

# **HORNOS METALÚRGICOS**

Julio Alberto Aguilar Schafer

# **CLASIFICACIÓN DE HORNOS SEGUN SUS FUENTES DE CALOR**

- **Hidrocarburos**
- **Eléctricos**

# **Hidrocarburos:**

**1.-Contacto entre combustible, material y productos de la combustion.**

**2.-Contacto entre materiales y productos de la combustión, per no con los combustibles.**

**3.-Sin contactor entre combustibles, materiales y productos de la combustion.**

# **Eléctricos:**

## **1.-Inducción:**

**altar frecuencia**

**Baja frecuencia**

## **2.-Arco eléctrico:**

**Arco directo**

**Arco indirecto**

# Hornos de fusión

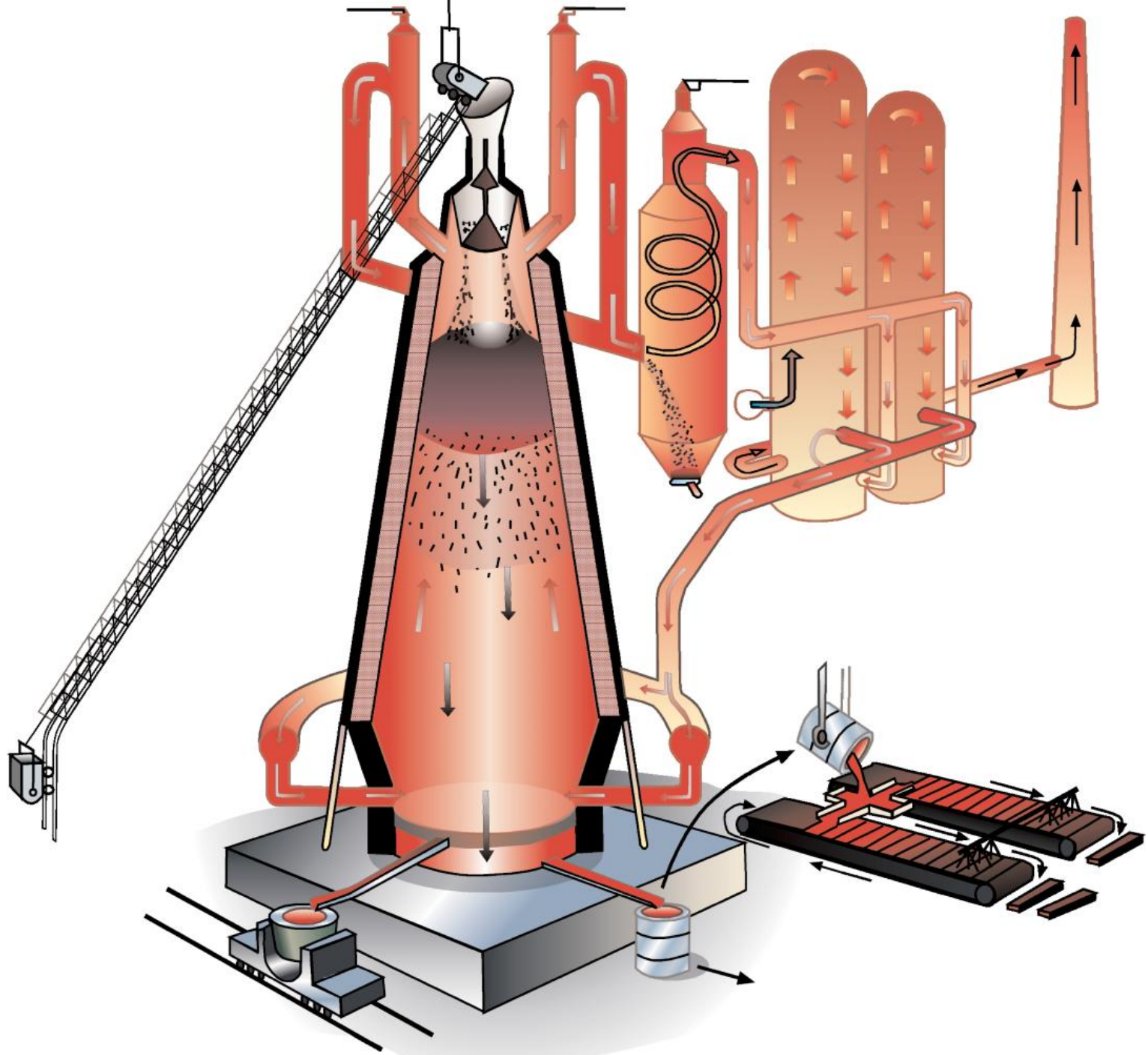
## Condiciones para mejorar la productividad y reducir el consumo de combustible

- a. Realización de la combustión en un volumen muy reducido.
- b. Utilización de viento precalentado o de aire enriquecido en oxígeno.
- c. Utilización de un combustible de calidad.
- d. Reducción de pérdidas térmicas hacia el exterior por aumento de la sección y capacidad del horno.

**HORNOS: Contacto entre combustible, material y productos de la combustion.**

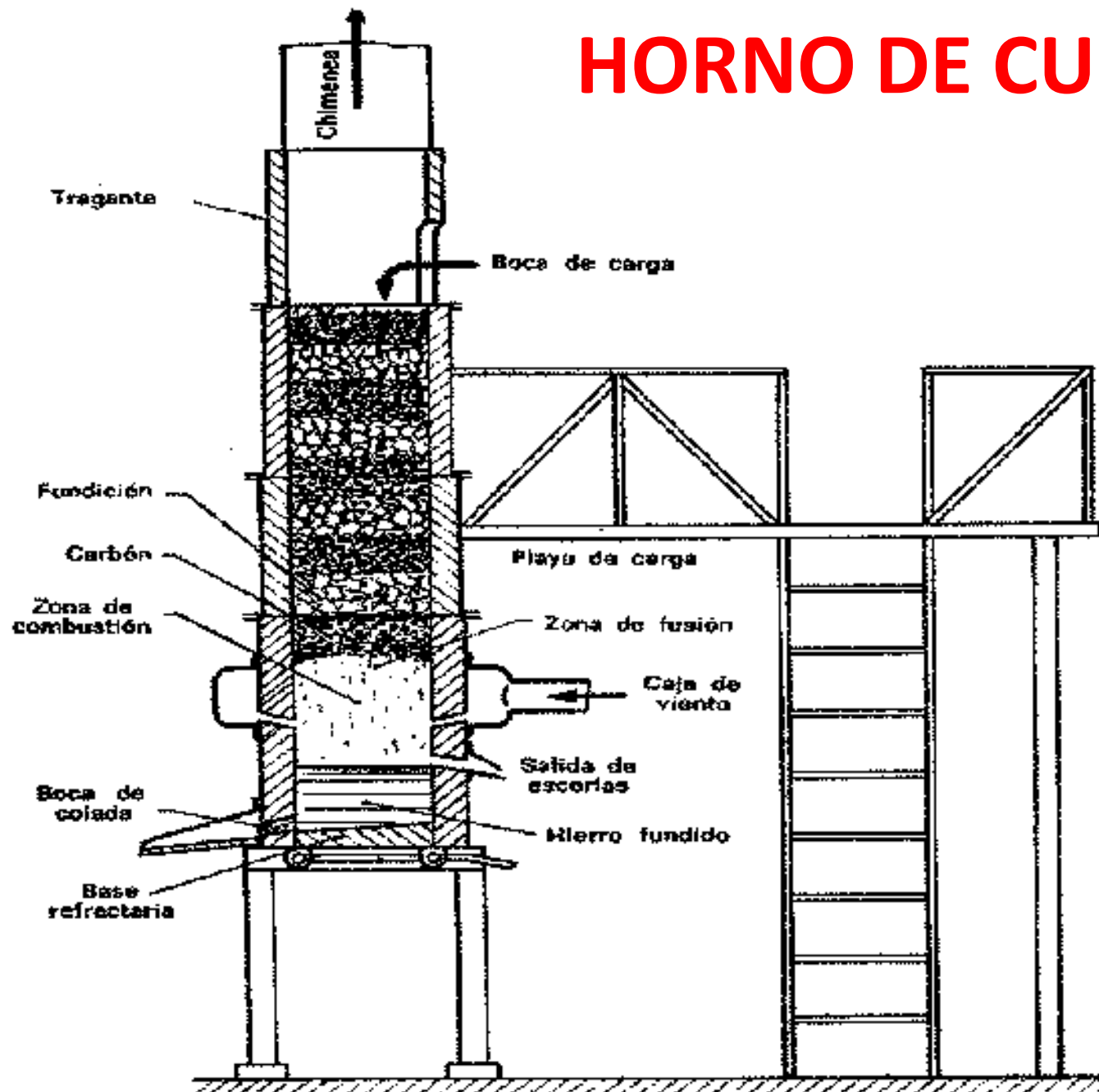
# ALTO HORNO

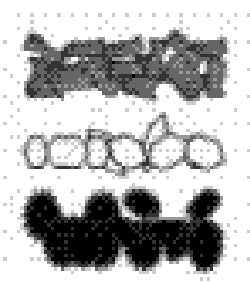






# HORNO DE CUBILOTE

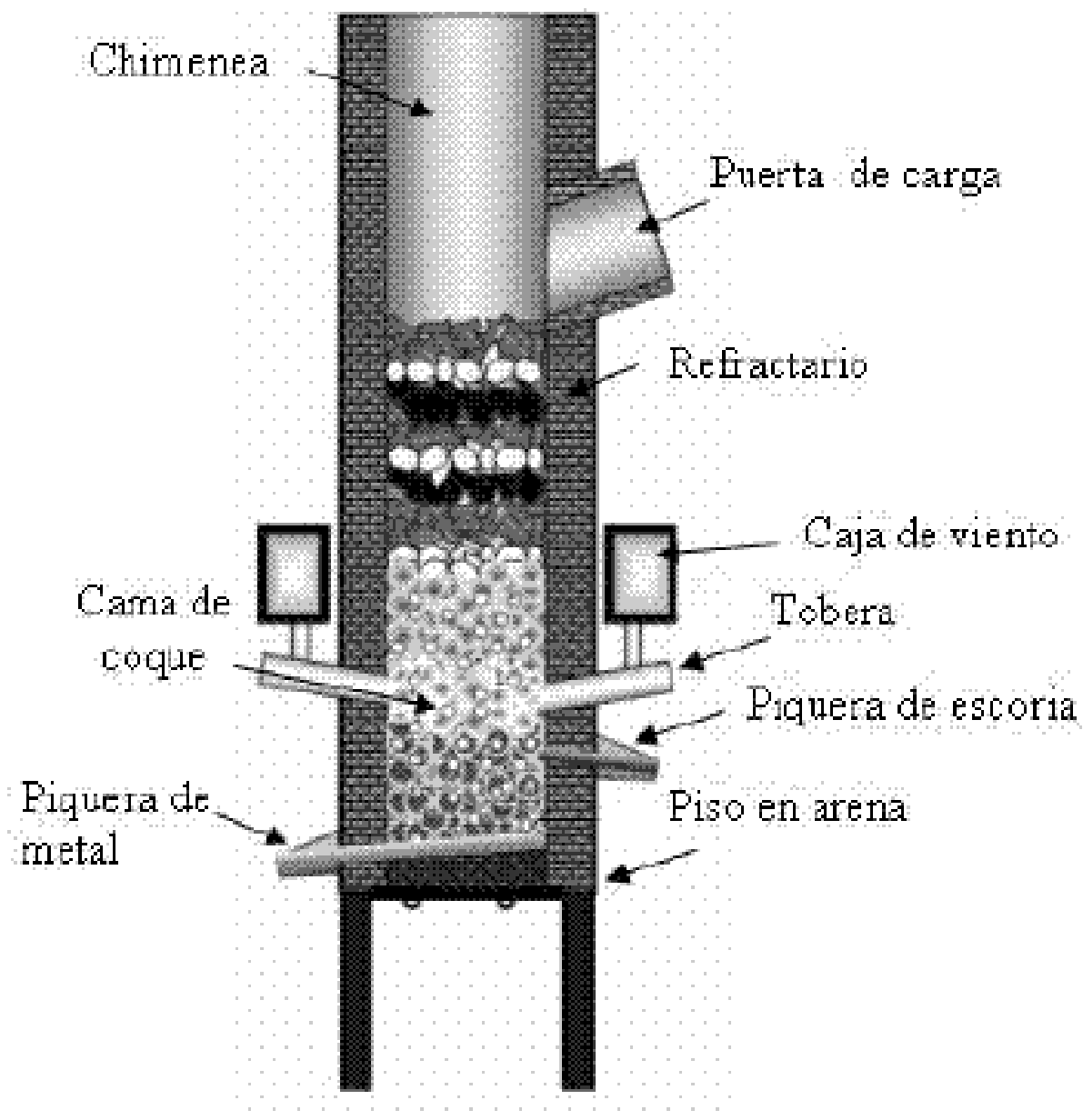




Metal

Caliza

Coque



# Spark Arrester

Charge Floor

Charging Door

Upper tuyere blast inlet

Bottom plate

Lug for raising door

Handle to open and close tuyeres

Apartado de chispas

Envoltorio

Revestimiento interno

Chimenea

Puerta de carga

Piso de carga

Cargas de metal

Cargas de piedra coliza

Carga de coque

Tubo soplador

Caja de vientos

Tabera

Tuba de salida de escoria

Fondo compactado de arena

Portón del fondo en posición caída

Sostén del fondo

Zona de precalentamiento

Zona de fusión

Zona de sobrecalentamiento

Taberas

Pozo

Sangradera

Tapón de arcilla

Canal inclinado

Cimentación

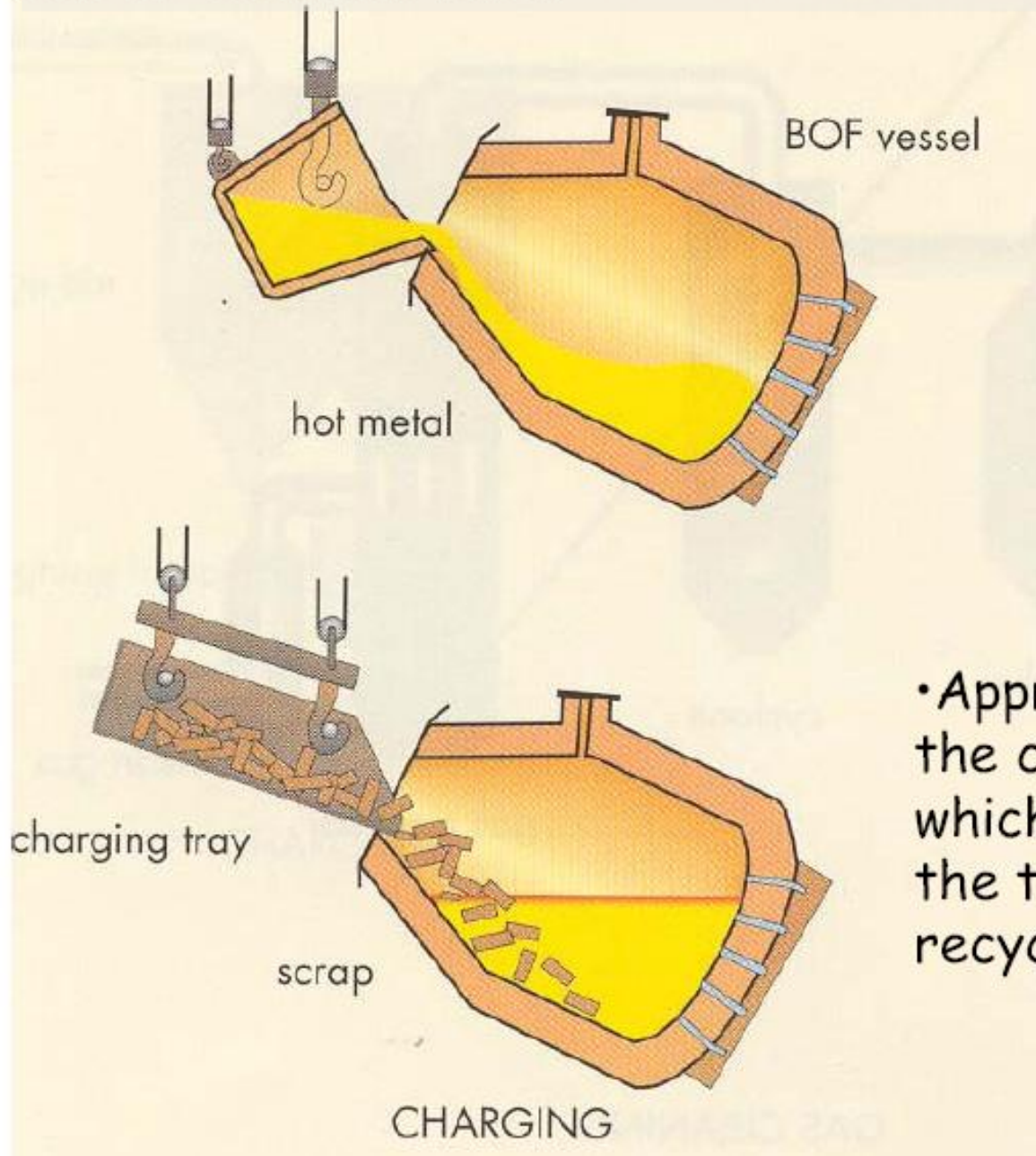
Figura 2.9 Horno de Cubilote

— Histórico horno  
Bessemer





# CONVERTIDOR BESSEMER y CONVERTIDOR TOMAS



## Carga arrabio:

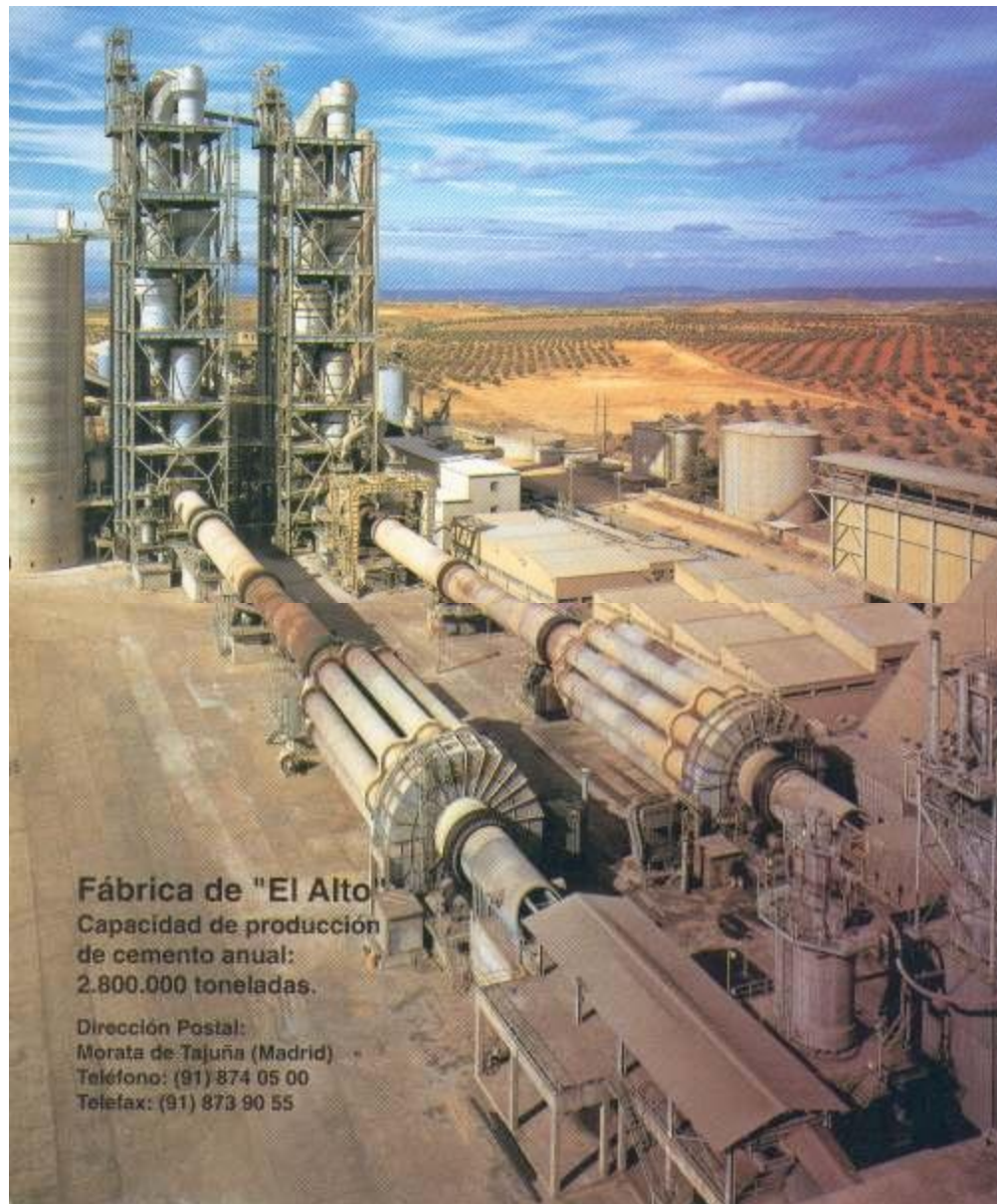
Fe	93.0%
C	4.0%
Si	0.5-2%
Mn	1%
P	2-0.1%
S	0.05%

• Approximately 30% of the charge is scrap steel, which is added to control the temperature, and to recycle steel.



**HORNOS: Contacto entre materiales y productos de la combustión, pero no con los combustibles.**



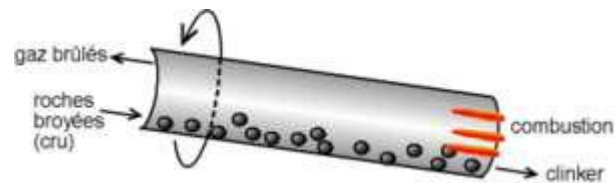
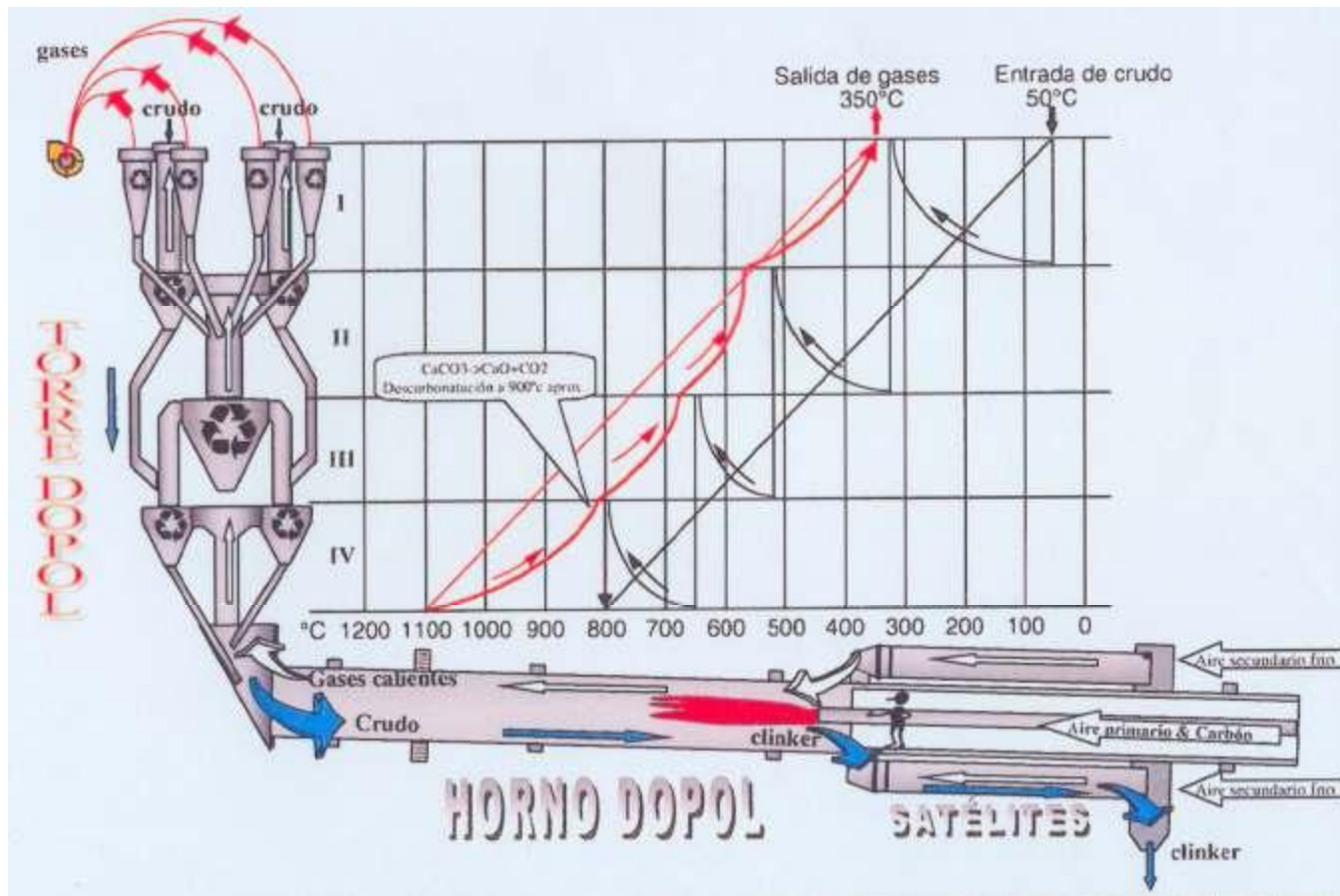


### **Fábrica de "El Alto"**

**Capacidad de producción  
de cemento anual:  
2.800.000 toneladas.**

**Dirección Postal:  
Morata de Tajuña (Madrid)  
Teléfono: (91) 874 05 00  
Telefax: (91) 873 90 55**





# Proceso de obtención de hierro a partir de sus minerales en estado sólido

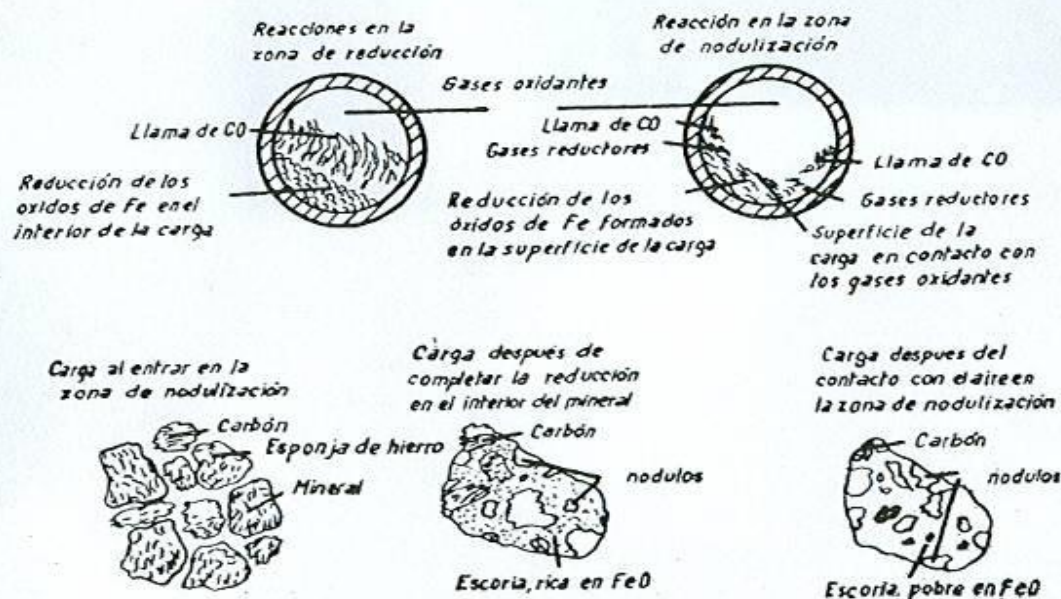
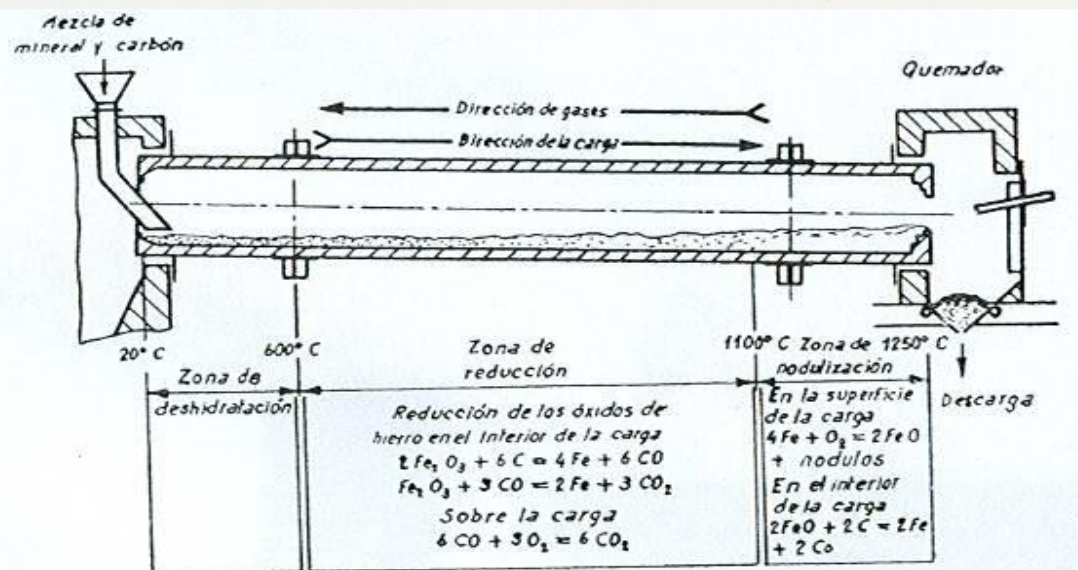
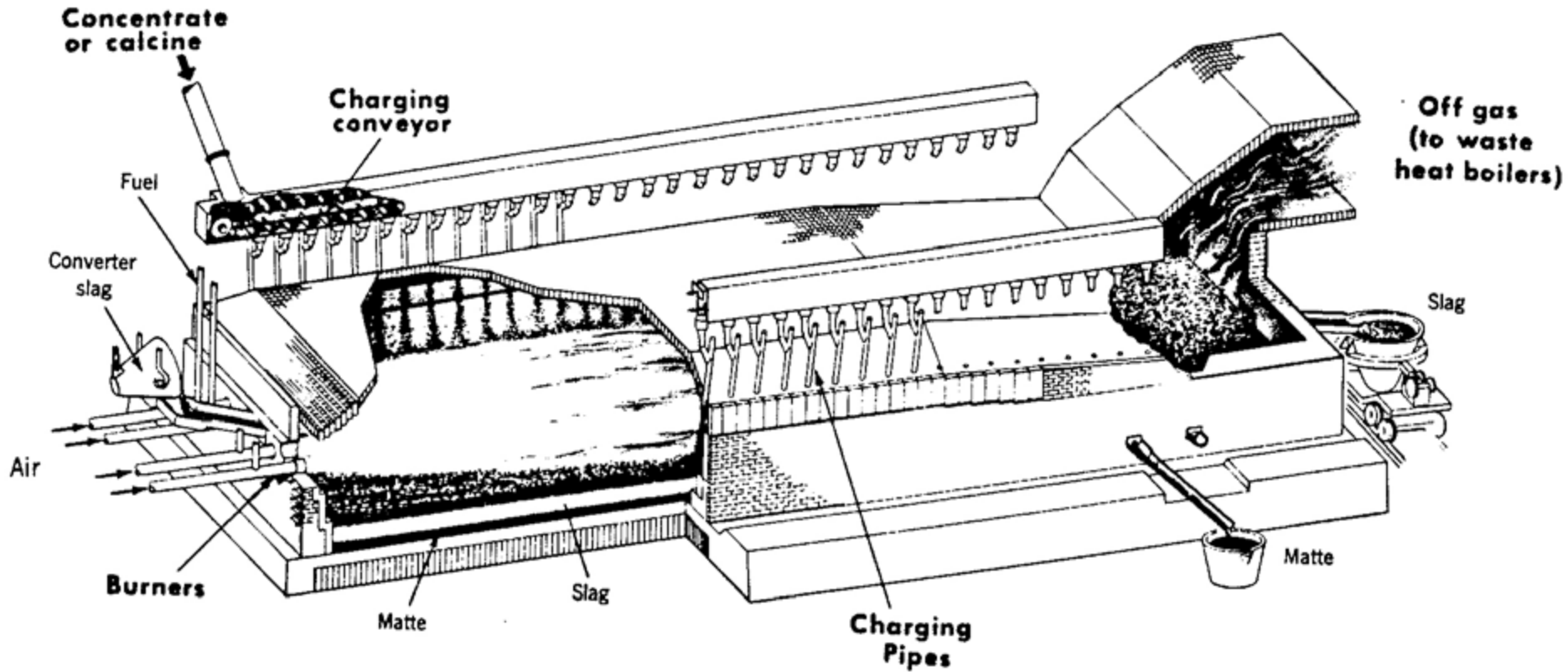


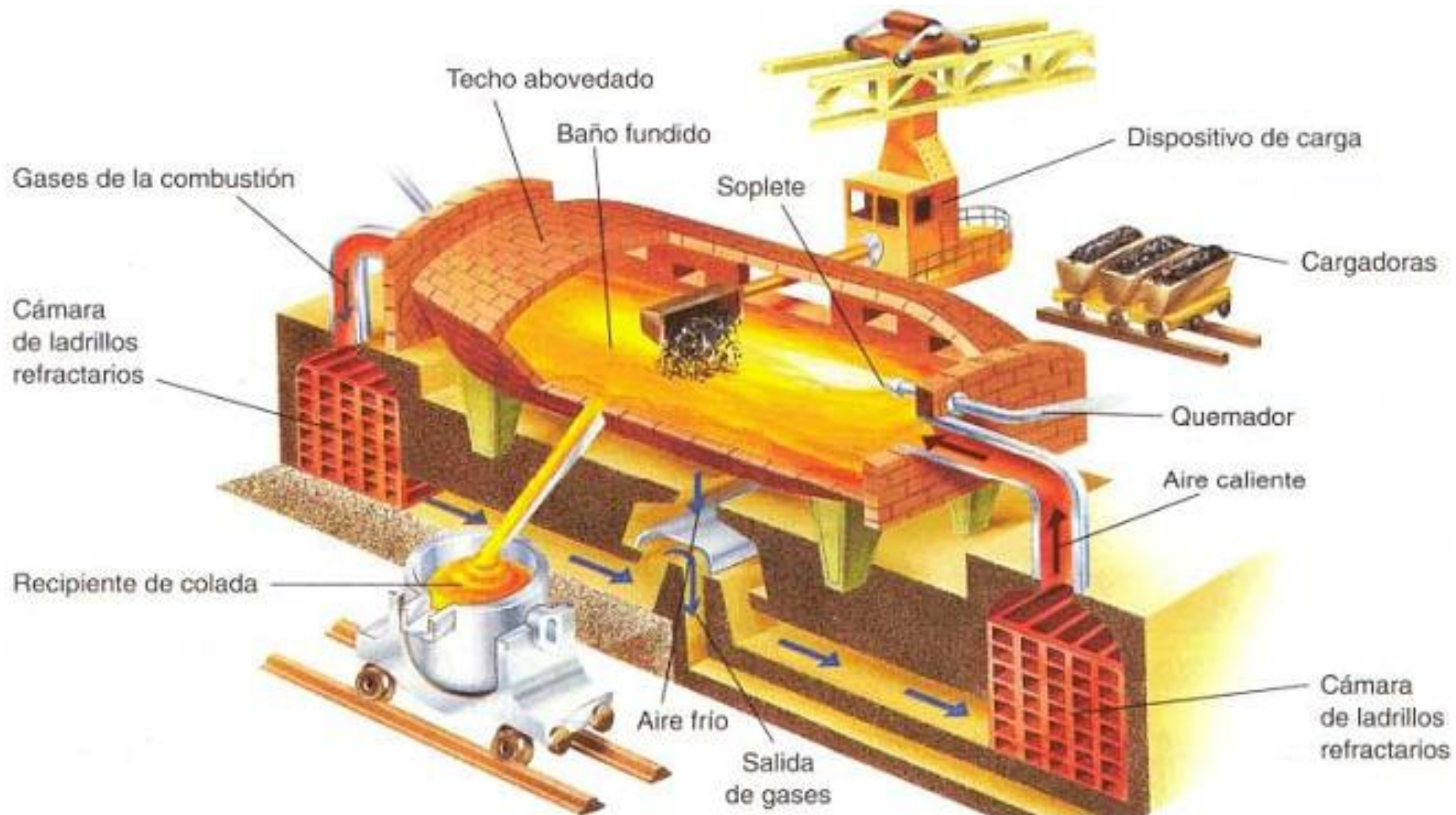
Fig. 2-4. — Obtención de hierro por el método Renn-Krupp.

# Horno de reverbero

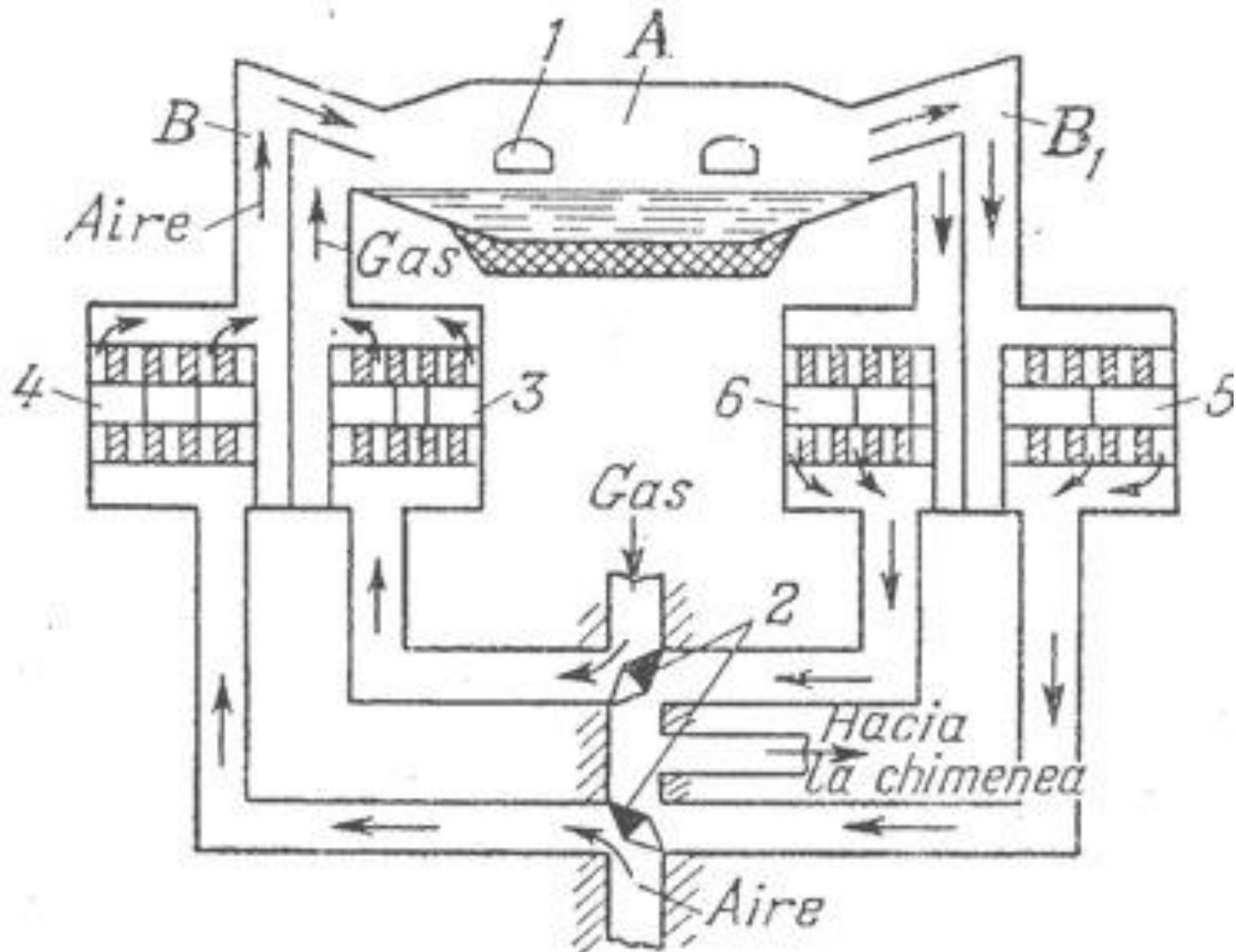




# HORNO SIMER-MARTIN (HORNO DE HOGAR ABIERTO)



# HORNO SIMER-MARTIN (HORNO DE HOGAR ABIERTO)



# HORNO DE MUFLA





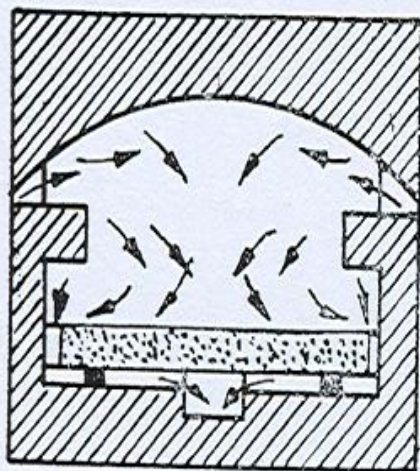


Fig. 32-9. — Horno de cámara abierta.

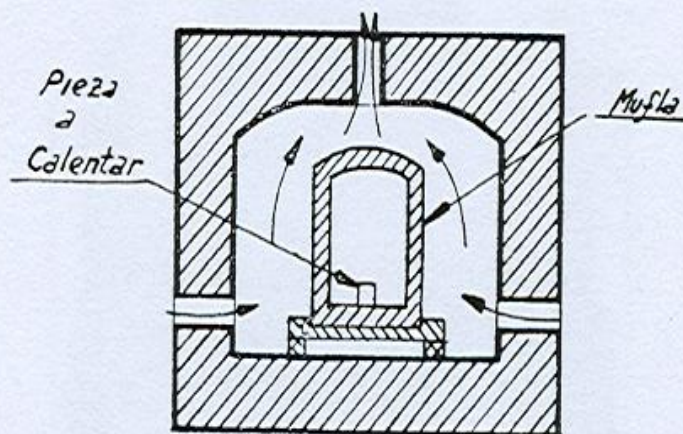


Fig. 32-10. — Horno de mufla.

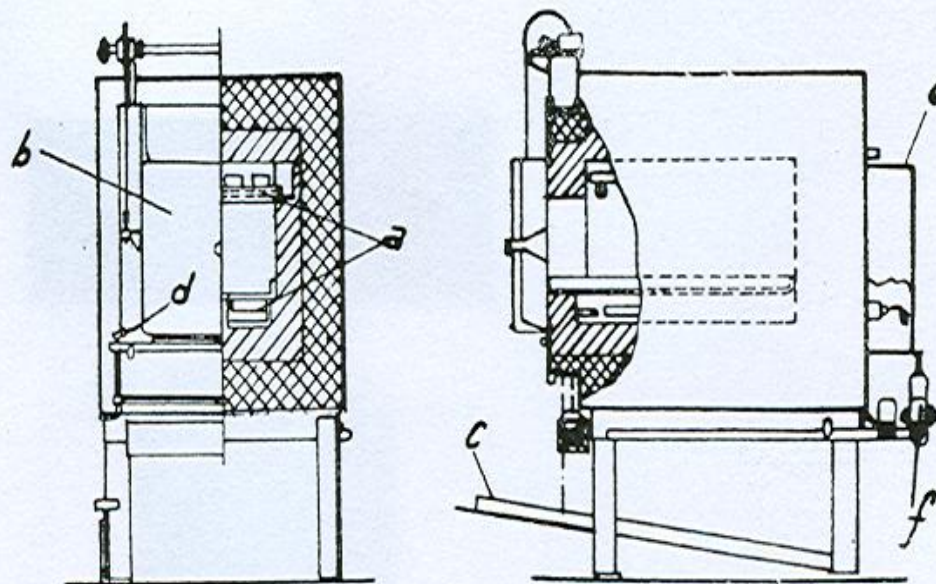


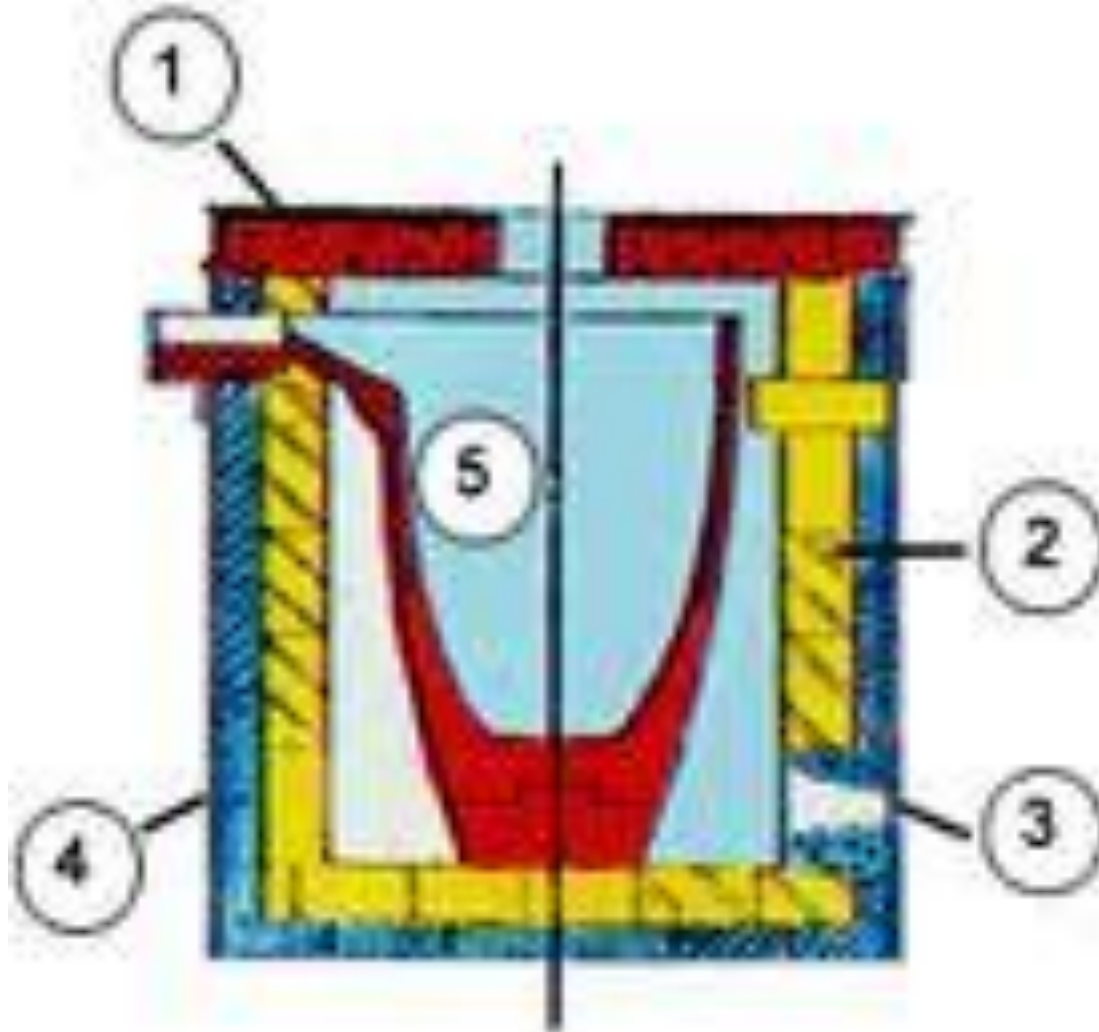
Fig. 32-11. — Horno eléctrico: a), resistencia calentadora; b), puerta; c), pedal de accionamiento de la puerta; d), lámpara piloto; e), caja de bornas; f), mezclador de gas para preparación de atmósferas controladas.





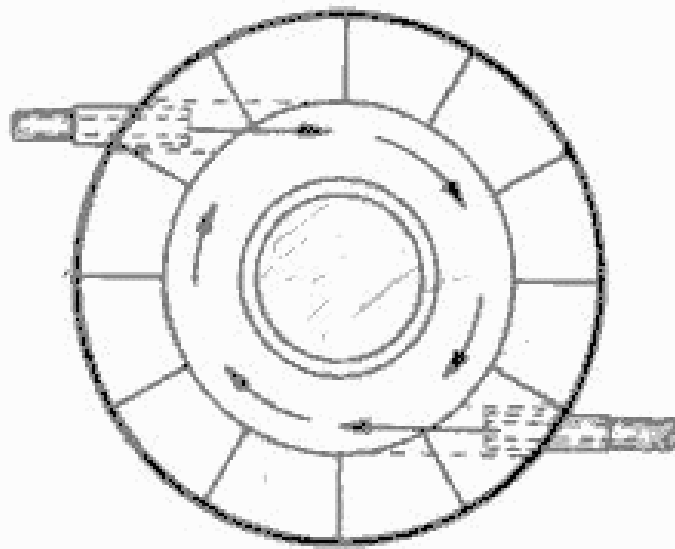
**HORNOS: Sin contactor entre combustibles, materiales y productos de la combustion.**

# HORNO DE CRISOL

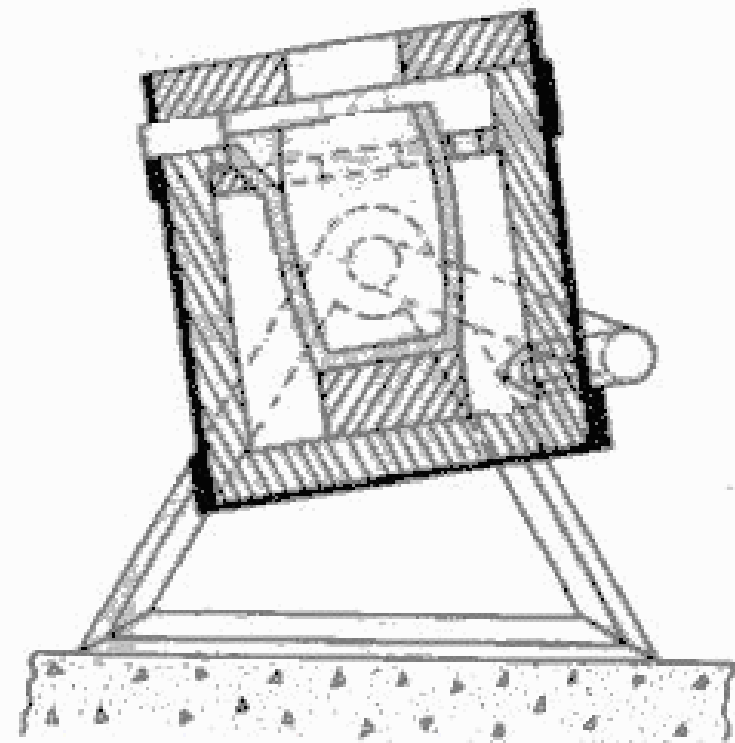


1.- TAPADERA, 2.- REFRACTARIO INTERNO, 3.- QUEMADOR, 4.-  
REFRACTARIO EXTERNO, 5.- CRISOL

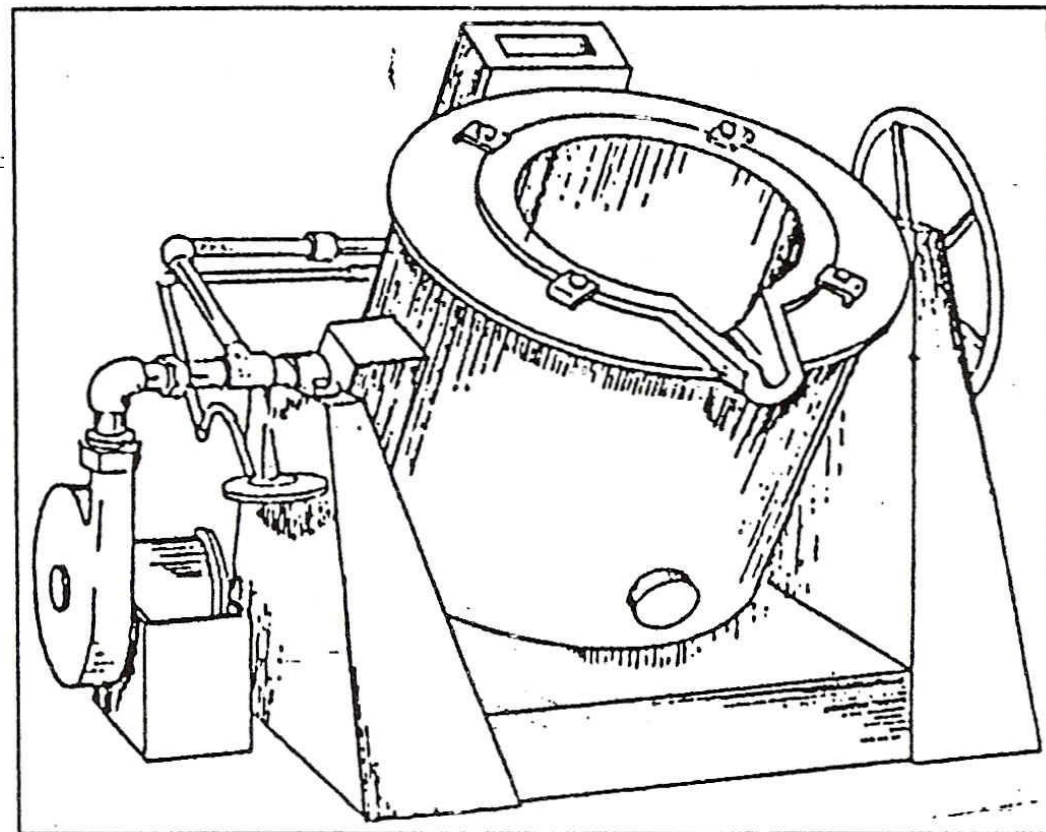
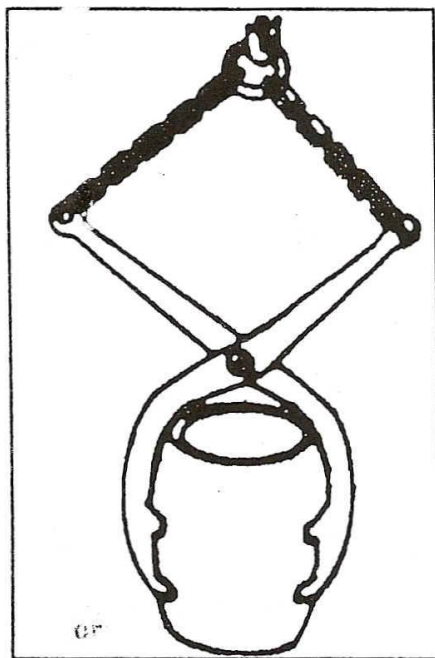
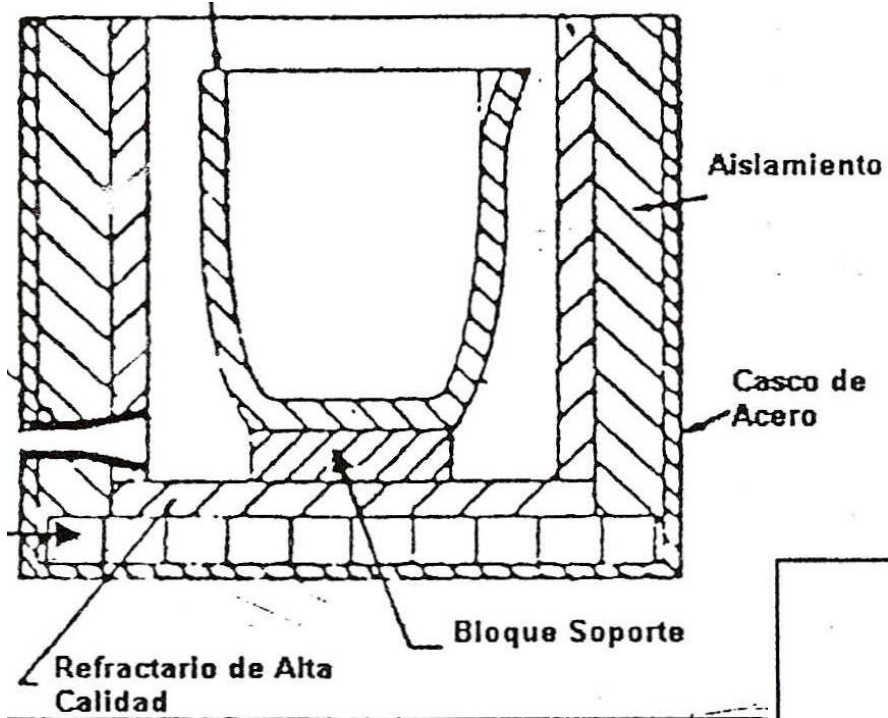
# HORNO DE CRISOL BASCULANTE



*Vista de planta del horno mostrando la colocación de los quemadores para funcionamiento con aceite o gas.*



*Horno bascular calentado con gas.*



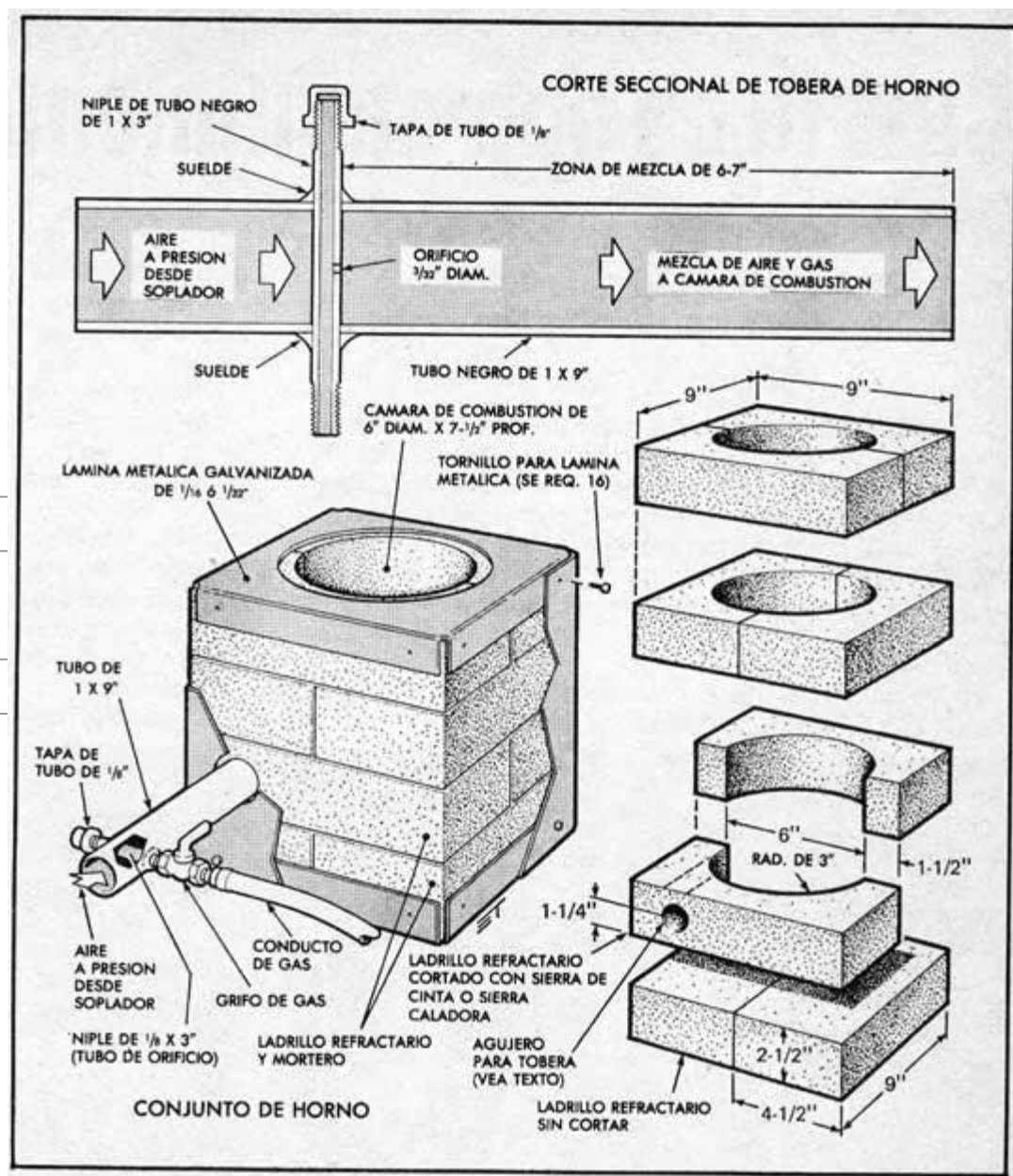






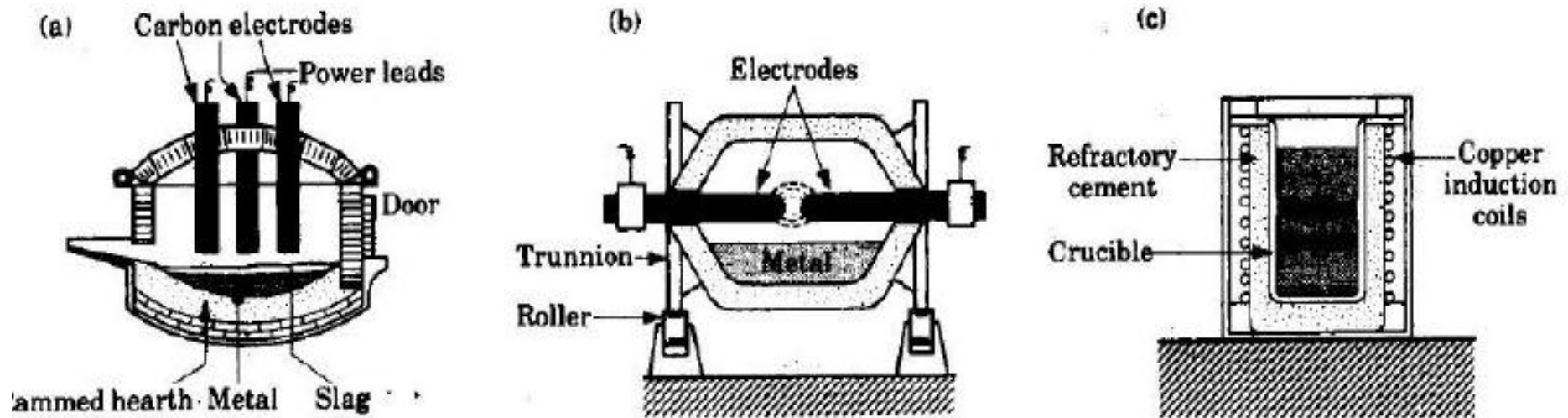






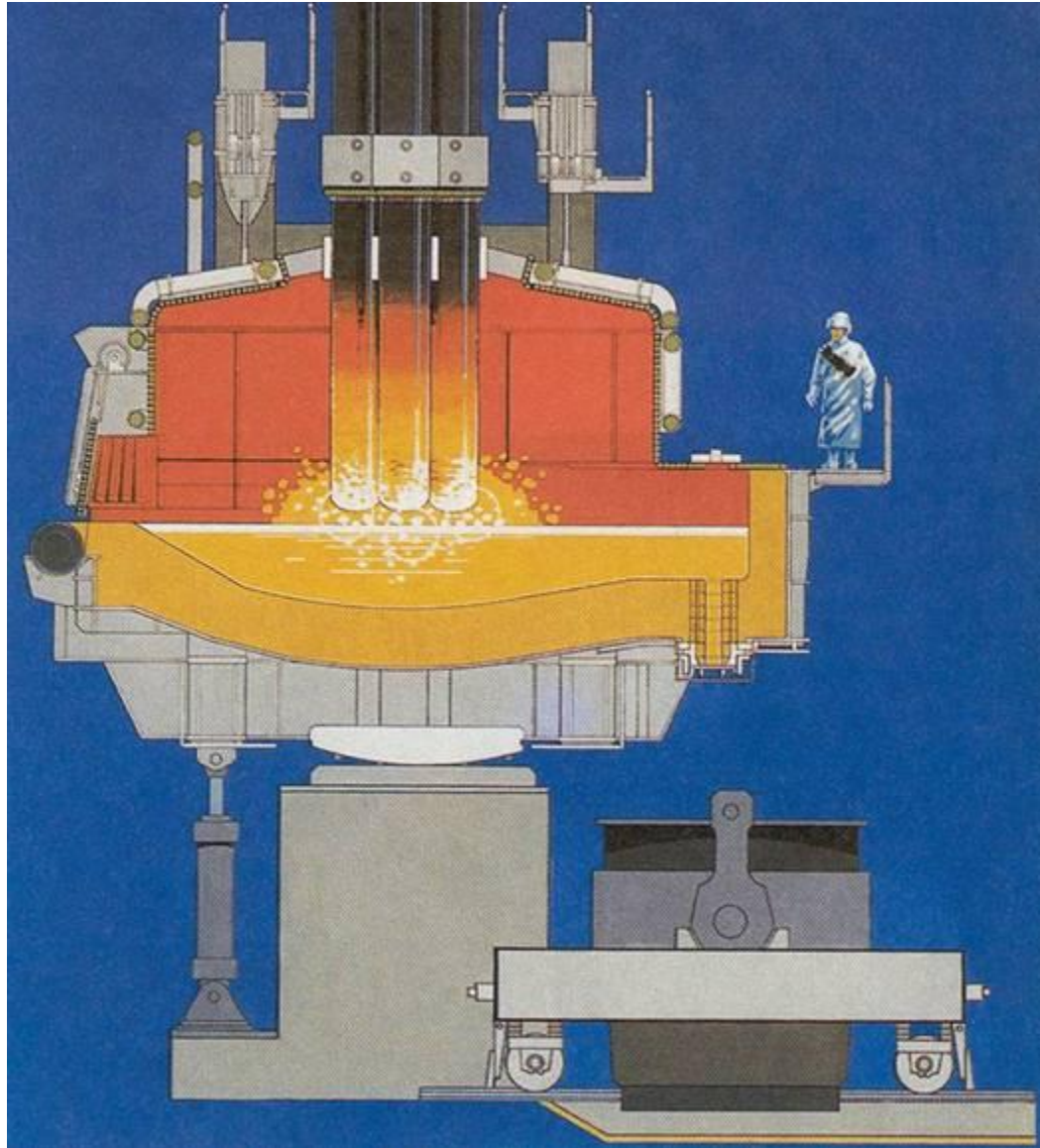


## OTROS TIPOS DE HORNO DE ACERACIÓN



Schematic illustration of types of electric furnaces: (a) direct arc, (b) indirect arc, and (c) induction.

# Horno de arco Eléctrico Directo



Direct Evacuation  
System

Furnace Shell

Graphite Electrodes  
during furnace charging

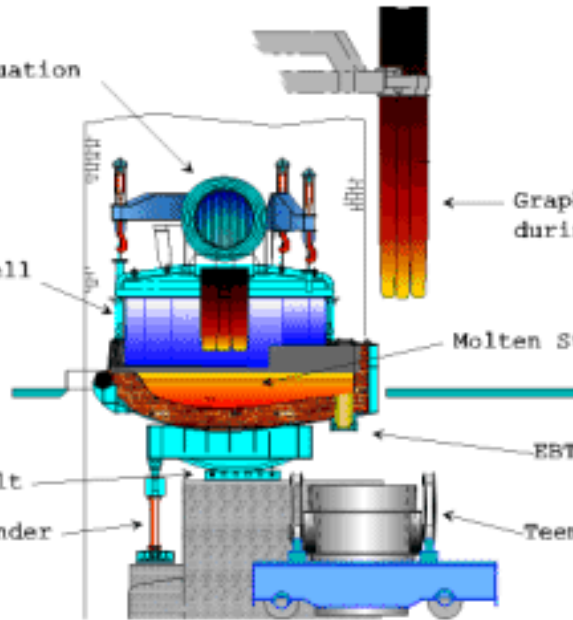
Molten Steel

EST tapping

Rocker Tilt

Tilt Cylinder

Teeming Ladle



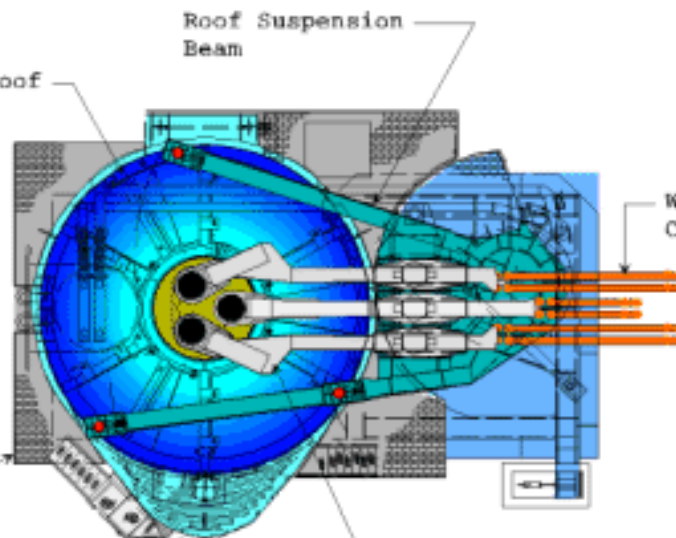
Roof Suspension  
Beam

Water Cooled Roof

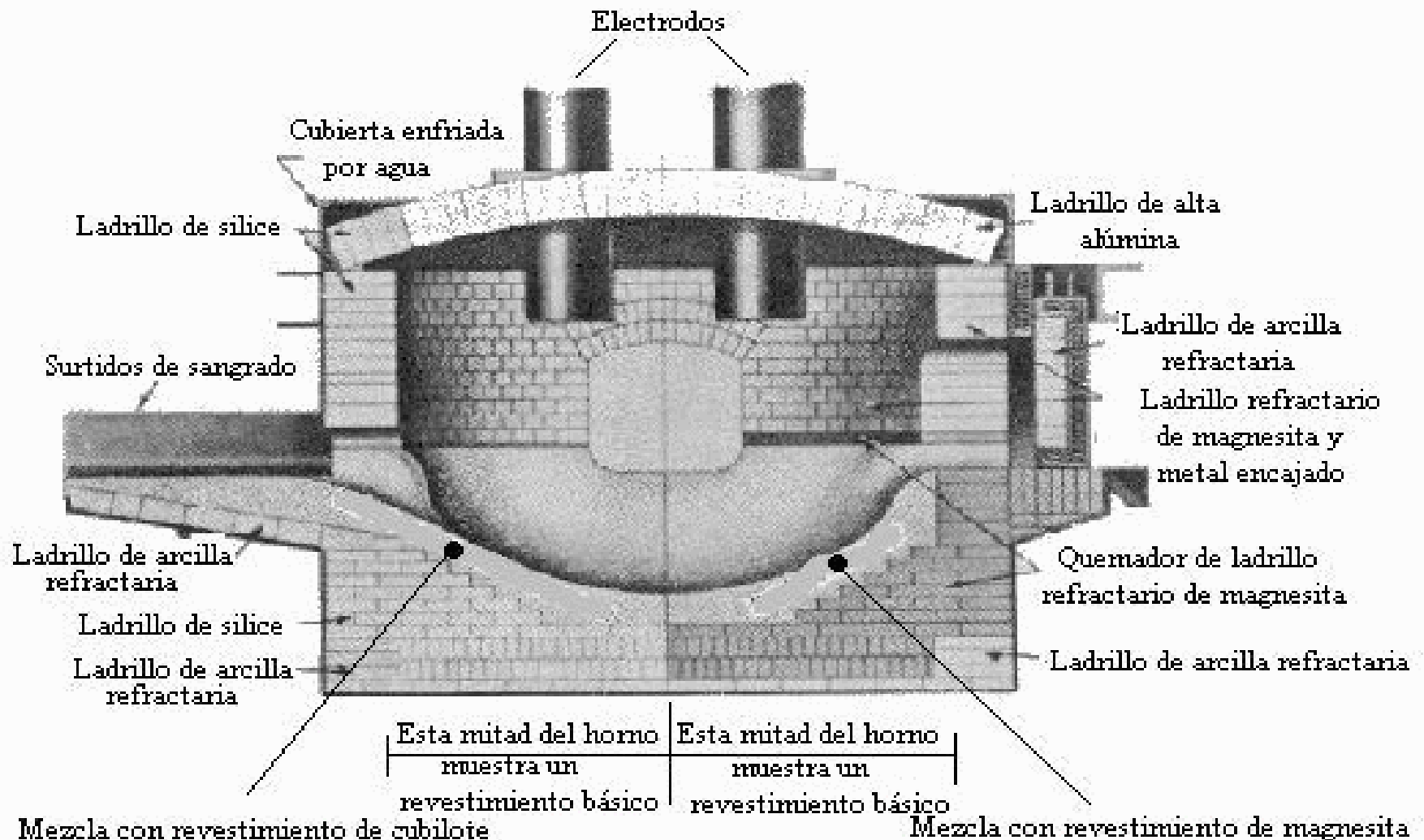
Water Cooled  
Cables

Working Platform

Power Conducting Arms

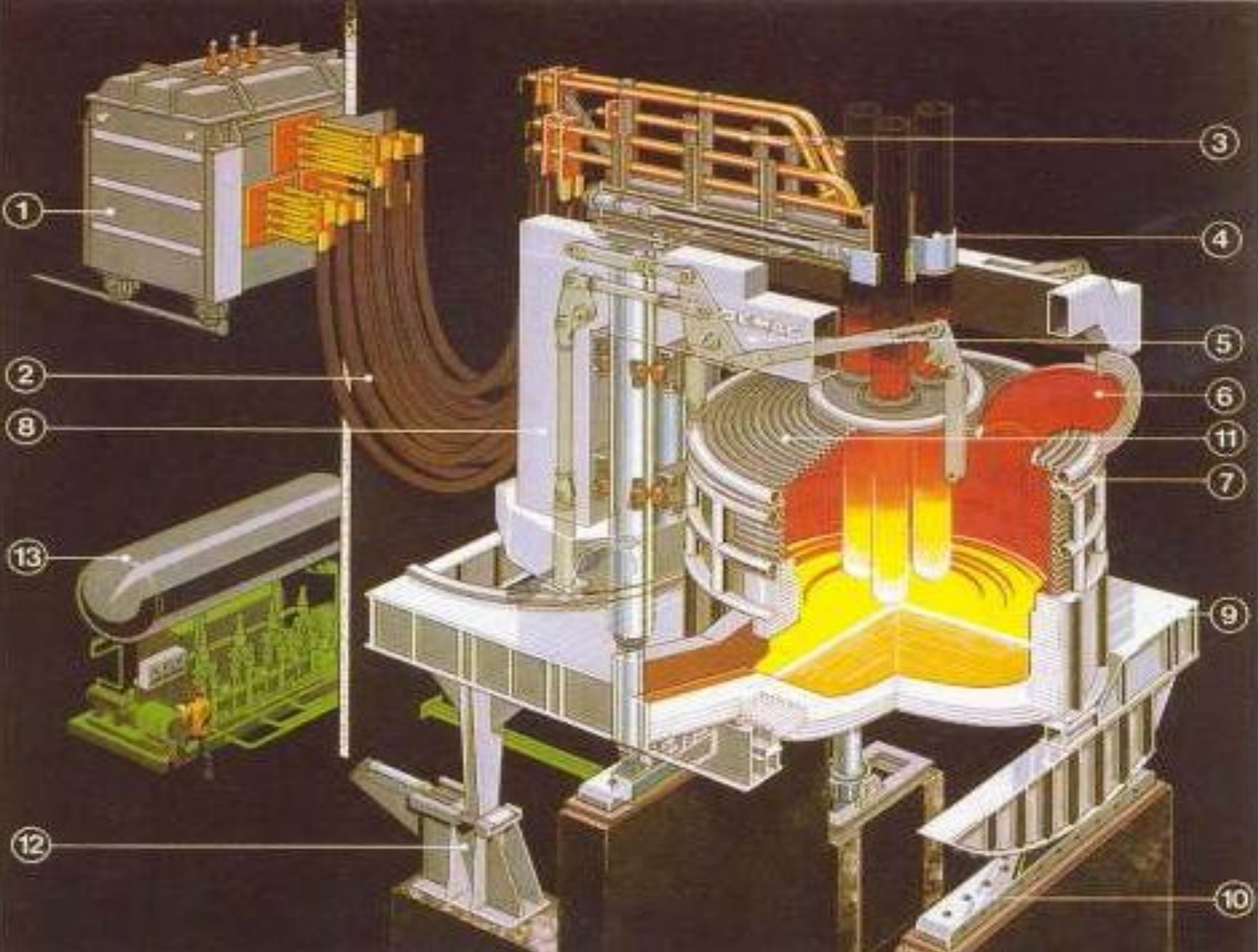


# Horno de arco eléctrico trifásico

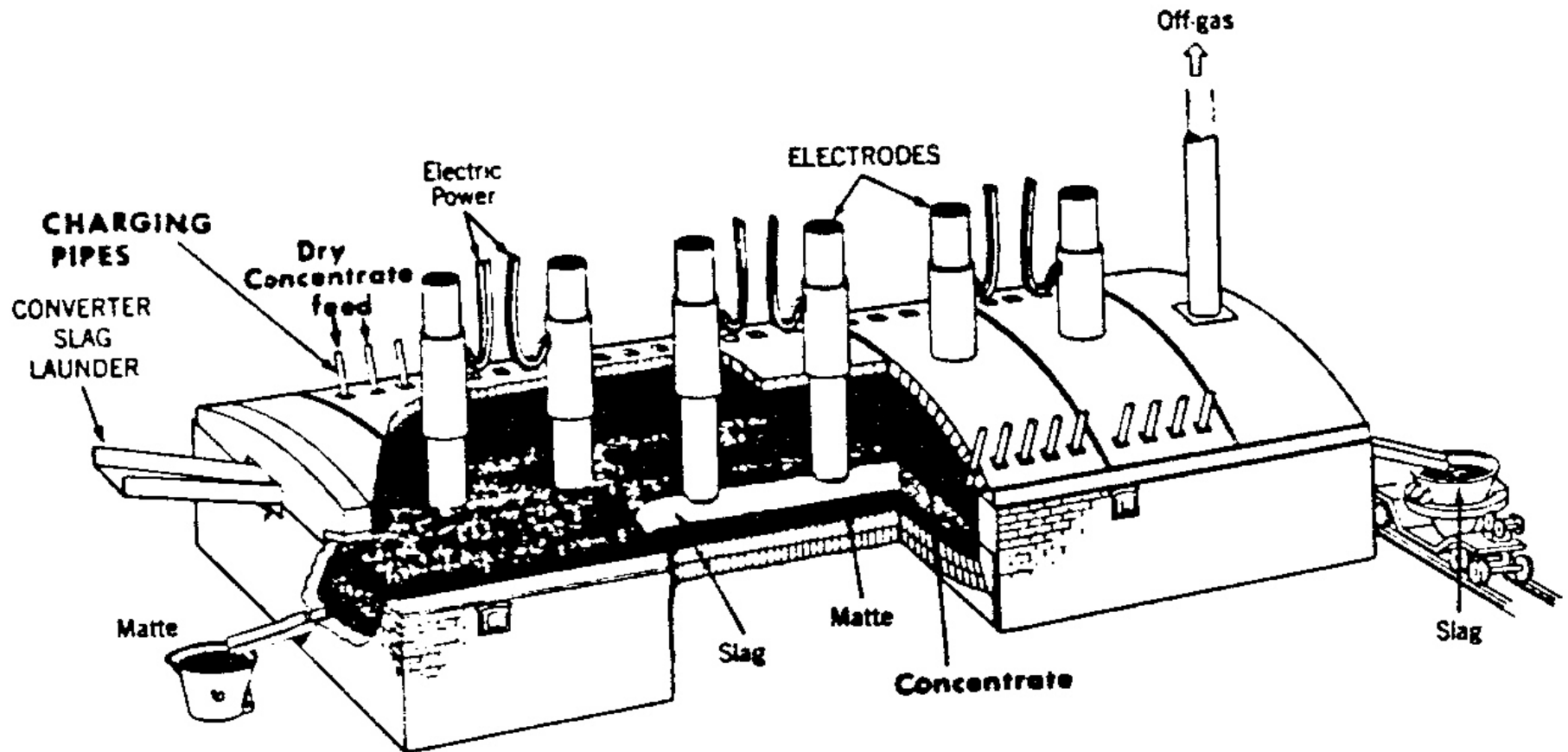


*Dibujo de corte de un horno eléctrico con revestimientos tipo ácido y básico*





# Horno eléctrico cerrado de arco







# Horno de inducción de alta frecuencia

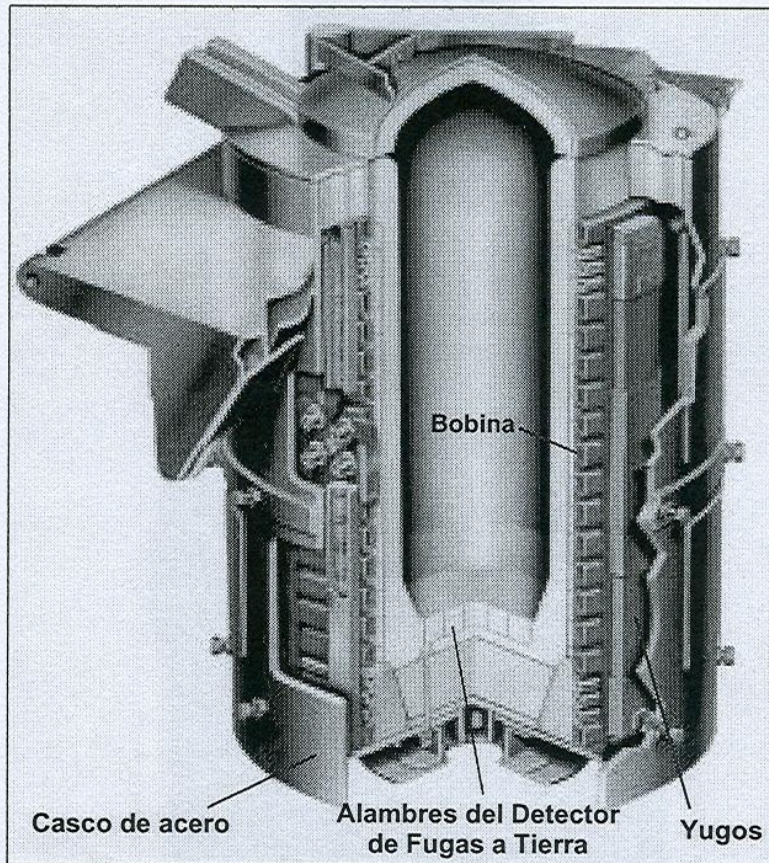


Fig. 1 Esta sección transversal muestra la estructura básica del horno de inducción sin núcleo—la poderosa corriente eléctrica que recibe la bobina de cobre crea un campo magnético, el cual atraviesa el revestimiento refractario para fundir el material de carga dentro del horno. El flujo de agua a través de la bobina previene a esta de un sobrecalentamiento.

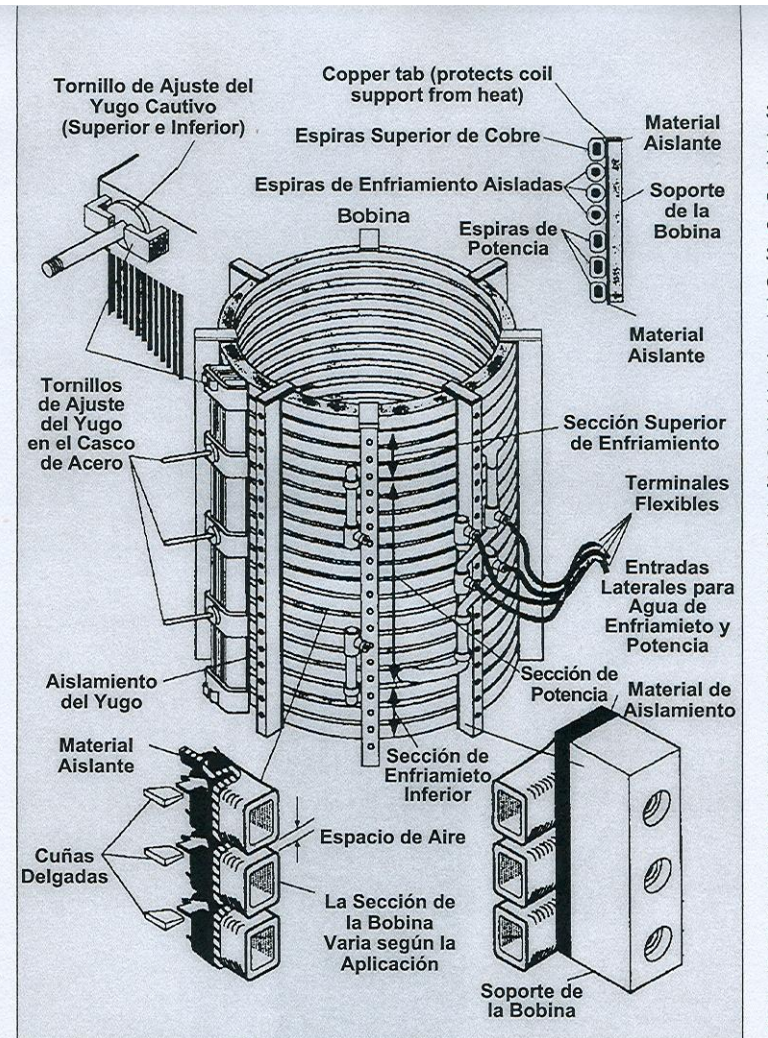
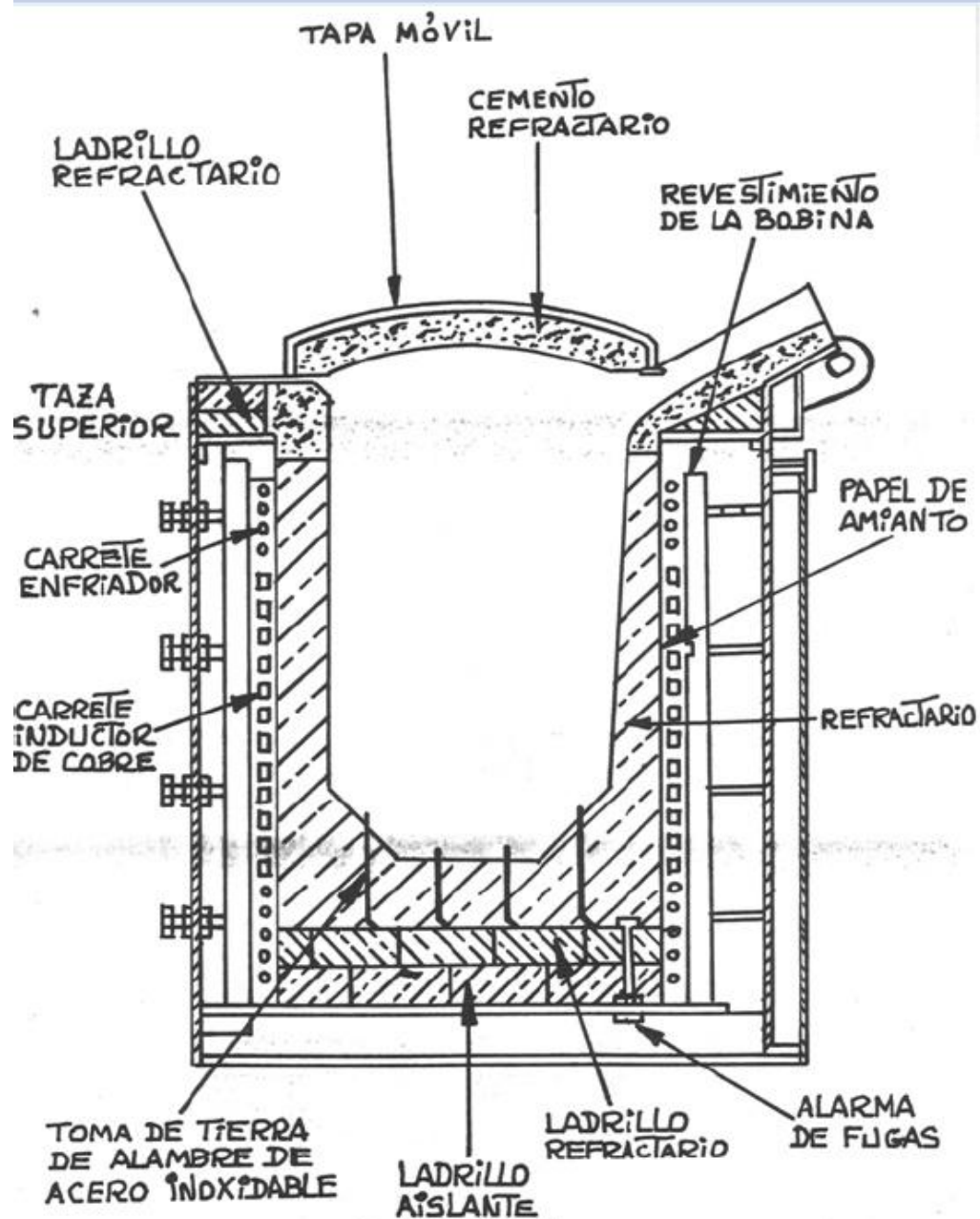


Fig.2 Las bobinas deberán inspeccionarse mensualmente buscando señales de arqueamiento, sobrecalentamiento o decoloración.

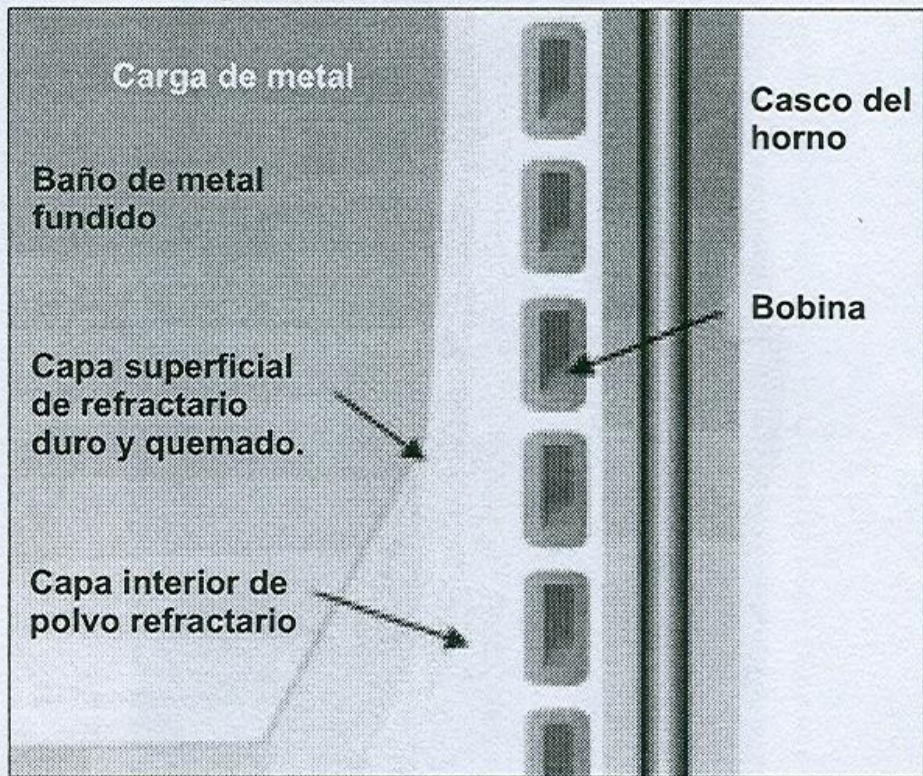




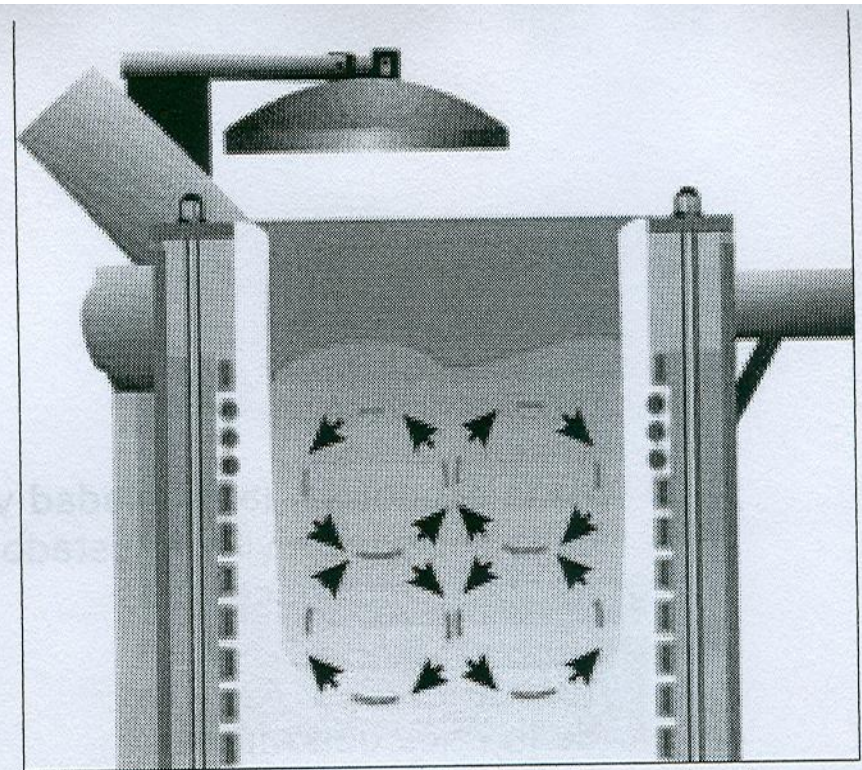


**Esquema de horno de inducción.**



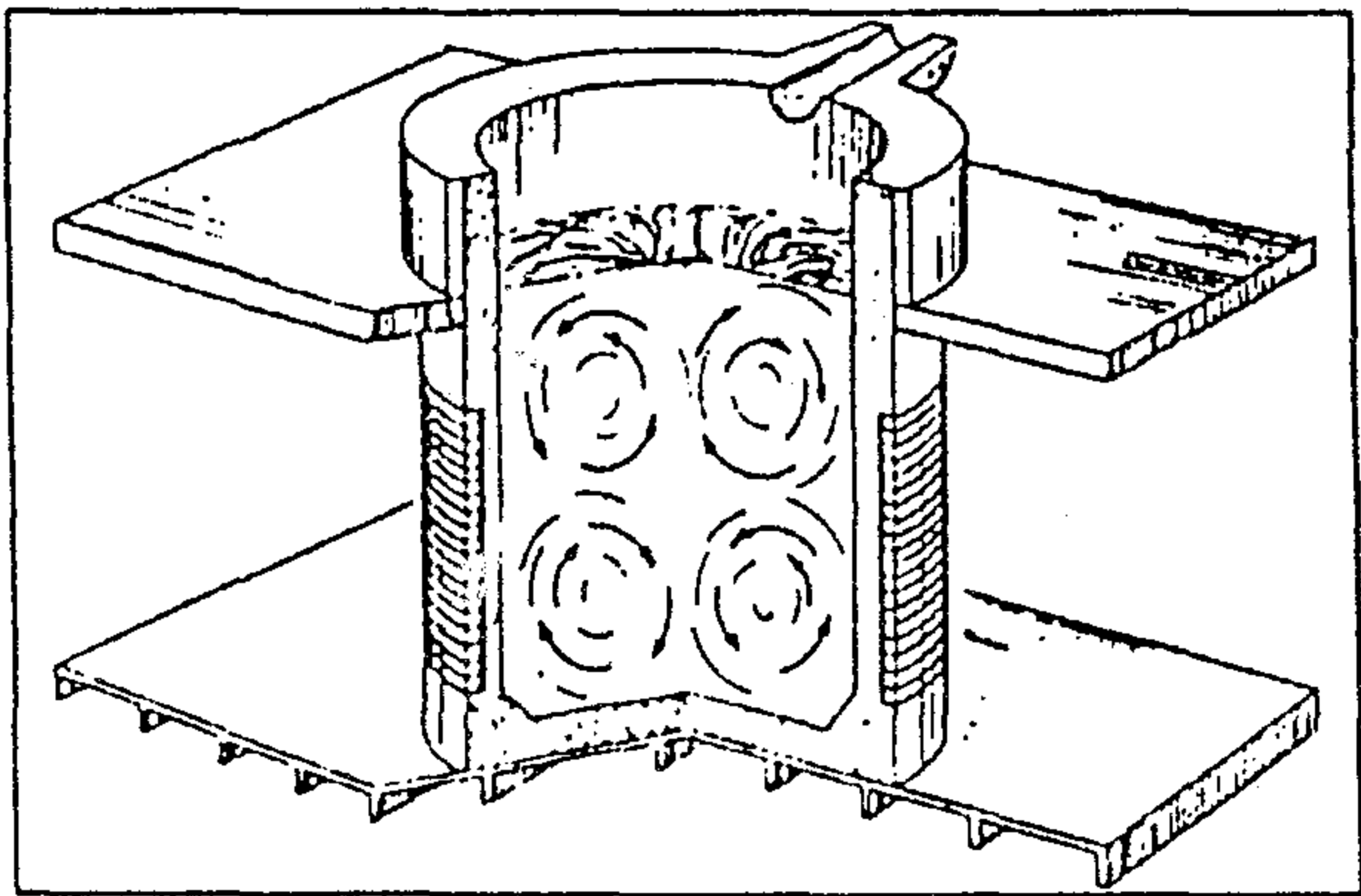


*Fig. 3 Esta sección transversal muestra la función del revestimiento refractario en la fusión por inducción—para permitir una fusión eficiente de la carga mientras esta protege totalmente a la bobina y previniendo de un derrame de metal no controlado.*



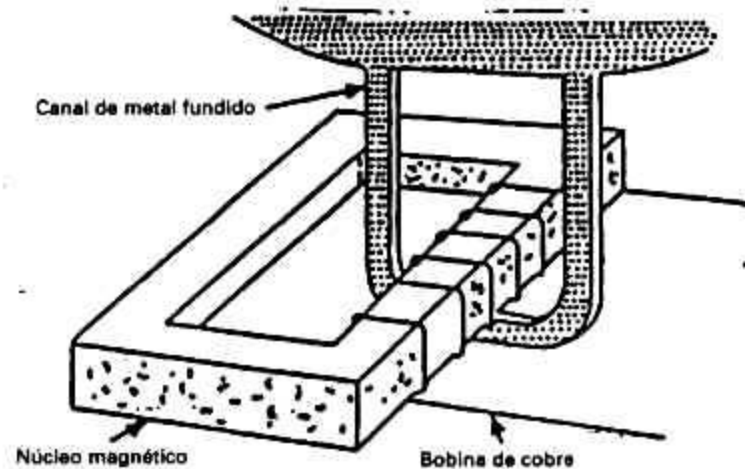
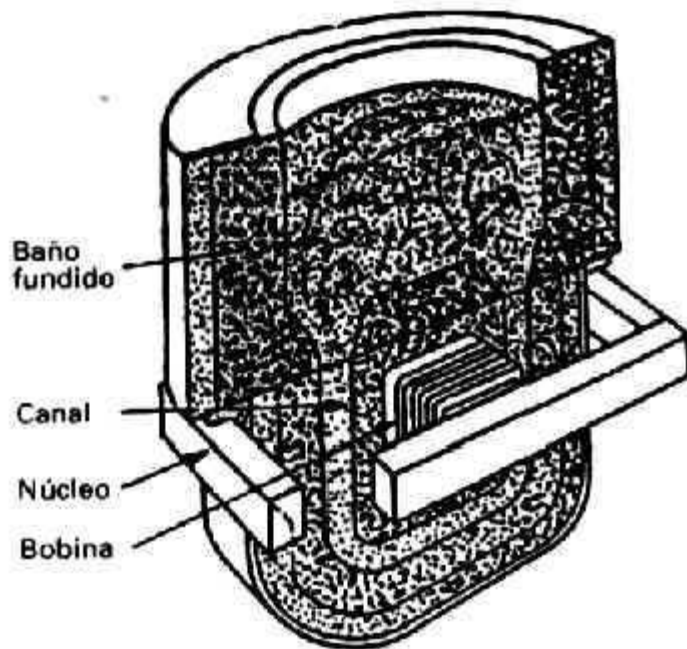
*Fig. 4 La agitación inductiva del baño de metal es la causa principal "normal" de desgaste del revestimiento, el cual es mas frecuentemente visto en la interfase del metal/escoria, donde las paredes se juntan con el piso y en los puntos delgados causados por un pobre procedimiento de instalación.*

**Esquema del medio por el cual el campo electromagnético levita el metal y el mecanismo por el cual se forma el autocrisol en la base del crisol. La agitación electromagnética proporciona una temperatura y composición uniformes.**

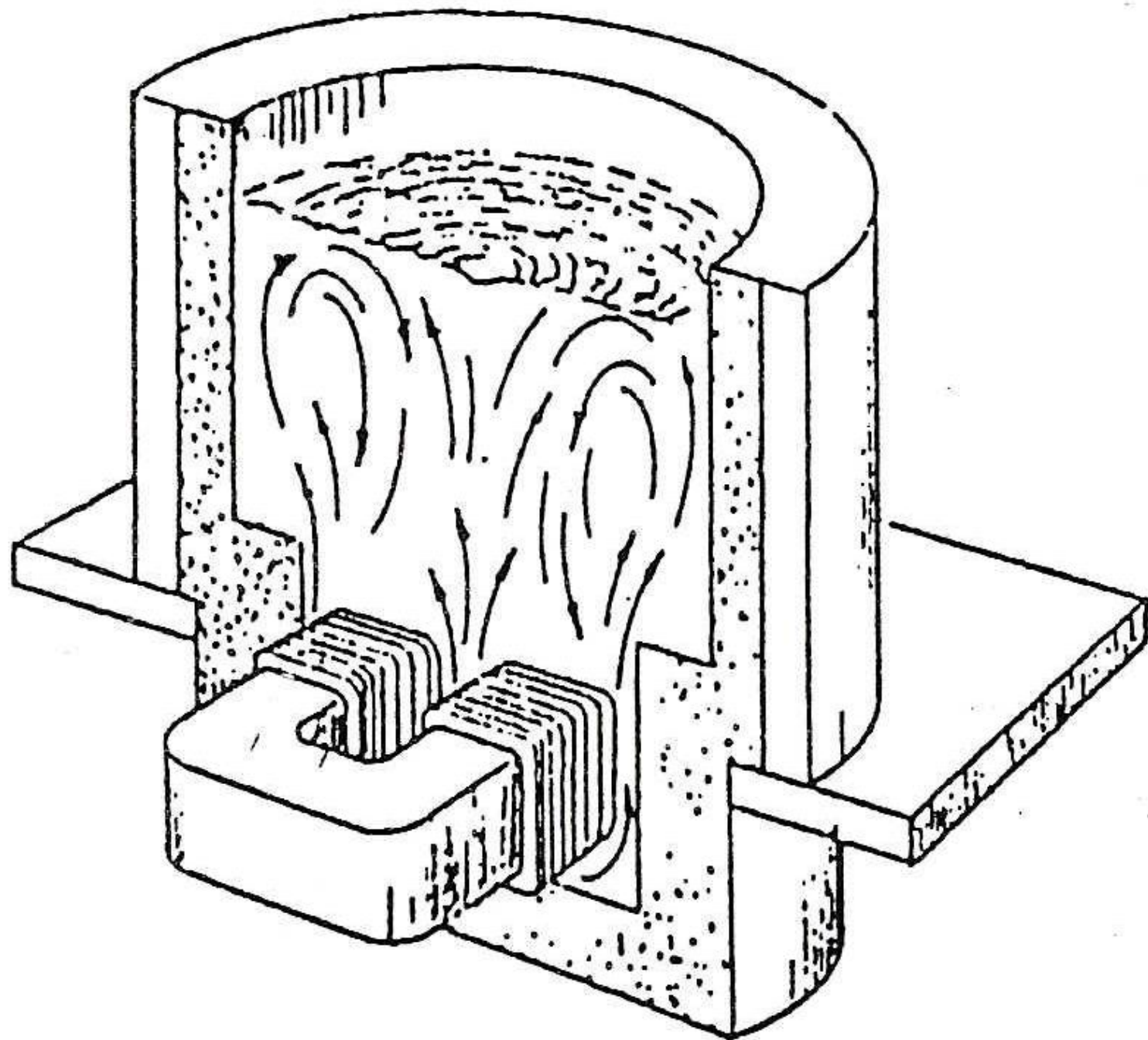


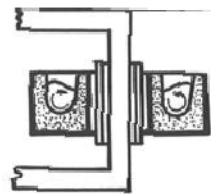
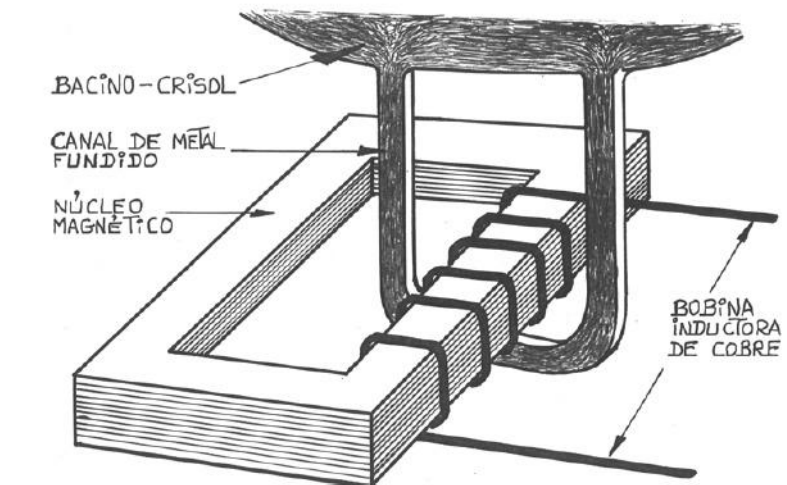


# Horno eléctrico de baja frecuencia

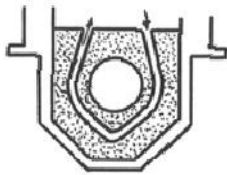




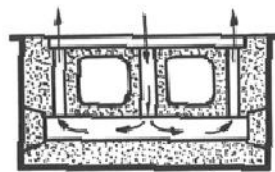




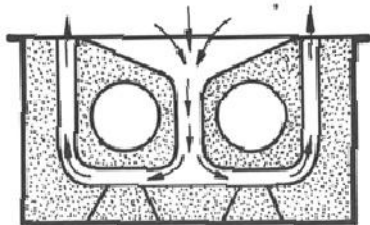
KJELLIN 1890



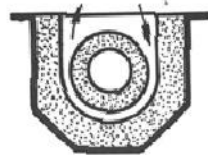
WYATT 1917



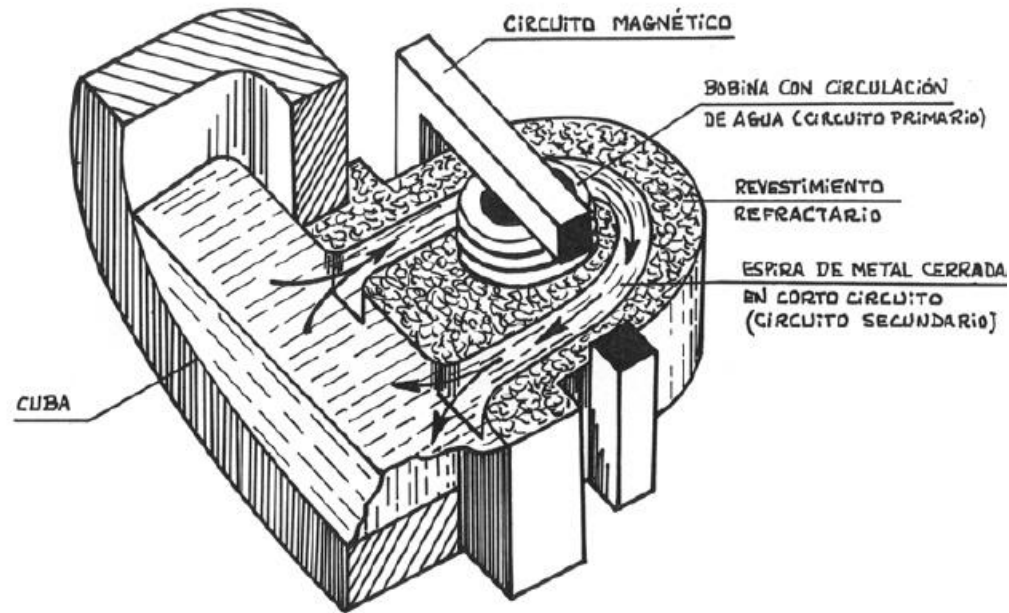
TAMA Sr 1942



FLUIDO UNIDIRECCIONAL TAMA Jr. 1965



INDUCTOR HIERRO DESPLAZADO 1980



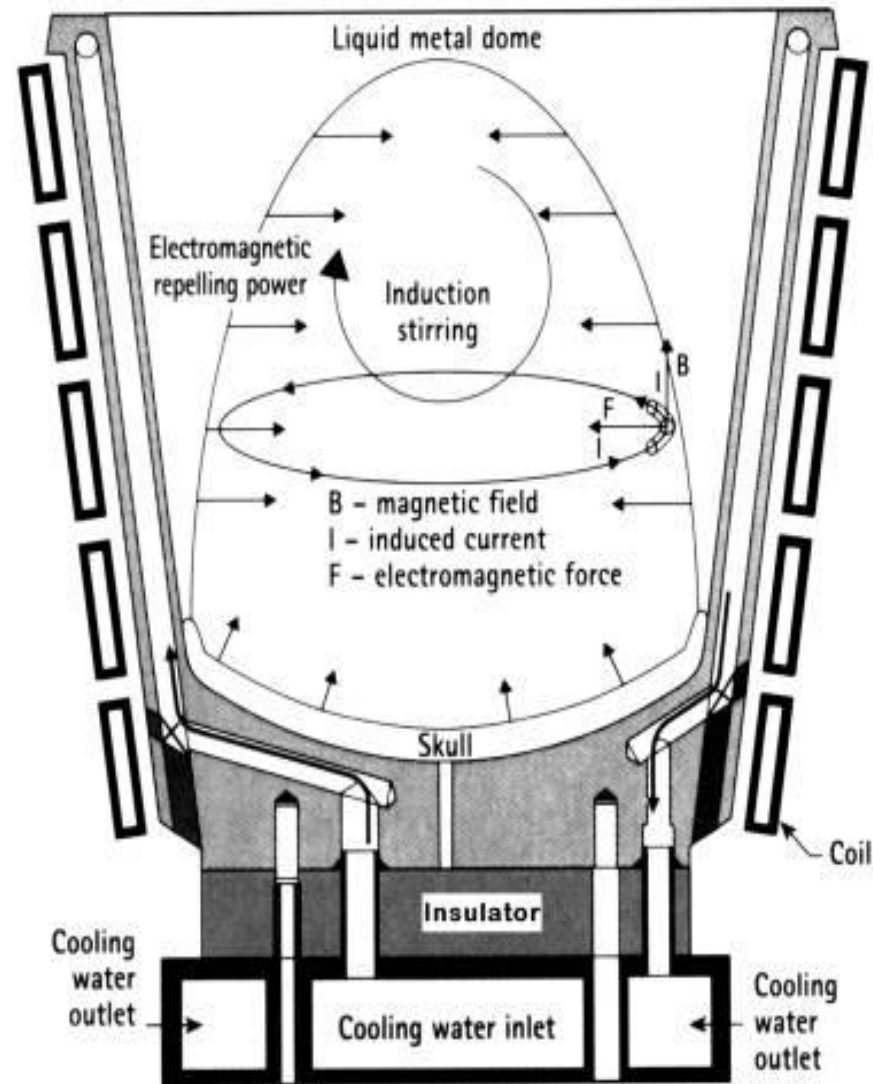
**Esquema idealizado de principio del inductor**

# Incometal: Horno de Inducción

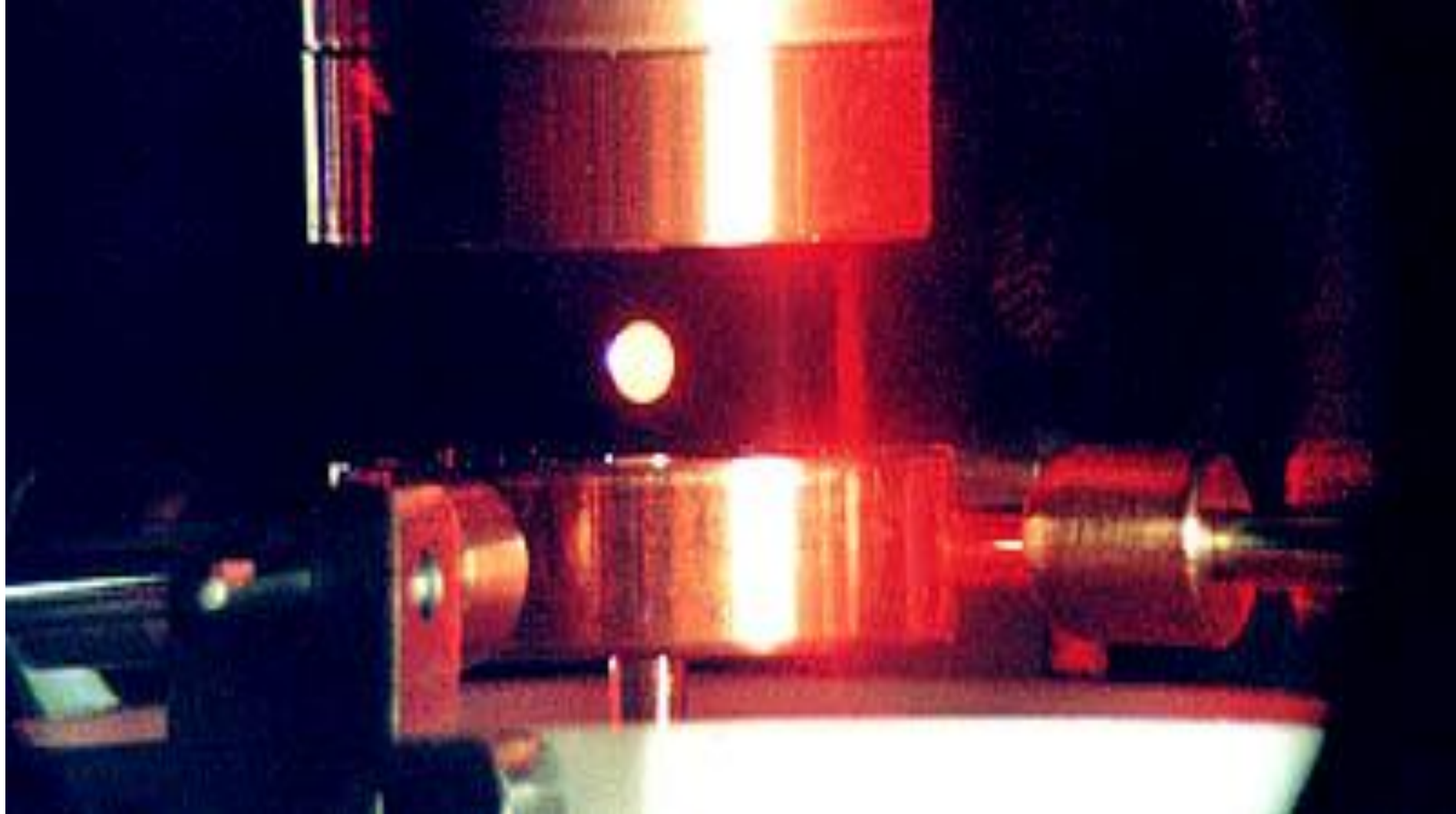




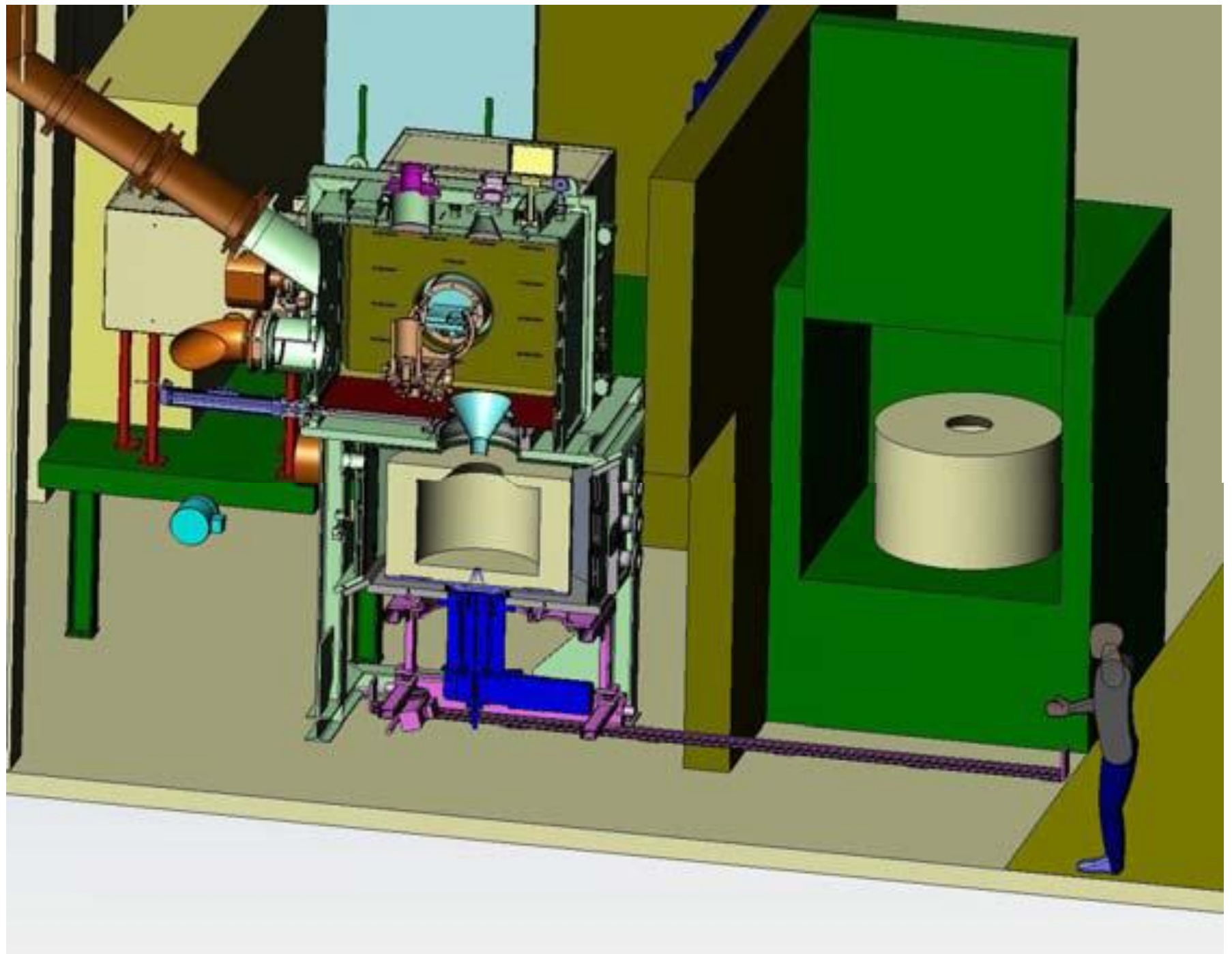
Esquema del medio por el cual el campo electromagnético levita el metal y el mecanismo por el cual se forma el autocrisol en la base del crisol. La agitación electromagnética proporciona una temperatura y composición uniformes.







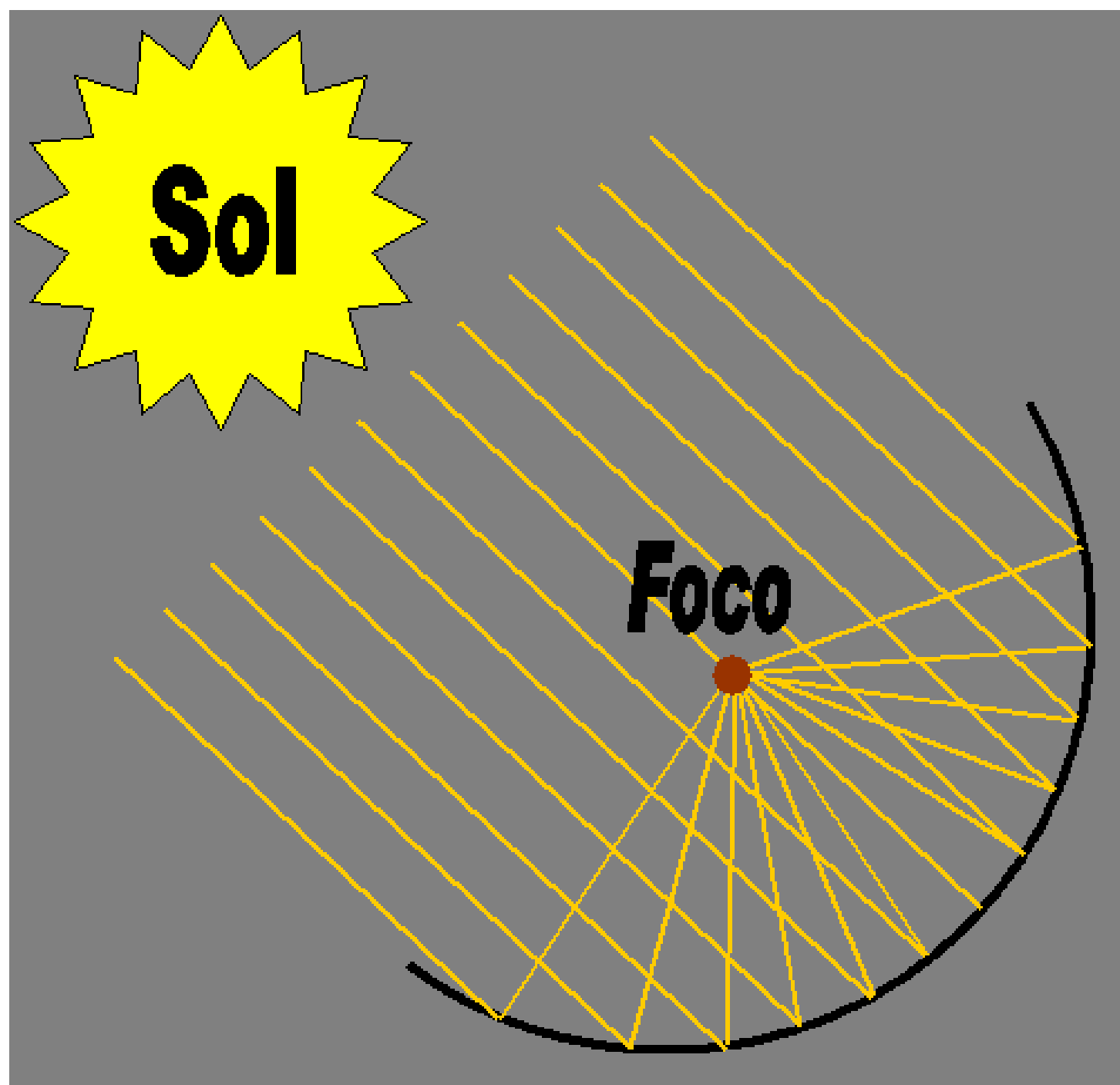
**Una gota de titanio-aluminio, calentada hasta su incandescencia, flota entre placas cargadas de electricidad y dentro de la cámara al vacío del Levitador Electrostático.**



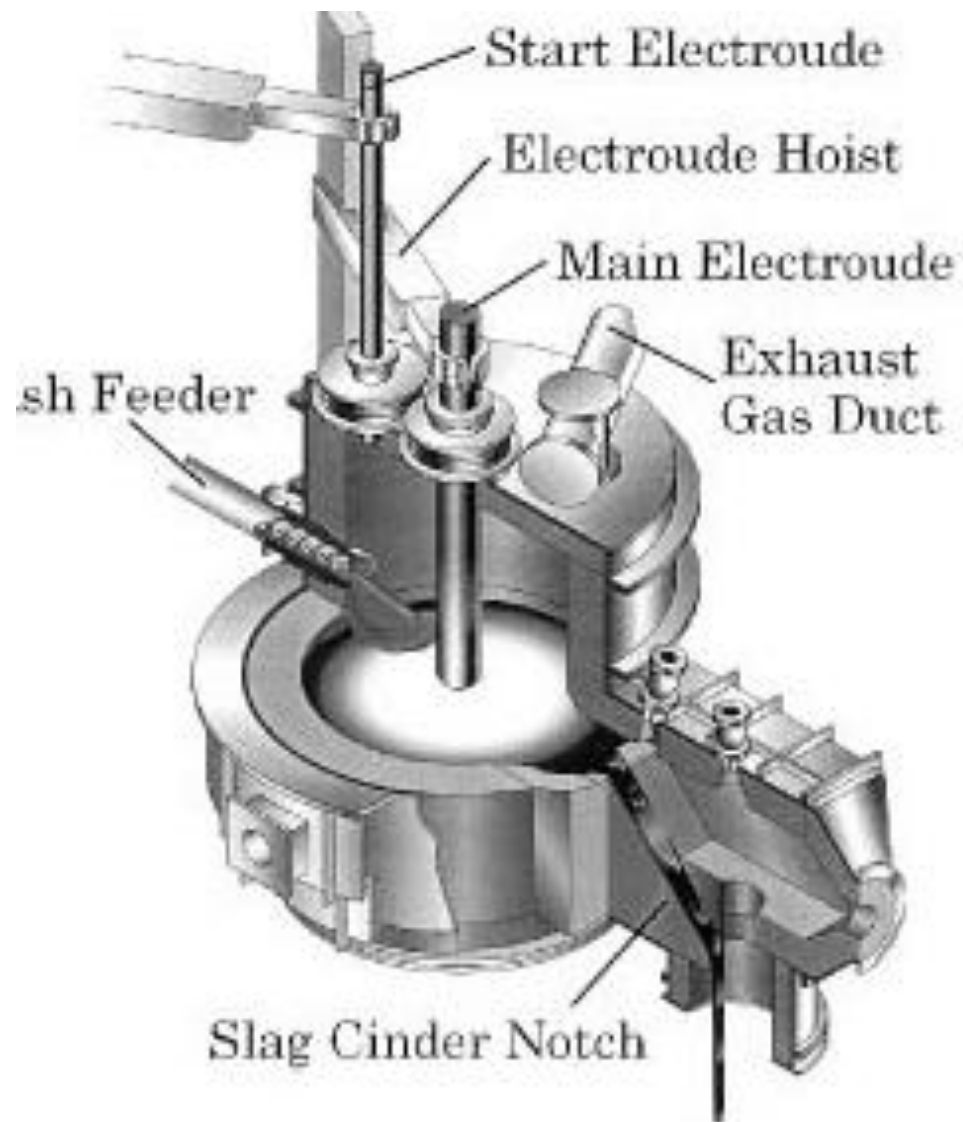


### 33. Solar Furnace (Odeillo, France)









**Horno de fusión por plasma**