

## La siderurgia: historia y actualidad - Metinvest

¿Qué se necesita para preparar un plato? ¡El calor! Hace unos siglos, su fuente era una hoguera con leña y carbón, en tanto que las cocinas de hoy día están equipadas con hornos de gas o eléctricos.



La fundición de acero en las cocinas metalúrgicas funciona casi igual: las materias primas (la carga) se introducen en una enorme "olla" y se "ponen a cocer" a alta temperatura siguiendo una determinada tecnología (la receta). Las temperaturas necesarias se alcanzan usando gas o electricidad.

Actualmente, a nivel mundial, el acero es fundido por uno de estos tres métodos:

- Método de Martin Siemens u Horno de Solera Abierta;
- Convertidor LD o Convertidor al Oxígeno Básico;
- Horno Eléctrico.

### Historia de la fundición de acero

La humanidad aprendió a elaborar hierro en la Edad Media. Aunque hasta mediados del siglo XIX, solo había pequeñas cantidades de material de baja calidad. Se producía, por lo general, en hornos bajos y se refinaba en forjas, donde los artesanos lo convertían en bienes. Curiosamente, en el territorio de la Ucrania moderna se han encontrado restos de hornos bajos medievales (también conocidos como "Hamarni", talleres de fundición de metales). Lo más sorprendente de todo, es que se hallaron en la parte occidental del país, la cual no es el centro de la industria siderúrgica de hoy.

Las tecnologías utilizadas antes del siglo XIX para fabricar objetos de hierro tenían una clara desventaja: en las fraguas se producía un hierro muy blando o un acero muy frágil obtenido de hierro. Tales materiales no podían utilizarse en su estado original, ya que los productos se desgastaban rápidamente o se rompían con facilidad.

Hoy, la elasticidad es una propiedad bien conocida de cualquier aleación de hierro. Solo puede conseguirse cuando se ha generado una estructura cristalina clara en la fundición. Con los métodos medievales no era posible fabricar un metal con la proporción adecuada de hierro y carbono. Para ello se necesitaba una temperatura de 1450 C°, inalcanzable en aquella época.

La Revolución Industrial supuso un crecimiento vertiginoso en la demanda de nuevos materiales para la construcción y las armas: materiales que fueran resistentes, duraderos y aptos para el tratamiento mecánico.

El resultado fue que en el siglo XIX surgieron los tres métodos modernos de fabricación de acero.

### Método de Martin Siemens u Horno de solera abierta: ventajas y modernizaciones

El horno de solera abierta fue desarrollado por primera vez por el ingeniero francés Émile Martin en 1864 y hasta mediados del siglo XX fue ampliamente utilizado para fabricar acero. Tenía una serie de ventajas, como por ejemplo, la posibilidad de agregar chatarra de acero a la carga (había mucha debido al desarrollo activo de los ferrocarriles), y una amplia variedad de grados de acero que se obtenía con muchas horas de fundición (hasta 13 horas).

Los primeros hornos de solera abierta en el territorio de la Ucrania moderna fueron construidos por el galés John

Hughes en 1879. Según varias fuentes, a mediados del siglo XX, con esta tecnología se fabricó entre el 50% y el 80% del acero del mundo.

Sin embargo, dado que los tiempos de fundición son largos, que los hornos necesitan un calentamiento externo constante, que los precios del gas natural suben y los procesos son insostenibles, entre otras cosas, los hornos de solera abierta han dejado paso a las nuevas tecnologías.

En la mayoría de las plantas siderúrgicas no se utilizan los hornos de solera convencionales, sino las denominadas unidades de fundición de acero tipo "twin-hearth", que combinan elementos de los procesos Martin Siemens y el de convertidor LD. En términos generales, se trata de un proceso que se lleva a cabo en dos cubas conectadas entre sí, lo que permite calentar el hierro fundido con oxígeno desde el interior y no solo calentar la parte exterior de la cuba con gas natural. El proceso permite ahorrar recursos sustancialmente y, al mismo tiempo, brinda la posibilidad de acortar el tiempo de fundición a tres o cuatro horas.



### **Convertidor LD: En busca de oxígeno**

El anterior al proceso conocido como convertidor al oxígeno básico, también llamado convertidor LD, era el proceso Bessemer, que se desarrolló antes del método de Martin Siemens. El inglés Henry Bessemer patentó este invento suyo en 1856. En este proceso se inyectaba aire sobre el arrabio líquido para reducir el contenido de carbono. Pero al mismo tiempo, el nitrógeno penetraba en el acero reduciendo la temperatura de fusión y quedando parcialmente en el acero en forma de impurezas. Por este motivo, entre otros, el método no fue utilizado mucho. El hecho de que la temperatura del punto de fusión fuera inferior limitaba el uso de la chatarra, lo que implicaba la necesidad de disponer de materias primas de alta calidad, como arrabio producido a partir de mineral de hierro sin impurezas perjudiciales. Bessemer era consciente de esta desventaja, pero en aquel entonces era casi imposible conseguir grandes cantidades de oxígeno puro. Los hornos de Bessemer se utilizaron en el territorio de la Ucrania moderna hasta 1983.

En 1878, otro inglés Sidney Gilchrist Thomas, perfeccionó el invento de su paisano. Los convertidores de Thomas lograron eliminar de la fundición algunas impurezas perjudiciales, como el fósforo. Es por ello que la tecnología se extendió en Bélgica y Luxemburgo donde se extraía mineral de hierro con alto contenido en fósforo.

Sin embargo, hasta finales de la década de los 30, la calidad del acero en las dos tecnologías se mantuvo bastante inferior a la de los hornos de solera abierta. Fue entonces cuando comenzaron los intentos de introducir el soplado de oxígeno. El acero líquido no se agitaba con aire en los convertidores Bessemer, sino con oxígeno puro producido en plantas criogénicas. Se cree, que uno de los primeros experimentos con esta tecnología, fue llevado a cabo por Nikolay Mozgovoy en la planta "Bolchevique", en Kiev. Al mismo tiempo, se estaba realizando la fundición de prueba en Alemania y Austria. Sin embargo, la Segunda Guerra Mundial ralentizó el progreso tecnológico de la industria del acero.

No fue hasta después de finalizar la guerra, con el desarrollo de las tecnologías criogénicas, cuando los convertidores al oxígeno comenzaron a suplantar el proceso de Martin Siemens. Las primeras plantas industriales de este tipo se pusieron en marcha en 1952. El proceso de fabricación de acero mediante convertidores LD resultó ser más económico y tener mayor productividad. Durante algún tiempo, las viejas plantas de Bessemer se renovaron con esta tecnología, aunque la construcción de líneas de producción completamente nuevas y más avanzadas fue ganando cada vez más terreno.

Los convertidores al oxígeno modernos son unas ollas en forma de pera hechas de acero. La parte interna está revestida por materiales refractarios especiales. El oxígeno puro se inyecta en el horno a elevada presión. Este gas ayuda a quemar el carbono en el acero hasta los niveles requeridos.

### **Horno eléctrico: El poder de la corriente**

En el siglo XIX, se supo que no solo los gases, sino también los flujos de corriente continua pueden reducir los metales desde los óxidos, así como fundirlos con un arco eléctrico. Sin embargo, no había fuentes de electricidad potentes, lo que obstaculizó el desarrollo de la tecnología de fundición de acero en hornos eléctricos.

No fue hasta la década de los 30 cuando aparecieron plantas de energía más potentes, lo que hizo posible pensar en la introducción masiva de la fabricación de acero eléctrico. Todo empezó con los metales no ferrosos. Más tarde, esta tecnología se incorporó a la industria del hierro y el acero. Uno de los ejemplos más claros de la incorporación de la siderurgia eléctrica se dio en la ciudad de Zaporizhia. En 1932, comenzaron a funcionar las primeras turbinas de la Central Hidroeléctrica de Dnipro en esta ciudad. A partir de entonces, una tras otra aparecen aquí plantas electrometalúrgicas produciendo aluminio, titanio, ferroaleaciones y aceros especiales.

Hoy en día, los hornos eléctricos se emplean no solamente para producir aceros especiales, sino también para obtener calidades de acero comerciales. Suelen emplearse para obtener palanquillas de sección cuadrada y productos

[largos de acero](#)

. Tres enormes electrodos de grafito se sumergen en los hornos, llenos de carga, y se les aplica una corriente alterna o continua. Se genera un arco eléctrico que crea altas temperaturas en el interior del horno y funde la chatarra. Los arcos eléctricos suelen ser la base de los llamados mini-molinos, es decir, pequeñas empresas metalúrgicas con una capacidad anual de 0,5-2 millones de toneladas de acero. Son bastante comunes en los países con tarifas eléctricas asequibles y grandes fuentes de chatarra.



Al igual que en los convertidores al oxígeno, en la electrometalurgia el tiempo de fusión es bastante reducido (aproximadamente 40 a 60 minutos). En las primeras etapas de desarrollo de estas tecnologías la velocidad también resultó una gran desventaja, ya que hubo dificultades para manejar un importante número de calidades de acero. Durante unas pocas horas de fusión en los hornos de solera abierta, la carga se iba llenando gradualmente de fundentes, agentes desoxidantes, aleaciones, lo que afectaba a las propiedades del material. Mientras tanto, los laboratorios de las fábricas tenían tiempo de analizar el producto obtenido y dar recomendaciones a los fabricantes de acero. Sin embargo, esta ventaja de los hornos de solera quedó casi anulada con la introducción de la metalurgia secundaria. El acero de los convertidores y los hornos eléctricos se refina mediante la desgasificación en vacío y hornos de cuchara hasta alcanzar la condición y la composición química requeridas, y solo después se envía a las máquinas de colada continua.

### **Materias primas: Cómo encontrar las proporciones precisas para la carga**

Los tres principales métodos de fundición, una vez completados, ofrecen el mismo producto, que es el acero líquido. Su fabricación implica varias materias primas en diferentes proporciones.

Cerca de un 33% de la carga normal de fusión del método Martin Siemens es chatarra de metal negro. El resto es metal caliente de los altos hornos. En algunos casos, la proporción de chatarra podía ser de hasta un 66%. Es el denominado proceso de fundición de chatarra, que se utilizó activamente en los hornos de solera abierta en las fábricas de maquinaria o de tubos. El procesamiento de metales estaba relacionado con una gran cantidad de residuos de acero. Sin embargo, cuanto más chatarra se utiliza, más alta es la temperatura de fusión. Y en el caso de los hornos de solera abierta, la temperatura necesaria se lograba mediante un calentamiento externo con gas natural.

Los convertidores al oxígeno básico no disponen de calentamiento externo. Por lo tanto, el porcentaje de chatarra en la carga es mucho menor, entre el 15 y el 25%. Si no, la fusión resultaría demasiado fría. Además, este método de fundición de acero empezó a difundirse rápidamente junto con la colada continua, lo que llevó a una reducción

de la utilización de chatarra en las acerías. Para no tener que comprarla a terceros, había que aumentar la proporción de metal caliente.

Los hornos de arco eléctrico no tienen problemas para llegar a las temperaturas requeridas. Por lo tanto, hasta el 100% de su carga puede generarse a partir de la chatarra ferrosa. Aún así, se construyeron algunos hornos eléctricos modernos para reemplazar los hornos de solera abierta dentro de las plantas siderúrgicas integradas con la producción ya existente de los altos hornos. Su diseño prevé el uso de hasta un 40% de metal caliente en la composición de la carga. Hay que señalar que los países en los que los convertidores al oxígeno básico son comunes, tienen sus propias especificidades a tener en cuenta. Por ejemplo, más o menos un 70% del acero de los Estados Unidos se funde mediante este método. Esto se explica, en parte, por una producción de chatarra muy alta: los estadounidenses suelen cambiar de coche y de electrodomésticos y el sector automotriz en este país está muy desarrollado. Alrededor del 68% del acero en Turquía se fabrica eléctricamente, aunque hay muy pocas opciones para la chatarra. Por lo tanto, este país de Oriente Medio es el mayor importador de chatarra del mundo.

La fundición de acero en Ucrania se lleva a cabo mediante los tres métodos descritos. Según

[www.worldsteel.org](http://www.worldsteel.org)

, en 2019, se produjeron cerca de 1.870 millones de toneladas métricas de acero crudo a nivel mundial. Casi un 72% de este acero proviene de los convertidores LD, un poco menos del 28% fue obtenido de los hornos eléctricos, y tan solo un 0,3% de los hornos de solera abierta. En la página web de la Asociación Mundial del Acero se puede consultar una lista completa de los países que trabajan con fundición de acero.

En cualquier caso, podemos afirmar que en una

[cocina moderna de un fabricante de acero](#)

que sigue la tecnología (la receta) y con una buena preparación de los componentes (materias primas), se puede preparar un plato de calidad... o sea, el acero, independientemente del tipo de horno en el que se cocine, eléctrico o de gas.

El hecho de que los fabricantes ucranianos son muy buenos en esto ha sido confirmado por la distribución de los productos metalúrgicos, que se extiende desde sus vecinos más cercanos hasta los lugares más lejanos del mundo.

<https://metinvestholding.com/es/media/news/viplavka-stali-istoriya-i-sovremenostj>