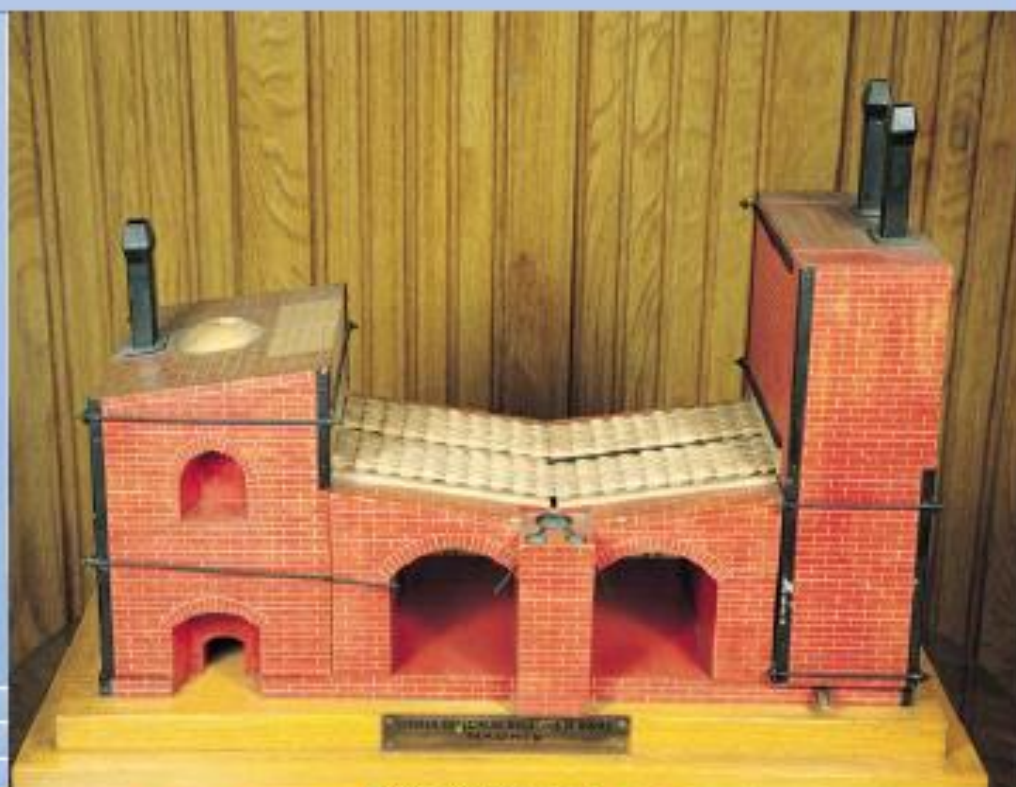


La colección de maquetas históricas de la ETSIME

Adolfo Núñez
Fernández

2020



AMIGOS DEL MUSEO HISTÓRICO MINERO
DON FELIPE DE BORBÓN Y GRECIA

www.amsuminas.com



LA COLECCIÓN DE MAQUETAS HISTÓRICO-MINERAS DE LA ETSIME

Historia de la tecnología minera de España a través de las maquetas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía de la Universidad Politécnica de Madrid.

Por

Adolfo Núñez Fernández

Profesor de dicha Escuela fallecido en 2018.

Presentación

Mi amigo y colega Adolfo Núñez falleció en 2019 dejando prácticamente terminada la que había sido su ilusión en los últimos 6 años: completar la clasificación, reordenación e historia de la importante colección de maquetas de la ETSIME. Tristemente falleció sin poder ver terminada su obra, ordenado, riguroso y meticulado como era. Sin embargo, nos dejó varios ficheros con los resultados parciales de su investigación, que hemos intentado organizar y redactar, respetando en lo posible la estructura e ideas originales de Adolfo, para poder dar vida a esta publicación.

Los primeros documentos son de 2008, en los cuales colaboré con Adolfo facilitándole un equipo de becarios, accesos a las dependencias de la Escuela, así como todo lo que yo hubiera podido conocer sobre las maquetas, pero ya fue él hasta 2019 el que lideró y continuó las investigaciones, documentándose, buscando, restaurando y elaborando esta breve obra que os presentamos.

Hoy, las técnicas de representación 3D y la realidad aumentada, han dejado esta colección de maquetas en objetos históricos y Adolfo no dudó en sumarse desde el principio al proyecto de la Asociación de



Amigos del Museo Histórico Minero, que presido, para rescatarla y ordenarla, destacando como uno de sus más activos colaboradores. Por eso me congratula hoy presentar esta obra que resume su trabajo y que revaloriza de manera casi definitiva la importante colección de maquetas histórico-mineras que posee el Museo, quizás la más importante de España.

Por desgracia, no podemos ver esta colección al completo en el espacio que merece, pues a los atávicos problemas de espacio expositivo del Museo, se ha unido la situación de pandemia de los últimos meses. Pero estoy seguro de que Adolfo, y todos los lectores, estarán orgullosos de poder leer y consultar esta obra que, por motivos de mayor facilidad y difusión, hemos decidido “colgar” en nuestra

web www.amuminas.com con acceso libre.

En homenaje a Adolfo, espero que disfruten de la lectura de esta obra, del mismo modo que todos los que de alguna manera colaboramos con él en su elaboración lo hicimos.

Benjamín Calvo Pérez, octubre de 2020.

Presidente de AMUMINAS. Catedrático retirado de la ETSIME de Madrid. Presidente del IGE.

Introducción

La Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas y Energía de Madrid (tradicionalmente conocida como Escuela de Minas) es una de las instituciones universitarias de la Universidad Politécnica de Madrid, que tiene su sede en la calle de Ríos Rosas nº 21 de esta capital. El edificio histórico que alberga en la actualidad la dirección, el claustro universitario, la biblioteca y el Museo de la Escuela es una construcción muy destacada de la arquitectura madrileña, obra del arquitecto Ricardo Velázquez Bosco, al que se deben también otras obras muy singulares, como el Pabellón de Cristal y el Palacio de Velázquez de El Retiro, o el Ministerio de Fomento (antes de Agricultura), en Atocha.



Edificio histórico de la Escuela de Minas y Energía, de Ricardo Velázquez Bosco

Se inauguró dicho edificio en 1893 y es una de las mejores muestras de la arquitectura neoclasicista y ecléctica de finales del siglo XIX. Su distribución es muy racional y adecuada a los fines para los que se construyó (Escuela Superior de Ingeniería de Minas). De planta rectangular, tiene un gran patio de columnas central, alrededor del cual se distribuyen las dependencias. En la planta baja se accede a diversas salas y antiguas aulas, hoy dedicadas a dirección y gestión administrativa de la Escuela. El acceso a la planta superior se hace desde el atrio por una lujosa escalera, que constituye en sí misma un ejemplo de todas las artesanías, tan valoradas por Velázquez Bosco y tan en boga a finales del siglo XIX: hierro de forja, madera, estuco, cristal, alfombras, cerámica, entelados... La planta superior tiene una amplia galería que circunda el patio, desde la que se accede al Museo, a la sala noble del edificio, con paredes recubiertas de cerámicas de Daniel Zuloaga, al Claustro y a las dos bibliotecas, la histórica y la de estudiantes, que primitivamente fue aula de dibujo, con grandes ventanales orientados al norte.

En su conjunto, el edificio histórico de la Escuela de Minas es una joya arquitectónica, declarada monumento histórico artístico de carácter nacional que alberga, además, un patrimonio cultural muy notable. Entre otros muchos bienes merece destacarse la colección de maquetas, interesantes representaciones a escala de numerosos artificios mineros, metalúrgicos o industriales, construidos en diversos países desde finales del siglo XVIII hasta nuestros días.



Patio de columnas del edificio histórico de la Escuela

No pueden dejar de citarse, sin embargo, la excelente colección de minerales, que puede clasificarse sin exageración como una de las mejores de España, por su rareza y su calidad. También los fósiles, las 14 000 piezas que forman la colección más extensa de Europa de osos de las cavernas, la extraordinaria colección de libros antiguos (desde el siglo XVI al XIX), las lámparas de mina, los microscopios y accesorios ópticos, las aves disecadas o la colección de conchas de moluscos, procedentes de diversas donaciones de principios del siglo XX.



Vista de la sala central del Museo

Desafortunadamente, no existe en la Escuela un espacio suficiente para que todas las maquetas puedan mostrarse juntas. El conjunto de maquetas es de 122, y sus tamaños son muy variables, desde ejemplos en miniatura de pocos centímetros hasta simulaciones de grandes instalaciones, que tienen 3x2,5 m y una altura notable. A título de ejemplo, puede citarse la réplica a escala de la plataforma Casablanca,

que sirvió, en su día, para construir la que Repsol tiene instalada en la costa mediterránea, y que adorna el patio central de columnas del edificio histórico.



Patio central con alguna de las mayores maquetas

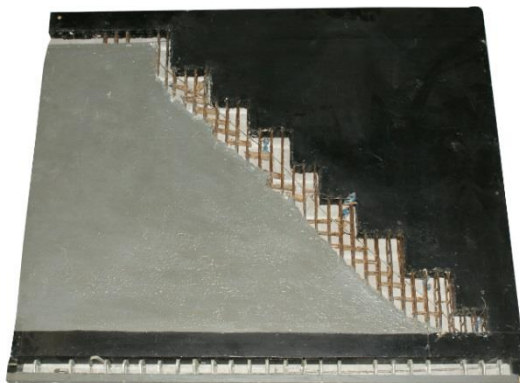
Procedencia y utilidad de las maquetas

Las maquetas de la colección de la Escuela de Minas proceden, en su mayor parte, de numerosas donaciones o compras que se han ido produciendo a lo largo de la extensa vida de la Escuela. Las más antiguas de que se tiene referencia proceden, seguramente, de compras que se hicieron a mediados del siglo XIX a la Escuela de Minas de Freiberg, en Sajonia (Alemania), o a talleres que se encontraban en Darmstadt y en Schemnitz (antiguo reino de Hungría, hoy Banská Štiavnica, en Eslovaquia). Así lo atestiguan diversos carteles en alemán que aún se conservan y también el hecho de que ejemplares idénticos o muy parecidos a estas maquetas, y de la misma procedencia, se encuentran en museos históricos mineros muy acreditados en Europa, como el de la Escuela de Minas de San Petersburgo (Rusia) o el del Instituto Superior de Engenharia de Porto (Portugal). También en el Museo de la Mina de Lousal (Alentejo, Portugal), entre otros.

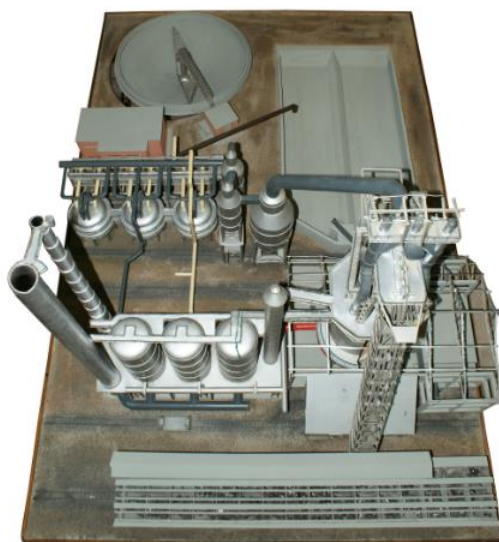
A lo largo del siglo XIX, muchas instalaciones mineras y metalúrgicas hicieron donación de maquetas de sus hornos, maquinarias y mecanismos a la Escuela. Téngase en cuenta que hasta 1970, es decir, hasta fecha relativamente reciente, la Escuela de Minas, como todas las Escuelas Especiales, dependía del Ministerio correspondiente, en este caso el Ministerio de Industria (Dirección General de Minas). Por tal motivo, existía una vinculación muy estrecha entre las empresas e instalaciones mineras y la Escuela, y las primeras enviaban, por decisión propia o por requerimiento administrativo, ejemplos de minerales, lámparas de mina, maquetas y utensilios a la segunda.

Existen evidencias de que durante la segunda mitad del siglo XX se construyeron muchas maquetas para fines esencialmente didácticos. Así, los numerosos modelos de explotaciones mineras de carbón en interior, obra del maestro de laboratorio "D, Higinio". También se obtuvieron tres maquetas muy grandes del antiguo Museo del INI, que tenía su sede en la plaza del Marqués de Salamanca, en Madrid. Son de reseñar por su tamaño y perfección, el gran modelo en el que se agrupan varias formas de

explotación de capas de carbón, que fue construida por HUNOSA, o la excelente réplica de la Central Térmica de Teruel, obra de la Empresa Nacional de Electricidad.



Fragmento de la maqueta de HUNOSA. Explotación de carbón por testeros



Fragmento silueteado de la central térmica de ENDESA

Se ha hecho una investigación muy detallada de la posible procedencia de todas las maquetas, pero no en todos los casos se ha podido llegar a conocer su origen. En conjunto, se dispone de un listado, que publicamos en esta obra, en la que cada maqueta tiene una ficha con la información recogida. Se indica en ella el nombre del mecanismo o instalación, su procedencia, la utilidad del proceso que representa, su tamaño, sus características, el material de que está construida, ejemplos de localizaciones y su ubicación (mediante tres cifras que indican Edificio, Planta y Zona). Se citan las fuentes de información consultadas y se añade un pequeño glosario de términos minero-metalúrgicos. Un trabajo extenso, minucioso y nada fácil, que fue realizado por becarios de la Escuela en los años 2008 y 2009, bajo la dirección del profesor D. Adolfo Núñez Fernández.

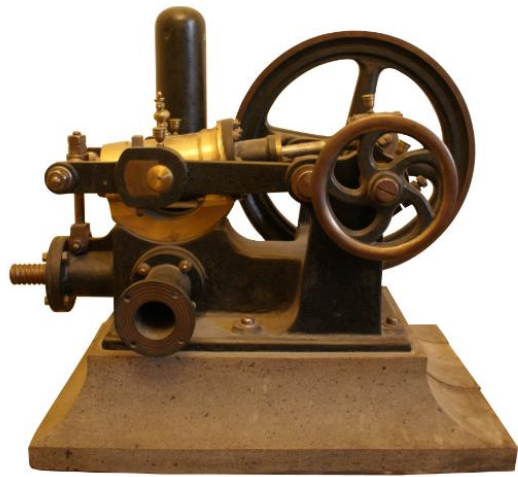
La utilidad de las maquetas ha sido, fundamentalmente, didáctica. Sin embargo, desde los años 60 del pasado siglo han tenido sobre todo un valor ornamental. En dicha época, casi todas ellas estaban agrupadas en el patio de columnas del edificio histórico, como exhibición para visitantes. Desde entonces, y debido al crecimiento del número de alumnos de la Escuela y a las necesidades crecientes de espacio, han sido arrumbadas durante muchos años, maltratadas, amontonadas en sótanos y, en los últimos veinte años, poco a poco, recuperadas y restauradas, colocándolas en diversos puntos de la Escuela, previa su limpieza, protección e identificación. Hoy son objetos histórico-científicos de extraordinario valor, pues cuentan de una manera muy ilustrativa la historia de la tecnología minera en España y, probablemente sea la mejor y más completa colección de maquetas de este género en nuestro país.

Los tipos de maquetas, los materiales, las dimensiones

Convencionalmente se han clasificado las maquetas de la Escuela de Minas por las ramas de actividad en las que principalmente se encuadran los procesos que representan. La mayor parte de las maquetas se refieren a instrumentos o instalaciones empleados en la prospección, explotación, transformación y refinado de las materias primas minerales, es decir, a Geología, Minería, Mineralurgia y Metalurgia. También hay maquetas de motores de muchos tipos, turbinas, álabes, mecanismos e instalaciones industriales.



Explotación minera subterránea por el método de "cámaras y pilares"



Motor "Schmidt" de cilindro oscilante.

No se conservan, o no han existido nunca, maquetas de procesos energéticos, generadores y motores eléctricos, sistemas de generación y transporte, etc. Ello es sorprendente, porque la energía eléctrica ha tenido un desarrollo muy importante en la Escuela desde principios del siglo XX.



José María de Madariaga. Director de la Escuela a principios del XX y gran impulsor de la electrotecnia en España.

Sin embargo, existe una muy interesante colección de equipos e instrumentos antiguos (no a escala, sino reales) que fueron utilizados en la docencia a lo largo del siglo XX. Igualmente hay una colección muy notable de aparatos topográficos (teodolitos, taquímetros, miras, brújulas, niveles...), de instrumental químico antiguo (crisoles, pipetas, buretas, mecheros...) y de instrumentos ópticos (microscopios, goniómetros, lupas...). No se ha hecho todavía, y sería una importante aportación al conocimiento del patrimonio cultural de la Escuela de Minas, un inventario completo del instrumental científico y técnico que poseen los distintos laboratorios y departamentos.

En concreto, la clasificación de las maquetas existentes es la siguiente:

- Geología, mapas geológicos en relieve, cortes de fallas y pliegues: 10
- Explotación de minas y petróleo: 29
- Mineralurgia. Procesos de concentración mineral: 9
- Metalurgia extractiva y química para obtención de metales: 53
- Motores, turbinas y accionamientos: 21

Formarían parte del conjunto de maquetas algunas más de las que relacionamos aquí, que no se han fotografiado ni estudiado, bien por estar en mal estado, incompletas o sin documentación o bien por estar ya estudiadas en otros ámbitos (como la mina experimental “Marcelo Jorissen” o el castillete del “Pozo Mirador” en El Centenillo, Jaén, ambas en el patio de la ETSIME). Los materiales empleados en la fabricación de las maquetas son muy variados: en las más antiguas, la madera es dominante. Posteriormente, se usó latón, bronce, acero, hierro fundido y de forja, papel, cartón, plásticos, yeso y otros materiales.



Maqueta metalúrgica de un convertidor “Parrot” para cobre

En cuanto a los tamaños, como ya se ha indicado, se dispone de ejemplares muy pequeños. Las escalas son muy variables. Por ejemplo, hornos y convertidores para fabricación de acero y de cobre, de tan sólo 20 o 30 cm de largo. Las maquetas mayores, con dimensiones de 4,5x3 m y hasta 4 m de altura, corresponden a los pozos de extracción petrolífera que se pueden ver en el patio de columnas del edificio histórico, a las explotaciones mineras de HUNOSA, a las que ya se ha hecho mención (440x167x124 cm) y la central térmica de Teruel (200x273x223 cm).

Las maquetas geológicas.

Las 10 maquetas geológicas representan, en general, diversos sistemas de fallas y pliegues, para mejor comprensión por los estudiantes de los fenómenos tectónicos. También hay dos mapas geológicos en relieve, de gran valor didáctico y cuidada elaboración. No se conoce con exactitud la fecha de construcción de los bloques diagramas, de carácter evidentemente didáctico, pero se puede asegurar que es anterior a 1877, porque en el libro del primer centenario de la Escuela de Minas, que se publicó en ese año, ya se citan.

1. Modelo de plegamiento basado en la estructura de los Alpes

Modelos estructurales diseñados por Marcel Bertrand (1847-1907), profesor de la Escuela de Minas de París, y fabricados por la casa Krantz en Bonn (Alemania) a finales del siglo XIX. Basados en la estructura de los Alpes, esquematizan la formación de una cadena montañosa relacionando morfología y estructura, según los principios de la tectónica moderna, lo cual supone una apreciable innovación para la época.

En la maqueta pueden observarse pliegues recumbentes (tumbados), autóctonos (todavía no han llegado a separarse de sus raíces, ni a desplazarse), afectados por esfuerzos compresivos, actuando sobre materiales de distinta competencia.

La franja verde oscura corresponde al Cretácico. Se corresponde con materiales resistentes que se deforman, originando pliegues bastante acusados.

La franja de color marrón corresponde al Triásico, con materiales menos resistentes a la deformación.



MAQUETA: Modelo de plegamiento basado en la estructura de los Alpes.

DIMENSIONES: 22x100x12 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

UBICACIÓN: M2.DSCO.5186.

AREA DE CONOCIMIENTO: Geología.

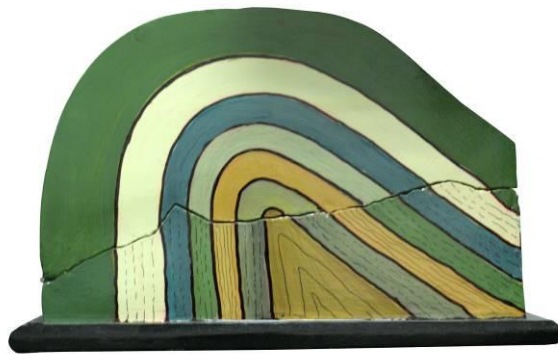
CARACTERISTICAS: Deformación plástica.

2. *Pliegue anticlinal asimétrico*

La maqueta representa un pliegue convexo hacia arriba, donde el plano axial es inclinado, y ambos flancos se inclinan en direcciones opuestas pero con ángulos diferentes.

En un pliegue anticlinal. La edad de los estratos que lo forman decrece desde el núcleo hacia la periferia.

Maqueta desmontable para poder observar cómo se disponen los estratos en el terreno después de la erosión.



MAQUETA: Pliegue Anticlinal Asimétrico.

DIMENSIONES: 26x36x11 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

UBICACIÓN: M2.DSCO.5191.

AREA DE CONOCIMIENTO: Geología.

CARACTERISTICAS:

Deformación plástica.

3. Conjunto de pliegues

La maqueta representa un conjunto de pliegues; un anticlinal simétrico (izquierda) y otros dos asimétricos volcados (sinclinal y anticlinal), asociados a empujes orogénicos con componente principal en sentido oeste.

Maqueta desmontable para poder observar cómo se disponen los estratos en el terreno después de la erosión.



MAQUETA: Conjunto de pliegues.

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

UBICACIÓN: M2.DSCO.5273.

AREA DE CONOCIMIENTO: Geología.

CARACTERISTICAS:

Deformación plástica.

4. Pliegue monoclinal

Los pliegues monoclinales son consecuencia de desplazamientos verticales.

La hipótesis con mayor aceptación establece que estos pliegues son consecuencia del movimiento en fallas casi verticales, que afectan a rocas del basamento situadas en zonas profundas cuyo desplazamiento afecta a los estratos superiores relativamente flexibles.

Flexura de un solo flanco en los estratos. Los estratos suelen ser planos o con buzamientos muy suaves a ambos lados del pliegue monoclinal.



MAQUETA: Pliegue monoclinal.

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

UBICACIÓN: M2.DSCO.5197.

AREA DE CONOCIMIENTO: Geología.

CARACTERISTICAS:

Deformación plástica.

5. Domo

Pliegue simétrico levantado, en el que todos los estratos buzan hacia fuera desde el punto central. Se trata de una estructura anticlinal con hundimiento en todas las direcciones.



MAQUETA: Domo.

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

UBICACIÓN: M2.DSCO.5198.

AREA DE CONOCIMIENTO: Geología.

CARACTERISTICAS:

Deformación plástica.

6. Falla vertical

En la maqueta se puede apreciar una falla vertical, donde el deslizamiento del terreno ocurre paralelo al buzamiento de la superficie de la falla.

Dicha falla ha actuado en varias fases:

1ª. Se levantó el bloque izquierdo que dejó al descubierto la capa de color blanco, erosionándose en parte.

2ª. Se levantó el bloque derecho, erosionándose parte de la capa negra.



MAQUETA: Falla vertical

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

UBICACIÓN: M2.DSCO.5194.

AREA DE CONOCIMIENTO: Geología.

CARACTERISTICAS:

Plano de rotura en una masa rocosa a lo largo de la cual se produce movimiento.

7. Fallas escalonadas

La maqueta representa un conjunto de fallas normales de planos paralelos. El bloque que está a techo del plano de falla se hunde, asociado a esfuerzos tectónicos distensivos.



MAQUETA: Fallas escalonadas.

DIMENSIONES: 8x21x18 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

UBICACIÓN: M2.DSCO.5193.

AREA DE CONOCIMIENTO: Geología.

CARACTERISTICAS:

Plano de rotura en una masa rocosa, a lo largo de la cual, se produce un movimiento escalonado.

8. Perfil topográfico en 3D, remarcando las curvas de nivel

Un perfil topográfico es una representación del relieve, que se obtiene cortando transversalmente con planos horizontales la superficie del terreno, dando como resultado curvas de nivel que se representan un mapa topográfico

Una serie de perfiles paralelos, tomados a intervalos regulares en un mapa, puede combinarse para proporcionar una visión tridimensional más completa del área que aparece en el mapa, y así obtener una representación oblicua y en tres dimensiones (3D) de la zona elegida.



MAQUETA: Perfil topográfico en 3-D, remarcando las curvas de nivel.

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

UBICACIÓN: M2.DSCO.5199.

AREA DE CONOCIMIENTO: Geología.

9. Mapa geológico de España en relieve



Se encuentra en el aula de Geología, tradicionalmente dedicada al ilustre profesor D. José María Ríos, que impartió clase en ella durante 40 años. Se trata de un modelo en escayola de gran tamaño (200x160 cm) en el que se representan los terrenos geológicos, según los conocimientos que se tenían en la época de su realización (aproximadamente 1920).

Maquetas de explotaciones mineras

Como se ha mencionado, se conservan 29 maquetas que representan prácticamente todos los aspectos de la explotación minera. En menor medida, la explotación de petróleo y gas. La mayor parte de las maquetas mineras se refieren a las explotaciones de carbón, que ha tenido una gran importancia en las enseñanzas de la Escuela desde el siglo XIX. Deben citarse, como muy destacadas, la colección de maquetas de sobremesa (hasta 1 m de dimensión máxima) en las que se muestran diversos métodos de explotación (cuarteles, testers, corte y relleno, tajos largos, cámaras y pilares, cámaras-almacén, hundimiento de bloques, etc.). También es muy de destacar la maqueta de Hunosa, en la que se representan, de forma sintética, diversos métodos de explotación. Hay varios ejemplos de explotaciones a cielo abierto, entre los que destacan la gran rotopala de As Pontes, en La Coruña. En cuanto a las explotaciones petrolíferas, las maquetas son solamente dos, pero muy grandes y representativas: el “derrick” de Valdebro (aproximadamente de los años 50 del siglo XX) y la gran plataforma Casablanca, de REPSOL, a la que ya se ha hecho alusión.

10. Corta (“open pit”)

Las cortas son unas explotaciones tridimensionales profundas, mayores de 100 m, lo que obliga a un gran número de bancos descendentes.

Se utilizan, básicamente, para la producción de minerales metálicos, aunque se hayan adaptado también para explotar algunos combustibles y ciertas rocas industriales.

En la maqueta se pueden apreciar una perforadora, un “dumper” y una excavadora operando en diferentes bancos de la corta.



MAQUETA: Corta (open pit).

DIMENSIONES: 26x80x60 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

UBICACIÓN: M3.S2.DSCO.5223.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Métodos de cielo abierto

Rocas con contenidos en metales o depósitos masivos de minerales metálicos. (Fe, Cu,.Pb, Zn, Piritas, Ni)

EJEMPLOS:

- **Minas de Riotinto (cobre):** Corta Atalaya y Cerro Colorado.
- **Mina Las Cruces (cobre)**
- **Minas de Aznalcóllar (sulfuros complejos Cu, Zn) (Boliden)**
- **Minería del Andévalo (minas de Cala) (magnetita)**
- **Andaluza de minas (Guadalix) (Fe)**
- **Minas de Andorra (Teruel) carbón (Endesa)**

11. Corta de As Pontes (La Coruña).

La maqueta representa la que fue la mayor mina de carbón a cielo abierto de España, 6 km de longitud, 2 km de ancho y 200 m. de profundidad.

La explotación la comenzó la Empresa Nacional Calvo Sotelo en 1942 y la continuó Endesa a partir de 1972. En esos 65 años de historia salieron de la mina cerca de 270 millones de toneladas de lignito para la producción de electricidad. Hasta 1993 la explotación funcionó a pleno rendimiento: unos 2.500 trabajadores, siete grandes rotoexcavadoras y 12 millones de toneladas de carbón extraídas al año.

La explotación del yacimiento, hoy completamente restaurada y recuperada ambientalmente, ha dejado un enorme lago, paradigma de restauración medioambiental y paisajística.



MAQUETA: Corta de As Pontes (La Coruña)

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN:

PLACA: Estado Corta As Pontes 1998.

UBICACIÓN: CIMG0736/0738. Ávila.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Métodos de cielo abierto.

12. Rotopala

Las rotopalas o excavadoras de rodete, son unos equipos dotados de un dispositivo circular de tipo noria, cuyos cangilones realizan las funciones de arranque y carga. El material fragmentado se vierte sobre un sistema de tolvas y cintas que los transporta a su destino final.

Estos equipos comenzaron a utilizarse en Alemania, a principios de siglo, sobre unos materiales poco consolidados, dando su nombre en minería a cielo abierto al denominado Sistema Alemán.

La operación de arranque se realiza por la acción de corte de cada uno de los cangilones a través de los dientes o de los labios de la cuba del rodete en el curso de su movimiento circular ascendente o descendente apoyándolo en el frente de trabajo. Una vez que el cangilón alcanza la cota superior del rodete, realiza automáticamente su descarga sobre una tolva-cinta transportadora paralela al mismo, hasta el eje de giro de la rotopala, transfiriéndose a continuación sobre un sistema de cintas intermedias o directamente sobre un carro tolva o al sistema general de transporte y vertido.



MAQUETA: Rotopala.

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN:

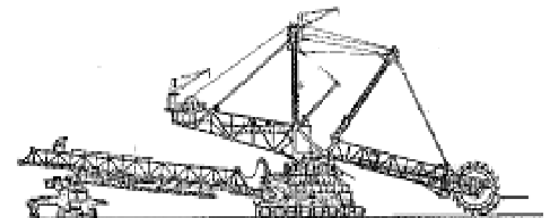
PLACA: Rotopala. Mina a cielo abierto de “As Pontes” (la Coruña)

UBICACIÓN: CIMG1498. Ávila.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

La Rotopala consta de: Brazo de carga, portador del rodete de cangilones y en ocasiones de la cabina del operador. Sistema de descarga, constituido por una o varias cintas transportadoras, directamente al mismo vertedero o a un sistema exterior al hueco. Chasis portador de los equipos fijos y giratorios, en donde podrán estar situados los puestos de mando y de control. Mecanismos de traslación, constituidos por varias orugas de gran anchura. El rodete lleva un número variable de cangilones (8-16), algunos de ellos con o sin fondo, y el diámetro varía, según los modelos, entre 1,80 y 18 m.



13. Dragalina en descubierta

El desmonte por descubierta, se aplica a explotaciones de una profundidad limitada, hasta 100 m, de algunos yacimientos sedimentarios bastante horizontales de minerales blandos, carbones, lignitos, fosfatos, sales, bauxitas, arenas, arcillas, etc, en forma de capas, con pocos bancos, con una fácil y clara separación entre el mineral y el estéril y con unos ratios poco variables. La posibilidad de utilizar el propio hueco, por haberse llegado al muro del yacimiento, para depositar el estéril extraído ha permitido llamarle método de Transferencia que permite recuperar las condiciones medio-ambientales.

En la maqueta se puede observar una Dragalina sobre zancas, equipo cuyas características básicas son su gran alcance y la posibilidad de efectuar la excavación por debajo de su nivel de emplazamiento, y constituyen, junto con las rotopalas, las máquinas mineras de mayores dimensiones existentes en la minería a cielo abierto.



MAQUETA: Dragalina en descubierta.

DIMENSIONES: 25x50x48 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola, metal.

UBICACIÓN: M3.DSCO.5202.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Métodos de cielo abierto.

Yacimientos sedimentarios superficiales (Carbones, lignitos, bauxitas, fosfatos, etc.)

EMPLAZAMIENTO: Fosbucraa (fosfatos) (Antiguo Sahara español)

14. Minas de Sabero. Explotación de hulla

La cuenca hullera de Sabero (León) comenzó su actividad minera en 1841 y se mantuvo hasta 1993. Los últimos 101 años de actividad corrieron a cargo de la empresa Hulleras de Sabero y Anexas S.A. Esta empresa realizó minería a cielo abierto y minería subterránea, en la que introdujo avanzados sistemas de explotación, como el arranque hidráulico.

En la maqueta se puede ver el laboreo en el interior de mina de Sabero, el pozo Herrera nº 2 de 513 m de profundidad, galerías, cámaras, túneles, socavones y planos para acceder a la hulla y extraerla. El método de explotación es por testeros y hundimiento y el transporte por "panzers".



MAQUETA: Minas de Sabero. Explotación de hulla.

DIMENSIONES: 57x105x22 cm.

ESCALA: 1:300

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola, madera , metal.

PLACA: Mineral de Sabero. 1962.

UBICACIÓN: M3.S2.DSCO.5246.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

15. Cámaras y pilares (“room and pillar”)

El método de explotación por cámaras y pilares se caracteriza por la necesidad de dejar pilares que sostengan el techo. El objeto principal del diseño, es calcular las dimensiones de los pilares para tener un determinado coeficiente de seguridad, y comprobar la tasa de recuperación del yacimiento en las condiciones establecidas.

En la maqueta puede observarse; el arranque, generalmente por cortadora de brazo y minador, la carga por cargadora de bandeja y el transporte por camión lanzadera y cinta transportadora, correspondiente a la explotación de un mineral blando (carbón o potasa).

La forma y dimensiones de los pilares representados en la maqueta sugieren, más bien, que se trata de una explotación de un mineral duro (metálico). En este último caso, se emplearía un sistema convencional de perforación y voladura, mientras que la carga y el transporte se efectuarían mediante palas cargadoras y dumpers de perfil bajo.



MAQUETA: Explotación de carbón por cámaras y pilares. (Room and pillar)

DIMENSIONES: 8x58x55 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

UBICACIÓN: M3.S2.DSCO.5209.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

Método: Por soporte natural del terreno.

EMPLAZAMIENTO:

- Mina de Reocín (zinc), Torrelavega, Cantabria
- Minas de Tharsis (pirita), Huelva

16. Tajo largo (“longwall”)

El método es clásico de las minas de carbón inglesas. Requiere capas regulares y de poca pendiente. Se caracteriza porque las explotaciones no tienen galería de cabeza y se explotan sólo desde dos galerías gemelas de base. Estas se avanzan desde el paso de ventilación y están separadas por macizos y comunicadas entre sí a intervalos por galerías para paso de personal y ventilación. Desde estas dos galerías se explota un trozo de la capa de mayor o menor extensión, según las características del techo.

La maqueta representa la variante tajo largo en retirada, donde se trazan galerías cada 50 a 200 m, desde la doble galería, paralelas entre sí y siguiendo la línea de máxima pendiente, según los cruceros de la capa. Estas galerías se suben hasta el límite previamente determinado, y al llegar allí un frente de arranque recto y descendente que se protege por medio de llaves y mampostería del hundimiento del techo.

Se emplean rozadoras y panzer para el transporte a lo largo del frente y por las galerías hasta las gemelas de base.



MAQUETA: Tajo largo. (Longwall)

DIMENSIONES: 10x48x52 cm.

ESCALA: 1:500

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

PLACA: Maqueta 5.

UBICACIÓN: M3. S2.DSCO.5208.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

17. Explotación por subniveles

El método de arranque desde subniveles normalmente se emplea en criaderos muy regulares, en los que el mineral y la roca de los hastiales son resistentes.

El procedimiento se caracteriza por su gran productividad debido a que las labores de preparación se realizan en su mayor parte dentro del mineral. Se aplica a criaderos de alta pendiente, en los que el mineral cae por gravedad en pozos tolva y que permiten la perforación de barrenos largos de banqueo o en abanico. Esta técnica necesita una gran labor de preparación y se requiere, en general, que el criadero sea potente.

La distancia óptima entre subniveles depende de dos parámetros: el costo y la dilución, entre los que se buscará una solución de compromiso. Los costos, en general, disminuyen al aumentar la altura, pero aumenta con ello la dilución.

En la maqueta se pueden apreciar una cargadora de brazo y un camión de fondo móvil operando y transportando el mineral hasta la galería de transporte por ferrocarril, a la izquierda de la maqueta.



MAQUETA: Explotación por subniveles.

DIMENSIONES: 58,5x65x24,5 cm.

ESCALA: 1:125.

MATERIAL DE FABRICACIÓN

PLACA: Maqueta 7

UBICACIÓN: M3.S2. DSCO.5211.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

Método: Por soporte natural del terreno.

18. Cámaras por subniveles. Perforación en abanico

En este sistema se pueden perforar los barrenos, según el esquema de abanico, con la seguridad que da hacerlo dentro de la galería del nivel. Así puede llevarse la perforación tan adelantada como se quiera, limitada sólo por el riesgo de perder barrenos por los desplomes de roca al avanzar la labor. La distancia entre subniveles depende, entre otros factores, de la posibilidad de controlar la dirección de los barrenos para asegurar un "espaciado" y "piedra" correctos en los fondos extremos de los mismos.

Normalmente se comienza la voladura por los subniveles más bajos, pero preparando la perforación y carga de todos los barrenos antes de iniciar la voladura. Se suelen perforar hasta seis abanicos en cada subnivel, volándose sólo los tres primeros de una vez; algunas veces se vuelan de uno en uno, para examinar su efecto.

El diseño del abanico es de gran importancia para conseguir buena fragmentación y un máximo de recuperación.



MAQUETA: Cámaras por subniveles. Perforación en abanico.

DIMENSIONES: 38x45x22, 5 cm.

ESCALA: 1:250.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

PLACA: Maqueta 12

UBICACIÓN: M3.S2.DSCO.5217.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS: Mina subterránea. Método: Por hundimiento del techo.

EMPLAZAMIENTOS:

- Pozo Alfredo (Riotinto)
- Reocín.
- Sotiel Minas de Almagrera (Cu)

19. Cámaras almacén (“shrinkage stopes”)

Este método es apropiado para filones verticales, con no mucha potencia y con suficiente regularidad y estabilidad de hastiales para permitir la caída por gravedad del mineral. El criadero debe tener unas características geométricas análogas a las necesarias para los métodos de subniveles. Se trata de un método de transición.

Se utiliza como sostenimiento el propio mineral arrancado, que se deja en la cámara y a esto debe su nombre. Cuando la superficie de la roca queda expuesta a la meteorización, se disgrega y afloja y con los trabajos mineros se inducen tensiones en ella. Si la roca en la que se abre la cámara es de consistencia media se desprenderán lisos o bloques, pero si se va rellenando la cámara con el mineral arrancado se frena el despegue de la roca y no cae. Sin embargo, las cámaras almacén no deben emplearse en el caso de hastiales con rocas friables porque pueden presionar sobre el mineral arrancado y dificultar su salida en la carga. Al quebrantar el mineral virgen con la voladura, los fragmentos ocupan mayor volumen que “in situ”.



MAQUETA: Cámaras almacén (shrinkage stopes)

DIMENSIONES: 35x54x16 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

UBICACIÓN: M3.S2.DSCO.5244.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

Método: Por soporte artificial del terreno.

EMPLAZAMIENTOS:

- **Minas de plomo en la zona de Linares (Jaén)**

20. Corte y relleno (“cut and fill”)

La maqueta representa una explotación de mineral mediante el método de corte y relleno por gravedad.

En este método el mineral se arranca en rebanadas sucesivas horizontales o inclinadas trabajando en sentido ascendente desde la galería de base, como en el de cámaras almacén. El mineral se saca a medida que se arranca y el hueco que se produce al extraerlo, se rellena con estériles siguiendo el frente a una distancia mayor o menor según los casos, o bien, sólo se empieza el relleno cuando se completa el arranque de una rebanada. Entre el relleno y el techo virgen de mineral se deja un hueco suficiente para que se pueda trabajar sobre el relleno en la perforación de la rebanada siguiente sin dificultades. Este ciclo repetido de perforación, voladura, carga y relleno es lo característico del método. El relleno sirve, para sostener las paredes o hastiales de la cámara.

El relleno por gravedad consiste en bascularlo en la galería de cabeza del hueco y que las tierras caigan en él por gravedad.



MAQUETA: Corte y relleno ascendente. Relleno por gravedad.

DIMENSIONES: 36x75x22 cm.

ESCALA: 1:200.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

PLACA IDENTIFICATIVA: Maqueta 14.

UBICACIÓN: M3. S2. DSCO.5234.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

Método: Por soporte artificial del terreno.

21. Corte y relleno ascendente. Método "Stossbau"

Es un método alemán, clásico, de explotación de capas medias de carbón en frentes cortos en dirección y fajas aisladas e independientes.

La preparación se lleva comunicando las guías de cabeza y pie de explotación por un plano o chimenea, según la pendiente. A partir de esta labor y empezando por la parte baja se progresa en dirección, en cada uno de los dos sentidos, un frente que avanza una faja de la capa de 2,5 a 10 metros de altura y con longitud igual a la del cuartel que se proyecta.

En los extremos laterales se montan otros pasos, chimeneas o planos.

A medida que avanza la faja, se va rellenando. Normalmente el plano o chimenea central sirve para entrada de rellenos, y los laterales, para salida de carbón, pero se puede hacer al revés, y entonces los frentes se arrancan en retirada.

Tanto la parte baja del plano o chimenea como la galería de nivel de arranque se van cegando con el relleno a medida que se sube.



MAQUETA: Corte y relleno ascendente. Método Stossbau.

DIMENSIONES: 7x54x26 cm.

ESCALA: 1:250.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

PLACA IDENTIFICATIVA: Maqueta 3

UBICACIÓN: M3.S2.DSCO.5221.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

Método: Por soporte artificial sistemático.

MÉTODO DE EXPLOTACIÓN EN CAPAS DE CARBÓN DELGADAS Y MEDIAS, VERTICALES

22. Corte y relleno ascendente. Método de “Merlebach”

El método de Merlebach es una aplicación más moderna del método Stosbau con relleno hidráulico, en capa vertical, con una potencia entre 1,5 y 6 metros. Cuarteles de 400 metros de largo por 140 metros de alto. Se corta la capa en la base por un transversal central de entrada de aire y en el piso de cabeza por dos trasversales laterales. Se explota a continuación por tramos horizontales de 4 metros de alto, en avance desde el centro, donde se deja un pozo de comunicación con el transversal inferior, a los extremos superiores.

El arranque se hace en un solo frente o en testeros. El relleno se introduce por las chimeneas. El pozo de subida de personal y bajada de carbón está recubierto con chapa, haciéndolo estanco.

Se emplea explosivo y el transporte se hace con canales oscilantes y “pico de pato” para la carga.



MAQUETA: Corte y relleno ascendente. Método de Merlebach.

DIMENSIONES: 22x66x9 cm.

ESCALA: 1:105.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

PLACA IDENTIFICATIVA: Maqueta 2

UBICACIÓN: M3.S2.DSCO. 5221.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

Método: Por soporte artificial sistemático.

MÉTODO DE EXPLOTACIÓN EN CAPAS DE CARBÓN DELGADAS Y MEDIAS, VERTICALES

23. Método de corte y relleno descendente (“undercut and fill”)

En el método de explotación por corte y relleno descendente, el arranque se realiza en rebanadas horizontales que se rellenan colocando previamente una losa de hormigón pobre o un relleno cementado que sirve de techo artificial para la rebanada siguiente. Este método sustituye al de corte y relleno ascendente en los casos de mineral falso y fracturado cuya corona puede ceder y complicar la explotación.



MAQUETA: Método de corte y relleno descendente.

DIMENSIONES: 11x60x56 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

UBICACIÓN: M3.S2.DSCO.5226.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

Método: Por soporte artificial del terreno.

24. Explotación selectiva por corte y relleno ascendente

La maqueta representa una explotación selectiva por corte y relleno. Se observan zonas de poca potencia, cuya explotación no resultaba rentable, y lentejones ya explotados, mostrados en la maqueta con el relleno correspondiente.



MAQUETA: Explotación selectiva por corte y relleno.

DIMENSIONES MAQUETA: 29x81x45, 5 cm.

PLACA: Maqueta 11

ESCALA: 1:250

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

UBICACIÓN: M3.S2.DSCO.5205.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

Método: Por soporte artificial del terreno.

25. Explotación de carbón por cuarteles

La explotación de carbón por cuarteles, es un método aplicable en capas horizontales y con potencias que pueden llegar hasta 5 metros.

Se inicia la preparación a partir de dos pozos gemelos, que necesariamente cortan la capa, en la que hay que dejar el correspondiente macizo de protección. Desde estos pozos se avanzan dos galerías gemelas, siguiendo la línea de nivel del muro de la capa. Normalmente a ellas, se suben planos inclinados, también gemelos, y a distancias de 300 a 500 metros, lo que determina el largo del cuartel. Estos planos se prolongan unos 200 a 300 metros y en esta altura se comunica con otras galerías de nivel, también dobles. Así se abre el segundo piso. De esta forma se sigue la preparación de cuarteles hasta el límite del campo. Y de allí se explota en retirada. El fundamento de este método de arranque consiste en vaciar el macizo dejando unos muretes laterales de carbón, protegiendo el hueco con una entibación que sostiene el voladizo de techo y que se recupera para hundirlo una vez que se ha arrancado el macizo.



MAQUETA: Explotación por cuarteles.

DIMENSIONES: 35,5x45x28 cm.

ESCALA: 1:250.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

PLACA IDENTIFICATIVA: Maqueta 4

UBICACIÓN: M3.S2.DSCO.5219.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

Método: Por soporte artificial del terreno.

MÉTODO DE EXPLOTACIÓN EN CAPAS DE CARBÓN DELGADAS Y MEDIAS.

HUNDIMIENTO EN CAPAS DE POCA PENDIENTE.

26. Sistema de extracción del carbón por testeros

Esquema de pozo y rampa explotada por el sistema de testeros. En ella se observa la galería superior o "guía", avanzada en carbón, y la galería inferior, avanzada casi siempre en roca a unos metros del "muro" de la capa, a la que por medio de contraataques", o pozos muy inclinados, se accedía a la capa y por los que luego se evacuaba el carbón. El hueco dejado al explotar la capa se rellenaba a través de la galería superior con estériles que daban la inclinación por la que resbalaba el carbón que se cargaba en la galería inferior en tolvas o vagonetas.

De la planta inferior a la superior había 100 metros (50 antiguamente), y se dividía en testeros o "tayos" en los que trabajaba el picador. Su misión consistía en picar con ayuda de un martillo neumático (antes con una pica de mano) un metro de avance y luego "postearlo" o apuntalarlo con madera para que no se hundiese y poder seguir avanzando.



MAQUETA: Sistema de extracción del carbón por testeros.

DIMENSIONES: 54x45, 5x52 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola, metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Maqueta 40

UBICACIÓN: M3.S2.DSCO.5230.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

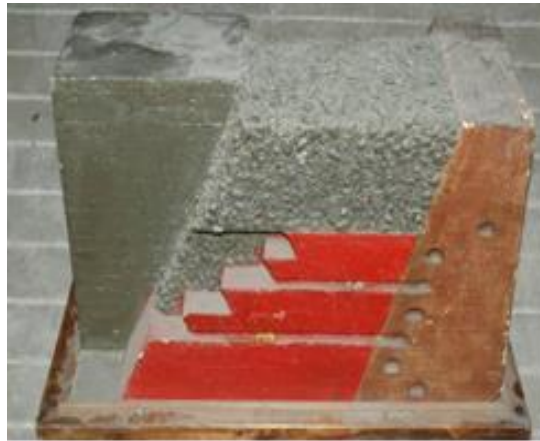
Método: Por soporte artificial del terreno. **MÉTODO DE EXPLOTACIÓN EN CAPAS DE CARBÓN DELGADAS Y MEDIAS, VERTICALES**

27. Método de hundimiento de bloques (“block caving”)

Este método consiste en arrancar un bloque de mineral en un criadero de grandes dimensiones por hundimiento del mineral, que se va sacando por la base del bloque.

Se empieza por dividir el criadero en grandes bloques cuya sección horizontal es generalmente superior a 1000 m². En la base se abre una gran roza horizontal, con lo que se le quita a la masa mineral su apoyo.

Se prepara la masa con una red de galerías y chimeneas entrecruzadas en el muro. La roza permite al mineral fracturarse sin necesidad de volarlo y hundirse. La zona de fracturación sube progresivamente en toda la masa. A medida que progresa el hundimiento, la fragmentación mejora, el mineral se quebranta y así puede cargarse en la base, en los numerosos puntos de carga.



MAQUETA: Método de hundimiento por bloques. (Block caving)

DIMENSIONES: 40x60x30 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

UBICACIÓN: M3.S2.DSCO.5236.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

Método: Por soporte natural del terreno.

28. Hundimiento por bloques (“block caving”)

Este método necesita un mineral fracturable, quebradizo y que pueda deshacerse en trozos que discurran fácilmente por los pocillos coladeros; pero no ser tampoco excesivamente blando, de forma que la bóveda de Fayol se deshaga, por “fluir” el mineral.

Para iniciarse el hundimiento por bloques se realiza una preparación de su base, pasando por los coladeros, de una franja de unos 2 m de altura por el sistema de pilares aislados, trazando una cuadrícula de galerías que se ensanchan hasta el límite de seguridad. Terminado esto se vuelcan los pilares con una pega. Empezando por el centro se inicia la extracción por orden rotativo de tolvas y coladeros. Una vez formada la bóveda de Fayol se procura mantener constante el hueco entre la misma y el mineral suelto. También se acelera su descenso dando pegas en los estribos.



MAQUETA: Hundimiento por bloques. (Block caving)

DIMENSIONES: 48x21x28 cm.

ESCALA: 1:250.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Escayola.

PLACA IDENTIFICATIVA: Maqueta 9

UBICACIÓN: M3.S2.DSCO.5214.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

Método: Por hundimiento del techo.

Las secciones de la base varían según el criadero: ancho de 25 a 160 m, largos de 30 a 250 m y alturas desde 18 m a 200. Las galerías de arrastre están a unos 30 m del muro o de la base del bloque y el piso de troceo a unos 10 m. Las tolvas o coladeros se reparten por igual en la base del bloque a unos 5 ó 10 m entre centros en las tolvas y a 3 ó 4 m en los coladeros. Los emparrillados se hacen con carriles pesados separados lo conveniente, unos 25 cm.

29. Mina subterránea de HUNOSA

Las minas de carbón de Asturias han aportado, durante más de dos siglos, entre el 50 y el 70% de toda la producción nacional de hulla, el carbón asturiano constituyó durante el periodo 1850-1970 una de las fuentes de energía básicas de España. Pero a partir de entonces la crisis comienza a hacerse patente y los empresarios piden al Gobierno la nacionalización de sus empresas. La solución fue la entrada del INI, Instituto Nacional de Industria, en el sector hullero, creándose el 9 de Marzo de 1967 Hulleras del Norte Sociedad Anónima, HUNOSA.

La maqueta representa la explotación de carbón mediante el método por derrabes, el llamado “soutirage” por los franceses y “slant” por los americanos. Este consiste en abrir entre las galerías de base y cabeza chimeneas con la inclinación apropiada para que su pendiente permita el fácil deslizamiento del carbón, 45º aproximadamente, desde las que se suben otras normales a ellas, de modo que se divide la capa en macizos de sección cuadrada. Estos macizos se perforan totalmente y se vuelcan para que se derraben.



MAQUETA: Mina subterránea de HUNOSA.

DIMENSIONES: 167x440x124 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal, plástico, madera y escayola.

PLACA IDENTIFICATIVA: Distintos sistemas de extracción, Huesca. Arranque por cámaras y pilares “soutirage” HUNOSA.

UBICACIÓN: M2.P2.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

30. Explotación minera de interior de Puertollano

Para la explotación de la hulla, en la cueca minera de Puertollano, se empleó de manera intensiva el método de tajo largo mecanizado de tipo alemán. En estos tajos el arranque se hacía en grandes frentes, 250 a 300 metros, en capas de poca pendiente y potencias medias. Se utilizaba el cepillo ("rabort") o las rozadoras, que arrancaban el frente de carbón por pasadas sucesivas y lo empujaban sobre el transportador blindado de rasquetas que llevaban el carbón a la galería inferior.

Unos cilindros empujadores apretaban el transportador y el cepillo contra el frente. La entibación se hacía con mampostas y bastidor articulado metálicos. El taller se llevaba con tres calles: la calle de arranque y transporte, en la que iba el "panzer" de transporte, y sobre él, el cepillo o rozadora. A continuación, la calle de paso, y la última, que se iba desmontando a medida que el avance progresaba, es la calle de hundido.



MAQUETA: Explotación minera de interior de Puertollano.

DIMENSIONES: 27x64x58 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y plástico.

PLACA IDENTIFICATIVA: Maqueta. 10. Escala 1:15.

UBICACIÓN: M3.P0.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

Método: Por soporte artificial del terreno.

MÉTODO DE EXPLOTACIÓN EN CAPAS DE CARBÓN DELGADAS Y MEDIAS.

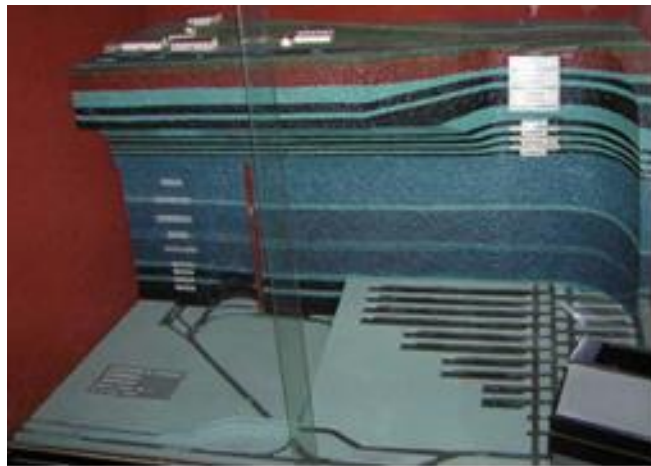
HUNDIMIENTO EN CAPAS DE POCA PENDIENTE.

31. Explotación de pizarras bituminosas. Mina subterránea de Puertollano

La maqueta representa la mina subterránea de pizarras bituminosas de Puertollano. El método de explotación es por cámaras y pilares.

Estas pizarras bituminosas poseen la suficiente cantidad en material orgánico, querógeno, como para producir petróleo a través de destilación.

En 1942, se creó la destilería a cargo de la empresa nacional española "Calvo Sotelo" (Encaso. S.A). En 1961, año de máxima producción en pizarras, 856.434 t, se abrieron dos nuevos pozos y se pidió autorización para instalar en el complejo industrial una refinería de petróleos para obtener olefinas, unida al puerto de Málaga mediante oleoducto.



MAQUETA: Explotación de pizarras bituminosas. Mina subterránea de Puertollano.

DIMENSIONES: 110x195x153 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Plástico.

PLACA IDENTIFICATIVA: Explotación de pizarras bituminosas Puertollano. Maqueta donada por E.N. Calvo Sotelo.

UBICACIÓN: M2.P0.M6.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

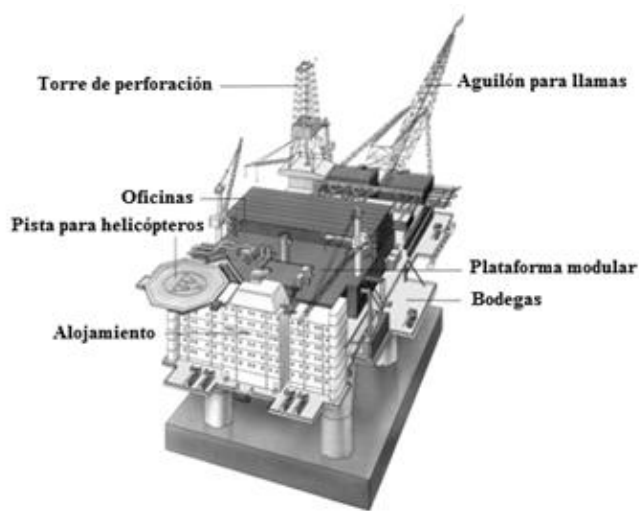
CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

32. *Plataforma petrolífera Casablanca*

En 1982, Repsol YPF, levantó la plataforma petrolífera Casablanca a 43 kilómetros de la costa de Tarragona. La plataforma petrolífera, hecha de 8.000 toneladas de acero y hormigón, sirve de soporte a las torres de perforación, los utensilios y el equipo para las operaciones en alta mar. Tiene cabida para varios cientos de operarios y demás personal de apoyo, para helipuertos y plantas de procesado, además de capacidad de almacenamiento de petróleo crudo y condensado de gas. El stock de almacenamiento es de 60.000 barriles. Produce un caudal medio diario de 3.700 barriles.

La producción acumulada desde 1982 hasta 2004 es de 142 MBbls.



MAQUETA: Plataforma petrolífera Casablanca.

DIMENSIONES: 232x300x125 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y plástico.

PLACA IDENTIFICATIVA: Maqueta de plataforma Casablanca donada por Repsol YPF a la Escuela de Minas de Madrid el 19-6-2003.

UBICACIÓN: M1.P1.M3.

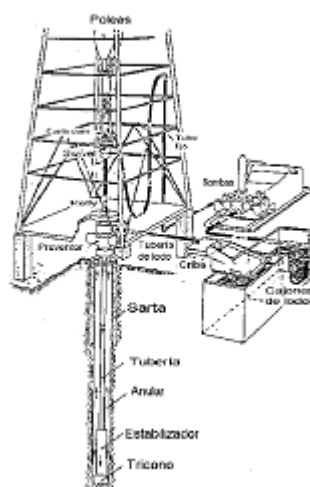
AREA DE CONOCIMIENTO: Exploración y Producción de hidrocarburos.

33. Torre de sondeos

La maqueta representa la torre de sondeos de la compañía Valdebro, realizada en 1953, en Marcilla, Navarra.

La torre o malacate mide unos 40-50 metros de altura, en cuya parte superior se sitúa el bloque fijo de poleas que sustenta a su vez el polipasto móvil y el gancho de cual pende toda la sarta de perforación. El mástil ha de soportar todos los esfuerzos verticales que se derivan de la sustentación de la sarta y de la columna de entubación, así como de los posibles atranques que puedan producirse. También sirve para el almacenaje y manipulación de la serie de barras o tubos de reserva para la perforación.

En principio, debido a los altos pares de rotación requeridos para la perforación en sondeos profundos y a la gran altura del mástil y de los tramos de barras, el giro de toda la sarta se realiza mediante una mesa de rotación, situada en la base de la torre que a su vez hace girar una barra poligonal llamada "barra Kelly", colocada siempre encima de la sarta de barras.



MAQUETA: Torre de sondeos.

DIMENSIONES: 360x144x100 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y plástico.

UBICACIÓN: M1.P1.M2.

AREA DE CONOCIMIENTO: Exploración y Producción de hidrocarburos

34. Castillete y máquina de extracción de dos jaulas

El castillete, es la estructura situada sobre el pozo vertical de extracción, y su función es la de soportar las poleas a suficiente altura sobre el brocal del pozo para permitir las maniobras de extracción.

La maqueta representa un castillete del siglo XX, sabemos esto porque antes de esta fecha, se construían de madera o de mampostería.

El castillete, con forma de paralelepípedo, consta de cuatro columnas de hierro, dividida en seis tramos que se unen por cartelas de chapa, todas ellas roblonadas y arriostradas con crucetas de ángulo. Separadas del eje del pozo se elevan dos tornapuntas para compensar la fuerza del tiro de la máquina de extracción. Estas últimas van igualmente arriostradas y roblonadas y se unen a la torre por unas estructuras que parten cada dos tramos del paralelepípedo. Se puede observar cómo, el castillete de la maqueta, lleva acoplada dos jaulas en servicio.



MAQUETA: Castillete y máquina de extracción de dos jaulas.

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN:

UBICACIÓN: FPGM2. Fundación Gómez Pardo.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Minería subterránea.

Altura: 20-40 metros.

PESO: 60 t aprox.

35. Plano inclinado de mina

Son galerías en las que los vagones circulan por vías. La circulación es directa hasta una pendiente de 25° y sobre una plataforma especial para pendientes mayores. Las cubas se enganchan a un cable que pasa por la garganta de una polea, normalmente horizontal, revestido con un forro de rozamiento. Solidaria con la polea va la llanta de un freno sobre la que actúan zapatas o cintas de ferodo, que se mantienen apretadas con un contrapeso que se levanta con una palanca accionable con la mano o con el pie.

Se aprecian, en la maqueta, dos cubas destinadas al transporte de mineral. Las cubas cargadas, bajando, tiran de los vacíos, que suben. Las cubas van asidas al cable a través de un sistema fácilmente desacoplable, que permite su rápida sustitución. El cable es accionado por un cabrestante, ubicado en superficie.

En una de las paredes del pozo se ha dispuesto una escalera de seguridad.



MAQUETA: Plano inclinado de mina.

DIMENSIONES: 55x27x49 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera.

UBICACIÓN: M1.P2.V1.M5.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Mina subterránea.

36. Sistema de bombeo



MAQUETA: Sistema de bombeo

DIMENSIONES: 70x25x27 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera.

UBICACIÓN: M1.P2.V1.M8.

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

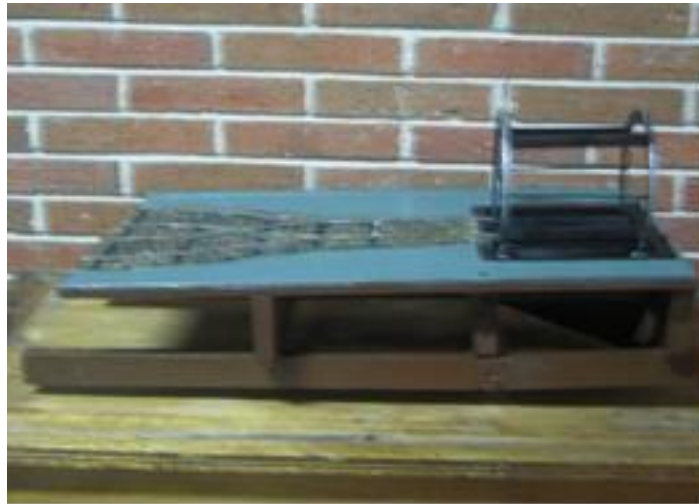
37. Volcador circular de vagoneta

El vuelco de las vagonetas se hacía a mano o mecánicamente, valiéndose de basculadores que podían ser circulares, que lo hacían de lado, de costado y elevadores volcadores, accionados por aire comprimido.

La maqueta representa un volcador circular de vagoneta.

En el volcador hay una vía para poder posicionar la vagoneta que una vez descargada salía por el mismo sentido de la entrada al existir un cambio de agujas que permite utilizar otra vía para posicionar las vagonetas vacías.

Tanto el volcador como las vías son de metal.



MAQUETA: Volcador circular de vagoneta

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN:

UBICACIÓN: Ávila

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

38. Cargador de racletas sobre transportador (estacada)

La maqueta representa un cargador de cuchara (scraper), montado sobre un transportador de racletas tipo ZZP1. El equipo lleva una cuchara, movida por cable, destinada a cargar el material. El volumen de dicha cuchara varía entre 0,2 y 10 metros cúbicos. El cable es accionado por un cabrestante, en cuyo tambor se arrolla. El mineral es arrastrado, por la cuchara (scraper), a una rampa de carga, que actúa como alimentador del transportador. Una vez vaciada la cuchara, esta es accionada por un cable de retroceso, guiado por una polea de reenvío, que la traslada, de nuevo, al acopio de mineral a cargar.

El transportador de rastras (racletas) consta de un canal de chapa fija, sobre la que se desliza el mineral, arrastrado por barras o perfiles transversales, que están unidos a dos o tres cadenas de movimiento. Este transportador se emplea también para la operación de carga en fuertes pendientes, frenando la acción de la gravedad.

La máquina está ubicada en una galería con entibación metálica.



MAQUETA: Cargador de racletas sobre transportador (estacada)

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN:

PLACA: Cargador de racletas, con plataforma, sobre transportador tipo ZZP1.

**Donada a la E.T.S.I. de Minas de Madrid por fábricas de construcción de maquinaria de minería.
Polonia 1970**

UBICACIÓN: FGPM1.Fundación Gómez Pardo

AREA DE CONOCIMIENTO: Minería.

CARACTERISTICAS:

Minería subterránea. Transporte de materiales en galerías.

Maquetas de accionamientos mecánicos y equipos auxiliares

39. Máquina de vapor (escape central)



La máquina de vapor supone el mayor logro tecnológico del siglo XVIII y es la piedra angular del desarrollo de la revolución industrial. En 1705, Thomas Newcomen, patentó un modelo de máquina de vapor para bombear el agua que se infiltraba en las explotaciones mineras. Se trataba de un simple cilindro en el que se introducía vapor de agua que impulsaba el pistón hacia arriba. Después el cilindro era rociado con agua fría y la presión atmosférica impulsaba el pistón hacia abajo. A partir de 1763 James Watt, introducirá importantísimas mejoras como añadir un condensador, un cigüeñal y una rueda para conseguir un movimiento rotatorio

El principio básico de la máquina de vapor es la transformación de la energía calorífica del vapor de agua en energía mecánica, haciendo que el vapor se expanda y se enfríe en un cilindro equipado con un pistón móvil. El vapor utilizado en la generación de energía se produce dentro de una caldera. La caldera más simple es un depósito cerrado que contiene agua y que se calienta con una llama hasta que el agua se convierte en vapor saturado.

MAQUETA: Máquina de vapor (escape central)

DIMENSIONES: 28x90x55 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Escuela de Ingenieros de Minas, máquina de vapor de escape central. Carlos Hinderer. Madrid. Peter Koch. Modellwerk. GmbH Colonia-Nippes. Fábrica especializada de modelos para exposiciones, museos, modelos de inventos y para enseñanza técnica.

UBICACIÓN: M1.EP.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Motores.

AÑO: 1863.

CARACTERISTICAS:

Diámetro del pistón: 240 mm. ; Carrera del pistón: 450 mm.; Presión de vapor: 5 bar; Número de revoluciones: 75 rpm. ; Potencia de Salida: 8,6 kW (12 PS)

40. Motor Schmidt

La maqueta representa un motor Schmidt de cilindro oscilante, en el cual el motor, en vez de ser de vapor, es de agua. Dicho cilindro sirve de corredera de distribución, y ésta es precisamente la parte principal del invento. Para ello, la base inferior del cilindro, convexa, y concéntrica con los muñones del mismo, resbala sobre una superficie cóncava, colocada en el bastidor. Estas dos superficies, que sustituyen a las caras planas de las correderas de distribución presentan las aberturas correspondientes: el cilindro, tiene dos entradas que van a parar a las dos extremidades del mismo; el bastidor, tiene tres orificios, de los cuales los dos extremos comunican con el tubo de evacuación, y el de en medio con el de llegada del agua. Admitida está, alternativamente en las dos extremidades del cilindro por la misma oscilación de éste, pondrá en movimiento el émbolo en un sentido y en otro, determinando el movimiento de rotación del árbol y del volante.

En el tubo de llegada del agua hay colocado un depósito de aire para amortiguar los golpes de ariete y regularizar la marcha de la máquina.



MAQUETA: Motor Schmidt.

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

UBICACIÓN:

AREA DE CONOCIMIENTO: Motores.

AÑO: 1871.

CARACTERISTICAS:

Consumo de agua por minuto: 100 litros

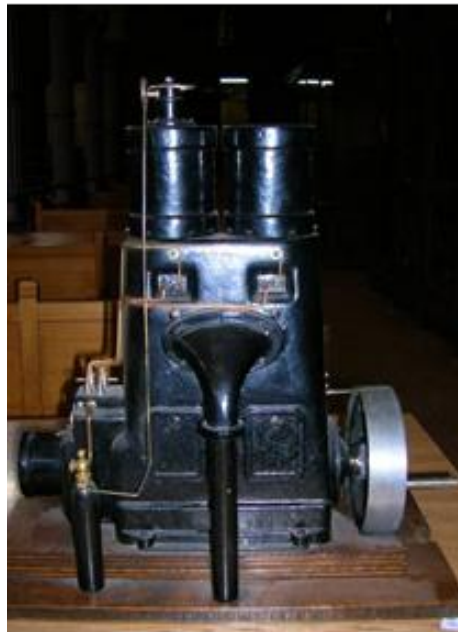
Número de revoluciones: 100 r.p.m

Potencia de salida: 1,5 kW

41. Motor de dos tiempos (Dugald Clerk)

El ingeniero escocés Dugald Clerk construye el primer motor de dos tiempos. En el motor de dos tiempos aplicado por Clerk, las cuatro fases, es decir, la compresión, la admisión, la explosión y la expulsión, tienen lugar sólo en dos cilindros. Si el émbolo se desplaza hacia arriba, comprime la mezcla de carburante y aire y absorbe la mezcla recién obtenida, introduciéndola en el cilindro. Cuando se enciende la mezcla comprimida, el émbolo se desplaza hacia abajo, realizando un trabajo, operación que constituye el segundo tiempo. Al mismo tiempo, comprime la mezcla recién obtenida, que accede a través de un canal practicado en el cilindro, mientras que por otro se evacuan los gases resultantes de la combustión.

El motor de dos tiempos está compuesto por un número de piezas móviles más reducido que el de cuatro. Sin embargo, su funcionamiento es más ruidoso y consume más carburante que el motor de Otto.



MAQUETA: Motor de dos tiempos. (Dugald Clerk)

DIMENSIONES: 46x42x46 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Emilio Franz.Cortes 652 Barcelona.

UBICACIÓN: M1.P2.VLM6.

AREA DE CONOCIMIENTO: Motores.

AÑO: 1878.

42. Motor de combustión interna. Motor Otto

En 1861, Nikolaus August Otto, diseñó un primitivo motor de combustión interna, que consumía gas de alumbrado.

En 1876 perfeccionó aquel modelo aplicando el ciclo de cuatro tiempos: admisión, compresión, explosión de la mezcla, y expulsión de los gases quemados, que desarrollan los cilindros de estos motores durante dos vueltas completas del cigüeñal.

La potencia se obtiene por la expansión del gas al aumentar la temperatura dentro de un recipiente cerrado en forma de cilindro. Mediante una combustión violenta (explosión) de una mezcla de aire y combustible, ésta aumenta de temperatura y volumen, incrementado así la presión en el interior del cilindro y empujando el pistón.

Para que el motor tenga una combinación perfecta es preciso dosificar exactamente la cantidad de aire y combustible que entra y coordinar todo los procesos y los movimientos de las piezas, lo que entraña una notable complejidad mecánica.



MAQUETA: Motor de combustión interna. Motor Otto.

DIMENSIONES: 40x55x25 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Modelé par Modellwerke Peter Koch. Cologne s/Rh. Fabrique modele pour espasities laventiens et pensclgrement technique.

UBICACIÓN: M1.EP.M4.

AREA DE CONOCIMIENTO: Motores.

AÑO: 1895.

CARACTERISTICAS:

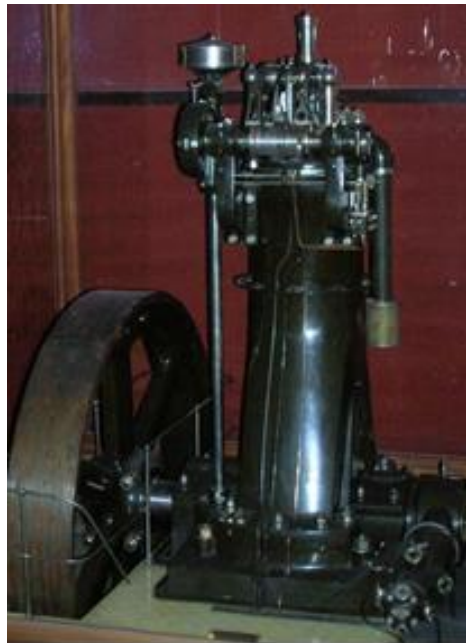
Los primeros motores daban muy poca potencia, apenas uno o dos caballos por litro.

43. Motor Diesel de cuatro tiempos

Rudolf Diesel en 1892 desarrollo un motor de combustión interna cuyo rendimiento energético se aproximara lo máximo posible al rendimiento teórico de la máquina ideal propuesta por Carnot.

Diesel produjo una serie de modelos cada vez más eficientes que culminó en 1897 con la presentación de un motor de cuatro tiempos capaz de desarrollar una potencia de 25 caballos de vapor. La alta eficiencia de los motores Diesel, unida a un diseño relativamente sencillo, se tradujo rápidamente en un gran éxito comercial.

Originalmente fue pensado para ser alimentado con aceites o, incluso, polvo de carbón, encontró en el gasóleo su más firme aliado. Era necesario contar con un combustible más pesado que la gasolina para poder lograr la autoinflamación sin necesidad de chipas eléctricas.



MAQUETA: Motor Diesel de cuatro tiempos.

DIMENSIONES: 82x84x77 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Escuela de Ingenieros de Minas. Motor diesel de cuatro tiempos.

UBICACIÓN: M2.P0. M2.

AREA DE CONOCIMIENTO: Motores.

AÑO: 1897.

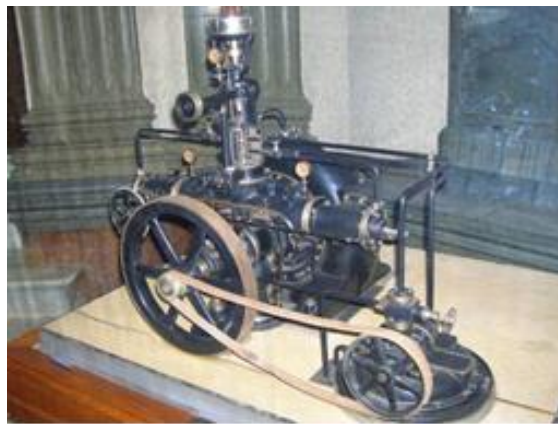
44. Turbina hidráulica (Francis)

James B. Francis desarrolló, en 1848, la primera turbina de flujo centrípeto.

James mejoró los diseños de Benoit Fourneyron, turbinas de flujo externo, obteniendo una turbina con el 90% de eficiencia.

La turbina Francis, funcionaba completamente sumergida, el agua procedente de una serie de inyectores periféricos se dirige hacia los álabes sujetos al eje vertical giratorio.

El flujo por medio de las aspas guía es radial, con una componente de velocidad tangencialmente significativa a la entrada de las aspas del rotor. Conforme el flujo pasa a través del rotor la velocidad desarrolla una componente axial mientras que la componente tangencial se reduce. A la salida del rotor, la velocidad del fluido es principalmente axial con poco o nada de componente tangencial. La presión a la salida del rotor se encuentra por debajo de la atmosférica.



MAQUETA: Turbina hidráulica (Francis).

DIMENSIONES: 52x76x70 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Escuela de Ingenieros de Minas, Turbina hidráulica modelo Francis.

UBICACIÓN: M1.EP.M2.

AREA DE CONOCIMIENTO: Turbinas.

AÑO: 1848

CARACTERISTICAS:

Turbina de reacción. Flujo centrípeto.

Presión: 17,4 m

Velocidad de giro: 263 rpm. Caudal de agua: 0,21 m³ s⁻¹ ·Potencia: 26 kW

45. Turbina de reacción (Parsons)

Charles A. Parsons inventó una turbina de vapor en la que se fraccionaba la caída de presión, realizándose una expansión de forma continua en una serie de coronas fijas y otras móviles dispuestas alternativamente.

Tiene gran número de etapas (entre 15 y 50); cada una de ellas con admisión total de vapor y tanto en el grupo de álabes fijos como en los móviles se presenta caída de presión del vapor, que debido al gran número de partes donde se sucede, los incrementos de velocidades (energía cinética) del vapor no son altos; por tal razón, los regímenes de rotación son bajos.

Por su gran longitud, debido al alto número de etapas, en lugar de usar árbol, generalmente, los álabes móviles están montados sobre un tambor, en especial los de las últimas etapas. Esta turbina es usada para mover generadores de gran potencia.



MAQUETA: Turbina de reacción (Parsons)

DIMENSIONES: 22x55x23 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

**PLACA IDENTIFICATIVA: Modellirt von Peter Koch modellwerk G.m.b.H. Cöln-Nippes
Bedeutendste und leistungsfähigste spezialfabrik atler modelle für ausstellungen museen und techn
Lehrangtalen.**

UBICACIÓN: M1.EP.M3.

AREA DE CONOCIMIENTO: Turbinas.

AÑO: 1884.

CARACTERISTICAS:

Primera turbina de reacción.

La presión de admisión de vapor: 7 bar

La temperatura de admisión de vapor: 160 ° C

La presión contra (presión de salida de vapor): 1 bar. Número de revoluciones: 6000 min-1. Salida: 16 Kw

46. Turbina de impulsión (Heinrich Zoelly)

Heinrich Zoelly inventó, en 1903, la primera turbina de impulsión. Esta turbina estaba acoplada a una dinamo. En la turbina Zoelly, la energía del vapor a presión se transforma en energía cinética en varias bancadas de inyectores de vapor, dispuestas en serie, y transferida a los correspondientes rotores. La presión, en la primera bancada de inyectores, disminuye solamente lo necesario como para que el rotor acoplado a ella adquiriera el número deseado de revoluciones. El proceso se repite a lo largo de los sucesivos conjuntos inyector-rotor, hasta que la presión es reducida por completo. El tamaño de las cámaras de alta y de baja presión está acorde con el volumen de vapor que deben alojar.

La maqueta representa un turbo alternador, acoplamiento de turbina y alternador, asociado a un condensador, que se encuentra implementado en un nivel inferior. El vapor descargado por la turbina sale a baja presión y temperatura e ingresa en el condensador de superficie, en donde se transforma en agua, para su posterior recirculación.



MAQUETA: Turbina de impulsión. (Heinrich Zoelly)

DIMENSIONES: 67x120x59 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Escuela especial de Ingenieros de Minas. Turbo alternador con instalación de condensador de superficie.

UBICACIÓN: M1.P1.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Instalación completa.

AÑO: 1903.

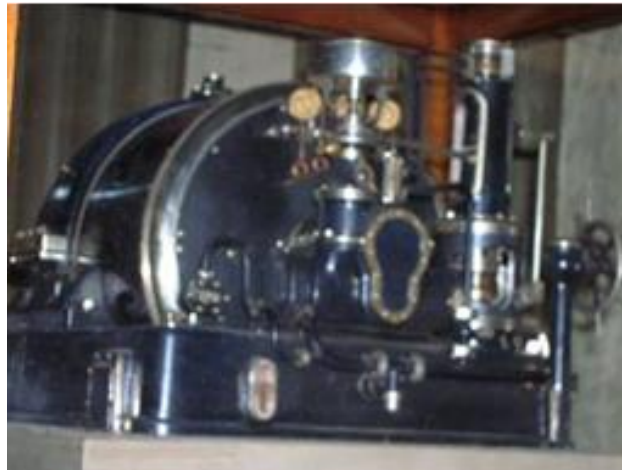
CARACTERISTICAS: Presión de vapor en la admisión: 11 bar. Temperatura del vapor en la admisión: 138° C.
Número de revoluciones: 3000 rpm

47. Turbina de vapor Curtiss

Charles Gordon Curtis, en 1896, desarrolló una turbina, accionada por fluidos bajo presión, que combinaba la acción directa de la turbina de Laval con las aletas de reacción de la turbina de Parsous.

Nikola Tesla junto a George Westinghouse realizaron mejoras en dicha turbina. Desarrollaron una turbina compacta y duradera, que utilizaba la energía cinética que imprime la velocidad del fluido propulsor debido a la expansión del chorro por medio de un número reducido de juegos de distribuidores y coronas de álabes.

El funcionamiento de la turbina es el siguiente: el vapor entra en la cámara por el orificio de admisión a la presión de la caldera de alimentación; pasa por los orificios, los conductos y las boquillas donde se expande lo suficiente para incidir sobre la primera etapa de álabes, después de los álabes al estator para ir a otro escalón de álabes. Desde aquí el vapor pasa a los tubos, para ser recalentado y a continuación evoluciona en las otras etapas de álabes fijos y móviles ya citados.



MAQUETA: Turbina de vapor.

DIMENSIONES: 28x44x37 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Escuela de Ingenieros de Minas, Turbina de vapor Curtiss.

UBICACIÓN: M1.EP.M5.

AREA DE CONOCIMIENTO: Turbinas.

AÑO: 1906.

48. Receptor hidráulico con rueda Pelton

Lester Allan Pelton, en 1880, desarrolló la turbina hidráulica Pelton.

La rueda Pelton es una turbina de impulsión integrada por tres componentes básicos: una o más toberas de entrada estacionarias, un rotor y una caja o envoltura. El rotor se compone de varios cangilones montados en una rueda rotatoria. La carga de presión corriente arriba de la tobera se transforma en energía cinética contenida en el chorro de agua que sale por la tobera. Cuando el chorro choca con los cangilones rotatorios, la energía cinética se convierte en un momento de torsión rotatorio.



MAQUETA: Receptor hidráulico con rueda Pelton.

DIMENSIONES: 37x85x50 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Escuela de Ingenieros de Minas, Receptor hidráulico con rueda Pelton.

UBICACIÓN: M1.P2.M8.

AREA DE CONOCIMIENTO: Turbinas.

AÑO: 1880.

49. Generador de vapor (George Babcock y Stephen Wilcox)

George Babcock y Stephen Wilcox desarrollaron, en 1867, una caldera acuotubular, a la que denominaron caldera de tubos de agua no explosiva, en alusión a las desastrosas explosiones de caldera frecuentes de aquel tiempo.

La caldera acuotubular estaba compuesta por varios tubos inclinados (aprox. 15°) y espaciados entre sí 200 mm, dichos tubos estaban conectados a dos colectores verticales. Un colector era descendente, y su cometido era suministrar agua prácticamente saturada a los tubos. El otro colector era ascendente y recibía la mezcla de agua y vapor. Al ser la densidad del agua en el colector de bajada mayor que la de la mezcla en el de subida, se producía una circulación natural. La mezcla bifásica iba a parar a un tambor superior dispuesto paralelamente a los tubos. El tambor recibía el agua desde el último calentador de agua de alimentación, y suministraba vapor saturado al sobrecalentador a través de un secador de vapor colocado en el tambor, y que separaba el vapor de las burbujas de agua.



MAQUETA: Generador de vapor. (George Babcock y Stephen Wilcox)

DIMENSIONES: 49x82x26 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Escuela de Ingenieros de Minas, Generador de vapor Babcock –Wilcox con recalentador y economizador.

UBICACIÓN: M1.P2.M4.

AREA DE CONOCIMIENTO: Instalación completa.

AÑO: 1867.

CARACTERISTICAS:

Presión de vapor: 12 y 23 bar.

50. Máquina de vapor (distribución modelo cross-compound)

Jonathan Hornblower patentó, en 1771, las máquinas de expansión múltiple o compound.

El fundamento de la maquina compound se basa en la utilización de más de un cilindro para obtener mayor potencia con mejor economía. Haciendo que el vapor realice parte de su trabajo en un cilindro, llamado "cilindro de alta presión" y que después complete su esfuerzo en un segundo cilindro mayor que el anterior, llamado "cilindro de baja presión"; la expansión del vapor puede así repartirse para igualdad de trabajo en ambos cilindros con mayor economía.

La maqueta representa una máquina cross-compound, con los dos cilindros situados uno al lado del otro y moviendo el mismo eje, con manivelas caladas a 90º, para mayor uniformidad del par motor. Tienen las manivelas en voladizo en los extremos del cigüeñal, y el volante entre los cojinetes principales de la máquina.



MAQUETA: Máquina de vapor (distribución modelo cross-compound)

DIMENSIONES: 32x75x63 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Peter Koch. Modellwerk. G.m.b.H Colonia-Nippes. Fábrica especializada de modelos para exposiciones, museos, modelos de inventos y para enseñanza técnica.

UBICACIÓN: M3.P2.M3.

AREA DE CONOCIMIENTO: Motores

AÑO: 1879.

51. Central de ciclo de turbina de vapor

La maqueta representa una central de ciclo de turbina de vapor.

A la derecha de la maqueta se observa una máquina de vapor tandem-compound, con un cilindro colocado a continuación del otro y accionando el mismo eje. El cilindro de alta presión va delante del de baja presión, siendo este último el más próximo al volante. A su izquierda nos encontramos la caldera en la que se producen los procesos de calentamiento del vapor saturado, sobrecalentador y del vapor proveniente de la turbina de alta presión, recalentador.

El condensador y la torre de refrigeración se encuentran en la imagen superior. El condensador es un intercambiador de calor en el que se condensa el vapor a la salida de la turbina y la torre de refrigeración es un intercambiador de calor entre el agua de circulación y el aire del ambiente.



MAQUETA: Central de ciclo de turbina de vapor.

DIMENSIONES: 1,3 x 2,5 x 71 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal, plástico.

UBICACIÓN: M2.P2.M2.

AREA DE CONOCIMIENTO: Motores.

AÑO: 1800.

CARACTERISTICAS:

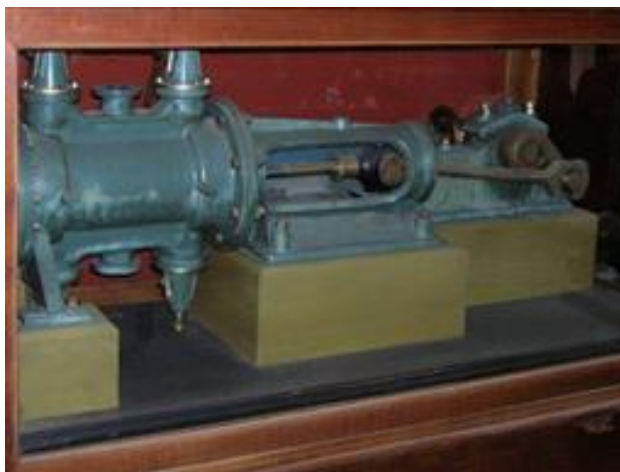
Central de ciclo de turbina de vapor con recalentamiento intermedio del vapor, calentamiento regenerativo del agua de alimentación de la caldera y refrigerada por la torre de refrigeración.

52. Máquina de vapor (distribuidor central)

La maqueta refleja un detalle de la articulación de la biela con el vástago del émbolo, dentro del carril que aseguraba la alineación de toda la articulación, frente a los esfuerzos laterales a los que se ve sometido el mecanismo biela-manivela.

En el cilindro de la máquina de vapor, vemos las entradas y salidas de vapor.

El vapor de agua generado en la caldera, es introducido a presión dentro del cilindro, arrastrando el pistón o émbolo en toda su expansión. Mediante el mecanismo de biela-manivela, el movimiento lineal alternativo del pistón del cilindro se transforma en un movimiento de rotación. Una vez alcanzado el final de carrera el émbolo retorna a su posición inicial y expulsa el vapor de agua utilizando la energía cinética de un volante de inercia.



MAQUETA: Máquina de vapor (distribuidor central).

DIMENSIONES: 57x147x72 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Peter Koch. Modellwerk. G.m.g.h. Colonia-Nippes.

Fábrica especial de modelo, para exposiciones, museos, modelos de inventos y para enseñanza técnica.

UBICACIÓN: M2.P0.M4.

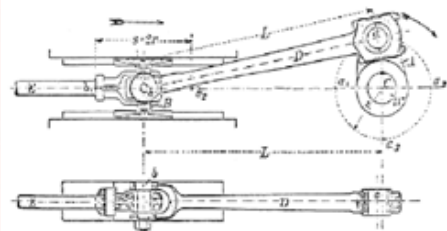
AREA DE CONOCIMIENTO: Motores.

AÑO: 1863.

53. Mecanismo biela-manivela

El mecanismo de biela - manivela es un mecanismo que transforma un movimiento circular en un movimiento de traslación, o viceversa. Este mecanismo es habitualmente utilizado en motores de combustión y bombas y compresores de desplazamiento positivo. El ejemplo actual más común se encuentra en el motor de combustión interna de un automóvil, en el cual el movimiento lineal del pistón producido por la explosión de la gasolina se trasmite a la biela y se convierte en movimiento circular en el cigüeñal.

En forma esquemática, este mecanismo se crea con dos barras unidas por una unión de revoluta. El extremo que rota de la barra (la manivela) se encuentra unida a un punto fijo, el centro de giro, y el otro extremo se encuentra unido a la biela. El extremo restante de la biela se encuentra unido a un pistón que se mueve en línea recta.



MAQUETA: Mecanismo biela-manivela

DIMENSIONES: 18x 45x18 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

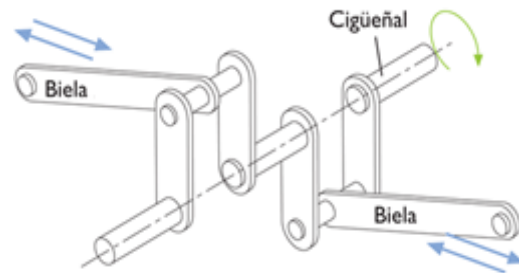
UBICACIÓN: M1.P2.V2.M12.

AREA DE CONOCIMIENTO: Motores.

54. Mecanismo pistón-biela-cigüeñal

El mecanismo pistón-biela-cigüeñal es un mecanismo que usa estos tres elementos para convertir la fuerza de empuje de gases a alta presión, sobre un pistón, en movimiento rotatorio del eje.

El movimiento de traslación del pistón colocado entre dos superficies guías, se transmite a través de una barra recta, biela, a una manivela rotatoria, cigüeñal. El empuje de los gases sobre el pistón, actúan solo en la carrera de descenso, luego la inercia de un volante acoplado al cigüeñal hace subir de nuevo el pistón para una nueva actuación del empuje, convirtiendo el movimiento oscilante del pistón en rotación permanente del cigüeñal.



MAQUETA: Mecanismo pistón-biela-cigüeñal

DIMENSIONES: 60x 72 x20 cm.

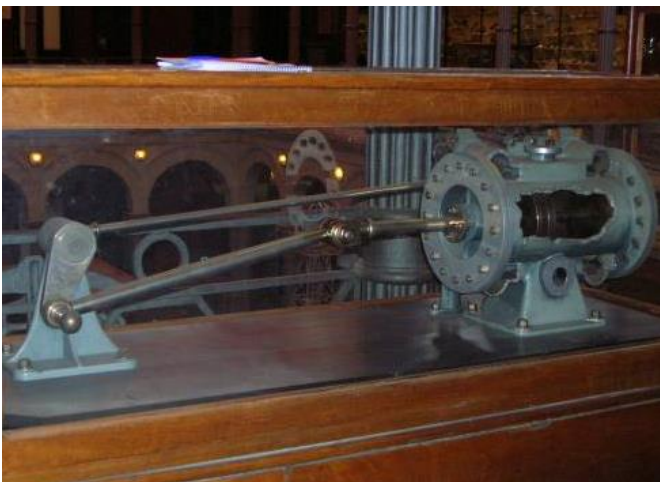
MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera y metal.

UBICACIÓN: M1.P2.V2.M14.

AREA DE CONOCIMIENTO: Motores

55. Máquina de vapor con distribución por obturador sistema Corliss

La maqueta representa una máquina de vapor con distribución por obturador. En ella observamos un corte del cilindro, dentro del cual se mueve el pistón. Este pistón recibe la presión del vapor de forma alternativa por los dos lados, de modo que se crea un movimiento lineal alternativo. El pistón está conectado a un vástago que sobresale del cilindro, el cual a su vez lleva en un extremo una cruceta con una articulación. La articulación conectada con la biela, mueve el cigüeñal de un eje, que convierte el movimiento alternativo en movimiento circular.



MAQUETA: Máquina de vapor con distribución por obturador sistema Corliss.

DIMENSIONES: 40x128x30 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

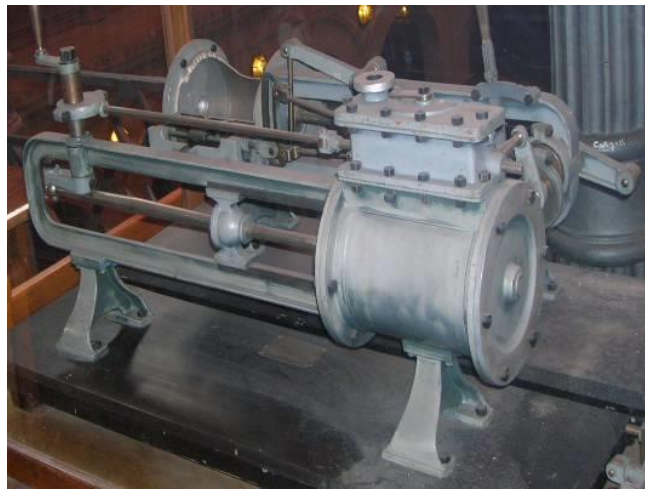
PLACA IDENTIFICATIVA: Escuela de Ingenieros de Minas .Máquina de vapor con distribución por obturador sistema Corliss.

UBICACIÓN: M1.P2.M2.

AREA DE CONOCIMIENTO: Motores.

56. Dispositivo de corredera para distribución con expansión variable

La maqueta representa un dispositivo de corredera para distribución con explosión variable. Podemos observar que la corredera descansa sobre una base de fundición que soporta el bastidor, al que van unidos los cilindros. El tipo de máquina diseñado es de cigüeñal central, es decir, con biela conectada a una muñequilla, centrada entre los dos cojinetes y con dos volantes exteriores a los apoyos. La admisión del vapor en los cilindros se realiza a través de la corredera en forma de teja, y la expansión de vapor, después del cierre, acciona el émbolo, el vástago y la cruceta de la corredera.



MAQUETA: Dispositivo de corredera para distribución con expansión variable.

DIMENSIONES: 40x87x59 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Escuela de Ingenieros de Minas. Dispositivo de corredera para distribución con expansión variable.

UBICACIÓN: M1.P2.M10.

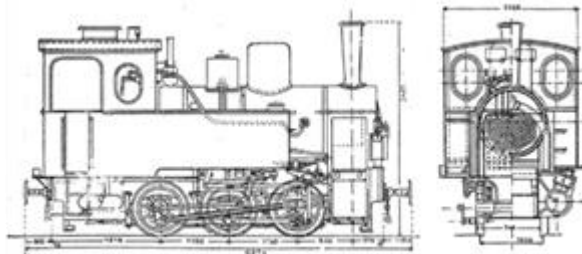
AREA DE CONOCIMIENTO: Motores.

57. Locomotora ténder

El ingeniero de minas británico, Richard Trevithick, creó en 1804, la primera locomotora a vapor que luego es mejorada considerablemente por George Stephenson en 1814.

La maqueta representa una locomotora ténder, de tres ejes acoplados. Construida en 1898 por Orenstein y Koppel. De distribución plana tipo Walschaerts, poseía una potencia de 150 caballos, siendo su velocidad máxima de 30 km/h, pudiendo arrastrar en horizontal 600 toneladas.

Se empleaba para el transporte de carbón, acción para la cual se utilizaba el tender o vagón que sigue inmediatamente después de la locomotora.



MAQUETA: Locomotora ténder.

DIMENSIONES: 74x162x55 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Sociedad española de material ferroviario antes Orenstein y Koppel.

Escuela de Ingenieros de Minas. Locomotora ténder.

UBICACIÓN: M2.P0. M5.

AREA DE CONOCIMIENTO: Motores.

AÑO: 1898.

Maquetas de energía

58. Central térmica

En la central térmica, la energía química, de la que el combustible fósil (lignito en este caso) es portador, se transforma en energía eléctrica.

El lignito se reduce primero a un polvo fino, y se inyecta dentro del horno por medio de unos chorros de aire precalentado.

La energía liberada en la cámara durante la combustión, provoca la evaporación del agua contenida en los tubos de la caldera. Este vapor, entra a gran presión en la turbina, haciéndola girar, generando energía mecánica.

El vapor pasa de la turbina al condensador. Aquí, a muy baja presión (vacío) y temperatura (40°C), el vapor se convierte de nuevo en agua, la cual es conducida otra vez a la caldera a fin de reiniciar el ciclo productivo. El calor latente de condensación del vapor de agua es absorbido por el agua de refrigeración, que lo entrega al aire del exterior en las torres de enfriamiento.

La energía mecánica de rotación que lleva el eje de la turbina, es transformada en energía eléctrica por medio de un generador síncrono acoplado a la turbina.



MAQUETA: Central térmica.

DIMENSIONES: 200x273x223 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y plástico.

PLACA IDENTIFICATIVA:

**Empresa Nacional de Electricidad, S.A.
Central térmica de Teruel, Grupo 1,2 y 3.
Proyecto Auxiesa.
Potencia 3x350 MW
Caldera M,T,M-F.W.
Turbina E.N. Bazan-Mitsubishi
Alternador Westinghouse. S.A.
Escala 1:100**

UBICACIÓN: M2.P1.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Energía.

59. Presa de Canelles

Esta presa, diseñada por Eduardo Torroja, aprovecha el agua del río Noguera Ribagorzana, para la producción de energía eléctrica, que se realiza en una central subterránea existente a pie de presa.

En la gestión normal del embalse, el agua se vierte por la toma hidroeléctrica situada en la margen izquierda y se conduce por una tubería forzada hasta la central situada a pie de presa. Ésta tiene una potencia de 107.000 KW y el caudal de turbinación es del orden de unos 45 m³/s diarios. El agua turbinada se restituye al río, a unos 400 m de la presa.



MAQUETA: Presa de Canelles (Lérida).

DIMENSIONES: 67x165x105 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metacrilato y plástico.

UBICACIÓN: M2.P3.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Energía.

CARACTERISTICAS:

Año de terminación: 1.960.

Propiedad: Endesa.

Tipología: presa bóveda-cúpula.

Altura de presa: 150 m.

Longitud de coronación: 210 m.

Volumen de embalse: 678 hm³.

Maquetas de Mineralurgia

60. Mesa circular de estrío

Las mesas giratorias representan un sistema de escogido manual. Reciben el material, bien por el centro, bien por la periferia, generalmente mediante un alimentador como el que se observa en la maqueta. Con la rotación del tablero, la mena queda accesible, en su recorrido, a los operadores situados en la periferia, los cuales estrían el material en dos fracciones. La primera, constituida por el estéril, es retirada del tablero manualmente, mientras que la segunda permanece en el mismo. Un divisor recoge, de forma automática, el material que ha llegado hasta la zona de descarga, obligándolo a embocar el canal de salida, quedando la mesa dispuesta para recibir nuevas tongadas de todo-uno. En la imagen de la derecha se muestra una mesa de estrío en la que la carga se separaba, manualmente, en dos zonas concéntricas. En este equipo, sendos divisores provocaban la descarga diferenciada de las dos fracciones.

El mecanismo de las mesas giratorias estaba constituido por un árbol o eje rotatorio vertical, que era accionado mediante un engranaje de piñones, ubicado en su extremo superior, sobre el que se actuaba a través de una manivela, tal y como se observa en la imagen de la maqueta.

Este equipo se empleaba para la selección de materiales valiosos, en función de su color, densidad o brillo. La granulometría del material alimentado a estas mesas debía ser gruesa, con objeto de permitir el escogido manual. Actualmente, han sido sustituidas por la cinta longitudinal de estrío, que ofrece una mayor capacidad de tratamiento.



MAQUETA: Mesa circular de estrío.

DIMENSIONES: 30x30x30 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera y metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Rotierender
Klaubtisch. 1:10 d.n.Gr.

Gef.i.d.Modellwerkstatt Königl.Bergakademie.
Freiberg.d.a. Rich.Braun, modellwerister.

UBICACIÓN: M1.P2.V1.M4.

AREA DE CONOCIMIENTO: Mineralurgia.

CARACTERISTICAS:

Equipo para la clasificación o selección manual de materiales valiosos, dosificados o alimentados en granulometría gruesa. Actualmente en desuso, ha sido sustituido por las cintas longitudinales de estrío.

61. Molino de Cilindros Lisos

El molino de cilindros lisos realiza una fragmentación mecánica del material a tratar, por los efectos de compresión y fricción entre dos rodillos de igual diámetro, recubiertos de un metal duro. Los cilindros están dispuestos horizontalmente, y colocados tangencial o casi tangencialmente. Sus movimientos de giro son de sentidos inversos, con objeto de favorecer el flujo del material a tratar. El índice de reducción de la operación de conminución dependerá, entre otras cosas, de las características superficiales del contorno cilíndrico, de su radio, y de la separación que se disponga entre ambos rodillos.

La carga se dosifica a través de un sistema tolva vibratoria-alimentador. En la maqueta se observa cómo la tolva es sacudida por medio de una varilla que golpea, cíclicamente, su casco.

Este equipo se emplea para la trituración secundaria y la molienda de materiales blandos (carbón, caliza), con escasa producción de finos. No obstante, a día de hoy se emplean sistemas de alta presión, con recubrimientos especiales, que permiten su uso en la trituración de minerales más duros.



MAQUETA: Molino de cilindro liso.

DIMENSIONES: 21x20x12 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Walzenmühle. 1:10 d.n.Gr. Gef.i.d.Modellwerkstatt Königl. Bergakademie Freiberg.d.a. Rich.Braun, modellwerister

UBICACIÓN: M1.P2.V2.M4.

AREA DE CONOCIMIENTO: Mineralurgia

CARACTERISTICAS:

Equipo para la trituración y molienda de materiales blandos y poco abrasivos.

Recientemente, y gracias a los avances alcanzados en el campo de la ingeniería de materiales, se ha dotado a los cilindros de recubrimientos especiales, permitiendo, de esta manera, ampliar el rango de utilización de estos molinos a materiales más duros

62. Criba de concentración por sacudidas (Criba Monasterio)

La artesa, por efecto del giro del eje motor, recibe una serie de sacudidas que originan en ella, no sólo oscilaciones sino también un movimiento de vaivén. El equipo está dispuesto de tal modo que, el mineral que caiga sobre la superficie del tamiz, describa trayectorias parabólicas en el aire, avanzando de manera sucesiva a lo largo de la artesa, hasta que por sí sola, y después de repetidos saltos, salga por el extremo abierto, en tanto que el material de tamaño inferior a la luz de la malla se recoge por el fondo.

La criba de sacudidas consta de una artesa de base rectangular, con uno o dos pisos, que se encuentra cerrado por tres de sus lados y abierto por el restante, encontrándose constituido su suelo o piso, por un tamiz, o por dos superpuestos. La artesa, en su parte más baja, pende de dos bielas cuyo eje de giro se halla en un nivel superior, mientras que, por la parte más alta, descansa directamente sobre excéntricas, con levas que reciben su movimiento del árbol de transmisión general.



MAQUETA: Criba de sacudidas.

DIMENSIONES: 12x59x18 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera y metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: No tiene

UBICACIÓN: M1.P2.V2.M8.

AREA DE CONOCIMIENTO: Mineralurgia.

CARACTERISTICAS:

Criba de sacudidas para separación granulométrica en función del tamaño de las partículas.

Se emplea para la clasificación de minerales en rangos granulométricos apropiados para su posterior tratamiento o concentración, y para la clasificación de productos finales cuyas especificaciones comerciales incluyan condicionantes granulométricos (áridos, carbones, etc.).

63. Criba cartagenera (Freiberg)

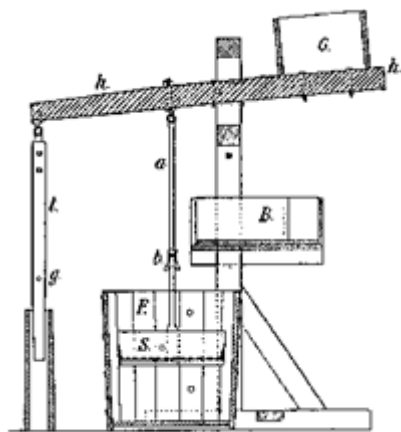
Este jig de criba móvil está constituido por una caja de madera reforzada con pletinas de hierro (E). En el interior de la pieza metálica se hallan colocadas dos parejas de regletas, que sirven de guía para el movimiento, de subida y bajada, de otra cubeta (S) más pequeña (de 0,40 a 0,50 m. de diámetro), con fondo perforado, que pendiente de un asa y de una varilla (e), se encuentra unida al balancín o palanca (h), de 3 m de longitud aproximadamente, y que se mueve describiendo un plano vertical.

A dicho balancín, se le imprime, a mano, un movimiento oscilatorio por medio del tirante (L) y la traviesa (g). Para que este movimiento sea uniforme, se introduce la parte inferior del tirante en un cajón, con lo que se forma una especie de émbolo. Además, y para disminuir el esfuerzo motor, se dispone de un contrapeso (G), a modo de cajón que se rellena con piedras, en el otro extremo del balancín (h).

En el nivel superior al del borde de la cuba y sobre la mesa (B), se sitúa el material a tratar, y, cuando se encuentra llena de agua la cuba (E) hasta cerca de su borde, puede procederse al enriquecimiento de la mena.

El operario, auxiliado de una raedera pequeña, carga la cubeta (S), llevando a esta una parte del mineral preparadas en la mesa (B). Realizado esto, actuando sobre la traviesa (L), se hace descender de prisa la misma cubeta, para que todo el género penetre en el agua con rapidez y quede en suspensión lo más ligero, logrado lo cual, la cubeta se eleva con un movimiento mucho más lento y pausado. Esta operación se repite un cierto número de veces, hasta lograr la concentración de lo más rico, en la parte inferior de la cubeta, en contacto directo con el tamiz. Se formará, además, otra capa de riqueza intermedia que ocupará la zona central, y habrá una zona más alta, constituida por lo ligero y estéril, mientras que atravesará la rejilla, yendo a depositarse en el fondo de la cuba (E), toda la materia más fina que siempre acompaña a las granzas. La maniobra de recogida del material concentrado se ejecuta después de elevar suavemente la cubeta (S) sobre el nivel del líquido, reteniéndola inmóvil por medio de una clavija que se introduce en el cajón y que atraviesa el tirante (L).

El empleo de este equipo tenía aplicación cuando el material a tratar encerraba una alta ley de menas útiles, cuya separación gravimétrica fuese factible. De esta manera, esta criba se empleó de manera exhaustiva para la preconcentración de menas de plomo, zinc y hierro. Un ciclo de operación completo constaba, habitualmente, de varias cargas de material.





MAQUETA: Criba cartagenera

DIMENSIONES: 29x 45 x20 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera.

UBICACIÓN: M1.P2.V2.M2.

AREA DE CONOCIMIENTO: Mineralurgia

CARACTERISTICAS:

Criba hidráulica para la concentración gravimétrica, mediante impulsión por desplazamiento del lecho.

La Cartagenera es una de las cribas más antiguas que se conocen, y su uso aún no se ha extinguido. Era frecuente su empleo en los trabajos mineros con escasos recursos, o en los que se emprendían ocasionalmente. Está documentada su utilización en Linares y Cartagena, región, esta última, a la que debe su nombre.

64. Criba hidráulica de rejilla fija

Falta documentación.



MAQUETA: Criba hidráulica de rejilla fija

DIMENSIONES: 70x 42 x36 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera.

UBICACIÓN: M1.P2.V2.M2.

AREA DE CONOCIMIENTO: Mineralurgia

CARACTERISTICAS:

Criba hidráulica de rejilla fija para la concentración gravimétrica.

El esponjamiento del lecho lo proporciona el fluido (agua), que es impulsado, a presión regulable, contra el fondo de la rejilla.

65. Criba Hancock

Constituido por una caja, generalmente de madera, de 7.5 m x 1.25 m x 1.75 m. En el fondo presenta una rejilla de 6 m x 0.8 m. Consta de seis compartimentos dispuestos en serie, que trabajan con fondo de granza, a través del cual pasan los concentrados (pesados finos). La descarga de los concentrados obtenidos en los cuatro compartimentos intermedios se efectúa a través de sendas válvulas dispuestas en el fondo de los recipientes. La descarga, tanto del primero como del último compartimento, se realiza mediante elevador de cangilones. Las aberturas de la rejilla suelen ir creciendo, de un modo progresivo, desde el lado de la alimentación al de la descarga del estéril. La parte correspondiente a los tres primeros compartimentos es de tela metálica, pudiendo ser el resto de chapa perforada. El fondo de granza de las primeras cajas suele formarse con el mismo género y, si esto no fuera posible, se hace de materiales extraños. En las dos últimas es siempre artificial.

La criba va montada sobre un chasis con patas, entre las que se sitúa el sistema de accionamiento. El movimiento se transmite mediante un eje horizontal que gira a 60 r.p.m., con una leva triple que actúa sobre unas palancas oscilantes que recibirán 180 sacudidas por minuto. Van caladas sobre ejes horizontales, en cuyo extremo opuesto se fijan dos bielas que mueven unas barras verticales destinadas a actuar, en su parte superior, sobre barras transversales de las que cuelga la rejilla. Esta última recibe un movimiento combinado, vertical y horizontal, producido éste por la acción de una palanca oscilante sobre un perno cuya posición puede variarse desde la parte superior externa de la caja. El marco de la rejilla recibe, así, un movimiento combinado, que hace avanzar rápidamente el material sobre la misma, produciéndose la elevación de la rejilla por la acción de la leva y el descenso por gravedad.

El material llega a la criba de modo constante, cayendo sobre una placa y el fondo de granza impide que puedan entrar estériles en el fondo. El concentrado (pesado) más fino se aglutina en el primer compartimento y el grueso en el tercero, depositándose en el segundo un concentrado de tamaño intermedio. En los dos siguientes compartimentos se recogen los mixtos, llegando los estériles hasta el departamento final. Con objeto de reducir la succión en los tres primeros compartimentos, se inyecta agua a presión por debajo de ellos.

Las cribas Hancock pueden tratar un género de 0.5-15 mm sin clasificar. La combinación de movimientos estratifica rápidamente los minerales, por densidad, independientemente de su tamaño, pudiendo regularse fácilmente el aparato para adaptarse a la riqueza del material tratado. Estos equipos pueden trabajar como aparatos de desbaste, netamente como concentradores, o, lo que es más frecuente, como un término medio entre los dos casos.



MAQUETA: Criba Hancock

DIMENSIONES MAQUETA:

UBICACIÓN: M1.P2.V2.M6.

AREA DE CONOCIMIENTO: Mineralurgia

CARACTERISTICAS:

Criba hidráulica (Jig) para la concentración gravimétrica, mediante impulsión por desplazamiento del lecho (rejilla móvil), para operación en continuo.

La criba Hancock, fue inventada en Australia (minas de Broken-Hill), y su primera aplicación fue la de preconcentración de menas sulfuradas de baja ley.

66. Mesa de sacudidas Ferraris (Wilfley)

Las mesas de sacudidas están formadas por una superficie plana, ligeramente inclinada y provista de listones de altura variable. El movimiento se debe a un mecanismo que proporciona unas sacudidas asimétricas y longitudinales.

La longitud de los listones es creciente y su altura disminuye sucesivamente. Los más largos presentan una altura aproximada del doble que los más cortos.

El movimiento es transmitido por un sistema biela-excéntrica a unas placas articuladas, una de las cuales se apoya sobre una cuña móvil unida a un bastidor fijo, y la otra sobre un cojinete móvil que está unido al bastidor por medio de un muelle o resorte. Cuando la biela baja, se produce un alargamiento del resorte, y un movimiento lento hacia delante. Por el contrario, cuando la biela sube se produce un movimiento brusco hacia atrás. La amplitud del movimiento se regula desplazando verticalmente una cuña móvil, sobre la cual se apoya una de las placas articuladas.

La alimentación se realiza en un extremo de la parte superior de la mesa, donde se encuentra una tolva. El agua de lavado, que formará la lámina pelicular fluente, se distribuye de forma uniforme sobre la superficie. Las estrías o "rifles" forman una especie de trampa para las partículas más pesadas, mientras que los más ligeros deslizan por encima de ellos, y se descargan por la parte inferior del tablero. Los granos pesados, retenidos en los rifles, avanzan lateralmente como consecuencia de las sacudidas que se imprimen a la mesa.

El equipo lleva, en su lado más largo, un canal para distribuir el agua destinada al lavado, lindante con el canal distribuidor del material a tratar. Por el lado opuesto del tablero, se produce la descarga de los productos ligeros y mixtos, mientras que por el costado menor se efectúa la de los pesados que, normalmente, presentan un valor suficiente como para ser utilizados sin un nuevo relavado.

Todos los granos se distribuyen en función de su tamaño y densidad en cuatro zonas:

- Zona I: Es la zona de concentrados. En ella se recogen las partículas finas-densas.
- Zona II: En ella se recogen las partículas gruesas-densas y algunos mixtos.
- Zona III: Es la zona donde se recogen las partículas mixtas con algunas ligeras.
- Zona IV: Es la zona donde se recogen las partículas ligeras.

Las mesas Wilfley tienen su aplicación en minerales pesados como las menas de oro, estaño y wolframio. También se emplean para la limpieza de arenas destinadas a la fabricación de vidrio.





MAQUETA: Mesa de sacudidas (Wilfley)

DIMENSIONES: 20x58x25 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Ctlg. No: 170, 1:10 d.n.Gr. Gef.i.d. Ferraris-Heerd. Modell werkstatt Königl. Bergakademie

Freiberg.d.a. Rich.Braun, modellwerister.

UBICACIÓN: M1.P2.M5.

AREA DE CONOCIMIENTO: Mineralurgia

AÑO: 1896.

CARACTERISTICAS:

Equipo para la concentración gravimétrica, mediante lámina pelicular fluente y bajo la acción de sacudidas.

67. Clasificador hidráulico Spitzkasten (caja de puntas)

El equipo está constituido por cajas piramidales, dispuestas en serie, que hacen las veces de depósitos sucesivos de fracciones densimétricas diferentes. Por purgas inferiores se retiran de cada caja los materiales sedimentados, mientras que los granos de menor peso van pasando de una a otra caja, arrastrados por la corriente superficial, derramándose los más ligeros por el vertedero de la última.

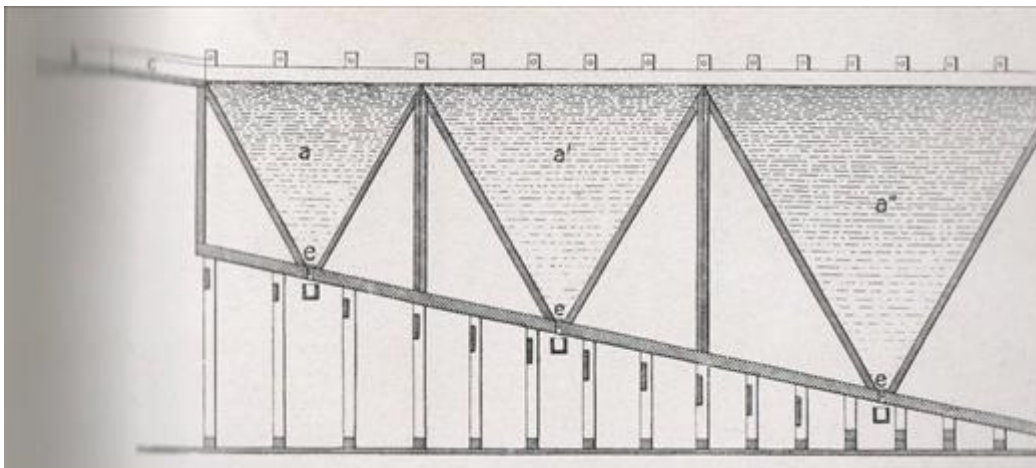
La pulpa debe circular lentamente, y ser lo suficientemente fluida, para facilitar la movilidad requerida de las partículas, para que éstas sean clasificadas en función de su densidad.

La sección horizontal de la batería de Spitzkasten recuerda a la de un canal escalonado o de sección creciente. Los géneros van circulando sin alteraciones súbitas de régimen. A medida que se alejan del canal de alimentación, las cajas van siendo de mayor capacidad, más profundas, anchas y largas ya que,

siendo los recorridos horizontales de las partículas, inversamente proporcionales a sus velocidades límite en el agua, las primeras cajas recogerán las partículas más pesadas y, por tanto, las que más rápidamente se depositan, mientras que las últimas recibirán sólo el material más ligero, que necesita mucho más tiempo y espacio para su sedimentación.

Si en la pulpa predominan partículas del tamaño de gandingas, es necesario, para evitar el empleo de una cantidad exagerada de agua y la utilización de cajas excesivamente grandes, valerse de una corriente ascensional de agua que retarde el descenso de los granos. En este caso se denominan "Rheolavadores".

Se emplean para la clasificación de partículas con diferentes densidades. Concretamente, se utilizan en la industria del carbón y para rocas industriales.





MAQUETA: Clasificador hidráulico Spitzkasten (caja de puntas)

DIMENSIONES: 22x24x67 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera.

UBICACIÓN: M1.P2.V2.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Mineralurgia

CARACTERISTICAS:

Equipo para la clasificación hidráulica de material fino, en función de su densidad.

Los clasificadores hidráulicos Spitzkasten fueron ideados por Rittinger, como una variante de los primitivos canales.

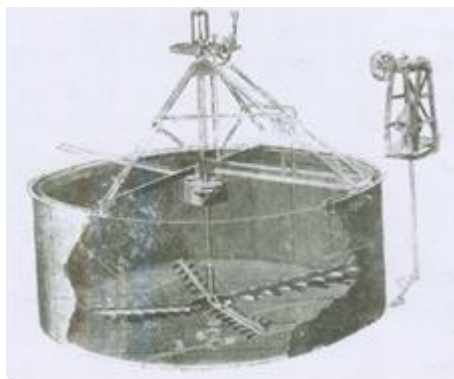
67.A Espesador (clarificador) tipo Dorr

El espesador está constituido por un depósito cilíndrico, de base cónica y poca profundidad (~3 m), provisto de un mecanismo interior que gira, muy lentamente, alrededor de un eje central. Este eje lleva, en su parte inferior, unos brazos que “barren” el fondo del espesador, provistos de racletas que forman un ángulo casi recto con los correspondientes brazos. Al girar el mecanismo, las racletas van empujando los sedimentos depositados hacia el orificio central de evacuación. De esta manera, se comprime la masa de lodos y se le da compacidad, expulsando parte del agua retenida entre las partículas y consiguiéndose un espesamiento mucho mayor que el que se obtendría en una decantación en balsa.

La admisión de la pulpa se efectúa a través de una caja central, con fondo de tamiz, que retiene las partículas o impurezas de tamaño grueso que pudieran perturbar el funcionamiento del equipo. El rebose limpio se vierte en un canal periférico que rodea la parte superior del depósito.

El espesador trabaja con el agua, prácticamente, en reposo, siendo de marcha continua tanto en lo que se refiere al rebose del líquido clarificado como a la salida de la pulpa espesa. Algunas veces se ayuda a la sedimentación, añadiendo pequeñas cantidades de coagulantes o floculantes, con objeto de que las partículas finas se adhieran entre sí, formando los respectivos coágulos o flóculos, que decantan a mayor velocidad.

Las dimensiones de un espesador dependen del tonelaje sólido contenido en la pulpa de alimentación, de la concentración del lodo que se desee obtener, de las características del material tratado, y del grado de clarificación que se pretende obtener en el rebose. El diámetro del depósito varía de 1 a 150 metros. La velocidad a la que giran los brazos depende del diámetro del tanque. A modo orientativo, se puede decir que los brazos de un espesador grande giran a unas 0.015 r.p.m., mientras que los de uno pequeño lo hacen a unas 0.5 r.p.m.





MAQUETA: Mesa circular de estrío.

DIMENSIONES: 30x30x30 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera y metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Rotierender Klautisch. 1:10 d.n.Gr. Gef.i.d.Modellwerkstatt Königl.Bergakademie. Freiberg.d.a. Rich.Braun, modellwerister.

UBICACIÓN: M1.P2.V1.M4.

AREA DE CONOCIMIENTO: Mineralurgia.

CARACTERISTICAS:

Equipo para la clasificación o selección manual de materiales valiosos, dosificados o alimentados en granulometría gruesa. Actualmente en desuso, ha sido sustituido por las cintas longitudinales de estrío.

Las maquetas metalúrgicas

69. *Horno de coque*

El coque se obtiene destilando en seco los carbones (hullas). Antes de proceder a la coquefacción, la carga de hulla se tritura en los desintegradores. Es necesario que en la carga haya, como mínimo, el 92 % de la fracción con un tamaño menor de 3 mm, ya que esto contribuye a obtener un coque menos agrietado. Se fabrica en los hornos de coque, que no son más que cámaras, de 0,5 m. de ancho, 15 m. de largo y 5 m de alto. El volumen útil de la citada cámara es de 30 m³, mientras que la masa del material cargado puede llegar a las 22 t.

Los hornos de coque se reúnen en baterías, contando cada batería con 40-70 hornos. La hulla se carga por arriba de la cámara. La temperatura de la mampostería en los espacios de calefacción (verticales) varía dentro de los límites de los 1350° C y los 1420° C. El periodo de coquefacción se prolonga durante unas 15 horas.

A partir de 1 t de carga seca, se obtienen unos 800 kg de coque y alrededor de 330 m³ de gas de coque.



MAQUETA: Horno de coque.

DIMENSIONES: 64x44x38 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera y metal.

UBICACIÓN: M1.P2.V2.M6.

PLACA IDENTIFICATIVA: Polytechnisches Arbeits- Institut. J.Schröder. A.D. Darmstadt.
N° 1645

AREA DE CONOCIMIENTO: Siderurgia.

AÑO: 1709.

CARACTERISTICAS: Poseen cámaras rectangulares separadas por paredes huecas que contienen los canales de calentamiento, en los cuales el gas se quema para calentar el horno. Son cargados por una máquina y descargados por una deshornadora mecánica, después de la retirada de las puertas de ambos lados. El gas sale del horno por el tubo montante y se lleva a la planta de subproductos, retornando una parte del mismo a los hornos para su calentamiento.

70. *Batería de coque*

El primer método de coquefacción del carbón consistía simplemente en apilarlo en grandes montones, al aire libre, dejando una serie de conductos horizontales y verticales. Estos conductos se llenaban con madera a la que se prendía fuego, lo que a su vez inflamaba el carbón. Cuando la mayor parte de los elementos volátiles del carbón habían desaparecido, las llamas se hacían más débiles. Entonces se sofocaba parcialmente el fuego con polvo de carbón y se rociaba con agua.

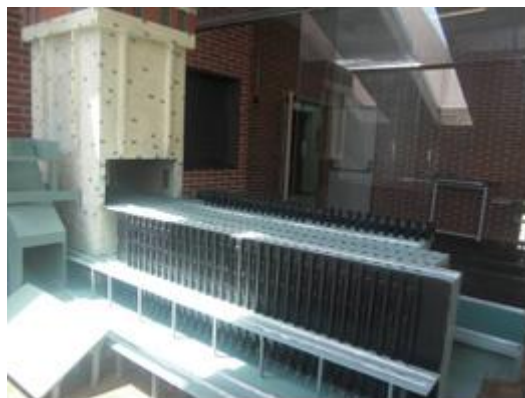
Un avance posterior fue la coquefacción de carbón en hornos de colmenas, llamados así por su forma. Igual que en el caso del cocido al aire libre, no se hacía nada para recuperar el gas ni el alquitrán, valiosos subproductos del proceso. En la actualidad, casi todos los hornos de colmenas han sido sustituidos por los modernos hornos de coque de recuperación de subproductos. Estos hornos, por lo general agrupados en baterías de unas 60 unidades, son estrechas cámaras verticales con paredes de sílice, calentadas por la combustión del gas que fluye entre los hornos adyacentes. Cada horno se carga por una

abertura en la parte superior, con una cantidad de entre 10 y 20 toneladas de carbón, que se calienta a temperaturas de hasta 1.500 °C durante unas 17 horas.

Mientras, los gases procedentes del horno se recogen por otra abertura en la parte superior, el alquitrán de carbón se condensa al contacto con el agua de la tubería principal, y el gas, después de depurarse con agua para eliminar el amoníaco, y con aceite para eliminar el benceno, se emplea para calentar los hornos.

Al final del proceso de coquefacción, un pistón saca del horno el coque al rojo vivo y lo deposita directamente en una vagoneta que lo lleva a la campana de extinción, donde se rocía con agua.

El proceso de vaciado sólo dura unos 3 minutos, con lo que el horno puede ser recargado con pocas pérdidas de calor. Esta técnica es altamente contaminante, aunque en la actualidad los gases procedentes de la campana de extinción son tratados mediante conducción y filtrado.



MAQUETA: Batería de coque.

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN:

UBICACIÓN: Ávila. **AREA DE CONOCIMIENTO:** Siderurgia

71. Planta briquetadora

La utilización de combustibles en forma de briqueta ha sido muy común, no solo en la industria metalúrgica sino también en la ferroviaria, cuando las locomotoras estaban propulsadas por motores de vapor o incluso en las cocinas de los hogares, cuando éstas se nutrían de combustibles sólidos. La principal ventaja que presenta esta práctica es la facilidad que ofrecen las briquetas para su almacenamiento, manipulación y dosificación. Además, la fabricación de briquetas a partir de finos de carbón, cenizas e inquemados permitió el aprovechamiento, como combustible, de materiales considerados de desecho en ciertas épocas.

La maqueta que nos ocupa modeliza una planta para fabricación de briquetas de carbón muy antigua, posiblemente de comienzos del siglo veinte, en la que una sola unidad motriz proporcionaba el accionamiento de todos los equipos de la planta, mediante un complejo sistema de poleas y correas. El material del que se alimentaba a la planta, era, por un lado, el combustible en sí, almacenado en el tolván grande, y que normalmente era polvo de carbón, y por otro lado un aglomerante, para lo cual se empleaban derivados del petróleo como el alquitrán y resinas naturales como la pez. Tanto el combustible como el aglomerante son descargados de las tolvas que los almacenan, según la dosificación adecuada (aprox. 20% en peso de aglomerante), formando una mezcla heterogénea. Dicha mezcla es recogida en un reposador del que se nutre un elevador de cangilones, encargado de suministrar la alimentación al horno de cubilote. En este último, la mezcla se homogeneiza, gracias a las acciones conjuntas del aumento de temperatura y del movimiento de la solera del horno. Una vez homogeneizada la mezcla, la carga se sangra del horno mediante una canal que la conduce al tanque dosificador, desde el cual la carga y se vierte, en continuo, sobre los conductos de refrigeración y conformado. Se forma un slab por confinamiento del material en dichos alojamientos. Al final del tren de conformado, un útil de corte, a modo de guillotina, fracciona el slab en forma de briquetas.



MAQUETA: Planta briquetadora.

DIMENSIONES: 60x89x54 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y escayola.

PLACA IDENTIFICATIVA: Obra ejecutada por el maestro de taller Dn. Aurelio Benito Fernández.

Obsequio Dn. Ramón Rey Mureo.

UBICACIÓN: M1.P1.M6.

AREA DE CONOCIMIENTO: Siderurgia.

72. Horno alto

El horno alto es un horno de cúbica, tiene pues su eje vertical, formado por dos troncos de cono de productos refractarios. En la parte superior, que forma la chimenea, está cerrado por un aparato que permite, por un lado, no dejar escapar los gases a la atmósfera, y, por otro, introducir regularmente en el equipo tanto el lecho de fusión, es decir el mineral y los fundentes, como los combustibles. En la parte inferior, debajo del segundo tronco de cono, se halla una parte cilíndrica formando un crisol, a donde van a parar los productos fundidos. Sobre la línea de unión de la base menor del tronco de cono y el crisol se hallan las toberas que permiten inyectar el aire necesario para la combustión del coque.

Los productos finales de fusión en el alto horno son el arrabio y la escoria, que salen del horno encontrándose en un estado líquido ardiente, así como el gas de alto horno.



MAQUETA: Horno alto.

DIMENSIONES: 84x63x63 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y madera.

UBICACIÓN: M1.P1.M4.

AREA DE CONOCIMIENTO: Siderurgia.

MENA: Magnetita, hematites, limonita.

AÑO: 1828.

EMPLAZAMIENTO: Vizcaya, Avilés (Asturias).

CARACTERISTICAS: El proceso de fusión en continuo. Se ha llegado hasta 30 metros de altura; pero normalmente son de 18 o 20 metros. 500 m³ de volumen. La capacidad del horno alto ordinario, a principios del siglo era de 30 Tm; el horno alto de 100 t era el tipo más ordinario hacia 1870. En 1920 en Europa, se producen ya 400 t. El de Avilés era de 1500 t.

73. Horno (de calcinación (limonita))

El mineral fosfórico empezó a cotizarse en Europa a raíz del descubrimiento, en el año 1879, del proceso de desfosforación del mineral de hierro en hornos de calcinación.

El mineral hidróxido se embarcaba en los vagones tal y como salía de la mina, mientras que el carbonato cloritoso debía sufrir un proceso de calcinación, mediante el cual, calentado y luego en contacto con el aire, se secaba y perdía agua y ácido carbónico, verificándose la combustión de las piritas que contenía, y pasando así de óxido ferroso a férrico. El proceso descrito tenía lugar en los hornos de calcinación, de forma troncocónica, con 4 m. de diámetro superior y 11 m. de altura.

Para la combustión del mineral se utilizaba carbón, por lo que desde la parte superior se iba basculando alternativamente mineral y carbón en distintas capas, estando compuesta la cara interna de los hornos de material refractario para soportar las altas.



MAQUETA: Horno de limonita. Horno alto.

DIMENSIONES: 39x 22 \varnothing_{sup} x28 \varnothing_{inf} cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera.

UBICACIÓN: M1.P2.V1.M3.

AREA DE CONOCIMIENTO: Siderurgia.

MENA: Limonita.

AÑO: 1900.

EMPLAZAMIENTO: Minas de Vilaoudriz (Galicia); Las Minas Lucainena de las Torres (Almería)

4. Horno alto

En el siglo XIX y la primera mitad del siglo XX la actividad minera del hierro era frenética.

Para la obtención de hierro en Sopuerta (Vizcaya), se calcinaba siderita (carbonato de hierro) en los altos hornos.

Se trata de reactores cónicos, con chimeneas construidas en ladrillo refractario y con zunchos metálicos de refuerzo, abrazando la superficie exterior de la cuba. La base es cilíndrica y construida en piedra. Tienen unos 20 metros de altura.

La boca de carga está situada en la parte superior del horno, donde empieza la chimenea.

Los hornos se cargaban directamente con vagonetas a través de unas pasarelas metálicas. Rodeando cada horno, en la parte inferior, hay una plataforma que da acceso a cuatro puertas metálicas, que actuaban de tiro y servían también para "empujar" el mineral hacia la boca inferior de descarga.



MAQUETA: Horno alto.

DIMENSIONES: 40x 8 \varnothing_{sup} x24 \varnothing_{inf} cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera.

UBICACIÓN: M1.P2.V2.M5.

AREA DE CONOCIMIENTO: Siderurgia.

MENA: Siderita.

AÑO: 1955-1960

EMPLAZAMIENTO: Mina Catalina (Sopuerta, Vizcaya)

75. Convertidor Bessemer

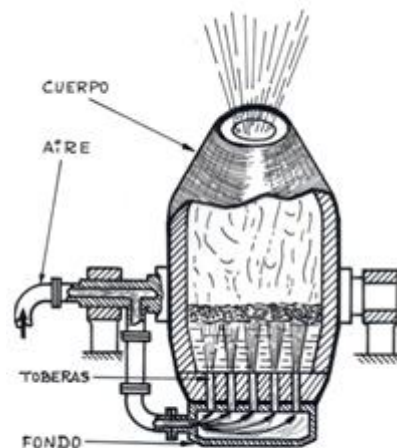
Henry Bessemer patentó, en 1856, un método que permitía la fabricación de acero a gran escala.

El convertidor Bessemer es un reactor vertical destinado al afino de fundición no fosforosa. Está constituido por una cuba cilíndrica vertical, cerrada en su parte inferior por un fondo horizontal. En el caso de la fundición, dicho fondo está perforado, para permitir el paso del aire comprimido durante la operación. En las proximidades del fondo, la cuba presenta un ligero estrechamiento, que acoge las toberas de inyección de aire, debajo de las cuales se encuentra la caja de viento.

En la parte superior, la parte cilíndrica se empalma a un tronco de cono, cuyo eje es generalmente inclinado con relación al de la parte cilíndrica. La base menor de este tronco de cono constituye la boca del aparato, que es utilizada tanto para la entrada como para la salida de los productos. A tal efecto, todo el aparato va montado sobre dos goznes, de los cuales uno de ellos dirige la maniobra, por medio de un piñón dentado que engrana con una cremallera, accionada por un pistón hidráulico; el otro gozne es hueco y sirve para la conducción del aire comprimido.

En el convertidor se vierte el arrabio a 1250° y en el seno del baño se inyecta aire durante 15 minutos. El oxígeno contenido en el aire que se insufla reacciona con el carbono, el silicio y el manganeso, formando los respectivos óxidos, que serán colectados por la escoria ácida que sobrenada el caldo. Una vez oxidado el carbono hasta el límite prefijado, se interrumpe la inyección de aire, y se procede al sangrado del metal a través del cuello del convertidor. El fundido se recoge en la cuchara, procediendo, simultáneamente, a la desoxidación.

La duración total de fusión es de 20 a 30 minutos. Debido a que la escoria es ácida, el azufre y el fósforo no se eliminan.





MAQUETA: Convertidor Bessemer.

DIMENSIONES: 76x66, 5x41 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA:

Kat. No: 307 1:25 d.n.Gr

Bessemerapparat ohne hydraulischem Gusskrah

Gef.i.d.Modell werkstatt d. Königl. Berg akademie

Freiberg i.da. Rich Braun, Modellmeister.

UBICACIÓN: M3.P2.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Siderurgia.

MENA: Magnétita, hematites, limonita, goethita.

AÑO: 1856.

CARACTERISTICAS: El revestimiento es ácido (ladrillo Dinas).

FUSIÓN OXIDANTE: AFINO DEL ARRABIOPOR OXIDACIÓN.

76. *Convertidor Thomas*

Sidney Gilchrist Thomas tuvo la idea de sustituir el revestimiento ácido del convertidor Bessemer por un revestimiento básico (dolomía), lo que permitía obtener escorias básicas. Por consiguiente, se podía convertir fundición fosforosa en acero.

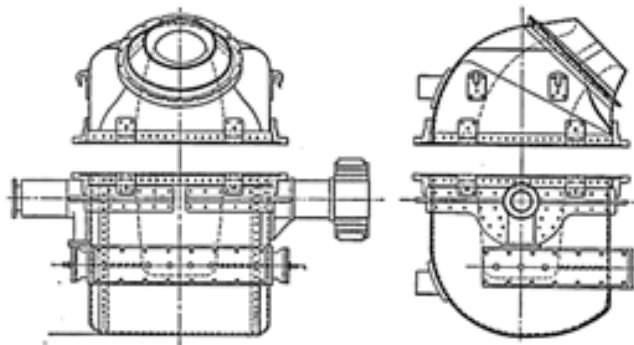
El convertidor Thomas es un convertidor vertical destinado al afino de fundición fosforosa. Los convertidores Thomas son recipientes periformes hechos de hoja de acero y revestidos interiormente.

En la parte superior del convertidor se halla un orificio, o sea, un cuello, que sirve para echar el arrabio y sangrar el acero. Por debajo la envuelta lleva sujetado el fondo desmontable provisto de caja de aire. El viento suministrado a la caja de aire llega a la cavidad del convertidor a través del orificio (tobera) practicado en el fondo.

La parte cilíndrica del convertidor está envuelta por un anillo de apoyo que lleva sujetos los muñones, en los cuales el convertidor gira alrededor de su eje horizontal.

Para formar una escoria básica en el convertidor se carga cal (15% de la masa del metal), se vierte el arrabio a 1250° C y se inyecta aire durante 22 minutos. En el transcurso de este tiempo se oxidan el carbono, el manganeso y el silicio. De esta manera, se hacen pasar el fósforo y el azufre a la escoria básica en formación. El suflado se finaliza cuando el contenido de fósforo en el metal alcanza el 0,06%, después de lo cual el metal es sangrado a la cuchara donde se introducen los desoxidantes.

La duración total de fusión es de 25 a 40 minutos. Debido a que la escoria es rica en P₂O₅, ésta es aprovechada como fertilizante.





MAQUETA: Convertidor Thomas.

DIMENSIONES: 21x28x19 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

UBICACIÓN: M3.P4.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Siderurgia.

MENA: Magnetita, hematites, limonita, goethita.

AÑO: 1877.

CARACTERISTICAS:

El revestimiento es básico (dolomía alquitranada)

FUSIÓN OXIDANTE: AFINO DEL ARRABIO POR OXIDACIÓN

77. Convertidor LD

El convertidor LD o convertidor a oxígeno permite la fabricación de acero, a partir del arrabio líquido, mediante la inyección de oxígeno puro, en sustitución de la inyección de aire como elemento aportador de oxígeno. La inyección se produce por la parte superior, a través de una tobera refrigerada por agua.

En los convertidores a oxígeno se puede afinar un arrabio de cualquier composición. Es un recipiente periforme que gira alrededor de un eje que se apoya en dos soportes. Revestido interiormente por refractario y está dotado de piqueta de acero y de un orificio en la parte superior, que permite introducir en la cavidad del convertidor la tobera de oxígeno, evacuar los gases, verter el arrabio, cargar la chatarra (la cantidad de chatarra de acero llega a 30% respecto de la masa del arrabio) y los escorificantes (cal) y evacuar la escoria.



MAQUETA: Convertidor a oxígeno.

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN:

UBICACIÓN: M3.P6.M3.

AREA DE CONOCIMIENTO: Siderurgia.

MENA: Magnétita, hematites, limonita, goethita.

AÑO: 1933.

CARACTERISTICAS: (procedimiento LD). La temperatura del arrabio fundido que se somete al afino es de 1300° C.

78. Horno Martin-Siemens

El horno Martin-Siemens es un horno de solera fija, calentado por combustible gaseoso.

El horno en sí está constituido por un suelo ahondado, presentando una pendiente acusada hacia el agujero de colada; una bóveda; dos muros de frente de los que uno tiene las puertas para la carga y el otro el agujero de colada; dos muros a los costados que tienen los quemadores; el conjunto, suelo, bóveda, pilares, está consolidado por una armadura y reposa sobre muros longitudinales.

El suelo (solera), es ácido o básico, rara vez es neutra. La solera suele ser muy gruesa, aunque ahora se hace delgado con una disposición para subairearlo. La sección es sensiblemente rectangular.

La bóveda es siempre de ladrillos de sílice. Puede ser ligeramente convexa o incluso a veces rectilínea, a fin de evitar un desgaste rápido y el peligro de desplome que representaban siempre las antiguas bóvedas muy rebajadas (cóncavas).

Todos los hornos Martin-Siemens utilizan la recuperación con inversión y están provistos de cuatro cámaras, de las cuales dos están en calentamiento por medio de los gases que salen del horno, mientras que los otros dos, previamente calentados, reciben uno el gas frío, o al menos a la temperatura de salida de los gasógenos, y el otro el aire frío. El gas y el aire que llegan calientes al horno vienen pues de estas cámaras a los quemadores por conductos verticales.

Estos quemadores, en los primeros hornos Martin-Siemens, entraban en el horno verticalmente y la llama daba directamente en la bóveda; luego, se han construido de modo que entran horizontalmente; y por último, se han construido modelos en los que la llama entra inclinada para dar directamente sobre las materias que están en fusión. Los quemadores que conducen el aire están siempre situados en la parte superior; los de gas son colocados en la parte inferior, pues como el gas tiene tendencia a subir se mezclará mejor con el aire, y al mismo tiempo, como éste llega más frío se protege también la bóveda de excesiva temperatura. La disposición y el número de quemadores varían; no obstante, se emplean en general cuatro quemadores, siendo los de aire mucho más largos que los quemadores de gas.

En los hornos Martin-Siemens pueden transformarse, en acero, tanto el arrabio como la chatarra, cualquiera que sea la composición de estos materiales y su proporción.

El procedimiento se lleva a cabo sobre la solera del horno reverbero dotado de recuperadores. En el horno se cargan diferentes materiales (arrabio, desechos de fundición, chatarra y otros componentes) que se funden poco a poco bajo la acción de la llama producida por el combustible. Una vez fundidos por completo los materiales indicados, se introducen en el baño diversos aditivos, con el fin de obtener el metal de composición y temperatura deseable. Luego el acero fabricado se sangra en los calderos y se efectúa la colada.



MAQUETA: Horno reverbero Martin-Siemens.

DIMENSIONES: 46,5x60x24 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera.

**PLACA IDENTIFICATIVA: Polytechnische Arbeits- Institut. J.Schröder. A.D. Darmstadt.
Nº 1644**

UBICACIÓN: M1.P2.V2.M7.

AREA DE CONOCIMIENTO: Siderurgia.

MENA: Magnétita, hematites, limonita, goethita.

AÑO: 1864.

CARACTERISTICAS:

Estos hornos de solera calentados por gas son utilizados para el afino de arrabio y para la fusión de mata de cobre.

La capacidad del horno Martin-Siemens, eran, hacia 1900, de 10 a 15 t; en 1925, se llegan a 60 t. Hoy superan los 1000 t.

En 1899, en San Pedro de Araia, País Vasco, se puso en funcionamiento el primer horno Martín-Siemens instalado en España.

FUSIÓN OXIDANTE: AFINO DEL ARRABIO POR OXIDACIÓN

79. Horno de fosa

Una vez completado el afino del acero en la estación de Metalurgia Secundaria, el caldo se pasa a la cuchara de colada. Esta última puede llenar una sola lingotera grande o un grupo de lingoteras pequeñas o medianas.

Para aprovechar el calor sensible de los lingotes desmoldeados, se introducen, recién desmoldeados, en hornos de fosa, instalaciones compuestas normalmente por varias cámaras, cubiertas por una tapadera móvil. Las fosas disponen de uno o varios mecheros de gas o fuel. Los lingotes se disponen normalmente en posición vertical, y se cargan y descargan de uno en uno, por medio de una grúa especial.

En los hornos de fosa, los lingotes, se calientan y su temperatura se homogeneiza. Una vez calientes se envían a los trenes desbastadores blooming-slabbing para reducir fuertemente su sección, antes de pasar a los trenes de laminación propiamente dichos.



MAQUETA: Horno de fosa.

DIMENSIONES: 48x60x42 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Horno fosa para calentamiento de lingotes de colada.

UBICACIÓN: M2.P0.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Siderurgia.

CARACTERISTICAS:

El peso de un lingote oscila entre los 25 kg y las 300 t, aunque puede haberlos mayores. Su forma y dimensiones varían desde la sección cuadrada de 75 mm. de lado hasta la octogonal de 1000 mm. La sección cuadrada es la más frecuente.

80. Horno de pudelar

Henry Cort inventó, en 1784, un horno para reducir el hierro mediante el caldeo con fuego de carbón. El producto de este horno es hierro y acero para forja.

El hierro en bruto procedente de los hornos altos se introducía en el hogar del horno de pudelar y se encendía un fuego de carbón. Al aumentar la temperatura, los gases producidos por la combustión se inflamaban al elevarse en dirección a la chimenea, calentándose de este modo la fundición acumulada en el hogar. Al cabo de poco rato el hierro empezaba a fundirse y la escoria formaba pequeños charcos en el fondo del horno. Transcurrida una hora, el operario empezaba a agitar la masa fundida con una barra de hierro, manteniendo la temperatura del metal en un punto algo inferior al punto de fusión. El hierro a esta temperatura se halla en un estado pastoso, y, revolviéndolo sobre sí mismo, se forma con él una bola cuyo peso es de 65 a 90 kilos. Una vez formada la bola, se la sacaba del horno y se trasladaba rápidamente a las prensas, en donde era sometida a una fuerte compresión que le quita toda la escoria y demás impurezas.



MAQUETA: Horno de pudelar.

DIMENSIONES: 27x66x50 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y escayola.

PLACA IDENTIFICATIVA: Polytechnisches Arbeits- Institut. J.Schröder. A.D. Darmstadt.

Nº 1645

AÑO: 1890.

UBICACIÓN: M1.P2LM6.

AREA DE CONOCIMIENTO: Siderurgia.

CARACTERISTICAS

El hierro en bruto, rico en carbono, se afinaba agiténdolo con una varilla, se oxidaban el carbono, el silicio, el fósforo y el manganeso contenidos en él, convirtiéndose de este modo en acero.

81. Horno alto y equipos auxiliares (ENSIDESA)

La instalación consta de horno alto, estación depuradora de gases, lavador (Torre Bischoff), estufas, soplante, gasómetro y chimenea.

El horno alto es una instalación diseñada para que en ella se produzcan las reacciones químicas de reducción de los minerales.

Por la parte alta del horno (tragante) se cargan el mineral, coque y fundentes, que en su descenso, se encuentran con una corriente ascendente de gas reductor caliente.

En la parte baja del horno, los gases de combustión temperaturas superiores a los 2000 ° C y ceden calor a la carga, elevando la temperatura de ésta, hasta que se alcanza la adecuada para la reducción de los óxidos y formación de las escorias.

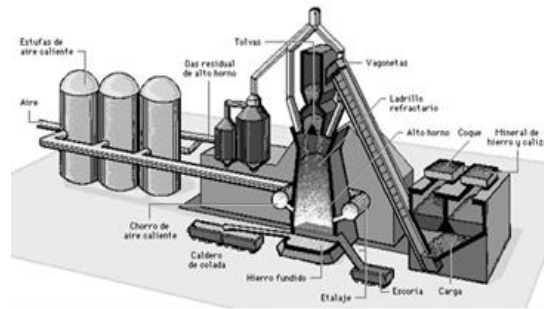
Se precisa una corriente de gas cuya misión es triple: aporta el oxígeno necesario a la combustión del coque, transporta el gas que produce las reacciones de reducción de óxidos y cede su calor para propiciar las reacciones.

Esta corriente crea varios problemas. En primer lugar, el viento debe introducirse a presión suficiente para que atraviese en pocos segundos (3-8 segundos) todo el horno. Esto se consigue por medio de soplantes, que impulsan un inmenso caudal de aire (2500 m³ a más de 4000 m³ por minuto) a la presión adecuada (1,5 - 4 kg/ cm²).

Si esta gran masa se introdujera a la temperatura ambiente, una gran cantidad del calor producido por la combustión del coque se perdería en calentar el aire. Para evitar esta pérdida, el aire se debe insuflar caliente (según las instalaciones puede variar entre los 900 ° C y 1100° C y en algunos casos se alcanzan los 1300° C).

El precalentamiento del aire se realiza en las estufas, constituidas por un gran conductor vertical o cámara de combustión y un emparrillado de ladrillos refractarios, que sirve para almacenar y ceder el calor. Las estufas funcionan intermitentemente: durante un cierto tiempo, la estufa está en calentamiento quemando gases, cuando los ladrillos refractarios están a la temperatura adecuada, se corta la entrada de los gases de combustión y se hace circular en sentido inverso el viento hasta que los ladrillos ceden su calor y se enfrían y se vuelve al ciclo de calentamiento. Cada ciclo suele durar 30 minutos y un horno alto dispone, normalmente, de tres estufas.

Por la parte superior del horno escapan los gases a temperaturas entre 120° C y 250° C. Con los gases de salida van polvos de minerales y de coque (10-50 gramos por metro cúbico), por lo que es necesario limpiar y purificar antes de almacenar el gas para su reciclado como fuente de energía. Los gases se hacen circular por una serie de dispositivos donde pierden velocidad y temperatura y, se filtran (rociado con agua, sacos filtrantes, depuración electrostática), para limpiarlos de partículas sólidas.



MAQUETA: Horno alto y equipos auxiliares

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN:

UBICACIÓN: Ávila

AREA DE CONOCIMIENTO: Siderurgia

CARACTERISTICAS:

Sistema de cargue en piso: Tolvas, cribas, carro de cargue y vaginetas.

82. Planta de sinterización (ENSIDESA)

La planta de sinterización consta básicamente de dos secciones:

- Recibo y manejo de materias primas
- Máquina de sinterización e instalaciones auxiliares.

En la primera existe una tolva donde se descargan los vagones que traen el mineral fino proveniente de mina; una serie de transportadores para conducir los finos de mineral hasta un apilador, máquina que se desliza sobre rieles y constituida por capas alternadas de finos de mineral y de caliza. Siempre existe una pila que está en formación y otra en consumo.

La segunda consta de la máquina sinterizadora y equipos auxiliares como el extractor de gases, las cajas y tuberías para el manejo de estos gases, el horno de ignición para producir el encendido del coquecillo que lleva incorporado la mezcla que se debe sinterizar, cribas en caliente y en frío para la tamización de Sinter, el enfriador del Sinter y los equipos de medición y control.

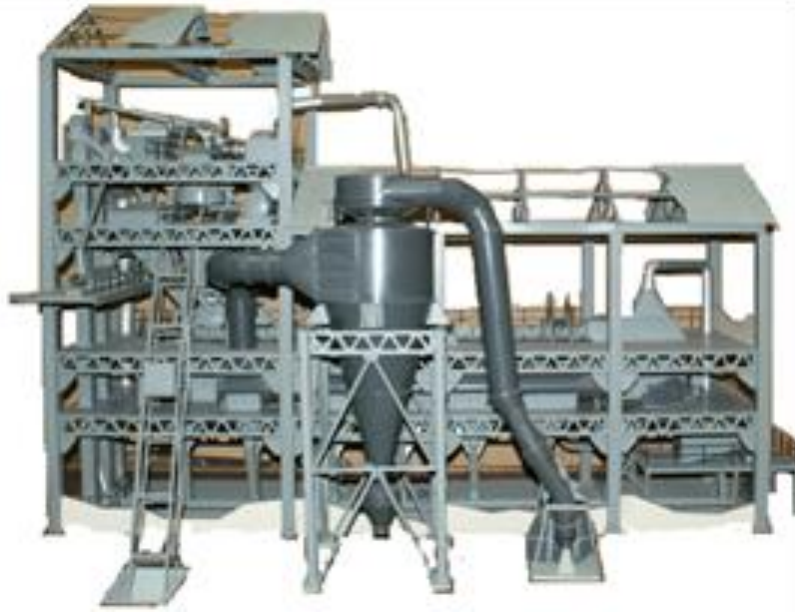
Los minerales extraídos de las minas se transportan hasta las factorías siderúrgicas. Antes de dicho transporte existe la tendencia de hacer una preparación previa, trituración primaria y preconcentración, con el fin de eliminar parte de la ganga, que es inútil en el proceso siderúrgico, y de esta forma abaratar el transporte del mineral útil.

Incluso, ante el progresivo empobrecimiento de leyes, se utilizan métodos de concentración y aglomeración, de los que se obtiene un producto de alta concentración en hierro. Estos métodos son la sinterización, peletización, briqueteado y nodulización.

La sinterización consiste en aglomerar, a temperaturas del orden de 1350^o C, partículas finas de minerales (inferiores a 8 mm), mezcladas con un combustible (generalmente polvo de coque) y un fundente. Las altas temperaturas alcanzadas hacen pastoso el lecho, la fusión local de los materiales y los aglomera, formando una torta porosa que, después de enfriada y convenientemente troceada a tamaños variables, entre 3 y 25 mm, se puede cargar directamente en el horno alto.

El sinterizado tiene el inconveniente de que es muy deleznable, por lo que un largo transporte degradaría el material. Por esta razón, las instalaciones de sinterizado se suelen montar en las propias plantas siderúrgicas integrales.

Es necesario un control riguroso del proceso de sinterizado, de forma que el producto que se envíe al horno alto tenga unas especificaciones de calidad muy estrictas.



MAQUETA: Planta de sinterización (ENSIDESA)

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN:

UBICACIÓN: Ávila

AREA DE CONOCIMIENTO: Siderurgia

83. *Electrólisis del aluminio*

El proceso para la obtención de aluminio a partir de bauxita, consta de dos etapas bien diferenciadas. En la primera, la bauxita es convertida en alúmina (óxido de aluminio puro). En la segunda, la alúmina es sometida a un proceso electrolítico cuyo producto final es ya el aluminio metal.

El proceso químico, mediante el cual se obtiene alúmina, a partir de la bauxita, corresponde al proceso Bayer. El óxido de aluminio es separado de las otras sustancias de la bauxita mediante una solución de sosa cáustica. La mezcla obtenida es filtrada para eliminar todas las partículas insolubles. Después de esto, el hidróxido de aluminio es precipitado de la solución de sosa, lavado y secado, mientras que la solución de sosa es recuperada para su reutilización. Mediante la calcinación del hidróxido, se obtiene el producto final del proceso Bayer, que no es otro que el óxido de aluminio (Al_2O_3 , alúmina), en forma de polvo blanco.

El aluminio primario es producido en plantas de reducción, donde el aluminio puro es extraído de la alúmina por medio del proceso Hall-Heroult. El proceso de reducción de alúmina en aluminio líquido es realizado a una temperatura promedio de $950^{\circ}C$, en un baño fluorizado, y bajo una alta intensidad de corriente. Este proceso es realizado en celdas electrolíticas, donde los cátodos de carbón forman el fondo de la celda y actúan como electrodo negativo, mientras que los ánodos (electrodos positivos) son mantenidos en la zona superior de la celda y son consumidos durante el proceso, al reaccionar con el oxígeno proveniente del electrolito.

Todas las líneas de celda construidas desde principios de 1970 utilizan la tecnología de ánodo precocido, donde los ánodos son manufacturados, a partir de una mezcla de coque de petróleo y alquitrán, en una planta de ánodos. Actualmente se emplea la tecnología de electrodo Soederberg, en la que la pasta de carbón es alimentada directamente en la cubierta de la celda y los ánodos son producidos utilizando el calor liberado por el proceso de reducción.

El aluminio líquido obtenido en la sala de celdas, con un contenido del 99,8 % en Al, es transferido en crisoles a la sala de colada y vertido en hornos de retención, donde es sometido a diferentes pruebas de calidad. Desde allí, es transferido a la unidad de producción respectiva, que puede ser la de fabricación de aluminio primario, en lingotes para fusión, lingotes para extrusión o planchones para laminación, o bien puede ser la de obtención de aleaciones.



MAQUETA: Electrólisis del aluminio.

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN:

UBICACIÓN: Ávila.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia del Aluminio.

MENA: Bauxita.

AÑO: 1970.

84. Celda electrolítica

Las cubas electrolíticas son de hierro y su fondo y paredes laterales tienen un revestimiento de ladrillo refractario, con un espesor de 12,7 cm. Encima de este revestimiento se coloca otro de carbón apisonado en el que se entierran las barras colectoras de hierro. El revestimiento de carbono actúa de cátodo durante la reducción. La implementación de dicho revestimiento de carbón resulta ser una tarea crítica, ya que se ha comprobado que, si el carbón es demasiado denso o duro, la electrólisis desintegra rápidamente el revestimiento, y si es demasiado blando o poroso, está expuesto a sufrir un desgaste muy rápido y a destruirse mecánicamente.

Como ánodos en las celdas, se emplean electrodos Soederberg, continuos y rectangulares. Este electrodo consta, fundamentalmente, de un encofrado de chapa de acero, que se rellena continuamente con una pasta de carbón. Para la elaboración de esta pasta, el coque de petróleo calcinado se machaca en un triturador de rodillos y en un molino de bolas y, a continuación, se tamiza para separarlo en tres tamaños. Estos se mezclan en proporciones definidas con brea, en una caldera calentada con vapor, y la mixtura se envía a la sala de cubas, cuando aún está caliente, con objeto de introducirla en los portaelectrodos. A medida que alcanza el extremo interior del electrodo, esta pasta carbonosa se cuece, gradualmente, por efecto del calor procedente de la cuba y de la corriente que la atraviesa. En las paredes laterales, y antes de que la pasta se endurezca, se colocan unos vástagos de hierro, que hacen las veces de contactos eléctricos. Se retiran poco antes de que el electrodo penetre en el baño, a fin de evitar la contaminación del electrolito. A medida que el electrodo se consume, va descendiendo gradualmente en el horno. El gasto de carbono es, aproximadamente, de 0,25 kg por tonelada de aluminio.

El electrolito está compuesto por criolita, mezclada con otros fluoruros, y un contenido en alúmina del 6-8%. La electrolisis, que, por regla general, tiene lugar a una tensión de 5 voltios, y se lleva a cabo a una temperatura de 950° C, se prolonga hasta que el contenido en alúmina ha descendido hasta, aproximadamente, un 2%, momento éste en el que se añade una nueva cantidad de alúmina para compensar el efecto anódico, cuya consecuencia es una sobretensión en el ánodo, debida al desprendimiento de oxígeno y a la resistencia del baño que se inicia al alcanzarse estas condiciones. Suele ser costumbre conectar una lámpara eléctrica de 50 voltios en las inmediaciones del horno con objeto de que el aumento de voltaje que se registra al iniciarse el efecto anódico encienda la lámpara y avise. Durante este período de operación (3 a 6 horas), el horno está recubierto con una corteza espesa del electrolito solidificado. La siguiente adición de alúmina se extiende sobre esta superficie con objeto de conservar el calor y precalentar a aquélla. Cuando tiene lugar el efecto anódico, la corteza se resquebraja y la alúmina caliente cae en el baño. Normalmente, se disuelven unos 70 kg de alúmina cada vez que esta rotura tiene lugar. A continuación, se introduce un rastrillo a través de la primera gran apertura que se registra en la corteza, que determina que el aluminio líquido suba a la superficie y toque el electrodo, cortocircuite momentáneamente el horno y destruya el efecto anódico. Esta operación requiere un trabajo considerable, ya que en la cuba se encuentran unos 2.250 kg de corteza y unos 3.600 kg de baño líquido. La capacidad de cada cuba es de 180 kg por día, poco más o menos. Cada tres días, o cuando se ha formado una capa de 7 a 10 cm de metal en la cuba, los hornos se sangran para extraer el metal fundido, pero en lugar de retirar todo el metal se deja un lecho de unos 3 cm en el fondo. Los crisoles de metal fundido se llevan a la instalación de fundición para obtener lingotes normalizados.



MAQUETA: Celda electrolítica.

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN:

UBICACIÓN: Ávila.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia del aluminio.

MENA: Bauxita.

AÑO: 1970.

85. Horno reverbero

Tanto la calcinación como la fusión reductora del bismuto se deben hacer en hornos reverberos.

La calcinación se hace en hornos reverberos de plaza plana, conectados con cámaras de condensación, donde puedan depositarse los compuestos arsenicales y otros productos volátiles. Durante la calcinación, el sulfuro de bismuto se convierte en óxido y sulfato; el arsénico y el antimonio se eliminan parcialmente al oxidarse, y en parte se transforman en arseniatos y antimoniatos, que pueden liberar el arsénico y el antimonio añadiendo carbón a la parva en la última fase de la operación, cuando la temperatura es elevada. La presencia del vapor de agua en la atmósfera del horno facilita la expulsión del arsénico y del antimonio.

Como los minerales de bismuto son bastantes fusibles, conviene remover la parva con cuidado durante la

calcinación, para evitar aglomeraciones que dificultarían la eliminación del arsénico y del antimonio. La temperatura debe ser de unos 700° C.

La fusión reductora se hace en hornos reverberos de plaza elíptica y de dimensiones reducidas, teniendo en cuenta, al construirlos, la gran fluidez del bismuto fundido y la facilidad con que penetra en la plaza y las paredes laterales, y también el poder corrosivo de las escorias, que están formadas en gran parte por silicatos alcalinos.

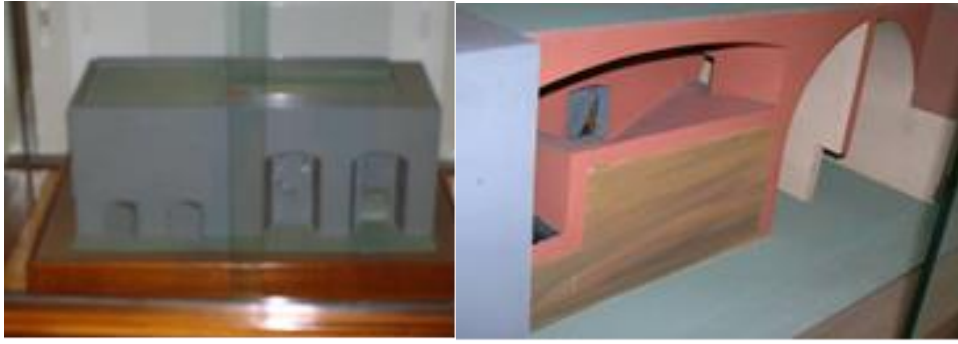
Para evitar la penetración del bismuto en la mampostería, la plaza debe aislarse del hogar por una cámara de aire, o por circulación de agua.

Para proceder a la fusión se empieza por cargar las escorias de una operación anterior, que se funden y sirven para preservar el bismuto de la volatilización. Después se introduce la carga propiamente dicha, procurando una atmósfera en el interior del horno tan reductora como sea posible.

Durante la operación, el plomo y el antimonio que puedan entrar en la composición de la carga, se reducen al mismo tiempo que el bismuto y se unen a él. El cobre forma una mata. También pueden producirse speiss a expensas del arsénico, del níquel y del cobalto. En síntesis, es posible que se obtenga, además del bismuto bruto, una mata y speiss.

Una vez terminada la reducción, y mantenida la masa en fusión tranquila, se da un golpe de fuego para aumentar su fluidez.

La evacuación del bismuto, y en caso necesario, la mata y el speiss, se identifica por un orificio de sangría, recibiendo los productos en moldes cónicos de hierro, en donde se clasifica por densidades. Después de su enfriamiento se separa el bismuto de la mata y speiss, con martillo.



MAQUETA: Horno reverbero

DIMENSIONES: 19x50x25 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y escayola.

UBICACIÓN: M3.P7.M2.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia del bismuto.

CARACTERISTICAS:

El bismuto y su óxido empiezan a volatilizarse a temperaturas poco elevada, para su fusión, conviene emplear fundentes que formen la sílice contenidas en los minerales, compuestos fácilmente fusibles, con el fin de que se pueda trabajar a baja temperatura.

Los fundentes suelen ser carbonato sodico o cal.

86. Horno de cuba

Los hornos de cuba de tiro forzado se emplean para producir elevadas temperaturas. Se puede distinguir tres partes:

- La obra, que se encuentra en la zona inferior, alrededor de la cual desembocan las toberas que conducen el aire y cuya parte subyacente forma el crisol en el que se recogen los materiales fundidos.
- Los etalajes, parte ensanchada que descansa directamente sobre la obra.
- La cuba, cuyo orificio superior se llama tragante.

El horno es atravesado de una manera continua por dos corrientes de materia que circulan en sentido inverso. La primera se compone de materias sólidas y de combustible, que mezclados se cargan por la tragante, y que a medida que descende se calienta. La segunda, está formada por los gases que produce la combustión del carbón, delante de las toberas, y que al subir se enfría.

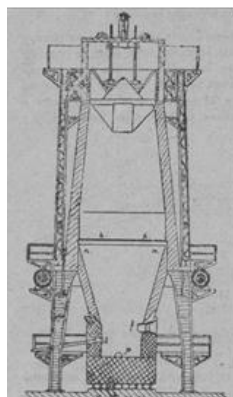
El espesor de las paredes de la cuba, llamada camisa, debe disminuir gradualmente desde la parte inferior hasta la tragante. Generalmente tiene 0,8 m en la zona inferior y 0,6 m en la zona superior. Puede hacerse de un solo ladrillo o de varios.

Después se construye el crisol y los etalajes, empleando materiales de la mejor calidad por ser la parte más expuesta a las altas temperaturas, a las materias en fusión y a los gases.

El fondo del crisol o plaza, que debe estar a bastante altura del piso de la fábrica para que puedan salir fácilmente los productos fundidos, se hace de ladrillos refractarios, colocados en forma de bóveda plana invertida. Generalmente se hacen dos de estas bóvedas de modo que las juntas no se correspondan y cuyo espesor pasa a veces de 1,5 metros.

Los ladrillos que forman la plaza están colocados en una cuba de palastro, cuya parte inferior está constituida por una gruesa chapa que reposa sobre vigas de hierro. Sobre la plaza descansan las paredes del crisol, construidas de varias filas de ladrillos, perfectamente unidos. En estos muros se dejan aberturas para el paso de las toberas y las canales para la sangría del fundido y la salida de las escorias.

Los etalajes se hacen también de ladrillos refractarios. Unas veces están soportados por la obra, y otras se hacen independientes, encerrándolos en una camisa de chapas, unidas a las columnas o soportada por otras columnas distintas, siendo más conveniente esta disposición para que no carguen su peso sobre la obra y el crisol. En todos los casos la última fila de ladrillos termina en bisel.





MAQUETA: Horno de cuba.

PLACA IDENTIFICATIVA: Polytechnisches Arbeits- Institut. J.Schröder. A.D.Darmstadt. N° 1610

DIMENSIONES MAQUETA: 67x25x25 cm

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Plástico.

UBICACIÓN: M1.P2.V1.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia.

AÑO: 1800 ¿?

CARACTERISTICAS:

Horno de hogar interior y tiro forzado.

86. Horno Maletra (horno de tableros)

Los hornos de tableros pueden ser considerados, en cierto modo, como hornos de cuba de caída retardada, o como hornos de reverbero de suelos superpuestos. El tipo inicial, conocido bajo el nombre de Maletra, está constituido por una vasta cámara de mampostería, comprendiendo los tableros que parten alternativamente de una y otra pared, sin llegar al muro opuesto. De esta manera, el mineral cargado en la parte superior cae sobre el primer suelo (piso) en donde se le hurga a mano para hacerle caer en el tablero siguiente, colocado debajo, y así se continúa hasta el último tablero. Estos hornos no son calentados, ya que están destinados a la tostación de piritas ricas en sulfuros, proceso exotérmico para el que tan solo es necesario cebar la combustión.

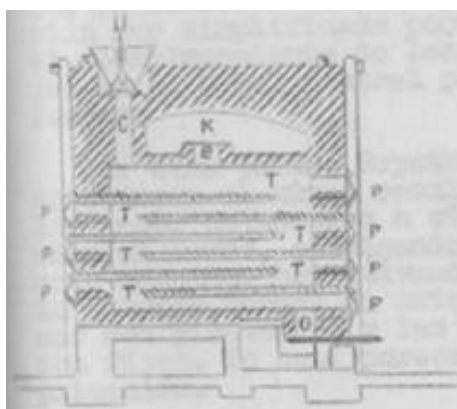
En el esquema que acompaña a estas líneas se diferencian; Los tableros de tierra refractaria (T), el canal vertical (C) para la carga del mineral crudo sobre el tablero superior, provisto en su parte más alta de un embudo en el que se vierte el mineral, las puertas de corredera (P), correspondientes a cada uno de los

tableros y el canal vertical (O) por el que se vierte el mineral tostado. También se aprecia la abertura practicada en la bóveda, que permite que los gases pasen canal K, de este último a la cámara de humos, y luego a un conducto que los conduce a la fábrica de ácido sulfúrico.

En un horno Maletra se tuestan en 24 horas 750 kilogramos de mineral, quedando reducida la ley en azufre a 1 ó 2 %.

Es el mejor de todos los hornos para el tratamiento de las piritas cupríferas, porque permite no sólo una tostación muy completa (hasta no dejar más que el 1% de azufre), sino la tostación de minerales en granos de cierto tamaño.

Para ponerlo en marcha se quema en el horno el combustible necesario para llevarlo al rojo, y enseguida se carga el mineral menudo. Una vez comenzada la tostión, continúa por sí misma, porque el calor producido por la oxidación de los sulfuros metálicos, es suficiente para mantener la temperatura necesaria.





MAQUETA Horno Maleta.

DIMENSIONES: 41x55x55 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y madera.

PLACA IDENTIFICATIVA: Horno para la tostación de blendas.

UBICACIÓN: M1.P0D.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia del cobre y del zinc.

MENA: Piritas cupríferas, blenda....

CARACTERISTICAS:

El horno Maleta es un horno de tabletas, en el que el trabajo se hace a mano.

Generalmente posee seis tableros.

Hornos para calcinación con modificación química.

Hornos en los que el combustible está en contacto con el producto.

88. Horno reverbero (Ávila)

El horno de reverbero es un tipo de horno generalmente rectangular, cubierto por una bóveda de ladrillo refractario, que refleja (o reverbera) el calor producido en un sitio independiente del hogar donde se hace la lumbre.

El combustible no está en contacto directo con el mineral, sino que lo calienta por medio de una llama insuflada sobre él, desde otra cámara, siendo por tanto el calentamiento indirecto.

Tales hornos se usan en la producción de cobre, estaño y níquel, en la producción de ciertos hormigones y cementos y en el reciclado del aluminio. Es utilizado para realizar la fusión del concentrado de cobre y separar la escoria, así como para la fundición de mineral y el refinado o la fusión de metales. Se utilizan para la fusión tanto de metales férricos como de metales no férricos, así como de aleaciones de latón y bronce.

Durante el proceso, se remueve desde una ventana el mineral fundido para que el calor actúe lo más uniformemente posible sobre toda la masa. Constan, esencialmente de un hogar, un laboratorio con solera inclinada, que permite que “escurra” el metal fundido hacia un canal, por el que sale al exterior y donde es vertido en los moldes. Sobre esta solera se dispone el material a tratar, extendido y con poca altura.

El tipo más sencillo quema hulla en una parrilla y, la llama, con los productos de la combustión, se refleja (reverbera) en la bóveda o techo del horno, atravesando el espacio que hay sobre la solera (donde se sitúa la carga metálica). Los gases son evacuados por la chimenea, colocada en el extremo opuesto a la parrilla. En la actualidad se emplean más los combustibles gaseosos, líquidos y el carbón pulverizado, los cuales se insuflan en el horno, mezclados con aire precalentado, por medio de un quemador situado en un extremo.

La capacidad de estos hornos es muy variable, ya que su campo de aplicación es muy amplio. Están dotados de un recuperador de calor, al igual que el alto horno, destinado a economizar combustible y a alcanzar una temperatura suficientemente elevada para fundir el metal. Están constituidos por dos pares de cámaras, formadas interiormente por una serie de conductos sinuosos de ladrillo refractario. Su funcionamiento es como sigue; Los gases calientes que salen del horno, al pasar a través de los recuperadores, les comunican su calor y, cuando están suficientemente calientes, mediante un dispositivo automático de válvulas, se invierte el sentido de circulación, de forma que el gas y el aire, antes de entrar en el horno, pasan por los recuperadores calientes y alcanzan temperaturas de entre 1000°C y 1200°C, llegándose a conseguir de esta forma los 1800°C. Mientras tanto, los gases de la combustión pasan a través de los otros recuperadores que, en ese momento, están en periodo de calentamiento.



MAQUETA: Horno reverbero.

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN:

UBICACIÓN: Ávila

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia del cobre, estaño, níquel, aluminio.

89. Convertidor Parrot para cobre

El convertidor Parrot es un convertidor vertical destinado a la conversión de la mata en cobre blíster. Están constituidos por una cuba cilíndrica vertical cerrada en su parte inferior por un fondo horizontal.

Las toberas no están colocadas en el fondo del aparato, sino a uno de los lados del convertidor, donde también está la caja de viento, que recibe el aire a través de uno de los goznes, y no ocupa más que una parte del perímetro del aparato, para que el convertidor pueda bascular sin que haya que temer que el líquido caiga en las toberas.



MAQUETA: Convertidor Parrot.

DIMENSIONES: 27x32x21 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Kupferkonverter. Gef.i.d.Modellwerkstatt d. Staatlichen. Bergakademie Freiberg.S.a.

UBICACIÓN: M1.P2.V1.M2.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia del cobre.

MENA: Pirita, calcopirita, covellina.

CARACTERISTICAS:

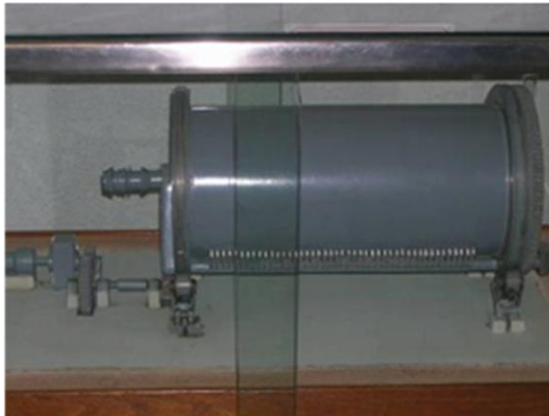
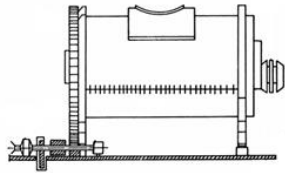
Las matas son sulfuros múltiples.

90. *Convertidor Pierce-Smith*

El convertidor Pierce-Smith es un reactor horizontal formado por un cuerpo de unos 3 a 5 metros de diámetro y 6 metros de longitud. La envolvente está hecha de un palastro de 18 metros. El aire se conduce por 32 toberas (de 31 mm de diámetro), colocadas a uno de los lados del convertidor. Todas están empalmadas individualmente a la tubería general de aire comprimido, solidaria al casco del convertidor en su movimiento de rotación.

En la operación de conversión se obtienen cobre blíster y escorias, a partir de la mata. Además, dado que el proceso que tiene lugar es exotérmico, en este equipo se suele alimentar chatarra de cobre para su fusión, siendo esta la manera de evitar que la temperatura durante el ciclo de operación suba en exceso.

El cobre blíster contiene cantidades apreciables de impurezas y, en consecuencia, es preciso someterlo a un afino y purificación ulterior, antes de que pueda emplearse en la industria. Los metales preciosos, contenidos en el cobre blíster también son recuperados.



MAQUETA Convertidor Pierce-Smith.

DIMENSIONES: 24x58x20 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

UBICACIÓN: M3.P5.M2.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia del cobre.

MENA: Pirita, Calcopirita, covellina.

EMPLAZAMIENTO: Rio Tinto (Huelva)

CARACTERISTICAS: El convertidor se pone en movimiento sobre guías móviles y rodillos.

91. Rueda o carrusel para el moldeo de ánodos de cobre

Tras la fusión a mata de los sulfuros de cobre, y la posterior conversión de la mata a cobre blister, este último material contiene un 0,5 % de oxígeno y un 0,01% de azufre disueltos.

El objetivo del afino térmico es eliminar estos dos elementos del cobre blister. Este proceso se lleva a cabo en los hornos de afino, que son reactores cilíndricos horizontales.

El proceso consta de dos etapas. En la primera, se inyecta aire a través de una o dos toberas sumergidas en el baño, con el fin de oxidar el azufre disuelto en el baño, que escapa en forma de SO₂. Se considera que el azufre remanente ha de ser inferior a las 90 ppm, a fin de evitar la formación del citado SO₂ durante el moldeo de ánodos, que conllevaría defectos en la piezas moldeadas. Durante esta primera etapa se disuelve oxígeno en el baño, y se oxida una pequeña parte de cobre, que es retirada como escoria y alimentada de nuevo al proceso de conversión en los convertidores. La segunda etapa corresponde a la reducción de la carga mediante la inyección, a través de las mismas toberas sumergidas, de un hidrocarburo que aporte los agentes reductores que han de reaccionar con el oxígeno disuelto en el baño. En la actualidad se inyecta gas natural como agente reductor. Una vez afinado, el cobre se moldea en ánodos de, aproximadamente, 1 m² de superficie y 8 cm de espesor, en la rueda de moldeo.

Modernamente, la operación de moldeo se lleva a cabo en un carrusel, que puede llegar a tener 28 moldes para ánodos, que se llenan y vacían de dos en dos. El camino que sigue el cobre desde la piquera del horno de afino es el que sigue: el cobre anódico es conducido por unas canaletas hasta unas tejas pesadoras. Las tejas pesadoras calculan, mediante una báscula mecánica, la cantidad de cobre que hay que verter sobre el molde. Una vez hecho el cálculo, las tejas vuelcan el contenido en sendos moldes, que, en un movimiento cíclico, entre los correspondientes finales de carrera que marcan las posiciones de parado del carrusel, recorren las posiciones de enfriamiento, levantamiento y, finalmente, extracción de los ánodos, etapa, esta última, que tiene lugar cuando el molde se ha desplazado unos 290°, medidos desde la posición de vertido de las tejas.

Una vez extraídos, los ánodos son enfriados en cubas de agua y apilados, bien para su introducción en la planta de refino electrolítico, bien para su venta.



MAQUETA: Rueda o carrusel para el moldeo de ánodos de cobre.

DIMENSIONES: 29,5x46, 5x33 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

UBICACIÓN: M3.P6.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia del cobre.

MENA: Pirita, calcopirita, covellina. (S_2FeCu)

EMPLAZAMIENTO: Río Tinto (Huelva).

92. Horno de aludeles o de Bustamante

Lope Saavedra Barba inventó, en 1633, un horno de “aludeles” para la extracción de mercurio, que supuso una revolución en lo referente al beneficio que del azote se hacía, En 1646, fue introducido en Almadén por Bustamante, si bien se incorporaron varias modificaciones respecto al original.

Los Hornos Bustamante son de cuba, es decir cilíndricos, y se construyeron por pares, de modo que cada batería consta de dos vasos, terminados en su parte superior por una bóveda semiesférica.

El diámetro es de 2 metros, y a cierta altura están divididos horizontalmente por un tabique de ladrillos, formando huecos, sostenido por arcos de mampostería. Estos tabiques se llaman “redes”, y sobre ellos se coloca la carga, que suele ser de 15 toneladas.

La parte inferior es la que sirve de hogar o atizado, que antiguamente se llamaba “buitrón”.

Cada horno tiene tres puertas; la superior es un orificio situado en la parte más alta de la bóveda, destinada a terminar la carga, y que es tapada con

una chapa de hierro. La intermedia, cuyo plano es paralelo al eje de los caños de aludes, sirve para efectuar la carga, mientras que la tercera, situada en la parte inferior para introducir el combustible y atizar el fuego, está en comunicación con una chimenea que sirve para dar salida a los humos del hogar, cuando éste “reboca” al atizarle, debido a las dificultades que se encuentran los gases para atravesar la carga.

En el nacimiento de la bóveda de cada horno hay seis ventanillas radiales, que sirven para la salida de los vapores, gases y humos a una “camareta” dividida en dos espacios por un tabique vertical, y cerrada por otro también vertical y perpendicular al anterior, con doce orificios en donde penetran los primeros aludes de barro, llamados “muelas”, constituyendo, pues, doce filas o “caños”, apoyadas sobre dos planos con inclinaciones contrarias, llamándose al que está junto a los hornos “ plan de cabecera”, y al otro “plan de rabera”. En la unión de ambos planos, que se llama “quiebra”, hay una canal para recoger el mercurio.

Los caños del plan de cabecera tienen una inclinación uniforme de 11º, mientras que los de rabera tienen 9º, en los 1,45 m siguientes a la intersección de ambos planos o “quiebra” y 11º en la parte restante, terminando en una camareta que conduce a la chimenea.

En cuanto a los aludes, se colocan tapando las juntas con una mezcla de arcilla y ceniza procedente de los hornos. Para facilitar la recogida, la parte inferior del hogar tiene una depresión que se llama “caldera”.



MAQUETA: Horno de aludes o de Bustamante.

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

UBICACIÓN:

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia Mercurio.

MENA: Cinabrio (HgS).

EMPLAZAMIENTO: Minas de Almadén (Ciudad Real).

AÑO: 1633.

CARACTERISTICAS:

La marcha es discontinua; cada operación dura cuatro días y consta de tres partes:

1^{er} día - Carga y caldeo.

2^o y 3^o - Destilación.

4^o día - Destape y enfrió.

93. Planta de destilación de Almadén con sistema de condensación

La planta de destilación de Almadén constaba de tolva y elevador de carga a los hornos, cuatro hornos de calcinación Pacific, cuatro condensaciones, cuatro silos de escoria, silos almacén, conducción de gases a chimenea, torre de lavado de gases y dos tanques de gas propano.

Cada horno Pacific, de platos, consta de ocho soleras recubiertas de material refractario con 16 brazos de 2,2 metros de longitud; la caída del mineral, movidos por unos rastrillos, de una solera a otra no es libre, sino que pasa por los tubos, lo que evita el arrastre de polvo. En las paredes del horno existen varias zonas de quemadores a alturas diferentes de forma que en cada solera se obtienen temperaturas distintas. Las soleras superiores se destinan al secado y la tostación se realiza en las siguientes (que se encuentran a unos 750° C) donde tienen lugar las reacciones de tostación. En las dos últimas soleras se inicia el enfriamiento de la carga agotada. La capacidad de estos hornos es de 100 t/día.

El mineral que alimenta el horno se muele a menos de 19 mm, en dos etapas. El mineral seleccionado se almacena en la tolva encima del horno. Éste posee una cubierta de acero que evita la entrada de aire en exceso y la salida de vapores de mercurio. Éstos, junto con el resto de los gases se extraen del horno mediante tiro forzado, pasan por un ciclón de desempolvado y entran el condensador.

Los gases que salen del horno de tostación son una mezcla de vapores, gases y polvo; es decir, además de vapores de mercurio y agua, la corriente gaseosa lleva SO₂ (procedente del cinabrio y de la pirita que le acompaña) y CO₂ (procedente de la combustión del propano), hidrocarburos (procedentes de las pizarras) y polvos (finos del mineral).

Los condensadores están formados por tres baterías de 30 tubos de acero inoxidable de 300 mm de diámetro y 15 m de longitud refrigerados por agua y regados interiormente de forma periódica para evitar incrustaciones en las paredes.

Los tubos están unidos por la parte superior por una U y en su parte inferior por una Y, cuya rama interior está introducida en agua, que produce un cierre hidráulico y permite la caída del mercurio y los hollines en una balsa, desde la que se bombean ambos productos a la instalación de tratamiento de hollines.



MAQUETA: Planta de destilación de Almadén con el sistema de condensación.

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN:

UBICACIÓN: Ávila.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia del mercurio.

MENA: Cinabrio o sulfuro rojo de mercurio.

AÑO: 1969.

CARACTERISTICAS:

Los hollines son una emulsión con más del 85% del metal y representan más de la mitad del mercurio obtenido en la condensación.

94. Water jacket

Cuando las paredes, en los hornos de cuba de fusión, son metálicas, y precisan de refrigeración líquida, reciben la denominación de Water-Jackets. Este tipo de hornos son empleados, de forma habitual, en las metalurgias del cobre, del plomo y del níquel.

Sobre la mayor parte del casco de la cuba, desde el nivel de las toberas hasta, prácticamente, la tragante, el horno está formado por cajones metálicos de doble pared por los que circula agua, que se alimenta por la parte inferior y se recoge en la parte superior. Estos cajones se aplican al horno de sección cuadrada, rectangular o circular. Su número varía, en función de la operación que se lleva a cabo. En los grandes aparatos modernos, hay generalmente dos series horizontales de jackets.

Estos cajones están ajustados y son mantenidos cerrados, unos contra otros, por una armadura. Están apoyados sobre una cimentación y enlazados en la parte de la mampostería.



MAQUETA: Water jacket.

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN:

UBICACIÓN: Ávila.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgias del cobre, plomo y níquel

CARACTERISTICAS:

La capacidad del Water Jacket, al principio de su utilización era de 30 t. En 1920 se llega ya a las 300 t/día. Ahora trabajan con cubas de más de 1000 t/día.

En Río Tinto, donde se empleaba este procedimiento, para la fusión del cobre, en Water-Jacket de sección rectangular, se obtenían matas con un 25% de cobre.

95. Horno con refrigerado por camisas de agua (water jacket)

La maqueta representa un horno de cuba denominado de camisa de agua ("water jacket"). En él se realiza la fusión reductora de las menas de plomo.

El horno se encuentra refrigerado externamente por una corriente de agua con el fin de mantener la temperatura de su pared a un nivel adecuado para que el poder extraordinariamente corrosivo de las escorias que se producen quede neutralizado.



MAQUETA: Horno con refrigerado por camisas de agua (water jacket).

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN:

PLACA IDENTIFICATIVA: Horno rectangular con cajas de agua.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgias del cobre, plomo y níquel

96. Amalgamación de la plata

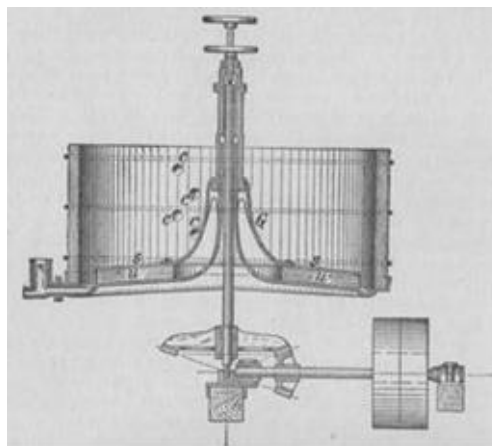
La técnica de amalgamación permite la extracción de los metales preciosos, en un proceso en el que son mezclados con mercurio. La plata se une al mercurio de la misma manera que lo hace con el plomo. Para que la combinación se efectúe, basta que el contacto entre los dos metales sea íntimo, es decir, que uno de ellos se encuentre en estado líquido, y como este es el caso para el mercurio a la temperatura ordinaria, parece que la extracción de la plata por amalgamación ha de ser la más sencilla de todas.

Efectivamente, la plata, pura o mezclada con gangas, se combina con el mercurio en frío. El metal líquido es filtrado y recuperado para su reutilización en el proceso. La plata queda en el fondo de la retorta, procediéndose a su destilación.

Estas operaciones sucesivas, sumamente sencillas, bastarían, en efecto, si los minerales de plata estuviesen constituidos por plata nativa y por cloruros, bromuros y yoduros de plata, que se amalgaman fácilmente. Sin embargo, a los sulfuros es preciso clorurarlos previamente. De esta manera, se distinguen dos variantes en el método; la variante sajona, cuya primera etapa incluye una tostación clorurante, y la amalgamación directa.

El procedimiento por cianuración se fundamenta en la acción disolvente de los cianuros de potasa y de sosa sobre los minerales de plata. La plata se precipita de la disolución de cianuro por medio del zinc metálico en estado de polvo. Generalmente, el mineral pulverizado se clasifica en dos clases, arenas y lodos, y cada una de ellas se trata separadamente. Las arenas se llevan a receptores de gran capacidad (90 toneladas) donde son escurridas, y de allí a las cubas de cianuración, por las que se hacen pasar, durante dos días, soluciones fuertes y débiles de cianuro, enviándose luego a las cajas de precipitación, mediante la adición de zinc. Los lodos se hacen pasar por placas de cobre recubiertas de amalgama de plata, y, después de ser deshidratados en aparatos especiales, se llevan a cubas de fondo cónico, por el vértice de las cuales se introduce aire a presión para hacer el removido del baño, que ya contiene el cianuro de sosa disuelto, añadido en esa etapa. El removido dura 18 horas, al cabo de las cuales se permite la decantación y se repite la operación hasta en dos ocasiones. Las soluciones procedentes del tratamiento de los lodos se llevan a recipientes en los que se efectúa la precipitación por el zinc.

El precipitado argéntífero y aurífero se hace pasar a través de un tamiz y el zinc recuperado se lleva a las cajas de precipitación, para su reutilización. La plata se funde en crisoles de grafito.





MAQUETA: Amalgamación de la plata.

DIMENSIONES: 20x18x18 cm

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y plástico.

UBICACIÓN: M3.P7.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia de la plata.

MENA: Acantita, proustita, pirargirita.

CARACTERISTICAS:

Procedimiento por cianuración

97. Copela alemana

La operación de copelación tiene por objeto extraer la plata, por vía seca, del plomo argentífero de alta ley, obtenida generalmente por concentración, mediante los procedimientos llamados "patinsonaje" y "zincaje". Está fundamentada en la propiedad que tiene el plomo de oxidarse en contacto con el aire a una temperatura muy elevada, oxidación que está activada por la reacción que se produce entre los óxidos inferiores del plomo (PbO y Pb_2O_3), y que sirve de vehículo al oxígeno del aire para atravesar la capa de óxido que cubre el baño metálico.

El horno alemán, tiene una plaza, generalmente circular, y su diámetro es de aproximadamente dos metros. Se construye de material refractario en polvo, previamente humedecido y cuidadosamente apisonado, descansando sobre un macizo de mampostería que a la vez la limita lateralmente, estando el conjunto convenientemente reforzado con chapas y viguetas de hierro atirantadas para contrarrestar los efectos de la dilatación. La cubierta del horno es un casquete esférico de chapa de hierro con sus nervios de refuerzo, recubierto todo con arcilla sujeta a la armadura con clavos o alambres retorcidos, introducidos en el casquete. Se levanta por medio de una grúa para enfriar el horno y retirar la plata, cargar las barras de plomo, y hacer las reparaciones necesarias en la plaza. El viento se inyecta por una o más toberas que se dirigen hacia el centro, inclinándolas con relación a la puerta de los litargirios, que es una abertura practicada lateralmente, provista de una puerta destinada a la evacuación de los óxidos de plomo, a medida que se van formando, los cuales son recogidos en recipientes análogos a los de las escorias de los hornos de plomo, pero de menor tamaño.

Estos hornos se utilizan, generalmente, para el enriquecimiento del plomo de obra, mezclándolos con subproductos muy argentíferos, y para la concentración de los plomos ricos hasta un 80 ó 90 % de plata, operación que se llama "desbastar".



MAQUETA: Copela alemana. (1819) **DIMENSIONES:** 30x34x34 cm. **MATERIAL:** Metal, madera y plástico.

PLACA IDENTIFICATIVA: Horno alemán para copelar. **UBICACIÓN:** M1.P01.M3.

CARACTERISTICAS: Plaza fija y bóveda móvil. La carga se hace de una sola vez. **FUSIÓN OXIDANTE:** AFINO DEL PLOMO POR COPELACIÓN. Minerales que cierto contenido en plata (galenas, cobres grises,...)

98. *Copela inglesa*

En Linares llegaron a funcionar seis fundiciones importantes (La Cruz, Arroyo Hidalgo, La Esperanza, La Fortuna, La Tortilla y San Luis), otras tres en La Carolina y una más en Guarromán. En ellas el mineral de galena era sometido a un proceso metalúrgico para obtener el plomo.

El mineral llegaba a la Fundición ya triturado y se le sometía a una sucesión de procesos para separar el plomo. Primero se calcinaba para eliminar el azufre, obteniendo un conglomerado del que después se obtenía la primera fundición en los hornos escoceses. Más tarde se fundían los plomos argentíferos en los hornos de copela para obtener la plata.

El método usado era el alemán, siendo la copela o plaza del horno fija. Más tarde se fue aceptando el sistema inglés de copela móvil, que en 1852 había eliminado al anterior.

La copela (crisol) está constituida por margas, o ceniza de hueso mezclada con materias aglomerantes; los productos en forma de pasta se apisonan sobre un molde metálico de forma elíptica, en el que se une la solera con la reguera necesaria para la salida del litargirio. Esta copela está colocada sobre un chasis montado sobre ruedas cuya inclinación se puede regular, a fin de facilitar la evacuación del óxido formado. La solera es introducida en el horno cuya bóveda es fija, el calentamiento tiene lugar por una parrilla situada a un lado del aparato. Una vez calentada la copela, se la llena de plomo argentífero que ha de copelarse introduciéndole barra a barra por el orificio correspondiente, no metiendo un lingote hasta que el anterior esté fundido.

Cuando el plomo está al rojo, se pone el viento y empieza la oxidación. Los litargirios que se van formando, van saliendo por la parte anterior de la copela. El nivel del baño se mantiene constante reemplazado el plomo que sale oxidado por plomo para copelar. Poco a poco se va llenando de plata la copela.

Cuando el nivel del baño de plata alcanza el canal de salida de los litargirios deja de añadirse plomo argentífero, y se continúa copelando hasta que se produce un relámpago.

El litargirio sale de la copela se produce por unas ranuras o surcos, llamados caminos, generalmente cinco, en la parte anterior y superior del borde en forma de abanico, que se corresponden con otros orificios verticales que perforan el borde de arriba abajo. Cuando se va a dar la salida, se rasca el primer camino, para obligar al baño metálico a desbordar por él, hasta llegar al agujero vertical por donde cae al recipiente preparado. La acción que ejerce el óxido de plomo sobre el material con el que se fabrica la plaza es muy corrosiva y el camino se va gastando. Al cabo de varias horas casi llega al fondo de la plaza. Entonces se tapa con arcilla y se da salida al litargirio por el camino contiguo, continuando del mismo modo hasta que se haya utilizado el último. Así, la duración de una plaza o copela está limitada por la de los caminos que sirven para la evacuación de los litargirios.

Con una copela que puede contener 1500 kilos de plomo se pueden producir hasta 1200 kilos de plata. La copelación debe conducirse lentamente, para que los litargirios no arrastren mucha plata. Una vez que el relámpago se ha producido, se continúa calentando hasta que la plata esté refinada, en cuyo caso se produce la sangría, que suele hacerse por un agujero o practicado en la parte superior de la copela, que está tapado con un tapón de arcilla, y se recibe en unas lingoteras soportadas por un carrito que se coloca debajo de la copela.



MAQUETA: Copela inglesa.

DIMENSIONES: 24x40x30 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y plástico.

PLACA IDENTIFICATIVA: Modelo de horno ingles para copelar.

UBICACIÓN: M3.P8.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia de la plata.

MENA: Galena.

Minerales que contienen plata como elemento secundario, galena, blenda...

AÑO: 1852.

CARACTERISTICAS:

Plaza móvil y bóveda fija.

La carga se hace de forma continua.

Plaza oval de 1,6 m de diámetro.

98. *Proceso Pattison-Luce-Rozan*

H.L. Pattison desarrolló, en 1833, un método para la separación plomo-plata en una planta compacta, que con el tiempo y pequeñas variaciones fue sustituido por el proceso Luce-Rozan. El proceso es adecuado para tratar materiales o menas de plata, con contenidos menores del 10% en este elemento, y con cierto contenido en bismuto.

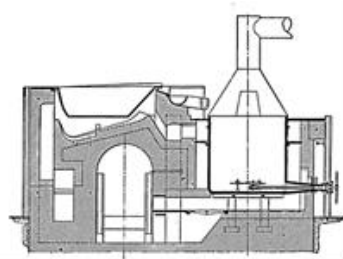
Cuando el material de partida presenta un contenido en plata superior al 10%, la operación de concentración se lleva a cabo directamente por copelación.

El tratamiento en esta planta pasa por la obtención previa de un bullón base con un contenido en plata de alrededor del 1%. Para ello, se prepara una mezcla del material portador de plata con menas de plomo, y se lleva a fusión. El producto a obtener es el citado bullón base, con bajo contenido en plata. La obtención directa de un bullón rico en plata conlleva grandes pérdidas de este elemento, dispersas en las escorias.

A partir del bullón base, se procede a su refinado mediante fusión en horno de reverbero de hogar profundo (véase parte superior derecha de la maqueta, en la foto). Se eliminan, en esta etapa del proceso, las impurezas ocultas en la red del bullón, así como elementos difícilmente fusibles.

Tras el refinado (o afinado) a fuego del bullón base, el material fundido es trasvasado al tanque de cristalización (zona inferior derecha en la foto de la maqueta). En esta etapa de la operación se inyecta vapor de agua en dicha cuba, a fin de provocar la nucleación de cristales de plomo, mediante la reducción de la temperatura del baño. Este régimen de soplado es mantenido hasta que, aproximadamente, dos terceras partes del plomo han cristalizado. Una vez alcanzado este propósito, se procede al sangrado del caldo remanente (bullón rico), que es recogido en un tanque circular exterior. El tanque de cristalización es, posteriormente, calentado hasta la fusión de los cristales de plomo y realimentado con bullón pobre, procedente del horno de reverbero, iniciándose, así, un nuevo ciclo de operación.

En el tanque exterior, el bullón rico es desescoriado a través de una canal provista para tal fin, mediante la retirada de los materiales sobrenadantes en el caldo. Estos materiales son recogidos por una vagoneta en un nivel inferior, y tras su acondicionamiento, son alimentados de nuevo en la cabeza del proceso. El bullón rico es sangrado y conducido para su posterior tratamiento por copelación.





MAQUETA Proceso Pattison- Luce-Rozan .

DIMENSIONES: 85x110x40 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y escayola.

UBICACIÓN: M3.P2.M2.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia de la plata.

AÑO: 1833.

CARACTERISTICAS:

El revestimiento es ácido (ladrillo Dinas).

Procedimiento metalúrgico para la extracción o separación de la plata, del plomo, mediante cristalización selectiva.

100. Horno español de boliche

Para la obtención de plomo, por el método de tostación y reacción, se empleaban en Linares los denominados hornos boliche, característicos del país. Se alimentaban con minerales ricos y puros. En general se aplicaba solamente a galenas con más del 76% en plomo.

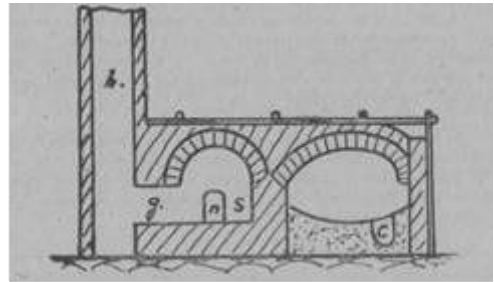
La plaza del horno Boliche es de forma circular y tiene 2,5 m de diámetro. En la proximidad de la puerta de trabajo, hay un crisol cónico. En un punto bajo, a fin de que siempre quede un poco de plomo, está la piquera, que termina en un reposador de forma rectangular. Frente a la puerta de trabajo hay un arco de medio punto (arco de cruces) sobre el cual, lo mismo que sobre los muros laterales, se apoya la bóveda general del horno, que es un poco achatada. Al otro lado del arco de las cruces, el macizo del horno presenta un hueco que viene a formar una segunda plaza de forma elíptica y con dos puertas en los extremos. En el extremo del eje menor, opuesto al arco de las cruces, está la tragante que se comunicaba con una chimenea de unos 8 metros.

La bóveda dista de la plaza 80 centímetros y ésta tiene, toda ella, una ligera inclinación hacia el crisol. A la izquierda del horno, y frente al reposador, hay una ventanilla o buitrón dispuesta como un hogar, pero sin rejilla, porque no hace falta ésta para quemar el combustible que ha de emplearse.

El horno se construía con mampostería refractaria y se dejaban algunos huecos para que las llamas puedan, atravesando la segunda plaza, llegar a la chimenea. Así, las llamas, obligadas a pasar más próximas al mineral, ejercían mejor su acción calorífica y oxidante.

La carga de estos hornos es de 600 kg de galena. Se introduce toda ella por la puerta de trabajo, con espuerta, y luego se extiende uniformemente. Se hace fuego en el buitrón con monte bajo, con ramas de olivo procedentes de la poda o con otro combustible ligero que arda con facilidad, y así se consigue ir elevando gradualmente la temperatura hasta que, a las 2 horas, el horno está, todo él, al rojo y empiezan a correr a la pileta algunas gotas de plomo, que indican el fin de la calcinación. Entonces se carga más combustible en el buitrón, se meten algunos haces por la puerta de trabajo, con el doble objeto de elevar más la temperatura y de impedir que entre por ella una corriente de aire puro que aumenta la oxidación, y de cuando en cuando se hace una especie de re-subida, volviendo a poner en la plaza los trozos de mena que, arrastrados por el plomo fundido, han venido a la pileta y se encuentran en ella nadando en el baño metálico. A las 5 horas se sacan los residuos que no están fundidos, por lo cual no se llaman escorias, sino cenizas, que contienen aún bastante riqueza de plomo. Una vez que el horno queda limpio y el crisol ocupado por el plomo, se echa una buena cantidad de brasa en el reposador para calentarlo y evitar que, en el caso de la existencia de humedad en él, pueda saltar el plomo. Posteriormente, se hace una nueva carga y se sangra. El metal recogido en el reposador es moldeado. Los moldes, de hierro colado, se disponen delante del reposador en forma radial, como las varillas de un abanico medio abierto, y cuando el plomo está ya bien dulce, se rompe una piquera, y con una canal se va llevando a ellos el plomo hasta agotarlo.

Se hacían 4 operaciones en 24 horas, y cada una producía de 310 a 330 kilos de plomo y además 210 de cenizas, que contienen una riqueza de 20-25%. El gasto de combustible asciende a los 100 kilos en 24 horas, 25 por operación.



MAQUETA: Horno español de boliche.

DIMENSIONES: 30x 39 x24 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera.

UBICACIÓN: M1.P2.V2.M9.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia Plomo.

MENA: Galena (SPb)

EMPLAZAMIENTO: Linares (Jaén)

CARACTERISTICAS:

Horno de reverbero.

101. Horno Pilz

El procedimiento que se aplica en la mayor parte de las fundiciones para obtener el plomo, es el que se conoce con el nombre de tostación y reducción. Una vez tostados o calcinados los minerales, o sea convertidos en óxidos, sulfatos y silicatos (siempre queda alguna galena sin oxidar) se reducen por el carbón incandescente y por óxido de carbono, obteniéndose el plomo metálico.

Ingenieros de Freiberg, idearon un horno circular con refrigeración forzada, que se conoce con el nombre de horno Pilz. Son los únicos que deben emplearse para la fusión de los minerales de plomo. Los hornos Pilz son hornos de reducción con forma de cuba y tiro forzado, es decir, que el aire necesario para la combustión, es suministrado por un compresor, a la presión conveniente. Pueden ser de sección rectangular o de sección circular. Los primeros, cuyo uso está más generalizado, son insustituibles para las grandes producciones, pues dependiendo la capacidad del área de la sección en la zona de las toberas, puede aumentarse ésta sin variar la anchura del horno, incrementando su longitud, En cambio, en los hornos circulares, la capacidad de producción está limitada por la necesidad de que el efecto del viento llegue al centro del horno, lo que, para una presión determinada, no permite aumentar el radio. Tanto unos hornos como otros, pero especialmente los primeros, van provistos de un sistema de refrigeración por agua, para evitar la destrucción del revestimiento en la zona de combustión, donde tan elevada es la temperatura.

La altura de los hornos modernos suele ser de 7 a 9 metros. La base, en cuyo interior se encuentra el crisol o pila, tiene 1 ó 1,2 metros aproximadamente. Se construyeron exteriormente de ladrillo refractario, e interiormente de hormigón de tierra refractaria y polvo de carbón. El conjunto puede ir envuelto por chapa de palastro protegiendo el fondo y las paredes, en cuyo caso éstas tienen menos espesor, o puede ir reforzado por unas pletinas de hierro dulce adosadas al macizo de la base, en posición vertical, y espaciadas entre sí unos 50 centímetros, siendo abarcadas todas ellas por dos o tres pletinas más gruesas, colocadas horizontalmente, y provistas de unos tensores para hacer la adherencia más perfecta. Sobre la base descansan las cajas, de hierro fundido o de palastro, para la circulación del agua, y sobre éstas, independientemente, sostenida por cartelas insertas en las columnas del horno, se construye la cuba de ladrillo refractario. En la parte superior de la cuba se coloca la tolva para la carga, y la tragante arranca de una de las paredes, quedando bajo el nivel de la carga. Aunque esta disposición es la más corriente, hay otras en las cuales los gases que salen del horno pasan a un tubo o campana que cierra la parte superior de la cuba. En este caso la carga se hace tangencialmente. En la parte superior de la base, se practican uno o dos canales para la salida de las escorias, que se recogen en unos cubilotes de hierro fundido, de forma semiesférica o tronco-cónica, montados entre dos ruedas. La salida del plomo se verifica continuamente o con intermitencias.



MAQUETA: Horno Pilz.

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN:

UBICACIÓN: Sótano.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia del plomo.

MENA: Galena. (PbS)

CARACTERISTICAS:

Horno de cuba de tiro forzado

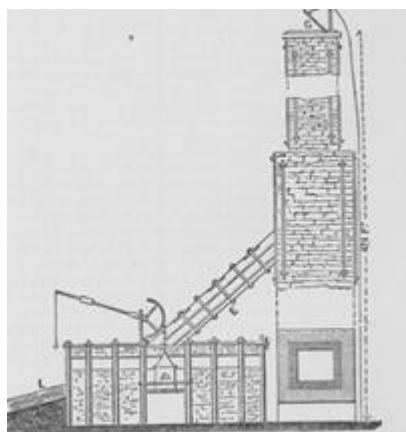
102. Horno reverbero

Horno de hogar independiente, en el que la carga se extiende en capa de poco espesor, sobre una superficie llamada "plaza", que está recubierta por una bóveda poco elevada. La plaza está separada del hogar por un murete llamado "puente". En la extremidad opuesta se encuentran el conducto por donde pasan los gases a la chimenea y que se denomina tragante. La cantidad de materia que puede cargar el horno depende de la superficie de la plaza.

En los hornos de reverbero, el volumen del laboratorio depende principalmente de la plaza. Así, cada horno está caracterizado por la relación que existe entre la superficie de la plaza y la de la de la parilla. Bajo este punto de vista se pueden dividir en dos grandes grupos: hornos de "fusión", en los que la temperatura es elevada y el caldeo casi siempre rápido; y los hornos de "tostión" en los que la temperatura es moderada y el caldeo lento. Se pueden clasificar también en hornos de una o varias cargas. Los primeros no reciben más de una carga, que se extiende sobre toda la superficie de la plaza y es caldeada toda al mismo tiempo; la temperatura debe ser la misma en todas partes del horno y, por lo tanto, los gases salen muy calientes; el caldeo no es metódico.

En los segundos hay varias cargas a la vez, y en un momento dado, la operación no está para todas al mismo grado de avance. Cada una se coloca primero cerca del tragante y después se le hace avanzar por intervalos hacia el puente a medida que las precedentes dejan el espacio libre. Se realiza así el caldeo metódico. Como la temperatura no debe ser uniforme sobre toda la superficie de la plaza, su longitud no está limitada y puede llegar a tener hasta 1,5 metros, y aún más, haciendo pasar las llamas sobre una segunda plaza superpuesta a la primera. Estos hornos utilizan el calor mejor que los otros; pero este perfeccionamiento no puede aplicarse más que a los hornos de tostión en los cuales las materias permanecen sólidas hasta el fin de la operación. Por el contrario, los hornos de carga fija se emplean especialmente para las fusiones.

Thomas y George Cranege desarrollaron el empleo del horno reverbero para la producción de hierro.





MAQUETA: Horno reverbero.

DIMENSIONES: 54x50x25 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y plástico.

UBICACIÓN: M1.P01.M3.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia plomo.

MENA: Galena. (PbS).

AÑO: 1776.

CARACTERISTICAS:

La materia se coloca en el suelo del horno, y se calienta directamente por llama.

Su anchura está limitada por la necesidad de que todas sus partes sean accesibles. Rara vez excede de 3 metros, cuando hay puertas de trabajo en los dos lados, y de 1,5 metros cuando no existe más que uno. La altura de la bóveda no debe pasar nunca de 0,5 metros.

103. Convertidor con campana

Una vez consumida la primera etapa de fusión, el mineral de plomo es conducido al convertidor, en estado incandescente, para realizar la operación de afinado.

Esta maniobra se ejecuta en unos convertidores de hierro fundido, de forma semiesférica o tronco-cónica, móvil es su eje horizontal, cubierto con una campana que tiene una o varias puertas de trabajo, y provisto de un agujero y una rejilla en el fondo, para la entrada y distribución del viento.

La operación en sí comprende la inyección de aire, a través de la rejilla provista para tal fin en la zona inferior del equipo. Sometido a la acción del oxígeno contenido en el aire, y removido a brazo, el baño se va desulfurando gradualmente, por formación de SO₂, a la vez que comienza a aglomerarse. Terminada la operación al cabo de 12, 18 ó 24 horas, según la cantidad de azufre inicial, se procede a volcar el convertidor y a fraccionar la masa convenientemente.



MAQUETA: Convertidor con campana.

DIMENSIONES: 33,5x24, 5x28 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

UBICACIÓN: M3.P6.M2.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia plomo.

MENA: Galena. (PbS).

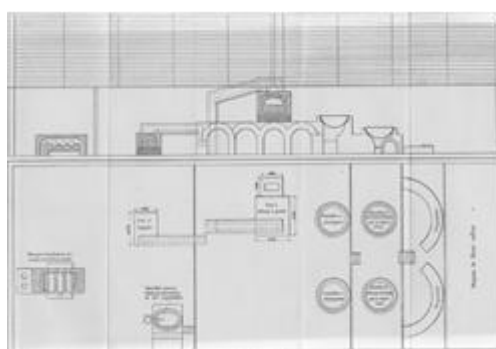
104. Taller de afino de plomo

El plomo, tal como se obtiene después de la tostión, calcinación y reducción, no es lo suficientemente puro para lanzarlo al mercado. Necesita ser depurado, quitándole para ello los metales extraños que contiene, que le comunican propiedades perjudiciales a sus usos. Además, el plomo contiene siempre cierta cantidad de plata que es ventajosa extraer.

La operación se llama afino. Se introduce el plomo argentífero en una caldera o en un horno de reverbero, se calienta suavemente hasta su fusión (327°C) y se mantiene la temperatura alrededor de los 350°C . Como la temperatura de fusión del Cu (1083°C) es mucho más elevada que la del plomo, y menor su densidad, queda, en su mayor parte, en la superficie del baño metálico, formando una costra que suele contener también algún hierro y gran cantidad de plomo adherido, llamada costra cuprífera, que se quita con una espumadera. Una vez separada, se eleva la temperatura al rojo, agitando la masa. Una vez a esa temperatura, se deja reposar, abriendo las puertas para que entre el aire. De esta manera, se consigue la oxidación de las impurezas por la acción del oxígeno del aire, antes de que empiece a oxidarse el plomo, y dé forma a una costra oscura (color chocolate) delgada y muy dura, que se suele fraccionar mediante martilleo en su superficie, para poder extraerla con la espumadera. Estas costras o levass están formadas casi en su totalidad por arseniatos y antimoniatos de plomo con alguna otra impureza, distinta del zinc, que se elimina en forma de óxido.

Después se procede a la desplatación en las copelas, que se hace generalmente con zinc y queda una parte de este metal disuelto en el plomo (el 0,6 a 0,8). Para quitar esta impureza se usa vapor de agua, una vez transferido el plomo desplatado a otra caldera mediante sifón y calentado hasta el rojo oscuro. Este se descompone por el calor, produciendo oxígeno que se combina con el zinc para oxidarlo, y desprendiendo hidrógeno. Cuando cesa la formación del óxido de zinc, que se conoce por el color de los vapores que se producen, se abren las puertas para que entre el aire y oxide el resto de impurezas, tales como el arsénico y antimonio que hayan podido quedar sin separar en el afino. Esta operación, que se llama refino o dulcificación, puede también efectuarse en el horno reverbero. La inyección de vapor de agua ejerce, en la operación de afino, un efecto mecánico de agitación y una acción química, cediendo el zinc su oxígeno al descomponerse por el calor del plomo rojo.

Cuando se trata de plomos relativamente puros, que no contienen más del 0,7 % de Sb y muy poco As (< del 0,10%) se puede desplatarse antes de refinarlos. El refino del plomo es una operación delicada, pues como necesariamente ha de elevarse la temperatura al rojo vivo, son muy frecuentes las averías en los aparatos.





MAQUETA: Taller de afino de plomo.

DIMENSIONES: 37x114x60 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y plástico.

UBICACIÓN: M3.P0.M3.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia del plomo.

MENA: Galena (PbS).

105. Máquina de sinterización Schlippenbach

En la metalurgia del plomo, las menas sulfurosas suelen someterse a tostación, como etapa previa a la fusión del concentrado. Se opera de esta manera con objeto de impedir que la recuperación metalúrgica se vea afectada, como consecuencia de un exceso de plomo retenido en la mata que se forma. Para minimizar la formación de mata, se debe controlar la cantidad de azufre contenida en la carga que se lleva a fusión, si bien cierta presencia de mata es necesaria para concentrar en ella el cobre presente. Durante esta etapa, en la que se elimina el exceso de azufre, además, se produce la sinterización de la carga, dando como resultado un material cuya dureza, resistencia y porosidad favorecen su posterior fusión. La operación descrita anteriormente, se suele llevar a cabo o en la máquina de sinterización Dwight-Lloyd o en la máquina de sinterización Schlippenbach.

La alimentación del equipo, constituida por concentrado, fundente y combustible fósil, se realiza a través de la tolva que se observa a la izquierda, en la foto adjunta. En el interior del equipo, la carga es recogida en bandejas con fondo perforado, por debajo de las cuales se sitúa una caja de aspiración, conectada a un compresor, cuyo cometido es el de provocar corrientes descendentes de aire que atraviesen el fondo perforado y la carga de mineral. En la superficie del material, el oxígeno contenido en el aire insuflado reacciona con el combustible y los sulfuros, según reacciones de oxidación exotérmicas, en las que se desprende el calor suficiente como para iniciar la fusión de la carga y aglomerar o sinterizar las partículas.



MAQUETA: Máquina de sinterización Schlippenbach.

DIMENSIONES: 22x50x39 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

UBICACIÓN: M1.P01.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia del plomo.

MENA: Galena (PbS).

106. Horno mufla

Los hornos de mufla son utilizados para materiales que deben ser calentados y que no contienen, en sí mismos, todo el combustible necesario para la operación (no son sometidos a reacciones exotérmicas) y cuando se desea obtener gas sulfuroso de alta concentración, no diluido ni ensuciado por los conductos o por los productos de la combustión, susceptible de ser utilizado, directamente, para la fabricación de ácido sulfúrico, ya sea en cámaras de plomo o en torres de contacto. Son utilizados especialmente para la tostación de la blenda (esfalerita).



MAQUETA: Horno mufla.

DIMENSIONES: 21x17x18 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

UBICACIÓN: M3.P3.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia del zinc.

MENA: Blenda.

107. Horno silesiano I

La característica fundamental de este método es el empleo de grandes muflas, cuya capacidad supera en más del doble a la de los crisoles empleados en el método belga. La introducción de estas muflas fue local, debido a que, hasta 1868, las fábricas silesianas encontraron con facilidad calaminas pobres, que eran muy fáciles de reducir, y, por consiguiente, permitían el empleo de estos grandes recipientes.

A consecuencia del agotamiento de los criaderos de calamina, se fue sustituyendo este mineral por la blenda, y, por esta razón, se observa una disminución paulatina del tamaño de las muflas. Los hornos que actualmente se usan en Silesia, son de gas, con o sin recuperadores, de uno o tres pisos, en los cuales las llamas, después de haber llegado a la bóveda, bajan, envuelven a las muflas y salen por los conductos practicados bajo la plaza. Este modo de la llama da una calefacción más regular y procura una importante economía de combustible. Un horno de este tipo tiene once metros de largo por 3,20 m de ancho. En cada lado hay dispuestos 16 nichos, en cada uno de los cuales se alojan dos muflas que tienen la forma de largas cajas prismáticas abovedadas en la parte superior. La parte inferior de la delantera de cada mufla, está tapada con un ladrillo. El condensador es común a dos muflas, y consiste en lo siguiente; Cada mufla se propaga en una alargadera con un agujero y ambas se comunican con otra alargadera que se sitúa en medio. Encima se coloca otra y encima de esta otra. Los gases que se desprenden de las muflas pasan a las primeras alargaderas, de éstas a las siguientes luego a una galería y, por último, antes de reunirse en el colector, pasan por una alargadera de palastro, en la que se recogen los polvos de zinc.

También se utilizan en este procedimiento, hornos de dos y tres pisos. En este tipo de hornos, los gases de la combustión pasan, antes de ir a la chimenea, por dos plazas, una de las cuales sirve para calcinar la calamina, y la otra para cocer las muflas. La operación dura 24 horas, con un consumo de hulla de unos 1500 kg por tonelada de mineral. El zinc no se retira de los condensadores más que una vez por día, y para ello se destapan las diferentes alargaderas que hemos dicho que componen el condensador, y se recoge el zinc en una caldera. En algunas fábricas silesianas se emplean hornos de gas recuperadores, que no tienen más que un piso o fila de muflas.



MAQUETA: Horno Silesiano.

DIMENSIONES: 96x43x36 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera y metal.

**PLACA IDENTIFICATIVA: Belgischer Binkofen
Gef.i.d.Modellwerkstatt S.Sächs. Bergakademie
Freiberg.**

UBICACIÓN: M2.P0.M3.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia zinc.

MENA: Blenda y calamina.

AÑO: 1868.

CARACTERISTICAS:

En el método silesiano utiliza grandes muflas que tienen aspecto de largas cajas prismáticas redondeadas en la parte superior cuyas dimensiones son: largo 1,60 a 2 metros; ancho 0,15 a 0,20 m, altura 0,05 a 0,65 m.

108. Horno silesiano II

Un horno silesiano es una especie de galería, abovedada y cerrada en sus extremidades por dos puertas de la misma anchura del horno. El carbón se carga por la bóveda mientras que la descarga se hace por medio de un escudo de palastro que, al ser introducido por una de las puertas, empuja toda la masa de cok forzándola a salir por la parte trasera. Estos hornos están agrupados, unos al lado de los otros, en largo macizos. Los gases salen por aberturas practicadas en los arranques de la bóveda y se queman en los conductos que existen entre dos hornos contiguos y debajo de los suelos de tal manera que todas las paredes son calentadas.

En principio estos hornos son de cuba, de llama, y en ellos se disponen, en series superpuestas, un número más o menos considerable de crisoles apoyados, solamente, sobre sus extremidades, de manera que están rodeados, en la mayor medida posible, por las llamas.

El principio de extracción del zinc, conlleva convertir los minerales en óxido, provocando, posteriormente, que el carbono actúe como reductor de dichos óxidos. La temperatura a la cual el óxido de zinc se reduce es tal que el metal se encuentre en forma de vapor, y este vapor debe ser condensado al abrigo del aire y del ácido carbónico, para evitar que vuelva a formarse el óxido o el carbonato. Además, la condensación tiene que hacerse entre los 450 y 500° C. Si no fuese así, se formaría mucho polvo de zinc que resulta difícilmente fusible. Estas condiciones se realizan tratando a las materias en retortas de pequeñas dimensiones, a las que se les adaptan condensadores en los cuales el zinc se recoge en estado líquido.



MAQUETA: Horno silesiano.

DIMENSIONES: 49x 34x31 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera.

UBICACIÓN: M1.P2.V2.M13.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia del zinc.

MENA: Blenda y Calamina.

CARACTERISTICAS:

En el método silesiano se hace uso de retortas de sección circular o ligeramente elípticas, cuyas dimensiones suelen ser: largo 1,20 a 1,40 metros; diámetro 0,30 m, espesor de las paredes 0,03; del fondo 0,05.

109. Horno con doble regenerador de gas Siemens



MAQUETA: Horno Siemens con doble regenerador de gas

DIMENSIONES: 40x105x45 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera y escayola.

PLACA IDENTIFICATIVA: Polytechnisches Arbeits- Institut. J.Schröder. A.D. Darmstard.
N° 1637 ¿?

UBICACIÓN: M1.P2.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia zinc.

MENA: Blenda y calamina.

110. Horno eléctrico (tipo Herolt)

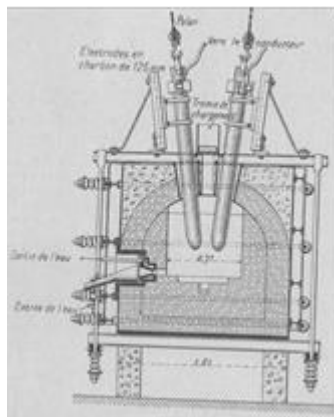
Los hermanos Cowles propusieron, en 1885, el uso del horno eléctrico para la fusión de minerales de zinc. De Laval, tras varios años de investigación, construyó, en 1898, un horno que funcionaba intermitente. En los años siguientes se construyeron hornos industriales de 350 a 500 caballos, siendo todos ellos monofásicos, dotados de contacto en la solera y con un electrodo superior, móvil. Posteriormente, se perfeccionó el equipo, apareciendo la variante con dos electrodos en la bóveda.

El horno está formado por una envolvente de palastro, guarnecida interiormente de un revestimiento refractario, contra el cual se aplica la pared de grafito que delimita el laboratorio del horno. Un electrodo está dispuesto de manera que pueda ser subido o bajado a voluntad. La abertura de la carga está provista de una pieza cónica, que se aplica contra este electrodo, por medio de una capa de cal viva.

La carga se introduce por debajo de esta pieza cónica. Para calentar el horno, se baja el electrodo para que se produzca un arco muy corto. Después se introduce la carga, que se compone de blenda y hierro, que por la acción del calor, se funde formando sulfuro de hierro, plomo, escoria y zinc, elemento, este último que se volatiliza.

Estos productos se clasifican por orden de densidad, situándose el plomo abajo, el sulfuro de hierro en medio y la escoria arriba. Los vapores de zinc pasan al depósito, en donde se condensan en parte, y después al condensador, en el que circulan por una atmósfera reductora debida al petróleo y antracita que rodean al otro electrodo.

El consumo de energía eléctrica por tonelada métrica de mineral (con un 57% de zinc), era del orden de los 4500 kWh, o, lo que es lo mismo, 7300 kWh por cada mil kilogramos de zinc.





MAQUETA: Horno eléctrico (tipo Herolt)

DIMENSIONES: 69x95x50 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Horno eléctrico construido por electrometalurgia del Agueda para producción de zinc y plomo S.A. Mejico. Amilcar Ferrn-ingeniero. Electro-Metalurgia.

UBICACIÓN: M1.P1.M5.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia del zinc.

MENA: Blenda.

AÑO: 1900.

111. Horno de cal. Kiln

Los kilns son pequeños hornos de cuba, de poca altura. Su sección es cuadrada o rectangular. La carga se hace siempre por una tolva situada en la parte superior; el sacado de escombros (deshornamiento) se hace por las puertas de la parte inferior; otras puertas colocadas a diferentes alturas permiten picar (remover) la materia y hacerla descender.

La tolva en la que se coloca la materia forma, en su parte superior, una verdadera tolva en forma de copa, la cual está constituida por un cono, con su vértice hacia arriba. Una palanca lo retiene, atascando así la materia entre la copa y el cono. Al levantar el brazo, mediante la palanca correspondiente, el cono baja y la materia cae en el horno. Esta disposición se llama de platillo y cono. El suelo que forma el fondo de la cuba tiene una doble pendiente para facilitar la extracción de materia. No son utilizados más que para los minerales en fragmentos ya que los minerales pulverulentos se aglomeran y tuestan extremadamente mal. Son empleados, especialmente, para la tostación de las matas de sulfuro doble de níquel y cobre.



MAQUETA: Horno de cal. Kiln.

DIMENSIONES: 37x25x17 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera y metal.

PLACA IDENTIFICATIVA: Kiln para tostación de minerales.

UBICACIÓN: M1.P2.V1.M7.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia.

CARACTERISTICAS:

Hornos para calcinación con modificación química. Hornos en los que el combustible está en contacto con el producto.

112. Horno para fabricar ladrillos

El primer proceso es seleccionar el material a utilizar. A pesar de que se pueden realizar con pizarra, piedras de cantera u otros materiales, el más común es la arcilla, que está compuesta de sílice, alúmina, agua y cantidades variables de óxidos de hierro y otros materiales alcalinos, como los óxidos de calcio y los óxidos de magnesio.

La arcilla es sometida a la maduración, que corresponde a procesos de trituración, homogeneización y reposo en acopio, para obtener una adecuada consistencia y uniformidad de las características físicas y químicas deseadas. El reposo a la intemperie facilita el desmenuzamiento de los terrones y la disolución de los nódulos e impide aglomeraciones de las partículas arcillosas.

La exposición a la acción atmosférica (aire, lluvia, sol, hielo, etc.) favorece la descomposición de la materia orgánica que pueda estar presente y permite la purificación química y biológica del material. De esta manera se obtiene un material completamente inerte y poco dado a transformaciones mecánicas o químicas.

Después de un tratamiento para romper los terrones, eliminar las piedras y aplastar o laminar la arcilla, la arcilla se deposita en silos hasta su homogeneización. Después de sacarla y laminarla nuevamente, se mezcla con agua hasta ajustar la humedad necesaria, procediéndose, a continuación, al moldeo de las piezas que, normalmente, se hace en caliente utilizando vapor saturado, a unos 130 °C, y a presión reducida. Se obtiene así una humedad más uniforme y una masa más compacta, puesto que el vapor tiene un mayor poder de penetración que el agua. Más tarde se procede al secado, siendo esta una de las fases más delicadas del proceso de producción. De esta etapa depende, en gran parte, el buen resultado y calidad del material, más que nada en lo que respecta a la ausencia de fisuras. El secado tiene la finalidad de eliminar el agua agregada en la fase de moldeo para, de esta manera, poder pasar a la fase de cocción.

La etapa de cocción de los ladrillos se lleva cabo en pequeños hornos, a fuego continuo, con temperaturas de hasta 1000 °C Esta etapa puede alcanzar las 30 horas de duración.

Es durante la cocción donde se produce la sinterización, de manera que la cocción resulta una de las instancias cruciales del proceso en lo que a la resistencia del ladrillo se refiere.



MAQUETA: Horno para fabricar ladrillos.

DIMENSIONES: 11x 25 x14, 5 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera.

UBICACIÓN: M1.P2.V2.M3.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia.

AÑO: 1850.

CARACTERISTICAS:

El horno suele hacer unas 18.000 piezas una vez lleno.

113. Horno Hoffman

La tipología de horno Hoffman más extendida en España, desde el último tercio del siglo XIX, es de planta rectangular, compuesta por una gran galería anular de sección abovedada, dividida en cámaras, y cuya longitud y número de bocas era variable. Este sistema permitía que el fuego circulara de forma permanente durante todo el proceso de cocción a lo largo de cada uno de los compartimentos. De este modo, la cocción se desplazaba por la nave de forma secuencial: mientras en una sección se estaba cociendo el material, en la siguiente, se empezaba a elevar la temperatura al tiempo que en la anterior, el material ya cocido, empezaba a enfriarse permitiendo ser descargado y llenado de nuevo. Así, se evitaban cambios bruscos de temperatura, consiguiendo una cocción paulatina y homogénea y un funcionamiento del horno más económico al aprovecharse al máximo el calor.

En los hornos ordinarios, la cocción se interrumpía mientras se enfriaban los ladrillos cocidos y se retiraban para reemplazarlos por otros. Sin embargo, en el horno Hoffman, se efectuaba simultáneamente la cocción, la introducción y la extracción de los materiales, lográndose además un ahorro de combustible consumido, que podía llegar a ser menos de la tercera parte que el consumido en los ordinarios.

La chimenea era otro elemento fundamental del horno, que permitía, por un lado, la expulsión de los humos que se generaban y, por otro, difundía, por succión, la corriente de aire necesaria para la combustión.

El combustible más utilizado era carbón de coque que se vertía a través de unas boquillas verticales que atravesaban la bóveda de la galería, pasando en forma de llama por entre los ladrillos depositados.

El rendimiento de la cocción exigía el funcionamiento continuado del horno, lo que llevó, según algunos escritos, a regular que el descanso del personal obrero a su servicio fuera semanal en vez de dominical.

El funcionamiento de la cocción continua marcaba el ritmo de los trabajadores empleados en la carga y descarga del horno y que, dada la naturaleza manual del trabajo, tenían que soportar las peores condiciones del ramo, como nos recuerda un antiguo trabajador cerámico.



MAQUETA: Horno Hoffman.

DIMENSIONES: 35x 22 x22 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Madera.

UBICACIÓN: M1.P2.V2.M11.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia.

AÑO: 1859.

CARACTERISTICAS:

Cocción se realiza de forma continua.

114. Horno túnel

El horno túnel, está constituido por una galería rectilínea, dentro de la cual, el material a cocer se introduce por medio de vagonetas metálicas con ruedas, que sostienen una capa de material aislante y refractario, sobre el que va puesto el producto a cocer.

Las vagonetas son introducidas en el horno por una de las bocas, y, tras el tiempo de permanencia adecuado, son extraídas, por el otro extremo, conteniendo el material cerámico, ya cocido. Las vagonetas describen un movimiento continuo y uniforme. En el interior del horno, tanto el aire como los productos de combustión son forzados a circular a contracorriente, en relación al sentido de la marcha de las vagonetas, de tal manera que el calentamiento de los azulejos es gradual hasta alcanzar la temperatura máxima. Posteriormente, viene la fase de enfriamiento, de nuevo gradual, mediante una corriente de aire que también es forzada a circular a contracorriente, generada mediante compresores.



MAQUETA: Horno túnel.

DIMENSIONES: 22x92, 5x32 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y escayola.

UBICACIÓN: M3.P2.M3.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia.

AÑO: 1855.

CARACTERISTICAS:

En el horno túnel existen tres zonas bien diferenciadas: precalentamiento, cocción y enfriamiento.

La longitud del horno túnel varía entre los 120 y los 160 metros pero la zona de los quemadores ocupa solamente 50 metros.

La fuente de energía se encuentra a ambos lados del horno, en forma de quemadores de gas o de fuel.

115. Horno rotativo cemento (clinker)

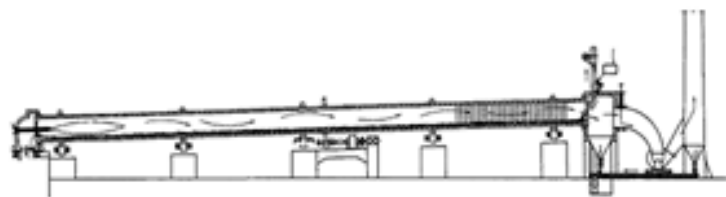
En 1885, Frederick Ransome introdujo el horno rotatorio en la industria del cemento. Ese horno estaba calentado por gas, pues entonces no se conocía la calefacción por carbón. Más tarde se utilizó la calefacción por petróleo hasta que, finalmente, predominó la calefacción por carbón. Las dimensiones del primer horno rotatorio para cemento eran de unos 2 metros de diámetro, para una longitud de unos 20-25 m, con caudales de 30-50 t/24h.

El horno representado por la maqueta es un horno rotatorio de calcinación, construido en 1965 por la empresa F.L. Smidth. Este equipo presenta, en cola, un enfriador satélite, que en la industria del cemento se conoce como enfriador Unax.

El sistema del horno comprende una torre de ciclones para el intercambio de calor en la que se precalienta el material en contacto con los gases provenientes del horno.

El proceso de descarbonatación de la caliza (calcinación) puede estar casi completado antes de la entrada del material en el horno si se instala una cámara de combustión a la que se añade parte del combustible (precalcinador). Al abandonar el horno, la mezcla es enfriada bruscamente en enfriadores de satélite obteniéndose de esta forma el clínker. El enfriador satélite consiste en varios tubos, a lo sumo 10 u 11, situados en la periferia del extremo más caliente del horno, dispuestos en forma de corona y constituyendo una parte integrante del horno. Los enfriadores planetarios se mueven conjuntamente con el horno, sin tener accionamiento propio.

La longitud de los hornos oscila entre los 60 y 90 m. Los diámetros, entre 3 y 6 m y las pendientes para conseguir el avance del material por rotación, varían entre el 2 y el 5%. Se apoyan sobre bandas de rodadura concéntricas y están accionados con sistemas de regulación de velocidad, que los hacen rotar entre 1,5 y 3,5 r.p.m, según el grado de pendiente. El tiempo de permanencia del material en el interior del horno varía según las r.p.m y la inclinación, pero se aproxima a 1 minuto por metro.





MAQUETA: Horno rotativo cemento (clinker).

DIMENSIONES: 38x137x13 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y plástico.

UBICACIÓN: M1.P01.M2.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia.

AÑO: 1965.

116. Casa de calderas

Las casas de calderas albergaban en su interior, tanto los hogares donde ardía el combustible sólido (leña o carbón) como las grandes calderas donde se calentaba el agua y se producía el vapor con el que se alimentaba a los cilindros. Se situaban junto a las casas de máquinas y tenían adosada una chimenea para evacuar los humos producidos en la combustión.

Para aportar el vapor, necesario para accionar los cilindros de las máquinas de bombeo, eran necesarias más de dos calderas, que se alojaban, por lo general, en la misma casa, con sus respectivos hogares. Son muy frecuentes los casos de casas para cuatro o cinco calderas. El vapor producido era recogido por un mismo conducto de salida que lo llevaba hacia la casa de máquinas y que podía tener una bifurcación, a modo de purga, para aliviar la presión o evacuar el vapor en caso necesario. En las casas de calderas los muros no recibían más carga que la de su peso propio y el de la cubierta, por lo cual eran menos robustas que las casas de máquinas.



MAQUETA: Casa de calderas.

DIMENSIONES: 23,5x48x22 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y plástico.

UBICACIÓN: M3.P8.M2.

AREA DE CONOCIMIENTO: Metalurgia.

117. Colector de gases

A finales del siglo XIX, Faber du Faur ideó la manera de captar los gases que se desprenden de los altos hornos y conducirlos, por medio de tuberías, a hogares dispuestos para su combustión. Desde entonces no han cesado de estudiarse los combustibles gaseosos, y cada día tienen mayor aplicación, sobre todo en la siderurgia. Tienen grandes ventajas pues, por su naturaleza, pueden ser conducidos fácilmente a cualquier sitio, y, por medio de llaves, puede regularse su salida y la del aire necesario para su combustión. Hay algunos casos en los que el empleo de combustibles sólidos presenta dificultades y es preferible transformarlos en combustibles gaseosos.

Podemos decir que el empleo de los combustibles gaseosos tiene la ventaja de obtener más fácilmente, y con menor cantidad de aire en exceso, una combustión completa, al mismo tiempo que una temperatura elevada, o lo que es lo mismo, obtener una mejor utilización del combustible.



MAQUETA: Colector de gases.

DIMENSIONES: 25x30x30 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal.

UBICACIÓN: M3.P5.M1

AREA DE CONOCIMIENTO:

AÑO: 1837.

CARACTERISTICAS:

Los gases que se escapan de los hornos metalúrgicos presentan un gran interés desde tres puntos de vista diferentes: poseen, frecuentemente, una elevada temperatura y su energía se puede utilizar para el calentamiento y, especialmente, para la producción de vapor de agua; poseen a veces una cantidad suficiente de productos combustibles para quemar, y entonces son utilizados para el caldeo de los Cowper, o bien son llevados bajo calderas o a motoras de gas; arrastran numerosos polvos y, además, contienen productos perjudiciales para los aparatos y los cultivos circundantes.

118. Electrodo colectores (precipitador Cottrell)

En 1.906, Frederick Gardner Cottrell, profesor de la universidad de California, invento el precipitador electrostático, que permite separar las partículas sólidas en suspensión en un gas mediante una filtración electrostática.

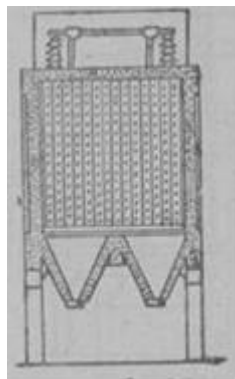
El procedimiento electrostático Cottrell, consiste en hacer pasar una corriente de humos, cuyos polvos se requieren recoger, entre dos electrodos en un campo electrostático de elevado voltaje, próximo a la tensión disruptiva. Uno de los electrodos, llamado de descarga, tiene muy poca superficie; el otro, de superficie mucho mayor, es el electrodo-colector. Este último está unido a la tierra, mientras que el electrodo de descarga está aislado y en comunicación con el aparato generador de electricidad. Las partículas sólidas que los humos llevan en suspensión, se electrizan al atravesar el campo y son atraídas por el electrodo colector, donde se precipitan. Los gases siguen su camino sin experimentar modificación alguna. Los electrodos colectores se agrupan en series numerosas formando, cada grupo, una cámara o celda de recuperación, y el número de éstas oscila entre 4 y 12 en sentido longitudinal.

Para cargar los electrodos se suele utilizar una corriente alterna monofásica de 40 a 50.000 voltios, la cual se transforma en continua mediante un rectificador de disco, el cual es accionado por un motor síncrono. El voltaje depende de la separación de los electrodos y de la naturaleza de los polvos a precipitar.

Los precipitadores de Cottrell son de dos tipos: de corriente gaseosa vertical y de corriente gaseosa horizontal. En los de corriente gaseosa vertical los electrodos colectores, agrupados en un número más o menos grande, son tubos de acero y si los gases son corrosivos se hacen de gres, Plomo o incluso de madera. En los precipitadores horizontales, los electrodos colectores son placas de rejilla suspendidas verticalmente, mientras que los electrodos de descarga se disponen horizontalmente.

Los electrodos de descarga pueden ser alambres, cadenas o varillas, de naturaleza en consonancia con la corrosividad de los gases. Es muy importante mantener la instalación, de manera que no se deposite polvo en los aisladores del electrodo de descarga, ya que las pérdidas por conductividad a través del polvo puedan llegar a ser muy importantes.

El grupo generador está constituido por un rectificador de lámina de mica, con mando por un motor sincrónico. El voltaje se eleva hasta el valor antes dicho en un transformador monofásico, cuyas corrientes se rectifica después.





MAQUETA: Electrodos colectores (precipitador Cottrell).

DIMENSIONES: 44x105x41 cm.

MATERIAL DE FABRICACIÓN: Metal y plástico.

UBICACIÓN: M3.P1.M1.

AREA DE CONOCIMIENTO: Aparatos auxiliares.

AÑO: 1906.

119. Procedimiento electrostático Cottrell

El principio del precipitador electrostático de Cottrell es el siguiente:

Un tubo sirve de electrodo colector que se termina en dos piezas; en el interior de este tubo hay suspendido un electrodo, aislado y tenso por la acción de un peso. Los humos a tratar entran en el aparato por un canal y atraviesan el tubo donde está el electrodo. Las partículas sólidas se electrifican y se precipitan sobre las paredes del tubo, mientras que los gases, purificados, salen por otro conducto. Los polvos depositados en las paredes interiores del tubo se desprenden mediante un dispositivo que produce golpes en la superficie exterior de éste, y se acumulan en una tolva.



MAQUETA: Procedimiento electrostático Cottrell.

DIMENSIONES:

MATERIAL DE FABRICACIÓN:

UBICACIÓN: Ávila.

AREA DE CONOCIMIENTO: Aparatos de filtración.

AÑO: 1906.

CARACTERISTICAS:

La corriente es de un voltaje extremadamente elevado (80.000- 10.000 voltios).

La precipitación de los polvos tiene lugar en el polvo negativo siempre. El gasto es de unos 5 a 15 KW, para 1.000 m³/min.; la velocidad del gas puede variar de 2 a 4 m/ seg.

120. Horno sin identificar



MAQUETA:

DIMENSIONES :

UBICACIÓN: Ávila

AREA DE CONOCIMIENTO:

AÑO: 1910

PLACA: Actien Gesellschaft Polytechnisches Arbeits Institut J.schröder Darmstadt

Fuentes de información

- Alrededor del trabajo de los metales. Escrito por Friedrich Bendix, Carlos Sáen de Magarola, Carlos Sáenz de Magarola.
- AIME Word Symposium on Mining and Metallurgy of Lead and Zinc, Volume II, Extractive Metallurgy of Lead and Zinc. (1970).
- Apuntes Metalurgia Escuela Especial de Ingenieros de Minas, Madrid, (1924).
- Apuntes Laboreo, José Bernaola. Profesor de Laboreo. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas.
- Acería Eléctrica, José Luis Enríquez. Profesor de Siderurgia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas.
- Ciencias de la Tierra. Una introducción a la geología física. Edward J. Tarbuck. Frderick K. Lutgens. Prentice Hall.
- Acería Eléctrica, José Luis Enríquez. Profesor de Siderurgia. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas.
- Fonderia, Dott. Ing. Alfredo Galassini, Editore Ulrico Hoepli Milano, 1945.
- Fundamentos de Laboreo de Minas. Fernando Plá Ortiz de Urbina. Fundación Gomez-Pardo. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas.
- Fundición del Hierro y del Acero, Dr. Bernardo Osann, profesor de la escuela de minas de Clausthal, Editorial Gustavo Gili, Barcelona.
- Hierro colado, Acero moldeado y Fundición maleable, Joh. Mehrstens y Erdmann Kothny. Editorial Labor, S.A- 1927.
- Industrial Poisonning from fumes, gasas,and poisins of manufacturing processes, J.Rambousek.
- Metallurgy; A brief outline of the modern processes for extracting the more important metals, W. Borchers.
- Métallurgie, Bibliothèque de L'Enseignement Technique, Écoles nationales d'Ingénieurs Arts et Métiers Ecoles d'Ingénieurs, Élaboration des métaux, Tome II, C.Chaussin, G.Hilly, DUNOD, Paris, (1958).
- Metalurgia Extractiva de los metales no Ferreos, John L.Bray (1962).
- Metalurgia General, V.G.Voskobónikov, V.A.Kudrin, A.M.Yákushev. Editorial Mir. (1982).
- Metalurgia General, Escuela Especial de Ingenieros de Minas, Profesor: J.L.Izaguirre. Madrid, (1958).
- Metalurgia General y de los metales no ferricos, J. Rubio de la Torre, doctor ingeniero de Minas, Editorial Hijos de J.Garcia, Alicante.

- La Métallurgie Extractive des métaux non ferreux, Pierre Blazy, (1979).
- Laboreo de Minas. Luis de la Cuadra Irizar. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas.
- Obras de fábrica y metálicas, Escrito por Paul Galabru, Manuel Velázquez.
- Preparación Mecánica de las Menas. Texto. D. Eduardo Gullón y Dabán. Ingeniero y profesor de la Escuela de Minas. Madrid. Sáez de Jubera Hermanos, Editores Campomanes, nº 10. 1913.
- Preparación Mecánica de las Menas. Atlas. D. Eduardo Gullón y Dabán. Ingeniero y profesor de la Escuela de Minas. Madrid. Sáez de Jubera Hermanos, Editores Campomanes, nº 10. 1913.
- Preparación Mecánica de las Menas. Atlas. D. Eduardo Gullón y Dabán. Ingeniero y profesor de la Escuela de Minas. Madrid Imprenta Hispana-Escorial, 18. 1936.
- Revista Humboldt. Hornos de cuba y plantas de convertidores para cobre.
- Tecnología de los oficios metalúrgicos, A.Leyensetter. Editorial Reverte.
- Tecnología de los materiales cerámicos, Escrito por Juan Morales Güeto.
- Trabajos de cubilote y Fundición Sana, Joh. Mehrrens y Erdmann Kothny. Editorial Labor, S.A-1944.
- Trattamento siderúrgico del minerali di ferro, Dor. Ing. Robert Durrer, Editore Ulrico Hoepli Milano, 1945.

Documentación Digital

- A descriptive history of the steam engine. Robert Stuart.
- A history of the growth of the steam-engine. Robert Henry Thurston.
- Alrededor del trabajo de los metales. Friedrich Bendix, Carlos Sáenz de Magarola, Carlos Sáenz de Magarola.
- Análisis de la evolución histórica de las máquinas térmicas durante el periodo 1824-1914 a través de las patentes españolas de la época. Tesis doctoral. R. Rubén Amengual Matas.
- A popular and descriptive account of the steam engine. Frederick Partington.
- Audel's gas engine manual. Hesperides.
- Bulletin- United states national museum, numerous 30-32. United States National Museum.
- Centrales de vapor. Escrito por Gustaf Adolf (Gaffert).

- Centro nacional de investigaciones metalúrgicas. Informe nº 2399(1). Consideraciones sobre la implantación de la IPPC en la metalurgia primaria del mercurio. F. A. López. A. López Delgado y J. L. Limpo. Minas de Almadén y Arrayanes, S.A.

- De la técnica a la modernidad: construcciones técnicas, ciencia, tecnología. Asdrúbal Valencia

- De los procesos hidro y pirometalúrgicos a la investigación medioambiental en el CENIM. Aurora López-Delgado. 2008.

- Diccionario de Artes y Manufacturas, de Agricultura, de Minas, etc. Francisco de Paula Mellado, Librería Española.

- El cemento Portland y otros aglomerantes. F. Gomá.

- Empresas y emprendedores leoneses. Hulleras de Sabero, historia rota.

- Estudio de los fenómenos de transporte en la reacción de tostación del Cinabrio en reactor de lecho fluidizado. Carlos de la Cruz Gómez.

- Explotación minera de la sierra de Cartagena (1840-1919). María Teresa Estevan Senis.

- Historia de la tecnología, Volumen 4. Escrito por T. K. Derry, Trevor I. Williams.

- Ingeniería electroquímica: información exhaustiva de la teoría y práctica...C.L. Mantell.

- La producción de energía mediante vapor, aire o gas. Escrito por W. H. Severns.

- Manual tecnológico de cemento 3. Duda Hwalter, Antonio (trad.) Sarabia González.

- Mecánica de fluidos. Escrito por Merle C. Potter, David C. Wiggert.

- Metallurgia y minería. Fusión reductora de plomo: Pérdidas de metal en las escorias. F.A. Calvo y A. Ballester.

- Metallurgy; A brief outline of modern processes for extracting the more important metals. W. Borchers.

- Procesos industriales. Escrito por Otto M. Leidinger.

- Prontuario del cemento. Otto Labahn, Bernhard Kohlhaas.

- Proyecto de cementos del norte, S.A. "Sustitución de Energía Fósil por recuperación de Energía de desechos" Centro nacional de producción más limpia de Honduras. San Pedro Sula. Ing. Mario Mendez. 2005.

- Química: Metalurgia. Oficina Española de patentes y marcas.

- Revista de obra pública digital. ciccp.es/pdf/publico/1910/1910_tomoi_1794_03.Pdf.

- Tecnología de los materiales cerámicos. Juan Morales Güeto.

- The Electric Furnace. Henri Moissan.

- The Metallurgy of Lead & Silver. Henry Francis Collins

- Transportadores y elevadores. Escrito por Antonio Miravete.

Páginas web consultadas:

www.aeok.org.ar

www.albert-gieseler.de/dampf.../firmadet8849.shtml

www.albumdesierto.cl/penachi.htm

www.anson-engine-museum-gallery

www.atalayaheritage.com

www.asme.org

www.auxema-stemmann.com/portafolio

[www.cct.portodigital.pt/gen.pl?p...\(As nossas colecções - Minas e Metalurgia\)](http://www.cct.portodigital.pt/gen.pl?p...(As nossas colecções - Minas e Metalurgia))

www.coaleducation.org/lessons/twe/mcoal.htm

www.commons.wikimedia.Category:Babcock_a...

www.deutsches-museum.de/archiv/bestaende/

www.dhub.org/object/53980

www.dieselnews.wordpress.com

www.directindustry.es/prod/p-h-minepro

www.egeology.blogfa.com/post-40.aspx

www.es.encarta.msn.com

www.es.wikipedia.com

www.frank.germano.com/tunguska.htm

www.fotosdegalicia.es

www.google.brand.edgar-online.com

www.history.rochester.edu/.../parsons/part1

www.lne.es

www.kmoddl.library.cornell.edu/

www.lavozdegalicia.com

www.marthamine.co.nz/11_06_02.html

www.meneame.net/.../petroleo-tarragona

www.minasderiosa.blogspot.com

www.mtiblog.com

www.model steam engine, six column beam engine, metal

www.molino42.blogspot.com

www.online.com/EFX_dll/EDGARpr...

www.oxbow.com

www.paxmanhistory.org.uk/dropvalve.htm

www.practicalmachinist.com/vb/showthread.php/...

www.pubs.usgs.gov

www.saminascolombia.com/index.php

www.scribd.com/.../Apunte-métodos-de-explotación

www.sierrawestscalemodels.com/.../machine.shtml

www.sleekfreak.ath.cx:81/.../

www.stoomturbine.nl

www.sussexsteam.co.uk/

www.valledesabero.iespana.es/memoria1.htm

www.westernscalemodels.com

www.commonswikimedia.org

www.explorepahistory.com/displayimage

www.flsmidth.com

www.minasderiosa.blogspot.com

www.grupopromocom.com

www.xiaoshimo.com

www.greatnorthroad.org

www.furnace.com.au

www.alexdenouden.nl

www.cemengal.es

[www.proyectoarrayanes.org/revolucion te](http://www.proyectoarrayanes.org/revolucion_te)

www.mansfeld-museum-hettstedt.de

www.turismocastillalamancha.com

www.1911encyclopedia.org

[www.scienceandsociety.co.uk/ -](http://www.scienceandsociety.co.uk/)

www.database.ul.com

www.alexdenouden.nl

www.panoramio.com

www.igg.org.uk

Glosario

Afino

Proceso de descarburización y eliminación de impurezas al que se somete el arrabio (hierro de primera fundición con alto porcentaje de carbono) para la obtención del acero.

Amalgamación

"Amalgama" se llama a todas las aleaciones de metales con mercurio. El mercurio forma fácilmente aleaciones (amalgama) con muchos metales, sobre todo con el oro, la plata y el cobre.

Arrabio

Material fundido que se obtiene en el alto horno mediante reducción del mineral de hierro. Se utiliza como materia prima en la obtención del acero en los altos hornos.

Atalajes

Entradas de aire.

Barreno

Taladro perforado para colocar el explosivo de una voladura.

Bigotera

Abertura superior, que deja fluir la materia líquida fuera del horno.

Bullón

Productos intermedios de la metalurgia de la plata.

Buzamiento.

Inclinación de los estratos de un pliegue.

Clinker

Es el resultado de calcinar la caliza y la arcilla a una temperatura que oscila entre 1350º y 1450 °C. Se produce en el horno rotatorio para la producción de cemento.

Cobre blíster

Cobre producido a partir de la fusión de la mata o eje en los hornos convertidores con una pureza de 99,5%. Este cobre es llevado a los hornos de refinación y de moldeo desde donde se obtiene el cobre anódico que va a la electro-refinación. Su nombre proviene del aspecto que tienen los productos moldeados en su superficie (blister = ampolla).

Crisol

Cavidad inferior del horno en que se recoge el material fundido.

Cuba

De forma troncocónica, constituye la parte superior del alto horno; por la zona más alta y estrecha, denominada boca, se introduce la carga.

Elevador de cangilones

Mecanismo que se emplea para el acarreo o manejo de materiales a granel verticalmente.

Etalaje (Horno de cuba)

Zona donde se produce la combustión del coque y el fuel, se inyecta el aire y el fuel (tobera) y se forma la escoria.

Laboratorio

El laboratorio es la parte del horno donde se colocan las materias que se han de calentar. Los gases que salen del hogar, lo recorren, abandonando una tracción más o menos grande del calor que tiene almacenado.

Litargirio

Monóxido de plomo (PbO), sólido terroso de color amarillento o rojizo, sin olor, pesado e insoluble en agua.

Mata

Sulfuro múltiple que se forma al fundir menas azufrosas, crudas o incompletamente calcinadas.

Piquera

Abertura inferior que deja fluir la materia líquida fuera del horno.

Pudelado

Consiste en inyectar aire a través del hierro fundido para que, absorbiendo oxígeno, se convierta en hierro maleable.

Reducción

Consiste en descomponer por el carbón un mineral oxidado, para separar el metal. (Crisoles, hornos reverberos, hornos cuba)

Speis

Son arseniuros múltiples en los que se concentran principalmente el níquel y el cobalto, con un poco de hierro, de cobre y de azufre.

Tobera

Abertura por donde entra el aire en un horno o en una forja.

Tragante

Abertura en la parte superior de los hornos por donde sale la llama.

Tostión

Operación que tiene por objetivo transformar total o parcialmente, los sulfuros metálicos en óxidos. A veces, conocido como "tostación".

Zafra

Material arrancado para su carga.

Presentación

Introducción

Procedencia y utilidad de las maquetas

Los tipos de maquetas, los materiales, las dimensiones

Las maquetas geológicas.

- 1. Modelo de plegamiento basado en la estructura de los Alpes**
- 2. Pliegue anticlinal asimétrico**
- 3. Conjunto de pliegues**
- 4. Pliegue monoclinal**
- 5. Domo**
- 6. Falla vertical**
- 7. Fallas escalonadas**
- 8. Perfil topográfico en 3D, remarcando las curvas de nivel**
- 9. Mapa geológico de España en relieve**

Maquetas de explotaciones mineras

- 10. Corta ("open pit")**
- 11. Corta de As Pontes (La Coruña).**
- 12. Rotopala**
- 13. Dragalina en descubierta**
- 14. Minas de Sabero. Explotación de hulla**
- 15. Cámaras y pilares ("room and pillar")**
- 16. Tajo largo ("longwall")**
- 17. Explotación por subniveles**
- 18. Cámaras por subniveles. Perforación en abanico**
- 19. Cámaras almacén ("shrinkage stopes")**
- 20. Corte y relleno ("cut and fill")**
- 21. Corte y relleno ascendente. Método "Stossbau"**
- 22. Corte y relleno ascendente. Método de "Merlebach"**
- 23. Método de corte y relleno descendente ("undercut and fill")**
- 24. Explotación selectiva por corte y relleno ascendente**
- 25. Explotación de carbón por cuarteles**
- 26. Sistema de extracción del carbón por testeros**
- 27. Método de hundimiento de bloques ("block caving")**
- 28. Hundimiento por bloques ("block caving")**

29. Mina subterránea de HUNOSA
30. Explotación minera de interior de Puertollano
31. Explotación de pizarras bituminosas. Mina subterránea de Puertollano
32. Plataforma petrolífera Casablanca
33. Torre de sondeos
34. Castillete y máquina de extracción de dos jaulas
35. Plano inclinado de mina
36. Sistema de bombeo
37. Volcador circular de vagoneta
38. Cargador de racletas sobre transportador (estacada)

Maquetas de accionamientos mecánicos y equipos auxiliares

39. Máquina de vapor (escape central)
40. Motor Schmidt
41. Motor de dos tiempos (Dugald Clerk)
42. Motor de combustión interna. Motor Otto
43. Motor Diesel de cuatro tiempos
44. Turbina hidráulica (Francis)
45. Turbina de reacción (Parsons)
46. Turbina de impulsión (Heinrich Zoelly)
47. Turbina de vapor Curtiss
48. Receptor hidráulico con rueda Pelton
49. Generador de vapor (George Babcock y Stephen Wilcox)
50. Máquina de vapor (distribución modelo cross-compound)
51. Central de ciclo de turbina de vapor
52. Máquina de vapor (distribuidor central)
53. Mecanismo biela-manivela
54. Mecanismo pistón-biela-cigüeñal
55. Máquina de vapor con distribución por obturador sistema Corliss
56. Dispositivo de corredera para distribución con expansión variable
57. Locomotora ténder

Maquetas de energía

58. Central térmica
59. Presa de Canelles

Maquetas de Mineralurgia

60. Mesa circular de estrío

61. Molino de Cilindros Lisos
62. Criba de concentración por sacudidas (Criba Monasterio)
63. Criba cartagenera (Freiberg)
64. Criba hidráulica de rejilla fija
65. Criba Hancock
66. Mesa de sacudidas Ferraris (Wilfley)
67. Clasificador hidráulico Spitzkasten (caja de puntas)
- 67.A Espesador (clarificador) tipo Dorr

Las maquetas metalúrgicas

69. Horno de coque
70. Batería de coque
71. Planta briquetadora
72. Horno alto
73. Horno (de calcinación (limonita))
4. Horno alto
75. Convertidor Bessemer
76. Convertidor Thomas
77. Convertidor LD
78. Horno Martin-Siemens
79. Horno de fosa
80. Horno de pudelar
81. Horno alto y equipos auxiliares (ENSIDESA)
82. Planta de sinterización (ENSIDESA)
83. Electrólisis del aluminio
84. Celda electrolítica
85. Horno reverbero
86. Horno de cuba
86. Horno Maletta (horno de tableros)
88. Horno reverbero (Ávila)
89. Convertidor Parrot para cobre
90. Convertidor Pierce-Smith
91. Rueda o carrusel para el moldeo de ánodos de cobre
92. Horno de aludeles o de Bustamante
93. Planta de destilación de Almadén con sistema de condensación
94. Water jacket

95. Horno con refrigerado por camisas de agua (water jacket)
96. Amalgamación de la plata
97. Copela alemana
98. Copela inglesa
98. Proceso Pattison-Luce-Rozan
100. Horno español de boliche
101. Horno Pilz
102. Horno reverbero
103. Convertidor con campana
104. Taller de afinado de plomo
105. Máquina de sinterización Schlippenbach
106. Horno mufla
107. Horno silesiano I
108. Horno silesiano II
109. Horno con doble regenerador de gas Siemens
110. Horno eléctrico (tipo Herolt)
111. Horno de cal. Kiln
112. Horno para fabricar ladrillos
113. Horno Hoffman
114. Horno túnel
115. Horno rotativo cemento (clinker)
116. Casa de calderas
117. Colector de gases
118. Electrodo colector (precipitador Cottrell)
119. Procedimiento electrostático Cottrell
120. Horno sin identificar

Fuentes de información

Glosario

FIN