

# **CAPITULO 1. PROCESO DE FABRICACION Y CONTROL DE CALIDAD DE LAS BARRAS DE REFUERZO AZA PARA HORMIGON**

## **1.1 PROCESO DE FABRICACIÓN DEL ACERO AZA**

En Gerdau AZA S. A., el proceso de fabricación del acero se inicia con la selección, procesamiento y corte de trozos de acero en desuso, la chatarra, que es la materia prima básica. Otros elementos que también son empleados en la fabricación, son las ferroaleaciones, oxígeno, cal y fundentes, entre otros.

La materia prima se carga en cestas, en proporciones adecuadas para satisfacer las especificaciones del proceso de fabricación del acero; estas cestas, son trasladadas a la Acería para alimentar el horno de arco eléctrico. Toda la carga es fundida en el horno de 55 toneladas de capacidad, mediante la aplicación de un arco eléctrico que desarrolla una potencia de 20.000 KVA.

El proceso metalúrgico en el horno atraviesa por dos etapas, denominadas normalmente como fusión y afino.

Durante la fusión, toda la carga pasa del estado sólido al líquido. En este momento, la temperatura del baño líquido de acero, oscila alrededor de los 1.700 °C. Después de cierto tiempo, se procede a extraer muestras del acero a fin de realizar un análisis químico mediante espectrometría.



Operación de carga de horno eléctrico, Planta Colina Gerdau AZA.

Luego de informar sobre la composición química, se realizan las correcciones necesarias mediante el proceso de afino, lo que permite obtener la composición química y purezas deseadas. Durante toda esta etapa, se inyectan al horno, importantes cantidades de oxígeno para extraer y remover las impurezas y cumplir así con los estándares de calidad preestablecidos.

De esta forma, las diferentes calidades del acero AZA se obtienen, de un cuidadoso control de la composición y mediante la adición de ferroaleaciones, como el ferromanganeso y ferrosilicio, aprovechando la mayor afinidad química de estos elementos, para formar entre otros, óxidos y sulfuros que pasan en mayor cantidad a la escoria.

Cuando el acero líquido cumple con las especificaciones requeridas, se vierte a una cuchara en la nave de Acería; la temperatura que alcanza el acero líquido es de alrededor 1.700 °C, el que luego es trasladado en la cuchara a la máquina de colada continua.

## **1.2 COLADO DEL ACERO**

Obtenido el acero en su estado líquido, su solidificación en la forma conveniente para la utilización posterior en los trenes de laminación, se hace mediante un equipo de colada continua. En éste, se aplica un proceso distinto del convencional para transformar el acero líquido en un producto semiterminado, llamado palanquilla, que son barras macizas cuadradas de 130 x 130 mm de sección.

El acero líquido que se encuentra en la cuchara de colada, es transferido a una artesa o distribuidor, desde donde pasa a las vías de colada.

Desde el distribuidor, el acero cae dentro de tres lingoteras de cobre sin fondo, de doble pared y refrigeradas por agua. En cada lingotera, que tienen una sección cuadrada, comienza la solidificación del acero, con la formación de una delgada cáscara superficial endurecida, que contiene aún su núcleo de metal líquido.

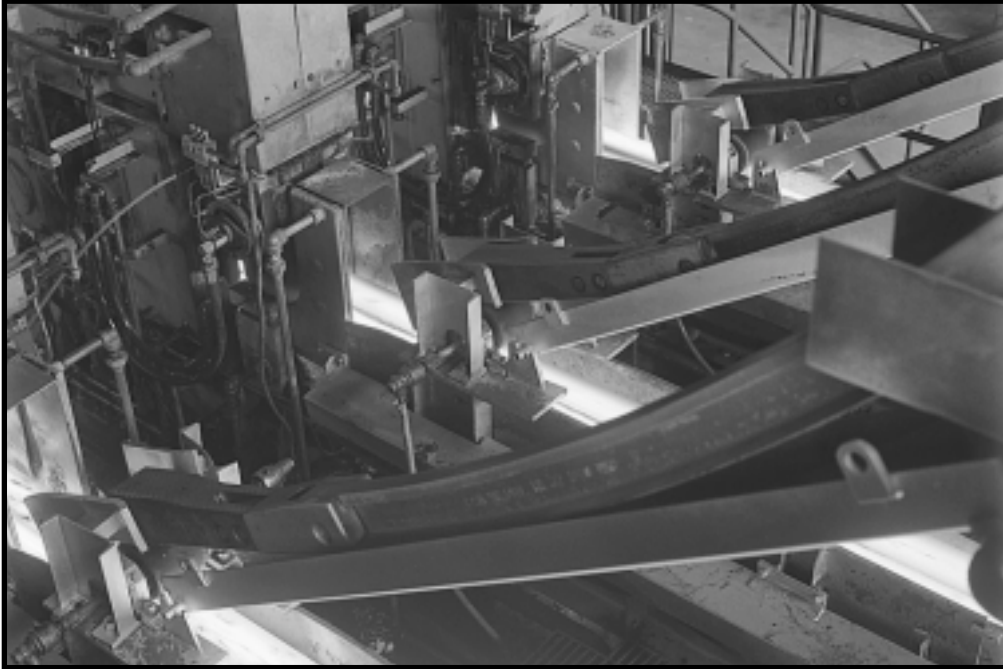
Para ayudar a acelerar la formación y engrosamiento de dicha cáscara, las lingoteras tienen un movimiento de oscilación vertical, que además impide su adhesión a las paredes del molde y permiten su transporte hacia el mecanismo extractor.

Después de dejar las lingoteras, 3 m debajo de éstas, el acero superficialmente sólido, es tomado por juegos de rodillos refrigerados con chorros de agua a alta presión.

Durante el paso por los rodillos, el acero se solidifica completamente y, ya convertido en palanquilla, es enderezado y cortado automáticamente a la longitud deseada, mediante cizallas.

Luego de esto, las palanquillas de hasta 1.500 kg son inspeccionadas visualmente para detectar eventuales defectos superficiales o de forma. Después de aprobadas, las palanquillas son separadas por coladas, identificadas y almacenadas para la operación siguiente: la laminación en caliente.

Con la colada continua, se evitan las instalaciones de colada en lingoteras, la operación de deslingoteado, los hornos de recalentamiento (de fosa) y los grandes trenes de desbaste, todas estas inversiones de gran costo y mantenimiento.



Líneas de colada continua de acería, Planta Colina Gerdau AZA.

### **1.3 LAMINACION EN CALIENTE DE LAS BARRAS**

La laminación en caliente, es un proceso de transformación termomecánico, en donde se da la forma final a los productos siderúrgicos. En el caso de las barras de refuerzo AZA para hormigón, el proceso es el siguiente: en la planta de laminación, las palanquillas son seleccionadas según la calidad de producto final y son cargadas a un horno de recalentamiento horizontal, donde alcanzan una temperatura uniforme de 1.200 °C, lo que permitirá su deformación plástica durante el proceso de laminación en caliente.

En este proceso, la palanquilla es tratada mecánicamente, haciéndola pasar sucesivamente por el tren de laminación, el cual va reduciendo su sección original y consecuentemente, aumentando la longitud inicial. De esta forma, se lleva la sección transversal cada vez más próxima a la forma final de la barra redonda, con sus resaltes característicos y las marcas que identifican el producto y su calidad.

En su planta de 360.000 toneladas anuales de capacidad, ubicada en Colina, Gerdau AZA posee un laminador continuo de última generación, que permite controlar el enfriamiento de las barras y rollos, con lo cual las propiedades mecánicas finales de las barras de refuerzo, son determinadas con gran precisión.

Por último, las barras son conducidas al final del tren de laminación, a una parrilla o lecho de enfriamiento, donde terminan de enfriarse, procediéndose a inspeccionar y cortar a los largos requeridos para ser empaquetadas y almacenadas, para su aprobación y certificación.



Sala de control de laminación, Planta Colina Gerdau AZA.

## **1.4 CONTROL DE CALIDAD Y CERTIFICACION**

Todo el proceso de fabricación de las barras de refuerzo AZA para hormigón está certificado bajo las normas ISO 9002 e ISO 14001, de esta forma, a lo largo de todas las etapas de fabricación del producto existen monitoreos, mediciones y ensayos de los procesos. Desde la selección de la chatarra y otros insumos, pasando por la fabricación del acero líquido, su composición química, hasta el control de las dimensiones finales obtenidas en la laminación en caliente, conforman un complejo sistema que permite asegurar la obtención de productos de calidad, de acuerdo a los actuales estándares.

La certificación de calidad de todas las partidas en AZA, da cumplimiento a la normativa legal vigente en Chile, cuyo Decreto N° 1.229, del Ministerio de Obras Públicas de Junio de 1940, establece los procedimientos para certificar las barras de refuerzo para hormigón.

Esta exigencia establece la extracción, identificación y retiro de muestras por inspectores acreditados, normalmente de algún organismo de ensaye de materiales autorizado por el Estado. En el caso de Gerdau AZA, el certificado es entregado por el Instituto de Investigaciones y Ensaye de Materiales de la Universidad de Chile, IDIEM.

Las muestras son preparadas para ser sometidas a ensayos normalizados de tracción, midiéndose las propiedades mecánicas más relevantes, como la tensión de fluencia, la carga máxima y el alargamiento de ruptura. Otro importante ensayo a que son sometidas las barras de refuerzo AZA, es el de doblado; en este caso, una probeta debe resistir el doblado sin que a simple vista se observen grietas en la zona sometida a esfuerzos de tracción.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se verifica el cumplimiento con la norma chilena NCh 204 Of 77, "Acero – Barras laminadas en Caliente para Hormigón Armado", y se procede a certificar las partidas. La aprobación de los lotes, permite la certificación y autorización del uso de las partidas de acero de refuerzo, en obras de hormigón armado.

Los resultados de los ensayos, se presentan en certificados de calidad, en los que se identifica el material ensayado y se entrega el veredicto de cumplimiento con la norma, constituyéndose en una garantía del producto para el usuario.

Periódicamente y como una medida adicional de control, se efectúa un análisis estadístico de las propiedades mecánicas sobre toda la producción de barras y a cada una de las coladas producidas.



Laboratorio de ensayos planta Colina Gerdau AZA.

## Productos y procesos de calidad reconocida y certificada



Premio Nacional a la Calidad Año 2000, Categoría Gran Empresa otorgado por el Centro Nacional de la Productividad y la Calidad.



Certificación ISO 9002.



Certificación ISO 14001.



UNIVERSIDAD DE CHILE

Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas

Instituto de Investigaciones y Ensayos de Materiales



IDIEM

CERTIFICADO DE ENSAYE N° 250970 287

FÁBRICA : Gerdau Aza S.A.  
CONTROL N° : 10286  
FECHA DE PRODUCCIÓN : 13 / 02 / 2001  
PRODUCCIÓN CONTROLADA : 51593 [ kg ]  
DIÁMETRO NOMINAL : 16 [ mm ]  
CALIDAD DE ACERO : A63-42H ( en barras con resaltes )  
TURNO : Día

CONTROL SEGÚN DECRETO 1229, JUNIO 1940 M.O.P.

RESULTADOS DE ENSAYE SEGÚN NCh 204.01.78

Colada	Probeta	Diámetro *	Tensión		Razón Rm / Re	Alargamiento de ruptura	Dobladura en frío
			Fluencia (Re)	Máxima (Rm)			
N°	N°	mm	MPa	MPa		%	B/M
6572	1	16	473	692	1,46	14,0	B
6572	2	16	473	692	1,46	16,0	B
6572	3	16	473	692	1,46	15,0	B

\* Diámetro nominal, excepto cuando está precedido de "e" en que es diámetro efectivo

OBSERVACIONES :

MUESTREO APROBADO COLADA 6572

FECHA 14 / 02 / 2001

Jefe de Sección  
Investigación y Ensayos de Estructuras

PLAZA ERCILLA 883 - Casilla 1420 - Santiago • Fono: (56 2) 696 7238 - 678 4151 • Fax: (56 2) 671 8979  
<http://www.idiem.uchile.cl> • e-mail: [idiem@idiem.uchile.cl](mailto:idiem@idiem.uchile.cl)

Ejemplo de facsimil de Certificado emitido por IDIEM