

## **CAPITULO 2. CARACTERISTICAS DE LAS BARRAS DE REFUERZO AZA PARA HORMIGON**

### **2.1 CALIDADES Y PROPIEDADES MECANICAS DEL ACERO DE REFUERZO AZA PARA HORMIGON**

Gerdau AZA S. A. fabrica y comercializa en Chile, fundamentalmente dos calidades o grados de acero de refuerzo para hormigón: A44-28H y A63-42H.

Conforme a las denominaciones adoptadas por el Instituto Nacional de Normalización, la letra A significa "acero al carbono" y la letra H indica que "su uso es para hormigón". Los números se refieren, respectivamente, a la resistencia de rotura a la tracción y al límite o tensión de fluencia mínimo por tracción.

En la Tabla 1, se incluyen los valores para las propiedades mecánicas mínimas del acero de refuerzo.

**Tabla 1**  
**Propiedades mecánicas mínimas del acero de refuerzo AZA para hormigón <sup>(1)</sup>**

| CALIDAD del ACERO | RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (R <sub>m</sub> ) |                    | LÍMITE DE FLUENCIA (R <sub>e</sub> ) |                    | ALARGAMIENTO                                |
|-------------------|---|--------------------|--------------------------------------|--------------------|---|
|                   | MPa   | Kg/mm <sup>2</sup> | MPa                                  | Kg/mm <sup>2</sup> | %   |
| A44 - 28H         | 440   | 44,9               | 280                                  | 28,6               | 16  |
| A63 - 42H         | 630   | 64,2               | 420                                  | 42,8               | <sup>(2)</sup> 7000/R <sub>m</sub> - K ≥ 8% |

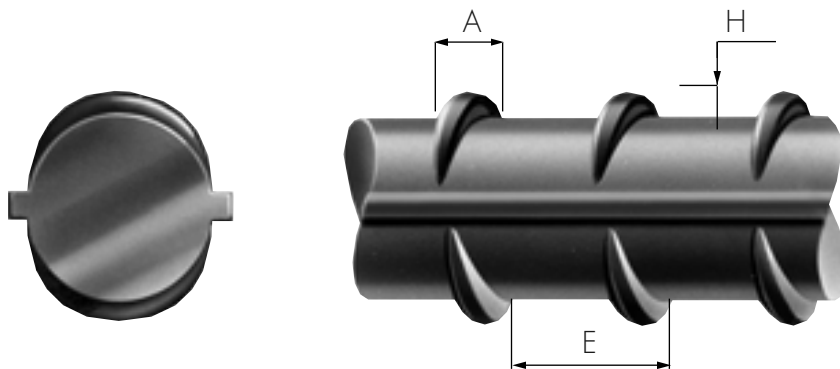
*(1) Norma Chilena NCh 204 Of. 77: Barras laminadas en caliente para hormigón armado. Son requisitos en esta norma, el cumplimiento de un ensayo de doblado efectuado sobre una probeta, además de cumplir los requisitos de la forma y dimensiones de los resaltes y de masa (kg/m) de las barras.*

*(2) K es un coeficiente que depende del diámetro nominal de la barra (e), cuyos valores se indican a continuación:*

| e (mm) | 8 | 10 | 12 | 16 | 18 | 22 | 25 | 28 | 32 | 36 |
|--------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| K      | 2 | 1  | 0  | 0  | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  |

De acuerdo a la norma chilena NCh 204 Of. 77, en la Tabla 2 se incluyen los diferentes diámetros normales y pesos nominales de los aceros de refuerzo, usados corrientemente en la construcción.

**Tabla 2**  
**Diámetros normales y pesos nominales de**  
**las barras de refuerzo AZA para hormigón**



| Características nominales |           |                 |           | Dimensiones de los resaltes         |                              |                            |
|---------------------------|-----------|-----------------|-----------|-------------------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Diámetro,<br>e            | Masa<br>M | Sección         | Perímetro | Espaciamiento<br>medio<br>máximo, E | Altura<br>media<br>mínima, H | Ancho<br>base<br>máximo, A |
| mm                        | kg/m      | cm <sup>2</sup> | cm        | mm                                  | mm                           | mm                         |
| 6                         | 0,222     | 0,283           | 1,89      | -                                   | -                            | -                          |
| 8                         | 0,395     | 0,503           | 2,51      | 5,6                                 | 0,32                         | 2,0                        |
| 10                        | 0,617     | 0,785           | 3,14      | 7,0                                 | 0,40                         | 2,5                        |
| 12                        | 0,888     | 1,13            | 3,77      | 8,4                                 | 0,48                         | 3,0                        |
| 16                        | 1,58      | 2,01            | 5,03      | 11,2                                | 0,64                         | 4,0                        |
| 18                        | 2,00      | 2,54            | 5,65      | 12,6                                | 0,72                         | 4,5                        |
| 22                        | 2,98      | 3,80            | 6,91      | 15,4                                | 1,10                         | 5,5                        |
| 25                        | 3,85      | 4,91            | 7,85      | 17,5                                | 1,25                         | 6,3                        |
| 28                        | 4,83      | 6,16            | 8,80      | 19,6                                | 1,40                         | 7,0                        |
| 32                        | 6,31      | 8,04            | 10,10     | 22,4                                | 1,60                         | 8,0                        |
| 36                        | 7,99      | 10,20           | 11,30     | 25,2                                | 1,80                         | 9,0                        |

*Nota: de acuerdo a la norma chilena Nch 204 Of 77, el diámetro nominal e, se determina a través de la masa lineal de la barra, según  $e = 12,74\sqrt{M}$ , donde M es la masa lineal en kg/m.*

## **2.2 RELACIONES TENSION – DEFORMACION**

El ensayo de tracción se efectúa sobre muestras de las barras de refuerzo en su sección completa, tal como resultan de la laminación, siguiendo la norma chilena oficial NCh 200. La Figura 1 muestra los resultados de ensayos de tracción en barras de refuerzo AZA para hormigón, para las calidades A44-28H y A63-42H, con curvas comparativas a modo de referencia, en barras de 10 y 22 mm de diámetro.

En el caso de las barras de acero A44-28H, éstas presentan claramente una zona de fluencia, en donde una vez alcanzado el límite elástico o tensión de fluencia, la probeta empieza a deformarse plásticamente bajo tensión constante. En el caso de todos los aceros de alta resistencia, como es la calidad A63-42H, es normal que el fenómeno de fluencia a tensión constante se observe menos marcado que los aceros de menor resistencia.

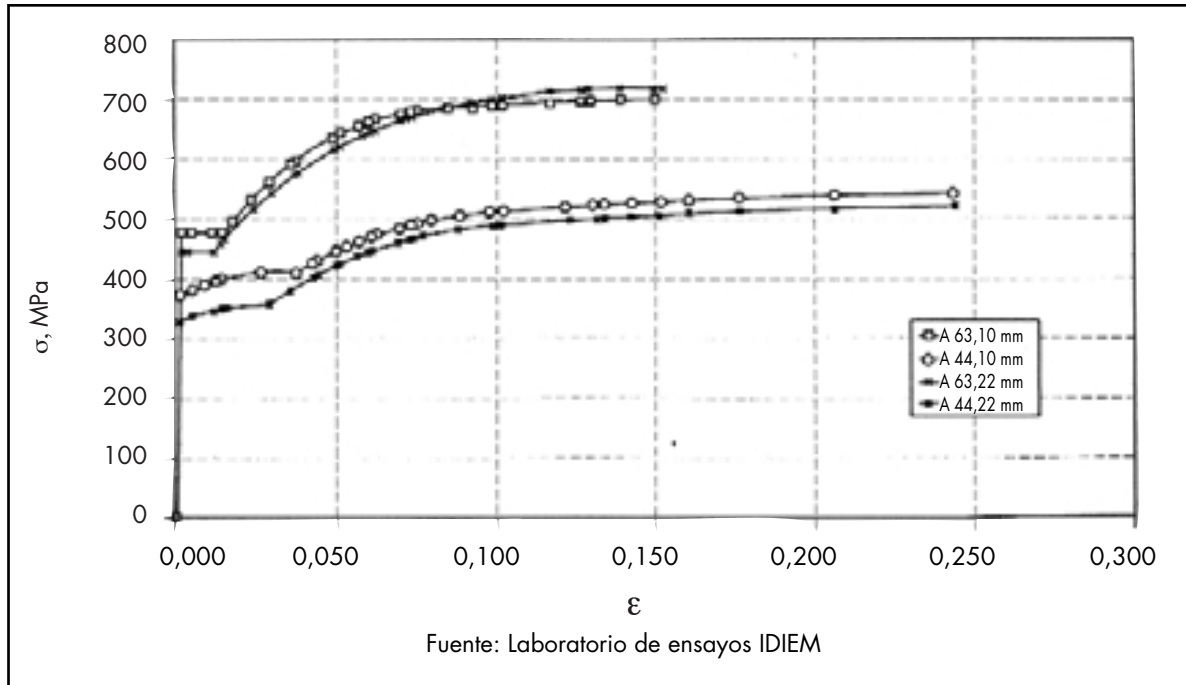
Otra importante característica, en especial en el comportamiento sísmico del hormigón armado en la flexión, es que la norma chilena NCh 204.Of 77 establece que en los aceros A63-42H debe cumplirse además, una relación sísmica,  $R_m/Re \geq 1,33^1$ . Al respecto, en la Figura 2, se muestra la distribución de la relación sísmica que exhiben todas las barras de refuerzo AZA para hormigón, en la calidad A63-42H. Se observa que la media supera en un 10% el valor mínimo de la norma.

A modo de información, en las Tablas 3 y 4 se presentan los valores característicos de las propiedades más importantes, de barras de refuerzo AZA para hormigón armado, para diámetros entre 8 y 28 mm, y su comparación con las exigencias de la norma, desde el año 1994 en adelante.

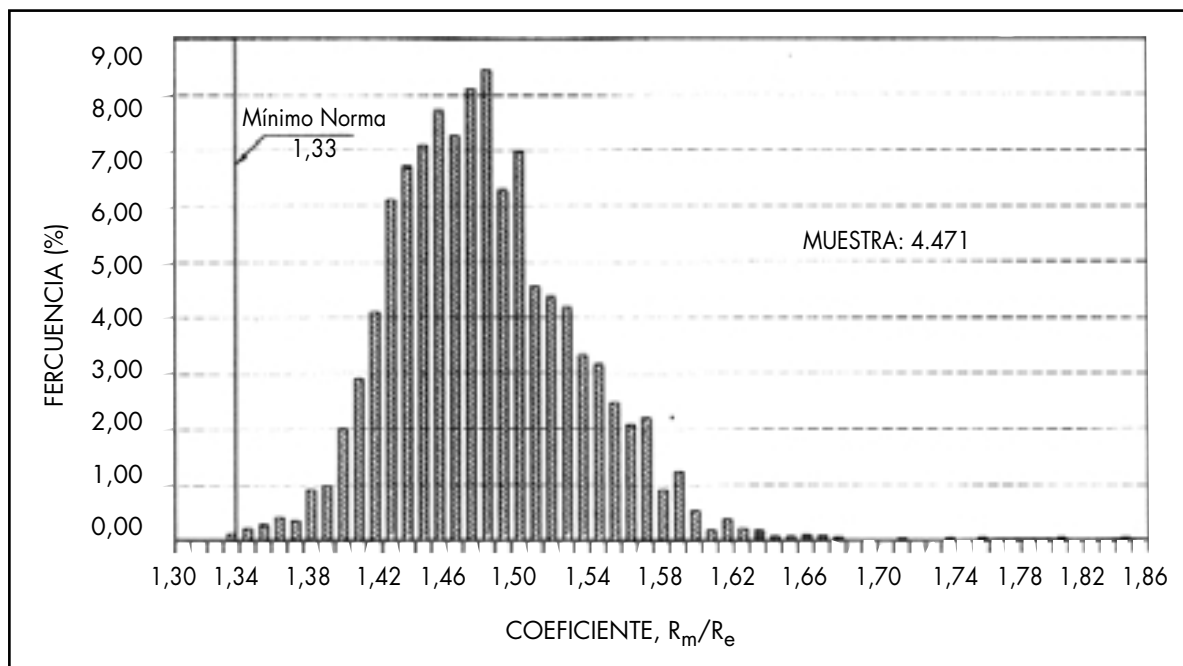
---

<sup>1</sup> Rm: Resistencia a la tracción efectiva registrada (MPa)  
Re: Límite de Fluencia (MPa)

**Figura 1**  
**Curvas tensión-deformación Barras de Refuerzo**  
**AZA para hormigón**



**Figura 2**  
**Curva de distribución coeficiente sísmico**  
**Barras de refuerzo AZA A63-42H**



**Tabla 3**  
**Propiedades mecánicas para las barras**  
**de refuerzo AZA calidad A44-28H**

| Propiedad                       | Diámetro de la barra, mm |      |      |      |      |      |      |      | Año  |
|---------------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                 | 8                        | 10   | 12   | 16   | 18   | 22   | 25   | 28   |      |
| Tensión de fluencia<br>MPa      | 391                      | 358  | 346  | 363  | 364  | 350  | 359  | 361  | 1994 |
|                                 | 406                      | 384  | 383  | 370  | 376  | 355  | 353  | —    | 1995 |
|                                 | —                        | 380  | 366  | 373  | 373  | 364  | 346  | 344  | 1996 |
| Valor norma                     | > 280 MPa                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Tensión<br>Máxima<br>MPa        | 510                      | 484  | 475  | 515  | 523  | 507  | 514  | 513  | 1994 |
|                                 | 540                      | 517  | 524  | 513  | 525  | 514  | 501  | —    | 1995 |
|                                 | —                        | 511  | 494  | 505  | 512  | 519  | 499  | 507  | 1996 |
| Valor norma                     | > 440 MPa                |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Alargamiento<br>de ruptura<br>% | 21.0                     | 20.1 | 21.7 | 21.1 | 21.6 | 21.4 | 18.0 | 18.9 | 1994 |
|                                 | 19.9                     | 20.8 | 20.8 | 21.5 | 20.3 | 19.9 | 18.2 | —    | 1995 |
|                                 | —                        | 20.7 | 21.7 | 20.9 | 21.3 | 20.4 | 18.4 | 19.7 | 1996 |
| Valor norma                     | > 16.0 %                 |      |      |      |      |      |      |      |      |

**Tabla 4**  
**Propiedades mecánicas para las barras**  
**de refuerzo AZA calidad A63-42H**

| Propiedad                       | Diámetro de la barra, mm                |                        |                     |                     |                     |                        |                        |                        | Año    |
|---------------------------------|---|------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------|
|                                 | 8                                       | 10                     | 12                  | 16                  | 18                  | 22                     | 25                     | 28                     |        |
| Tensión de Fluencia, Re<br>MPa  | 527                                     | 491                    | 484                 | 475                 | 478                 | 479                    | 474                    | 473                    | 1994   |
|                                 | 510                                     | 482                    | 477                 | 467                 | 453                 | 455                    | 480                    | 462                    | 1995   |
|                                 | —                                       | 475                    | 462                 | 462                 | 466                 | 446                    | 443                    | 456                    | 1996   |
| Valor norma                     | > 420 MPa y < 580 MPa                   |                        |                     |                     |                     |                        |                        |                        |        |
| Tensión<br>Máxima, Rm<br>MPa    | 748                                     | 721                    | 714                 | 714                 | 745                 | 742                    | 719                    | 746                    | 1994   |
|                                 | 734                                     | 702                    | 691                 | 682                 | 680                 | 695                    | 739                    | 723                    | 1995   |
|                                 | —                                       | 677                    | 667                 | 670                 | 688                 | 677                    | 681                    | 683                    | 1996   |
| Valor norma                     | > 630 MPa, T. máxima/T. fluencia > 1.33 |                        |                     |                     |                     |                        |                        |                        |        |
| Alargamiento<br>de ruptura<br>% | 10.7                                    | 11.5                   | 11.9                | 11.6                | 11.7                | 10.3                   | 8.4                    | 8.6                    | 1994   |
|                                 | 8.8                                     | 11.3                   | 12.2                | 12.7                | 12.4                | 10.2                   | 8.2                    | 8.2                    | 1995   |
|                                 | —                                       | 13.6                   | 13                  | 14.1                | 13.2                | 10.2                   | 9.2                    | 11.6                   | 1996   |
| Valor norma                     | 7000/R <sub>m</sub> -2                  | 7000/R <sub>m</sub> -1 | 7000/R <sub>m</sub> | 7000/R <sub>m</sub> | 7000/R <sub>m</sub> | 7000/R <sub>m</sub> -1 | 7000/R <sub>m</sub> -2 | 7000/R <sub>m</sub> -3 | ≥ 8.0% |

## 2.3 IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO Y ESPECIFICACIONES DE LA ENTREGA

La identificación exclusiva que Gerdau AZA utiliza en el acero de refuerzo para hormigón, consiste en caracteres sobre relieve, los cuales incluyen la marca de origen GERDAU AZA, la calidad del acero y el diámetro correspondiente de las barras.

GERDAU AZA suministra el acero de refuerzo para hormigón en la forma de barras rectas, como en rollos, tal como se indica en la Tabla 5.

**Tabla 5**  
**Identificación de las barras de refuerzo AZA para hormigón**

| CALIDAD<br>ACERO | IDENTIFICACION  |               |       | DIAMETRO (mm)  | FORMAS<br>DE ENTREGA |
|------------------|-----------------|---------------|-------|----------------|----------------------|
|                  | Marca de Origen | Diámetro (mm) | Grado |                |                      |
| A44 - 28H        |                 |               |       | 6*, 8, 10 y 12 | ROLLO                |
|                  |                 |               |       | 6* a 36        | RECTA                |
| A63 - 42H        |                 |               |       | 8, 10 y 12     | ROLLO                |
|                  |                 |               |       | 8 a 36         | RECTA                |

\*La barra de 6 mm es lisa y no lleva identificación en relieve

La Tabla 6 describe en forma detallada la especificación normal para la entrega de las barras y rollos del acero de refuerzo AZA. No obstante lo anterior, también se pueden suministrar otros largos de barras, distintos de 12 m, los cuales estarán sujetos a consulta previa.

**Tabla 6**  
**Especificaciones de la entrega**  
**Barras de refuerzo AZA para hormigón**

| Diámetro<br>barra,<br>e | Rollos               |                      |                |                 | Rectas           |
|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------|-----------------|------------------|
|                         | Diámetro<br>interior | Diámetro<br>exterior | Peso<br>Aprox. | Largo<br>Aprox. | Largo<br>Fijo    |
| mm                      | cm                   | cm                   | kg             | m               | m                |
| 6                       | 80                   | 125                  | 1.500          | 6.757           | 6-12             |
| 8                       | 80                   | 125                  | 1.500          | 3.797           | 6-7-8-9-10-11-12 |
| 10                      | 80                   | 125                  | 1.500          | 2.430           | 6-7-8-9-10-11-12 |
| 12                      | 80                   | 125                  | 1.500          | 1.689           | 6-7-8-9-10-11-12 |
| 16                      | -                    | -                    | -              | -               | 6-7-8-9-10-11-12 |
| 18                      | -                    | -                    | -              | -               | 6-7-8-9-10-11-12 |
| 22                      | -                    | -                    | -              | -               | 6-7-8-9-10-11-12 |
| 25                      | -                    | -                    | -              | -               | 6-7-8-9-10-11-12 |
| 28                      | -                    | -                    | -              | -               | 6-7-8-9-10-11-12 |
| 32                      | -                    | -                    | -              | -               | 6-7-8-9-10-11-12 |
| 36                      | -                    | -                    | -              | -               | 6-7-8-9-10-11-12 |