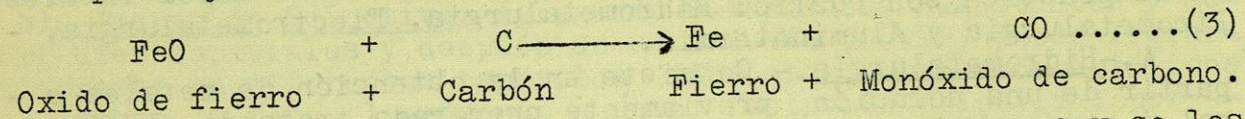


sobre todo en forma de Coke, el cual actúa además como combustible; también pueden emplearse como reductores el monóxido de carbono (O) y algunos metales, por ej: el fierro, para la obtención del plomo y el antimonio.



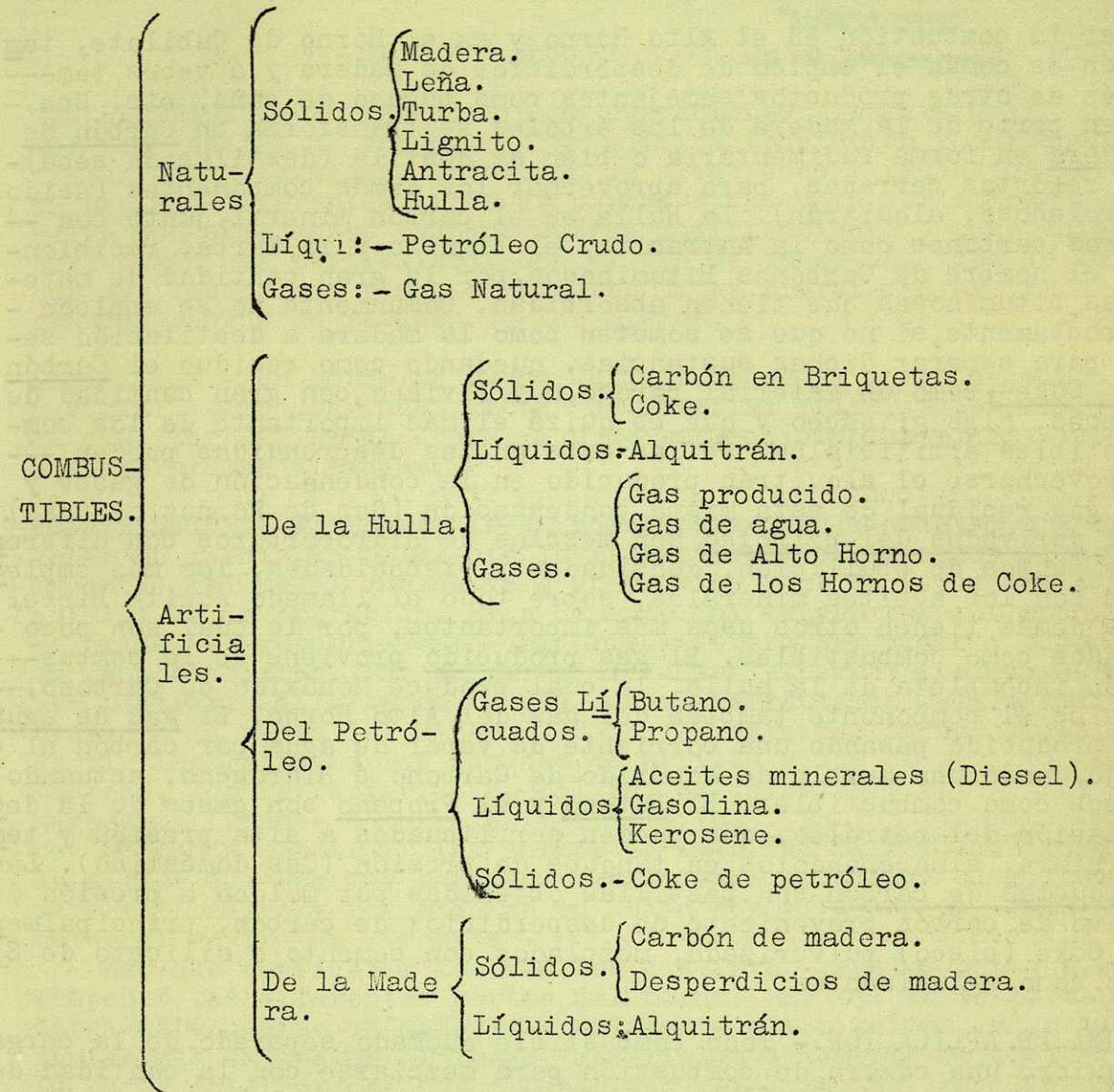
Los metales obtenidos por este proceso no son puros y se les llama metales en bruto .

A.-Aluminotermia.- Se llama también proceso Goldschmidt o de la termita, consiste en mezclar el óxido del metal con aluminio en polvo como reductor, formando una mezcla llamada Termita, la cual se somete a ignición, por ej: con magnesio y una vez iniciada, la reacción continúa por si sola, desprendiendo gran cantidad de calor y separándose el metal fundido, el cual se va al fondo, mientras la escoria flota en la superficie. La operación se lleva a cabo en aparatos especiales en forma de embudo, en los cuales se colocan los materiales en capas alternadas. Se considera más bien como un proceso de soldadura, más que de obtención de metales. Se puede emplear para la obtención de casi todos los metales, pero principalmente para la obtención del Cromo y el Manganeso y para el Fierro en soldadura.

COMBUSTIBLES

GENERALIDADES Y DEFINICION.- Pueden definirse como los materiales usados para encender o sostener una combustión para la producción de calor. Los mejores combustibles son los formados de carbón o de hidrocarburos en sus diferentes formas. Para la producción de calor dependen de su rápida combinación con el Oxígeno, generalmente del aire; ésta operación se conoce con el nombre de combustión . Los combustibles contienen gran cantidad de impurezas, tales como: sustancias minerales, que forman las cenizas; azufre, que pasa a los gases como anhídrido sulfuroso, Nitrógeno y otros gases, etc., Algunas de éstas impurezas pueden perjudicar el producto, por lo cual en estos casos deberá de usarse un combustible puro o proteger el producto contra la acción de los gases de combustión (Hornos de Mufla). En ciertos casos (pirometalurgia) el combustible no solo suministra calor, sino que interviene en el proceso como reductor. También en ciertas operaciones las impurezas del material actúan como combustibles, por ej: en la tostación, el azufre de los sulfuros se quema con gran producción de calor dando anhídrido sulfuroso.

DIVISION.- Para propósitos metalurgicos los combustibles pueden dividirse según su procedencia en: Naturales y Artificiales y según su estado físico en: Sólidos, Líquidos o Gaseosos, en el cuadro siguiente pueden apreciarse las diferentes clases, según su procedencia.



CUADRO SINOPTICO NUMERO I.

DESCRIPCION Y PROPIEDADES.- El valor de un combustible depende de la cantidad de calor que pueda ser obtenido de él, o sea de su Poder Calorífico, en calorías por kilo, o en B t u. por libra --- (1 B. t. u. = 252 calorías) para los combustibles sólidos y líquidos y en calorías /M<sup>3</sup> ó B. t. u. /pié cúbico, para los gaseosos. - Debido a su bajo poder calorífico, muchos de los combustibles antes mencionados tienen poca aplicación Industrial. Entre los naturales, los mejores son: el carbón de hulla, el petróleo crudo y el gas natural.

El gas natural.- Esta formado por metano y etano, principalmente por éste último, es extraído de pozos en regiones petrolíferas, tiene un alto poder calorífico y una gran pureza. La madera se usa en forma de "Leña" para muchos hornos, por ej: Para ini---



ciar la combustión en el Alto Horno y en el Horno de Cubilote, también es común el empleo de desperdicios de madera y a veces también de otros productos semejantes como bagazo de caña, etc. Una gran parte de la madera de los árboles se transforma en Carbón de Madera en forma rudimentaria o bien se destila (destilación seca) en retortas cerradas, para aprovechar los demás componentes (Acido piroleñoso, alquitrán). La Hulla es el carbón mineral, junto con otros carbones como la Antracita, el Lignito y la Turba, recibiendo el nombre de Carbones Bituminosos, por la gran cantidad de materias bituminosas que tienen absorbidas. Comunmente no se emplean directamente, si no que se someten como la madera a destilación seca para separar dichas sustancias, quedando como residuo el Carbón de Coke, como un material poroso, muy liviano, con gran cantidad de huecos, algo grisáceo y que es quizá el más importante de los combustibles artificiales. De las sustancias desprendidas pueden aprovecharse el alquitrán producido en la condensación de gases y el gas residual de ésta misma condensación (Gas de Hornos de Coke). Los derivados del petróleo son mezclas de hidrocarburos con diferentes puntos de ebullición, densidades y viscosidades, los más empleados son los aceites minerales, sobre todo el llamado Aceite Diesel, los demás tienen otros usos más importantes, por lo cual son poco usados como combustibles. El gas producido proviene de la combustión incompleta de la hulla, la cual produce Monóxido de Carbono, que es el componente también del gas del Alto Horno. El gas de agua es producido pasando una corriente de vapor de agua por carbón al rojo, dando una mezcla de Monóxido de Carbono é Hidrógeno, actuando ambos como combustibles. El Butano y el Propano son gases de la destilación del petróleo, que pueden ser licuados a alta presión y temperatura, almacenandolos en tanques de presión (Gas doméstico). Las briquetas de carbón son pastillas obtenidas por moldeo a presión de polvo de carbón proveniente de desperdicios de carbón, principalmente Coke (cisco) pulverizado, mezclados con cemento o silicato de Sodio como aglutinantes.

**FORMA DE APLICACION.**— Todo combustible quemado separado de la carga requiere una cámara de combustión para mezclarse con la cantidad de aire apropiado, ésta cámara, cuando existe, recibe el nombre de Hogar.

Los combustibles sólidos se queman mezclados con la carga o en un hogar provisto de un enrejado metálico que permite el paso del aire a través de él, dependiendo las aberturas de la clase de combustible empleado y variando el área de espacio de 20% a 40% del área total del enrejado; que depende a su vez del poder calorífico del combustible y de la velocidad de combustión. Los enrejados pueden ser estacionarios o móviles, alimentados a mano o mecánicamente. Los combustibles líquidos y algunas veces los sólidos, se atomizan o se vaporizan en un quemador apropiado, los más viscosos se calientan previamente, pudiendo ser atomizados por la acción de una fuerte corriente de aire o de vapor seco (quemadores de vacío), por la fuerza centrífuga de un cono a alta velocidad (quemador rotatorio), por el paso a alta presión a través de pequeños orificios y la expansión súbita al salir del quemador y finalmente, evaporándolos con aire precalentado o vapor. Los combustibles gaseosos se queman inyectandolos a través de un quemador apropiado, mezclados con la cantidad necesaria de aire.

## H O R N O S.

**GENERALIDADES.**— En las distintas operaciones pirometalúrgicas, así como en las de concentración química (tostación y calcinación) tratamientos térmicos, obtención de aleaciones y productos, etc.— se emplean diferentes tipos de hornos, cuyas características generales son semejantes (aunque sufren modificaciones o adaptaciones para algún uso particular). Con el fin de tener una idea de lo que son los hornos y sus diferentes tipos trataremos de ver a grandes rasgos un resumen de los mismos.

**DEFINICION.**— Un horno se puede definir desde el punto de vista industrial, como una construcción de material refractario recubierta o no por lámina de Acero, que se emplea para tratar materiales a temperaturas elevadas.

**CONSTRUCCION.**— Al construir un horno para fundir metales, hay que tener en cuenta, no solamente la refractibilidad (temperatura que aguante), del metal que se va a usar, sino también la reacción química de la operación. Esta depende del fundente empleado; si es ácido, el recubrimiento del crisol deberá ser ácido y alcalino en caso contrario. Por su parte el fundente, como ya sabemos, debe ser contrario a la ganga, o sea, que el refractario deberá ser contrario a la ganga del mineral. Como refractarios ácidos pueden servir los refractarios comunes de arcilla y los de sílice; como básicos, los refractarios de caliza, de dolomita y sobre todo de magnesita (veáanse materiales refractarios). En los procesos básicos es común construir los hornos de material refractario común o de sílice que son más baratos, revistiendo solamente el crisol de material básico y poniendo en su unión con el ácido una capa de material neutro de Cromita.

Hay que considerar también los distintos papeles que van a desempeñar las diferentes partes del horno, por ej: en la parte de carga debe usarse un material resistente a los golpes, y en las partes más expuestas al fuego, materiales altamente refractarios. La parte exterior del horno puede ser metálica, de ladrillo común, o de metal recubierto exteriormente con ladrillo común, y a veces del mismo refractario con algún material aislante entre la pared de ladrillo y el metal.

**FUNCIONAMIENTO.**— En todo horno se requiere fundamentalmente una fuente de calor, la cual comunmente es producida por la combustión de un combustible en presencia del aire. Este combustible como ya se vió puede ser sólido, líquido o gaseoso y puede quemarse separado de la carga o mezclado con ella. Los productos de la combustión se descargan a una "Chimenea", para lo cual se requiere una diferencia de presión que se conoce con el nombre de "Tiro" — el cual se expresa generalmente en pulgadas de agua y que puede ser "Natural y Mecánico" (inducido o forzado). El Tiro Natural es producido por una chimenea, diseñada de acuerdo con la capacidad del horno, con un diámetro mayor en su base para aumentar la velocidad de salida de los gases y poder así producir el "Tiro" necesario, es muy eficaz cuando se emplea combustible sólido o cuando se requieren temperaturas relativamente bajas, por ej: en opera--



ciones de tostación. Cuando se requiere una gran cantidad de aire, se puede forzarlo a pasar a través de la carga, por medio de un abanico centrífugo ó un soplador, por lo que se llama "Tiro Forzado" o bien se puede colocar un extractor al final del horno y antes de la chimenea, de tal modo que se produzca una succión de los gases, aumentando la diferencia de presión y produciendo el tiro llamado "Inducido". En ocasiones pueden emplearse en combinación, el Tiro Natural y el Mecánico.

CLASIFICACION.- La forma de los hornos industriales es muy variable, debido a la gran cantidad de aplicaciones. Según su objeto pueden clasificarse en: Hornos para transformaciones químicas. Por ejemplo para tostación de sulfuros y los de reverbero para la fusión de las matas de Cobre, etc. Hornos de fusión, para procesos pirometálgicos y de afinación, por ejemplo: Los Hornos Siemens Martín, de Pude lado, etc. Hornos Recalentadores, en que se calientan los lingotes para el trabajo en caliente, Hornos recocedores, como los de ladrillos, de Cementar, de Templar y de recocer metales, etc, Hornos para secar, llamados propiamente "Estufas" y Hornos de laboratorio. Por su forma se dividen en: De Cuba, de Reverbero, de Mufla, de Crisoles, etc. Según el combustible en: De Gas, de Carbón, de Petróleo y Eléctricos. Según la marcha de producción se clasifican en: Continuos, los que trabajan continuamente ó Intermitentes los que interrumpen su trabajo al término de una operación. También pueden ser: Fijos, Rotatorios (como los de cemento), de Solera Giratoria, Basculantes (algunos de crisol), etc. Trataremos de los tipos principales que tienen aplicación en Metalurgia.

A.- HORNOS DE REVERBERO.- Son hornos horizontales en los cuales las materias que se han de calentar se ponen en contacto directo con la llama, sufriendo directa o indirectamente, la acción del calor radiante, es decir, que tanto la llama, como las paredes y la bóveda irradian (Reverberan) calor sobre la carga. En su forma primitiva, como los Hornos Silesianos para la obtención del plomo y Hornos de Pude lado (Fig # 1) para el hierro de ese nombre, constan de un "hogar" y de un "laboratorio", crisol o solera, separados generalmente por un tabique llamado "puente o altar", de tal modo que las llamas y los gases calientes pasan por encima del puente, irradiando calor sobre la carga contenida en el laboratorio, pasando los gases residuales a un "tragarte o chimenea". Con el empleo del gas o combustibles líquidos atomizados, desaparece el hogar, quedando solamente una cámara de combustión a un lado o encima del crisol. (Figs# 2 y 3). Los gases salientes tienen una temperatura muy elevada, por lo cual se han empleado para la calefacción y mejor aún para calentar el aire y el combustible que se van a emplear, esto se ha logrado con el uso de "Regeneradores" y "Recuperadores". Los primeros son cámaras rellenas de ladrillos refractario entrecruzado, a través de las cuales pasan los gases de combustión, cediendo parte de su calor a los ladrillos, hasta que se ponen al rojo, cambiando entonces la salida de los gases para permitir la entrada del gas combustible y el aire. Los Recuperadores están formados por una serie de conductos o canales verticales de material refractario por los cuales circula de abajo á arriba el aire exterior, el cual se calienta por el calor transmitido a

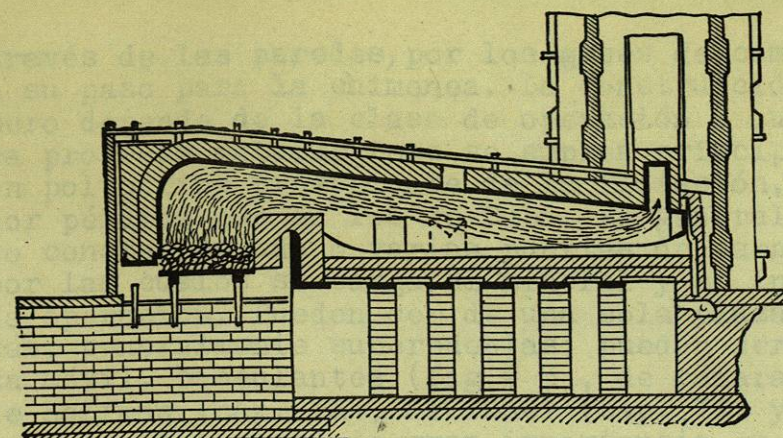


FIG. 1. HORNO DE PUDELADO.

HORNO DE REVERBERO "SKLENAR" CON QUEMADOR DE GAS O ACEITE BASCULANTE.

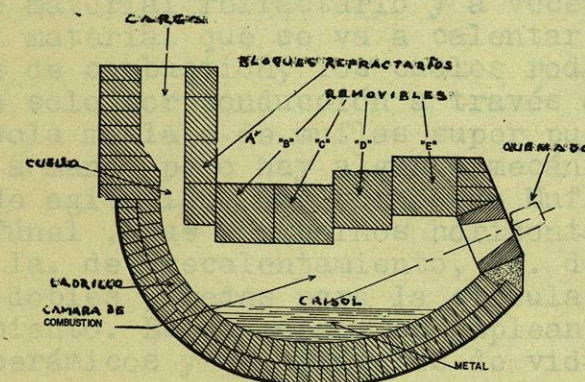


FIG. 2. Corte Esquemático.

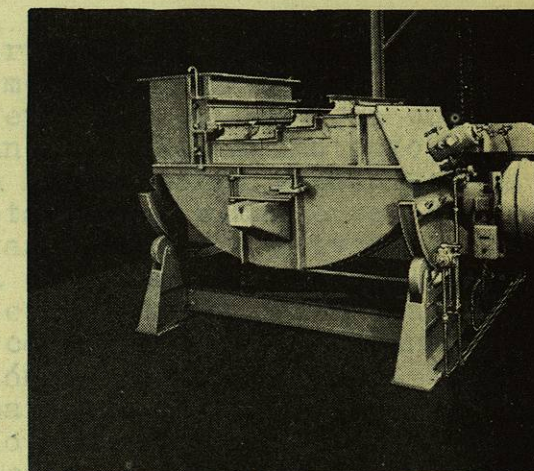


FIG. 3. Horno Completo.

HORNO DE CRISOL.

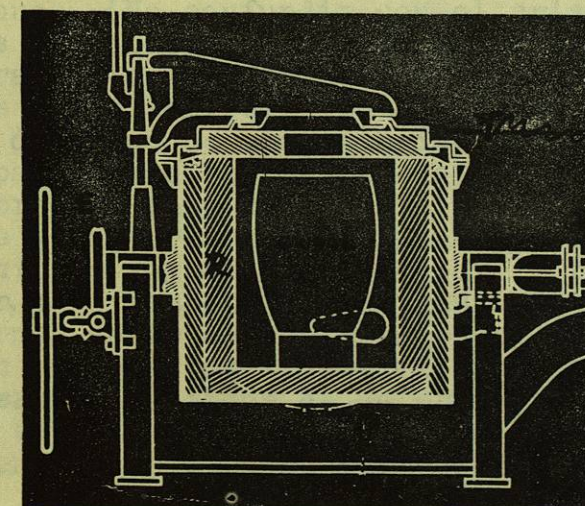


FIG. 4. Corte Esquemático.

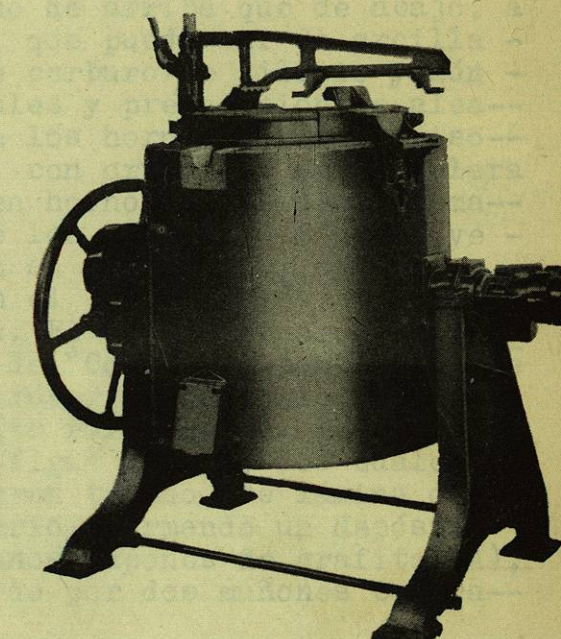


FIG. 5. Horno Completo.