

---

# REDONDO CORRUGADO

Sección circular | Superficie de altorelieves



## OBJETIVO

Establecer los requisitos que debe cumplir la barra corrugada recta y el rollo corrugado de acero para refuerzo de concreto, fabricados en Siderúrgica del Occidente S.A.S

## ALCANCE

2.1 La NOR-001 "Redondo corrugado" se aplica a todos los perfiles corrugados de acero baja aleación para refuerzo de concreto.

## CONDICIONES GENERALES

3.1 La superficie de la barra y el rollo, está provista de resaltes o altorrelieves que inhiben el movimiento longitudinal relativo de la barra respecto al concreto que la rodea.

3.2 Esta norma utiliza las unidades del Sistema Internacional (SI).

3.3 La inspección dimensional y de peso lineal se realiza frecuentemente durante el proceso de laminación, y se registra al menos una medición por colada.

3.4 Las barras y rollos tienen un límite de fluencia mínimo nominal de 420 MPa (60000 psi), designado como grado 60 (420).

3.5 Este documento se basa en la Norma Técnica Colombiana NTC-2289 "Barras Corrugadas y Lisas de Acero de Baja Aleación, para refuerzo de concreto", la cual es una versión modificada (MOD) de la ASTM A706/A 706 M "Low-alloy Steel Deformed and Plain Bars for Concrete Reinforcement".

## REQUISITOS

### 4.1 PRODUCTO

Barra y rollo de acero corrugado provisto de resaltes en su eje longitudinal; utilizado como refuerzo del concreto y construcciones afines.

### 4.2 COMPOSICIÓN QUÍMICA

4.2.1 Para el análisis químico del acero se toma una muestra por colada de la palanquilla utilizada para la fabricación del producto. Los porcentajes máximos de la composición química de la colada se establecen en la Tabla 1 "Composición Química de Colada" y la composición química de la verificación en producto final se establece en la Tabla 2 "Composición Química en Producto Terminado".

**TABLA 1. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE COLADA.**

ELEMENTO	Carbono	Manganeso	Fósforo	Azufre	Silicio
% MÁXIMO	0.30	1.50	0.035	0.045	0.50

**TABLA 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA EN PRODUCTO TERMINADO.**

ELEMENTO	Carbono	Manganeso	Fósforo	Azufre	Silicio
<b>% MÁXIMO</b>	0.33	1.56	0.043	0.053	0.55

**4.2.2** Para los aceros estructurales el carbono equivalente, C.E., no puede exceder el 0,55%. Este es calculado con la siguiente fórmula:

$$\%C.E. = \%C + \frac{\%Mn}{6} + \frac{\%Cu}{40} + \frac{\%Ni}{20} + \frac{\%Cr}{10} - \frac{\%Mo}{50} - \frac{\%V}{10}$$

## 4.3 PROPIEDADES MECÁNICAS

### 4.3.1 PROPIEDADES DE TRACCIÓN

**4.3.1.1** Para el ensayo de tracción se toma como mínimo una probeta por colada – dimensión, para su evaluación y se guarda una muestra como testigo del ensayo por cuatro (4) meses a partir de la fecha del mismo.

**4.3.1.2** Todo lote debe tener al menos una medición para determinar su estado de conformidad.

**4.3.1.3** Para barras y rollos corrugados se debe cumplir con los requisitos expuestos en la Tabla 3. “Propiedades Mecánicas”.

**TABLA 3. PROPIEDADES MECÁNICAS.**

PROPIEDADES DE TRACCIÓN	NTC 2289	
	MPa	psi
Resistencia a la tracción mínima MPa. (psi) <sup>(1)</sup> (La resistencia a la tracción debe ser igual o mayor a 1,25 veces la resistencia a la fluencia).	550	80000
Punto de fluencia mínimo MPa (psi).	420	60000
Punto de fluencia máximo MPa (psi).	540	78000
<b>Numero de designación</b>	<b>Porcentaje de alargamiento (%A) <sup>1</sup></b>	
8.5 M, 9.0 M, 11 M, 12 M, 15 M, 2, 3, 4, 5, 6.	14 %	
7, 8, 9, 10	12 %	
<sup>(1)</sup> La resistencia a la tracción debe ser igual o mayor a 1.25 veces la resistencia a la fluencia.		
<sup>(2)</sup> Alargamiento mínimo en una distancia entre marcas de 200 mm.		

## 4.3.2 PROPIEDADES DE DOBLAMIENTO.

4.3.2.1 Para el ensayo de doblamiento se toma como mínimo una muestra por colada-dimensión.

4.3.2.2 La probeta para el ensayo de doblado debe soportar el doblamiento, sin que se presente agrietamiento o rotura en la parte externa de la zona doblada.

4.3.2.3 El ensayo de doblado debe efectuarse sobre muestras suficientemente largas, que garanticen el libre doblamiento. El ángulo de doblado debe ser de 180°.

**TABLA 4. REQUISITOS PARA ENSAYO DE DOBLADO**

Número de designación	Diámetro del mandril para doblamiento a 180°
2, 3, 4, 5, 8.5 M, 9 M, 11 M, 12 M, 15 M	3 * d
6, 7, 8	4 * d
9, 10	6 * d
d= Diámetro Nominal de la Probeta	

## 4.4.3 REENSAYOS

4.3.3.1 El Reensayo debe efectuarse sobre dos probetas tomadas aleatoriamente que estén a una temperatura ambiente no inferior a los 16 °C. Ambas probetas deben cumplir los requisitos de esta norma.

4.3.3.2 Si el ensayo original o algunos de los reensayos falla por las siguientes razones, el ensayo debe considerarse como no válido, estos ensayos deben ser descartados y se deben repetir en una nueva probeta.

4.3.3.2.1. Razones Mecánicas: Fallas en el Equipo o preparación inapropiada de la muestra.

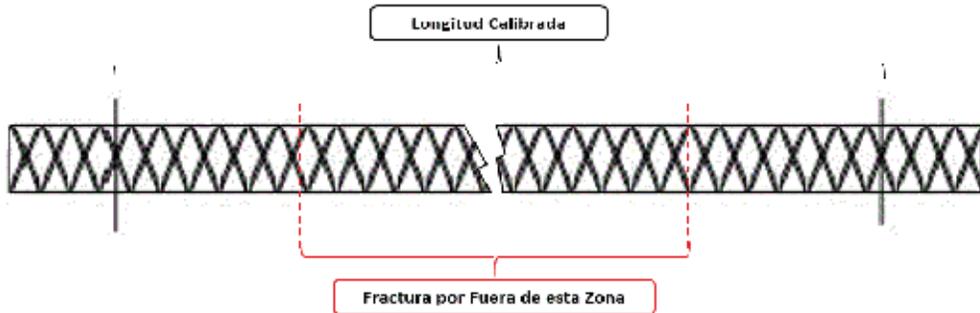
4.3.3.2.2. Defectos en la Probeta: Detectados antes o durante el desarrollo del ensayo.

4.3.3.3 Si los resultados del ensayo de tracción original no cumplen los requisitos mínimos especificados, pero están a menos de 14 MPa (2000 psi) para la resistencia a la tracción y a menos de 7 MPa (1000 psi) para la resistencia a la fluencia, o a menos del 2% del alargamiento requerido, se permite realizar un Reensayo.

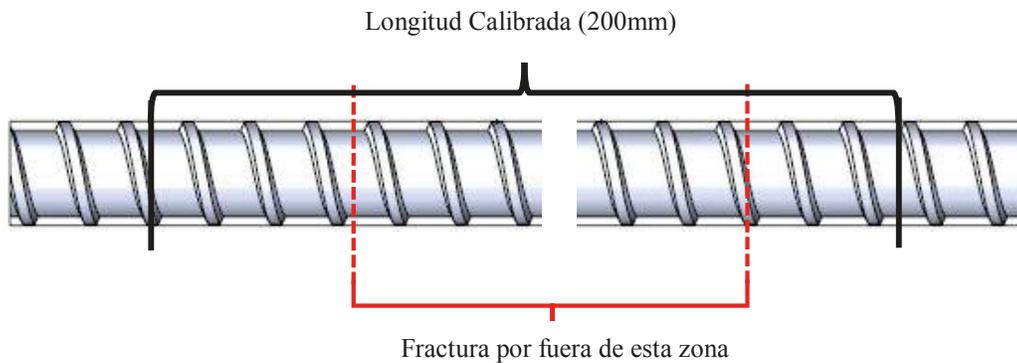
4.3.3.4 Si el ensayo de doblado falla por razones diferentes a las expuestas anteriormente, se debe permitir un reensayo en dos muestras tomadas del mismo lote.

4.3.3.5 Si un ensayo de peso (Masa) falla por razones diferentes a defectos en la probeta, se debe permitir un reensayo.

**4.3.3.6** La propiedad de alargamiento de alguna de las probetas es menor que la especificada, y cualquier parte de la fractura esta fuera de la zona especificada en la figura 1 y figura 2, se debe permitir un reensayo.



**Figura 1.** Zona de Fractura para ensayo planta N°1.



**Figura 2.** Zona de Fractura para reensayo planta N°2.

## 4.4 PESO NOMINAL.

**4.4.1** Para el cálculo del peso (masa) nominal se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Peso Nominal} = d^2 * 0.006165$$

Donde d es el diámetro nominal de la varilla.

Las especificaciones de peso nominal para las referencias que fabrica SIDOC S.A.S. se encuentran en la tabla 5 y tabla 6, Número de designación de las barras y rollos corrugados, peso (masa) nominal, dimensiones nominales y requisitos de los resaltes, en unidades del sistema internacional (SI) y para designación en pulgadas, respectivamente.

**4.4.2** El peso (masa) lineal se obtiene tomando una probeta de mínimo 350 mm de Longitud, pesando y midiendo la longitud total de dicha probeta, y calculando con la siguiente fórmula:

$$\text{Peso (Masa) Lineal} = \frac{\text{Peso de la Probeta [g]}}{\text{Longitud Total de la Probeta [mm]}}$$

Instrumentos:

- Regla metálica o cinta métrica con una resolución de al menos 1 mm
- Balanza con resolución de 0.1 g

Las unidades obtenidas son:  $\frac{[kg]}{[m]}$

**4.4.3** La variación permisible en peso (masa) se evalúa sobre la base de peso (masa) nominal. El peso (masa) determinado, utilizando el peso (masa) medido de las muestras, deberá ser por lo menos 94% del peso (masa) aplicable por unidad de longitud, del establecido en la tabla 5 y tabla 6 por referencia. La tolerancia será de -6% del peso (masa) nominal de la varilla. En ningún caso el sobrepeso (exceso de masa) de cualquier varilla corrugada será causa de rechazo.

## 4.5 CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

### 4.5.1 REQUISITOS DEL RESALTE Y LA VENA

**4.5.1.1** Los números de designación de las barras y rollos, están basados en el diámetro nominal en milímetros, seguido de la letra M como indicación de unidades correspondientes al Sistema Internacional (SI). Por otra parte, para la designación en pulgada, los números están basados en octavos de pulgada y corresponden al diámetro nominal.

**4.5.1.2** Los resaltes están separados a distancias iguales a lo largo de la barra. Los resaltes ubicados sobre lados opuestos de la barra son similares en su forma tamaño y tipo.

**4.5.1.3** Los resaltes terminan en una vena longitudinal la cual tendrá un ancho máximo del 12.5% del perímetro nominal de la misma

**4.5.1.4** El máximo espaciamiento (mm) entre resaltes paralelos en diagonal “/” es de:  $(7/10 * d)$ , para resaltes cruzados en forma de “X” es de:  $(7/10 * d)*2$ .

**4.5.1.5** Las varillas corrugadas deben cumplir los requisitos expuestos en la Tabla 5 y Tabla 6.

# REDONDO CORRUGADO

**TABLA 5.** Número de designación de las barras y rollos corrugados, peso (masa) nominal, dimensiones nominales y requisitos de resaltes en unidades del sistema internacional (SI).

Referencia	Número de designación	Peso (masa) nominal kg/m (libra/pie)	Dimensiones nominales			Requisitos de los resaltes		
			Diámetro mm (pulgada)	Área de la sección transversal mm <sup>2</sup> (pulgadas <sup>2</sup> )	Perímetro mm (pulgadas)	Promedio máximo del espaciamiento mm (pulgadas)	Promedio mínimo de altura mm (pulgadas)	Ancho de la vena longitudinal máxima. mm (pulgadas)
RC 8.5 mm	8.5 M	0.446 (0.299)	8.5 (0.335)	56.75 (0.088)	26.7 (1.051)	6.0 (0.236)	0.34 (0.013)	3.34 (0.134)
RC 9.0 mm	9 M	0.500 (0.336)	9.0 (0.354)	63.62 (0.099)	28.3 (1.114)	6.3 (0.248)	0.36 (0.014)	3.53 (0.139)
RC 11.0 mm	11 M	0.747 (0.502)	11.0 (0.433)	95.03 (0.147)	34.6 (1.362)	7.7 (0.303)	0.44 (0.017)	4.32 (0.170)
RC 12.0 mm	12 M	0.888 (0.597)	12.0 (0.472)	113.10 (0.175)	37.7 (1.484)	8.4 (0.331)	0.48 (0.019)	4.71 (0.185)
RC 15.0 mm	15 M	1.388 (0.933)	15.0 (0.591)	176.71 (0.274)	47.1 (1.854)	10.5 (0.413)	0.60 (0.024)	5.89 (0.232)

**TABLA 6.** Número de designación de las barras y rollos corrugados, peso (masa) nominal, dimensiones nominales y requisitos de resaltes. Designación en pulgadas..

Referencia	Número de designación	Peso (masa) nominal kg/m (libra/pie)	Dimensiones nominales			Requisitos de los resaltes		
			Diámetro mm (pulgada)	Área de la sección transversal mm <sup>2</sup> (pulgadas <sup>2</sup> )	Perímetro mm (pulgadas)	Promedio máximo del espaciamiento mm (pulgadas)	Promedio mínimo de altura mm (pulgadas)	Ancho de la vena longitudinal máxima. mm (pulgadas)
RC 1/4"	2	0.249 (0.167)	6.35 (0.250)	31.67 (0.049)	19.95 (0.785)	4.45 (0.175)	0.25 (0.010)	2.49 (0.098)
RC 3/8"	3	0.560 (0.376)	9.5 (0.375)	71 (0.11)	29.9 (1.178)	6.7 (0.262)	0.38 (0.015)	3.6 (0.143)
RC 1/2"	4	0.994 (0.668)	12.7 (0.500)	129 (0.20)	39.9 (1.571)	8.9 (0.350)	0.51 (0.020)	4.9 (0.191)
RC 5/8"	5	1.552 (1.043)	15.9 (0.625)	199 (0.31)	49.9 (1.963)	11.1 (0.437)	0.71 (0.028)	6.1 (0.239)
RC 3/4"	6	2.235 (1.502)	19.1 (0.750)	284 (0.44)	59.8 (2.356)	13.3 (0.525)	0.97 (0.038)	7.3 (0.286)
RC 7/8"	7	3.042 (2.044)	22.2 (0.875)	387 (0.60)	69.8 (2.749)	15.5 (0.612)	1.12 (0.044)	8.5 (0.334)
RC 1"	8	3.973 (2.670)	25.4 (1.000)	510 (0.79)	79.8 (3.142)	17.8 (0.700)	1.27 (0.050)	9.7 (0.383)
RC 1 1/4"	10	6.404 (4.303)	32.3 (1.270)	819 (1.27)	101.3 (3.990)	22.6 (0.889)	1.63 (0.064)	12.4 (0.487)

## 4.5.2 DIÁMETRO NOMINAL Y NÚCLEO

**4.5.2.1** Como una guía para garantizar la productividad del proceso de Laminación en caliente y una buena presentación del producto, se considera relevante las especificaciones consignadas en la Tabla 7.

**4.5.2.2** Las especificaciones de la tabla No. 7 son referencia para el ajuste del proceso de laminación, el incumplimiento en estas especificaciones no debe considerarse causal de rechazo, a menos que estas conlleven al incumplimiento de las especificaciones de peso nominal.

DIÁMETRO NOMINAL	DIÁMETRO NÚCLEO (mm)	DISTANCIA ENTRE VENAS ± 0.5 (mm)
8,50	7,8 – 7,4	9,1
9,00	8,0 – 7,8	9,2
9,52	9,0 – 8,8	10,0
11,00	10.1 – 9.8	11,3
12,00	11.1 – 10.7	12,3
12,70	12.1 – 11.7	13,2
15,00	14,1 – 13.8	16,0
15,87	15,3 – 14.9	16,3
19,10	18,1 – 17.7	20.6
22,20	21,5 – 21.3	24,1
25,4	25.0 - 24.8	27,4
32,3	31.0 – 31.3	35,0

## 4.5.3. LONGITUD FINAL

**4.5.3.1** Para inspeccionar la longitud se toma una medida en cada turno y/o cambio de corte, asegurando la correcta ubicación del tope o patrón dimensional. Las longitudes finales estándar son 6m, 9m y 12m, aunque pueden fabricarse otras longitudes previo acuerdo con el cliente. La longitud final debe cumplir los siguientes requisitos:

- No puede ser menor a la longitud nominal.
- Puede excederse hasta en un cero punto cinco por ciento (0.5%) respecto a la longitud nominal o pactada con el cliente.

## 4.6 CERTIFICADOS DE CALIDAD

**4.6.1** El subproceso Control de Calidad (Laboratorio) expide un certificado de cumplimiento de propiedades mecánicas y químicas de sus productos por cada colada o lote de producción. Este certificado se emite por cada despacho y tiene validez indefinida.

**4.6.2** El certificado debe contener al menos la siguiente información de cada colada

- ▶ Reporte de Análisis de Composición química que incluya:
  - o Carbono (C)
  - o Manganeso (Mn)
  - o Fosforo (F)
  - o Azufre (S)
  - o Silicio (Si)
  - o Cobre (Cu)
  - o Níquel (Ni)
  - o Cromo (Cr)
  - o Molibdeno (Mo)
  - o Niobio (Nb)
  - o Vanadio (V)
  - o Carbono Equivalente (C.Equiv)
  
- ▶ Propiedades de Tracción.
  
- ▶ Ensayo de Doblado.

## 4.7 EMBALAJE

**4.7.1** Las varillas se suministran en estado natural de laminación en paquetes firmemente amarrados en ambos extremos con alambrcn de 1/4" o alambre C-18, formando paquetes o megapaquetes de acuerdo a lo especificado en la MAT-020 "Matriz de especificaciones de empaque barras". Los paquetes de varilla formados, debern tener el siguiente nmero de amarres:

Longitud	Amarres
6 metros	2
Superior a 6 metros	Sin amarres

**Nota:** Cuando el cliente solicita que se coloquen amarres a paquetes de varillas con longitud superior a 8 metros, estos debern ser de la siguiente manera:

Longitud	Amarres
Entre 8 y 10 metros	3
Entre 10 y 14 metros	4

**4.7.2** Se puede especificar una forma distinta de amarre, con previo acuerdo con el cliente.



## 4.9 MARCADO

4.9.1 Todas las varillas están Rotuladas por uno de sus lados con los siguientes símbolos o siglas:

- COL:** Especifica el país de origen Colombia.
- SO:** Símbolo que significa Siderúrgica Del Occidente S.A.S
- Número de designación de la varilla:** Ejemplo: 12M, 3, 5, 11M.
- W:** Identifica el tipo de acero, e indica que la barra fue producida para cumplir con las especificaciones de la NTC-2289.
- 60:** Es la designación de la fluencia mínima e indica el grado de la barra.

4.9.2 En la figura 5 se presenta el estampe del producto redondo corrugado fabricado en Planta N°1.



Figura 5. Estampado de barra y rollo corrugado planta N°1.

4.9.3 Para la identificación de las varillas producidas en planta N°2, se conservan las siglas utilizadas en planta N°1, excepto que se reemplaza el símbolo SO por SIDOC, tal como se evidencia en la figura 6.

**SIDOC:** Símbolo que representa al fabricante, Siderúrgica Del Occidente S.A.S.

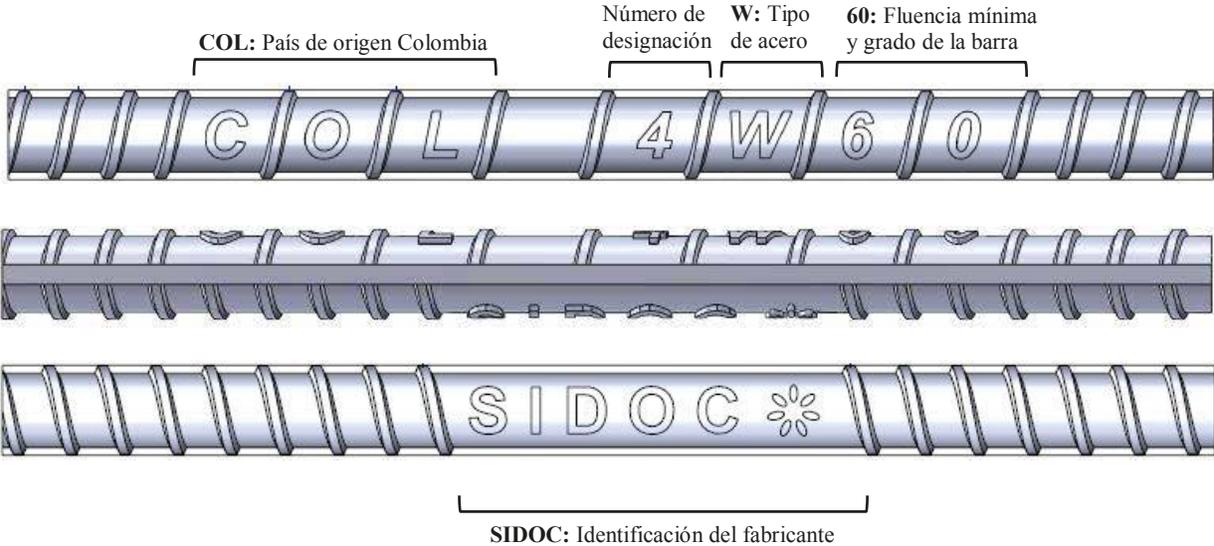


Figura 6. Estampado de rollo y barra corrugado planta N°2.

## 4.10 ACABADO Y APARIENCIA

**4.10.1** El óxido, las escamas, las superficies irregulares o la cascarilla de laminación (calamina) no se considera causa de rechazo, siempre y cuando los valores correspondientes al peso, dimensiones, área de la sección transversal y las propiedades de tracción de una muestra limpiada manualmente con un cepillo de cerdas de acero, no sean inferiores a los exigidos por esta norma.

**4.10.2** Las imperfecciones superficiales deben considerarse perjudiciales cuando las probetas que contienen esas imperfecciones fallan en cualquier requisito de tracción o doblado.

## 5. DOCUMENTOS REFERENCIADOS Y ANTECEDENTES

FOR-283 “Etiqueta identificación producto terminado sello reglamento técnico decreto 1513”

MAT-020 “Matriz de Especificaciones de Empaque de Barras

NTC 2289: Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación para refuerzo de concreto

<b>REVISÓ:</b> JEFE TÉCNICO CONTROL CALIDAD	EFRÉN RABÓN
<b>APROBÓ:</b> DIRECTOR DE GESTIÓN DE CALIDAD	YANETH BUENAÑO