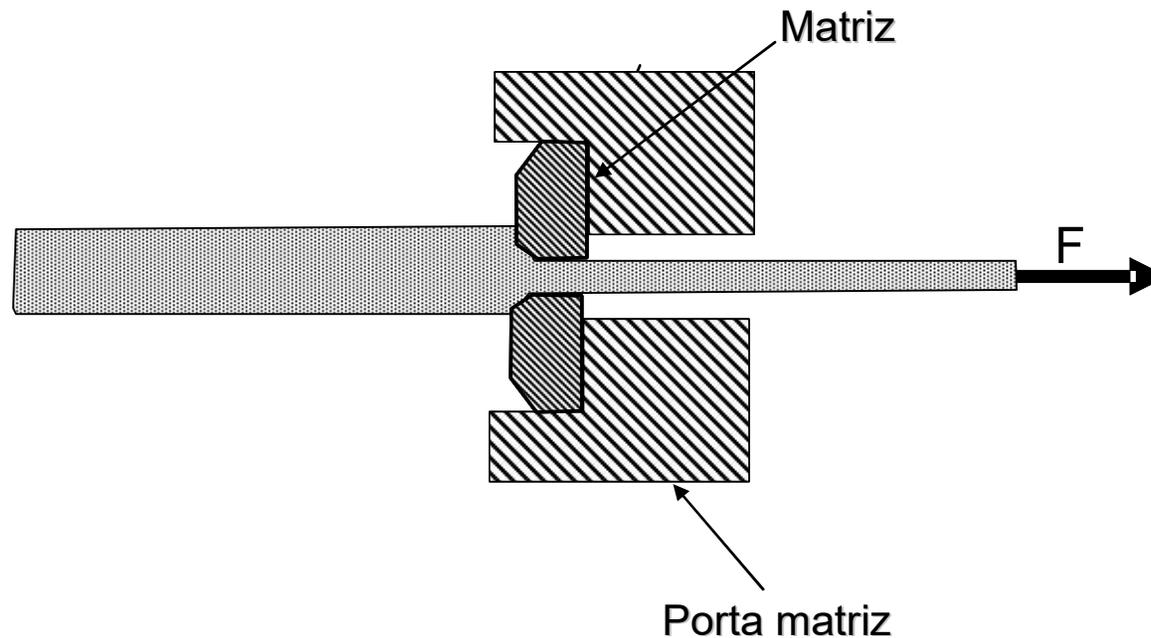
Extrusión

- El metal en caliente es obligado a pasar por una matriz perforada por una presión ejercida por un pistón.
- La barra emerge con la forma y dimensiones que le da la matriz
- Puede ser usada para fabricar tubos sin costura



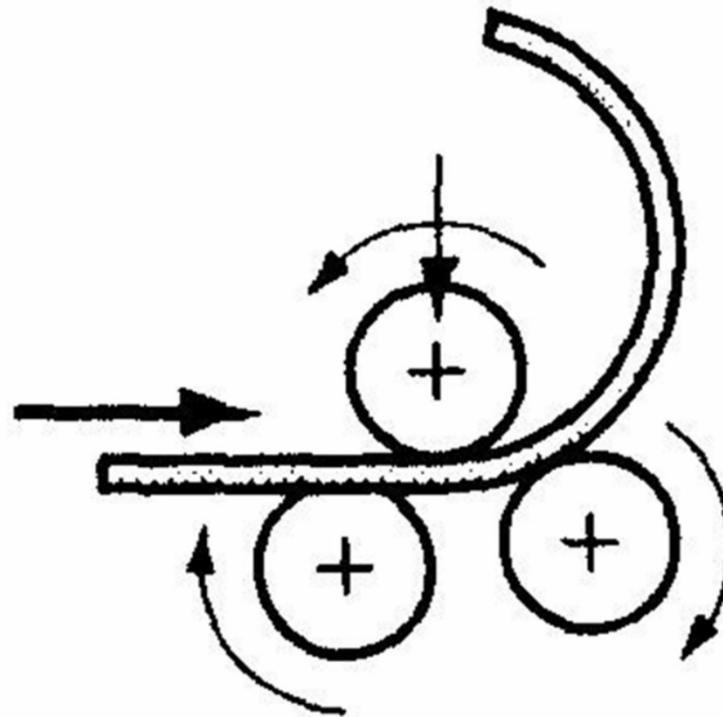
Trefilado

- El metal en frío es obligado a pasar por una matriz perforada por una fuerza de tracción de tal manera que la barra es obligada a adoptar la forma y dimensiones que le da la matriz e incrementar su longitud.
- Pueden ser secuenciales operando en forma progresiva.
- Barras “trefiladas” y alambres son comúnmente elaborados de esta forma



Doblado y rolado

- Grandes tanques de almacenamiento y recipientes a presión, barras y chapas, perfiles estructurales, rieles de ferrocarril y tubos



Embutido

- Se presiona una lámina de metal entre un punzón y una matriz constituida por un dado y un anillo de presión que disminuye la formación de arrugas.

