

LA IMPORTANCIA DEL GAS DE CAMISEA EN EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA SIDERÚRGICA EN EL PERÚ

Elard León Delgado*

RESUMEN

En el futuro, la industria siderúrgica puede ser determinada por procesos de bajo costo de operación y capital; pudiendo ser las dos principales rutas para la producción del acero, el reciclaje de chatarra y la reducción de mineral virgen.

La alta confiabilidad y el bajo precio del mineral de hierro son los factores que han llevado a desarrollar el proceso de reducción directa. En esta decisión, el gas natural es una solución económica para la producción de productos de reducción directa, briquetas y hierro esponja.

«EL FUTURO ES AHORA»

Palabras clave: Siderurgia, Reducción directa de mineral de hierro, Gas natural.

THE IMPORTANCE OF CAMISEA GAS IN THE DEVELOPMENT OF SIDERURGY INDUSTRY IN PERU

ABSTRACT

In future the iron and steel industry will be determined by processes that the lowest operating and capital costs. Still there will be the two principal ways steel production can go one via recycling of scrap and the other one by reduction of virgin iron ore.

High availability and low cost iron ore are the driving factors for the development ore direct reduction process. In this decision the natural gas is one economic solution for the production of ore direct reduction DRI and HBI.

«FUTURE IS NOW»

Keywords: Iron and steel industry, iron ore direct reduction, natural gas.

I. INTRODUCCIÓN

El gas natural es un combustible fósil que se encuentra en estado gaseoso o en disolución con el petróleo. Se encuentra como gas natural asociado cuando está acompañado del petróleo y como gas natural cuando no lo está.

El principal acompañante del gas natural es el metano, aproximadamente el 80%. Los otros acompañantes son el etano, el propano, el butano y otras fracciones más pesadas.

El gas natural tiene un bajo porcentaje de impurezas: nitrógeno, bióxido de carbono, helio, oxígeno, vapor de agua, entre otros.

El gas natural no requiere de plantas de refinación para procesarlo y obtener productos comerciales. Las impurezas que pueda contener son fácilmente separadas por procesos físicos relativamente sencillos.

El metano, principal constituyente del gas natural, tiene una gran variedad de usos.

* Departamento Académico de Ingeniería Metalúrgica-Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica-Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú.
E-mail: eleond@hotmail.com / eleond@unmsm.edu.pe

Principalmente sirve como combustible o insumo en la actividad industrial, como combustible en las plantas térmicas generadoras de electricidad y combustible para el uso doméstico. El gas metano tiene ventajas frente a otras fuentes de energía primaria como el carbón, combustibles líquidos, energía eléctrica, hidráulica y nuclear. Como insumo industrial está en fase de pleno desarrollo.

En el caso de utilizarse el gas natural como insumo, se emplearía en la reducción del mineral de hierro en la siderurgia, así como, en el desarrollo de la industria petroquímica [1].

II. EMPLEO DEL GAS NATURAL EN LA SIDERURGIA

El carbón suministra más del 80% de insumo, energía y calor en la industria siderúrgica.

La mayor cantidad de carbón se emplea en la producción de coque metalúrgico. El coque es el insumo indispensable en la fabricación del arrabio (fierro fundido primario) en el alto horno. El consumo aproximado de coque en la siderurgia a nivel mundial es de 240 millones de toneladas anuales. Muchos países, inclusive los desarrollados, tienen que importar la materia prima (carbón bituminoso) para la fabricación de coque.

Desde algunas décadas se viene investigando y buscando alternativas para poder sustituir el empleo del coque en el alto horno.

Desde que el hombre descubrió los metales, ha tratado de mejorar su obtención. La siderurgia moderna es la encargada de continuar esa tarea, inventando nuevos y mejores procesos, uno de ellos es la reducción directa del mineral de hierro.

¿QUÉ SE ENTIENDE POR REDUCCIÓN DIRECTA?

Muchas son las definiciones que se ha querido dar para llegar a una definición metalúrgica de la reducción directa, pero ninguna tiene un fundamento teórico; se ha llegado a una meramente convencional en que la reducción del mineral se efectúa, sin llegarse a la fusión. En otras palabras, la materia prima (óxido de hierro) no cambia de estado, caso que si se efectúa en la reducción indirecta (alto horno), donde el mineral en estado sólido se convierte en estado líquido (arrabio) [2].

El término reducción significa la remoción del óxido de hierro, donde el reductor es el agente

que elimina el oxígeno. Los agentes reductores normalmente usados son el carbono (C), el monóxido de carbono (CO) y el hidrógeno (H).

El hierro reducido por la reducción directa es una carga metálica de alta calidad, que:

- Contiene los más bajos niveles de elementos residuales.
- Permite producir aceros de alta calidad en el Horno Eléctrico de Arco.

Es interesante señalar que el 93% de la producción de hierro reducido por reducción directa a nivel mundial corresponde a los métodos que utilizan gas como reductor.

¿QUÉ SE CONSIGUE CON LA REDUCCIÓN DIRECTA?

En la reducción directa, se consigue una serie de productos, de acuerdo al estado del óxido de hierro y del método de reducción que se emplee, así se obtiene: HBI (briquetas), DRI (hierro esponja), IRON NUGGETS (pepitas), HYTEMP, entre otros. De esta gama, la que más se utiliza en los procesos de afinado y fundición son las briquetas y hierro esponja, que se pueden emplear en hornos eléctricos de aceración, convertidores básicos al oxígeno y cubilotes.

En los hornos eléctricos de arco, la utilización de los productos reducidos es la mayor y más importante en reemplazo de la chatarra.

Usualmente, en los procesos de reducción se obtiene una metalización del 90 al 92%.

¿CÓMO SE OBTIENEN LOS PRODUCTOS REDUCIDOS?

La evolución de los procesos de reducción directa se han basado principalmente en la utilización del gas natural o del carbón como reductor; sin embargo, más del 90% de las instalaciones de reducción directa que operan a nivel industrial utilizan el gas como reductor.

Dentro de los tipos de métodos que utilizan el gas como reductor, dos de ellos son los más resalantes, y se diferencian entre sí por el estado del material de carga (óxidos de hierro) y por el tipo de horno que se utiliza. Éstos son:

- Horno de lecho fluidizado.
- Horno de cuba.

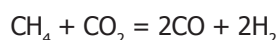
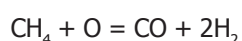
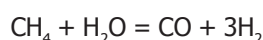
Horno de lecho fluidizado. En el horno de lecho fluidizado se utilizan finos de mineral de hierro, los cuales pasan a través de reactores de lecho fluidizado que están ubicados en serie. Existen entre otros el FINMET, HIB, SPIREX, CIRCORED y el CARBURO DE HIERRO. La fuente de aporte del carbón, en este último método, es el metano, reformado en el reactor de lecho fluidizado, el cual genera monóxido de carbono, agente primordial de la formación de carburo de hierro.

Horno de cuba. El hierro reducido se produce principalmente en hornos de cuba, donde el mineral de hierro en forma de trozos o *pellets* se reducen a hierro metálico mediante un gas reductor, obtenido principalmente de un gas reductor proveniente del gas natural. La producción total de productos reducidos por este sistema alcanza más de 10 millones de toneladas anuales, que representan los 2/3 de la producción total. Los métodos que han tenido más éxito son el MIDREX y el H y L; últimamente DANELI de Italia ha desarrollado el método DANAREX.

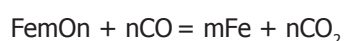
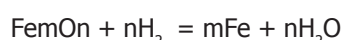
Tanto MIDREX y H y L han efectuado análisis del proceso, realizando innovaciones tecnológicas. Sin embargo, los cambios tecnológicos envuelven muchas variables, dentro de las cuales una de las primordiales corresponde al aspecto económico, aspecto que si bien no puede primar, ejerce un fuerte control sobre cualquier toma de decisiones al momento de una elección.

¿CÓMO SE OBTIENE EL GAS REDUCTOR DEL GAS NATURAL?

El gas reductor se obtiene por la conversión del principal componente del gas natural: el metano. El gas que se obtiene se conoce como SYNGAS; éste se forma mediante un proceso de reformación con vapor de agua, oxígeno o bióxido de carbono, de acuerdo a las siguientes reacciones:



El CO y H son el SYNGAS que reduce al mineral de hierro de acuerdo a las siguientes reacciones:



Es importante señalar que algunos métodos de reducción directa han efectuado importantes innovaciones, tal como utilizar sólo hidrógeno como gas reductor (CIRCORED) y eliminar el reformador (H y L, DANAREX) logrando una autorreformación *in situ* del gas natural, es decir, en el reactor, aprovechando el efecto catalítico de hierro metálico.

Para poder suministrar la energía necesaria, se aumenta la temperatura del gas de tobera mediante la inyección de oxígeno.

Las principales características de este sistema son:

- Alta presión de operación, que permite una alta productividad del reactor y la optimización integral de energía.
- Alta temperatura de los gases reductores en la entrada del reactor mayor debido a la combustión parcial. Estas condiciones permiten la eficiente generación *in situ* de gases reductores y la reducción del mineral de hierro.
- La combinación adecuada de parámetros de proceso, tales como la inyección de gas natural, el flujo específico de gas reductor al reactor, la inyección de oxígeno y el ajuste de concentraciones de humedad (H₂O) y dióxido de carbono (CO₂), permiten el nivel de metalización y contenido de carbón.

III. UTILIZACIÓN DEL GAS NATURAL EN LA SIDERURGIA EN EL PERÚ

Además de que el gas natural (metano) puede utilizarse en hornos de calentamiento, recocido y fusión, su mayor importancia radica en el empleo como insumo en la industria siderúrgica. El Perú tiene grandes reservas de mineral de hierro, aproximadamente 5 mil millones de toneladas; pero, no cuenta con carbón bituminoso de buena calidad con el que se podría obtener coque para abastecer el alto horno. El coque que se utiliza actualmente se importa. Por lo tanto, para un desarrollo siderúrgico, una alternativa muy confiable sería la vía REDUCCIÓN DIRECTA HORNO ELÉCTRICO, para producir acero. El insumo que se emplearía para la reducción del mineral de hierro sería el gas natural, que se podría dar en dos etapas:

- Mediano plazo
- Largo plazo

MEDIANO PLAZO

Habiendo llegado el gas de Camisea a Pisco; hay una empresa que podría utilizar el gas como insumo, Aceros Arequipa en Pisco.

Aceros Arequipa, empresa de gran prestigio dentro del campo siderúrgico, cuenta con dos módulos de reducción directa a carbón; pero, es deficitaria de un insumo necesario, la chatarra o hierro esponja, para la operación de sus hornos eléctricos en Pisco; para cubrir este déficit está importando hierro esponja. Si Aceros Arequipa decide cubrir este déficit con la instalación de un módulo de reducción directa con el gas de Camisea, en un lapso no mayor de 30 meses, a partir de la firma del contrato, podría estar operando.

Shougang-Hierro Perú, propietaria de las minas de Marcona, es productora de *pellets* para el alto horno y reducción directa, así como de concentrados para la sinterización y pelletización; exporta aproximadamente de 4 a 5 millones de toneladas anuales de producción a China y otros mercados de ultramar. El valor agregado del concentrado es mínimo si se compara con el producto reducido. Si Shougang decidiera convertir parte del concentrado de exportación para la reducción directa, podría resolver la necesidad que tiene SIDERPERÚ en Chimbote y Metalúrgica Peruana (MEPSA) en Lima, de contar con un insumo para operar sus hornos eléctricos y exportar el saldo.

Shougang tuvo intención de instalar nueve módulos de carburo de fierro para una producción de 3,6 millones de toneladas, tal como se indica en la Revista *Acero Latinoamericana*, N.º 449, publicada por el Instituto Latinoamericano del Fierro y Acero (ILAFA) [3].

La decisión de Shougang de instalar reducción directa, aparte del factor mercado que es muy importante, el costo-beneficio, decidirá la viabilidad del proyecto.

LARGO PLAZO

En las regiones de Apurímac (Andahuaylas) y Cusco (Ferrobamba y Livitaca) se encuentran grandes reservas de mineral de hierro, más magnetita que hematita (aproximadamente de 3 mil millones de toneladas). La explotación del gas de Camisea ha despertado el entusiasmo de estas regiones al darle a su mineral un mayor valor agregado. Esto se podría conseguir con la reducción directa y el gas de Camisea.

Indudablemente, los proyectos para la explotación de este mineral y su conversión en productos, ya sea reducción directa o terminados de acero, tendrán que tomar en cuenta una serie de factores tales como el mercado, el transporte económico entre otros, para la variable costo-beneficio.

Aceros Arequipa en Livitaca (Cusco) posee una mina de mineral de hierro compuesta por hematita y magnetita. La cercanía a la línea férrea y al gasoducto del gas de Camisea le dan ventajas para el desarrollo de un proyecto siderúrgico.

IV. CONCLUSIÓN

La cultura gasífica en el Perú es poco difundida en lo que se refiere al sector industrial, específicamente en al siderúrgico.

El empleo del gas natural como combustible es el más generalizado. Se emplea en las centrales térmicas generadoras de electricidad, en hornos de la industria del cemento, vidrios, cerámica, papel, textil, metalurgia y otros. Además, se utiliza como gas doméstico y de vehículos (GLP) y como insumo en la petroquímica y la siderurgia. En la siderurgia, el gas natural (metano) es el insumo para obtener el gas reductor. Los métodos de reducción directa con reductor gaseoso son los más confiables y amigables con el medio ambiente, además existe un gran abanico, tanto para la reducción de trozos, *pellets* y finos de mineral de hierro.

Muy importante es tener en cuenta que en la reducción directa con gas para la producción de una tonelada de acero líquido, se contamina el ambiente con 15 gramos de SO₂; mientras que con el alto horno se contamina con 1400 gramos; asimismo, con relación al CO₂, la contaminación con reducción directa es de 1118 kilos por tonelada de acero líquido contra los 1760 kilos por tonelada de acero líquido para el alto horno [4].

No hay sector en la economía que no pueda ser beneficiado con el gas natural. La agricultura, la minería, el transporte, la generación de energía y la industria están en condiciones ventajosas para impulsar el desarrollo.

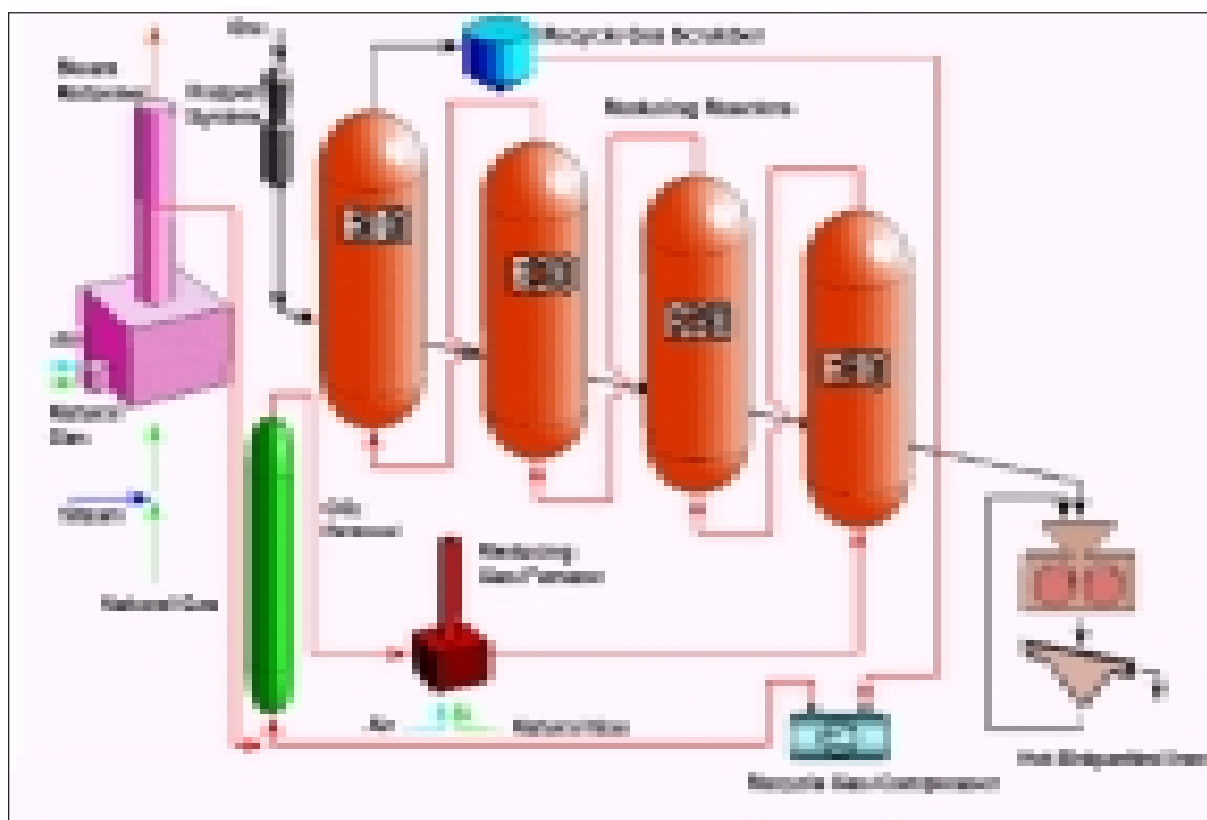
Para concluir se puede decir que:

- El Perú cuenta con ventajas para el desarrollo del sector minero-siderúrgico, materia prima (mineral de hierro) e insumo (gas natural).
- Las inversiones que promuevan la ferro-minería deben estar orientadas a proyectos que

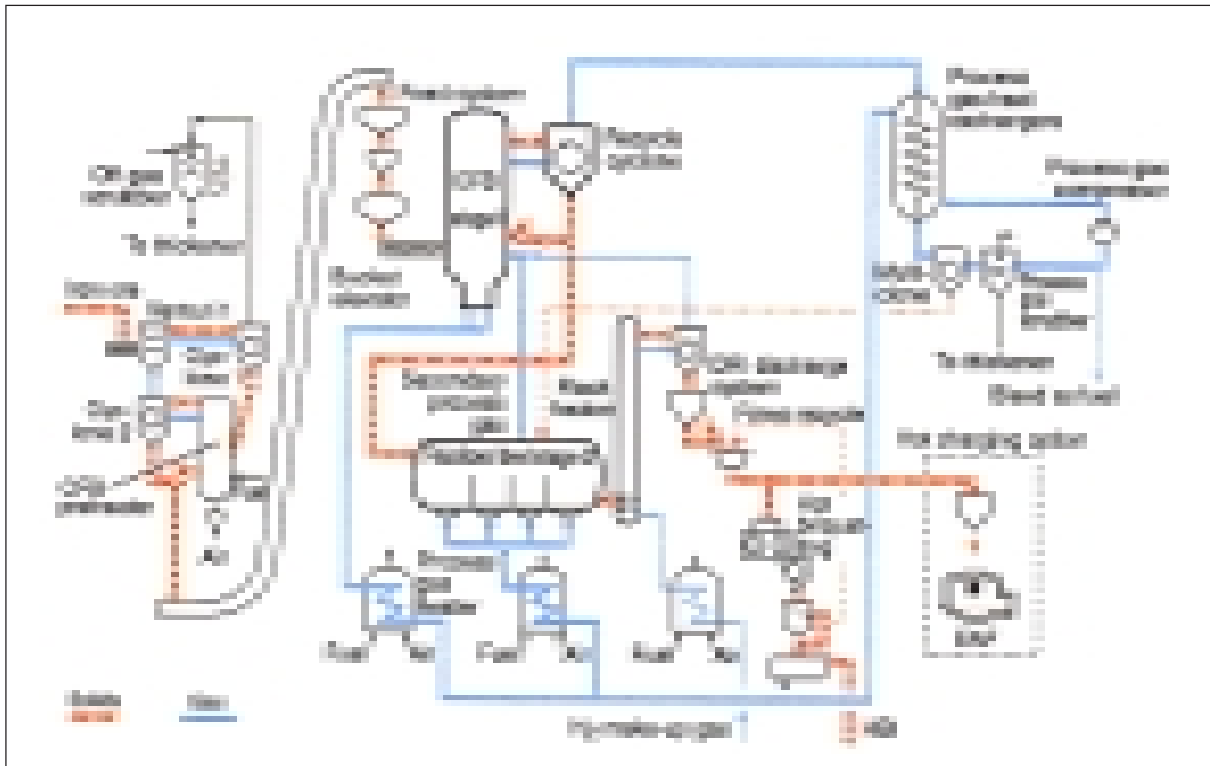
implique valor agregado al mineral de hierro, así como el aprovechamiento de las reservas de mineral de bajo tenor.

- Existen expectativas favorables al crecimiento de la industria siderúrgica privada en el

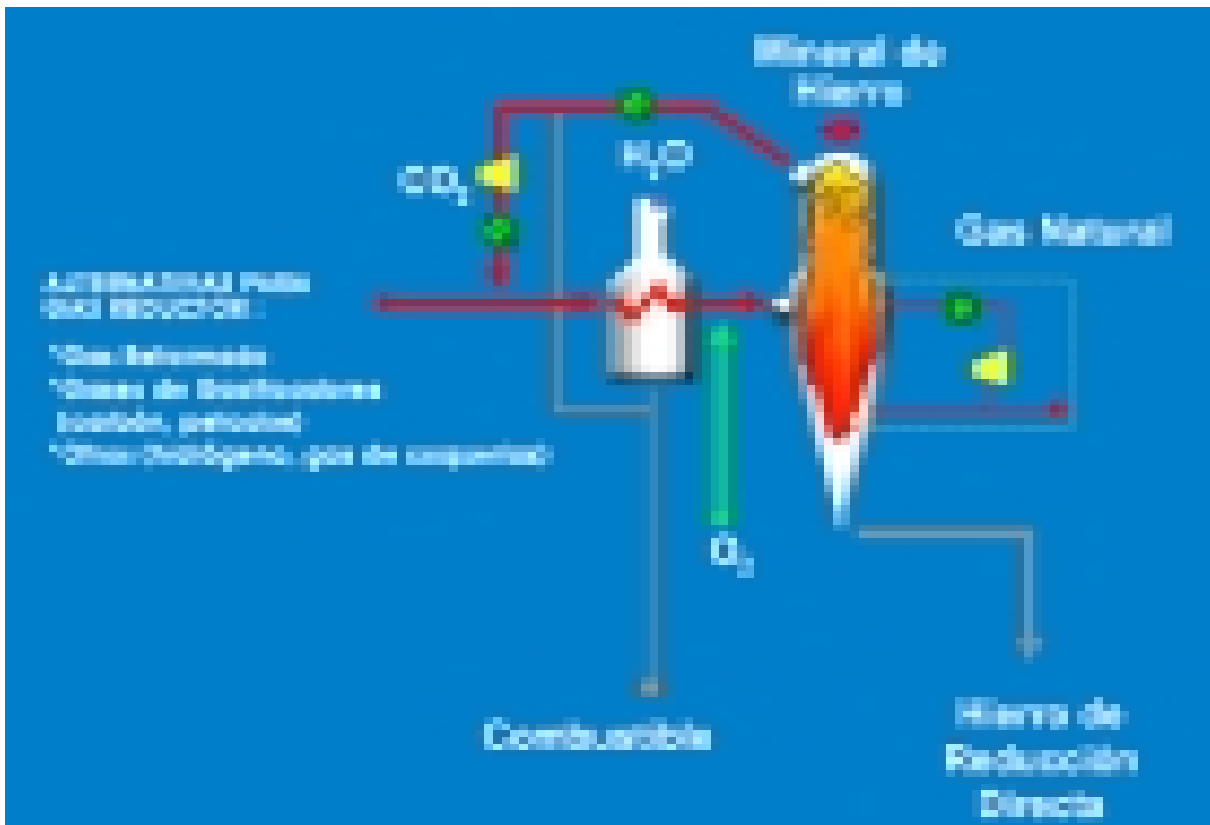
país; y en este sentido, los proyectos que se desarrollen en el Perú tendrán las garantías de suministro a largo plazo, no sólo del mineral de hierro, sino también del gas natural, en precio, calidad y oportunidad.



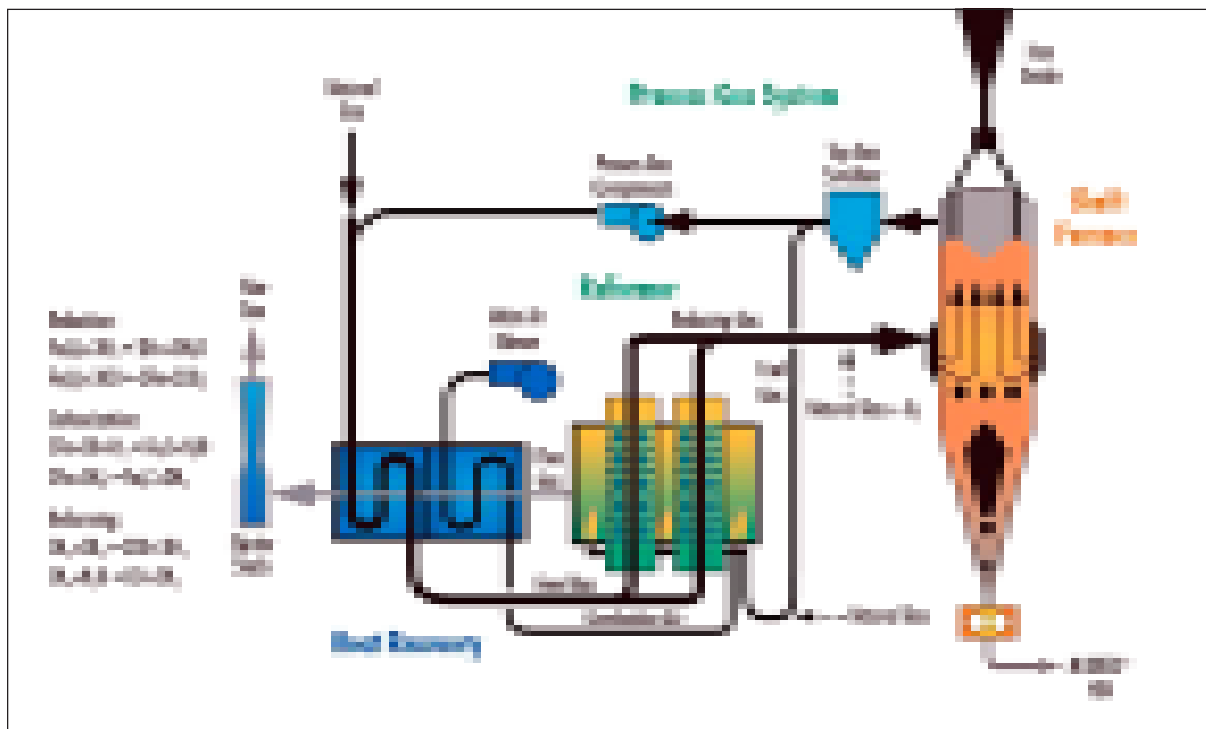
FINMET Process Flowsheet



CIRCORED PROCESS FLOWSHEET



H y L



MIDREX

V. BIBLIOGRAFÍA

1. Luis F. Cáceres Graziani. *El gas natural*. CAREC, mayo de 2000, Lima.
2. René Barbis D. y Fernando Aguirre T. *La reducción directa de los minerales de hierro y su aplicación e América Latina*. XV Congreso de ILAFA en Bogotá.
3. ILAFA. *Revista Acero Latinoamericano*, julio-agosto de 1998, Chile.
4. Colegio de Ingenieros del Perú. *Segundo Congreso Internacional de Metalurgia de Transformación*, noviembre de 2003, Cusco.