



ACERO DE REFUERZO

Cuantificación, habilitado y colocación en obra. Control de calidad.



El acero de refuerzo es aquel que se coloca para absorber y resistir esfuerzos provocados por cargas y cambios volumétricos por temperatura y para quedar ahogado dentro de la masa del concreto.

El acero de refuerzo es la varilla corrugada o lisa; además de los torones y cables utilizados para pretensados y postensados.

Otros elementos que se utilizan como refuerzo para el concreto son las mallas electrosoldadas, castillos y cadenas electrosoldadas (armex), escalerillas, etc.



VARILLAS CORRUGADAS



Varilla Corrugada de Acero

La norma mexicana NMX-C-407-ONNCCE es la relativa a las varillas. Se fabrican desde el número 3 al 12 (3/8" a 1½" de diámetro) , su presentación comercial mas común es en tramos de 12m de largo.

Número de varilla	Diámetro		Área mm ²	Peso kg/m
	pulgadas	milímetros		
3	3/8	9.5	71	0.560
4	1/2	12.7	127	0.994
5	5/8	15.9	198	1.552
6	3/4	19.0	285	2.235
8	1	25.4	507	3.973
10	1 1/4	31.8	794	6.225
12	1 1/2	38.1	1140	8.938

Dimensiones nominales (norma NMX-C- 407)

VARILLAS DELGADAS

- Generalmente presenta una resistencia $f_y = 4200$ kg/cm², aunque también se fabrican en $f_y = 6000$ kg/cm² y diámetros en pulgadas de $5/32$, $3/16$, $1/4$ y $5/16$ con longitud de 6 y 12m.



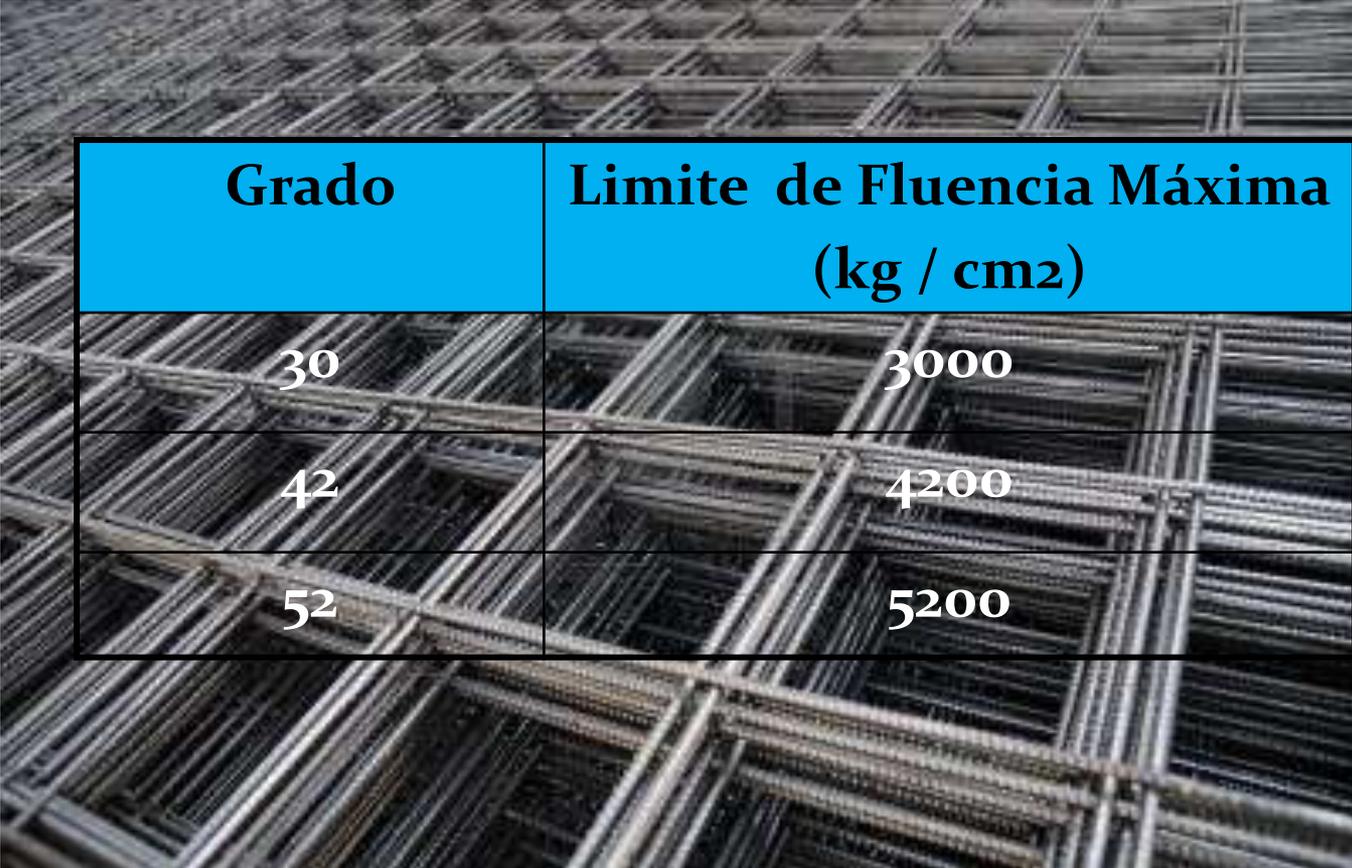


ESPECIFICACIONES

DIAMETRO		AREA (cm ²)	PESO (kg/m)	RENDIMIENTO PROMEDIO		Largo (m)
(Pulg.)	(mm)			Peso x Varilla (6m)	Varillas (6m) / Tonelada	
5/16	7.94	0.495	0.388	2.33	429	6 y 12
1/4	6.35	0.317	0.248	1.49	672	6
3/16	4.76	0.178	0.140	0.84	1,195	6
5/32	3.97	0.124	0.097	0.58	1,718	6

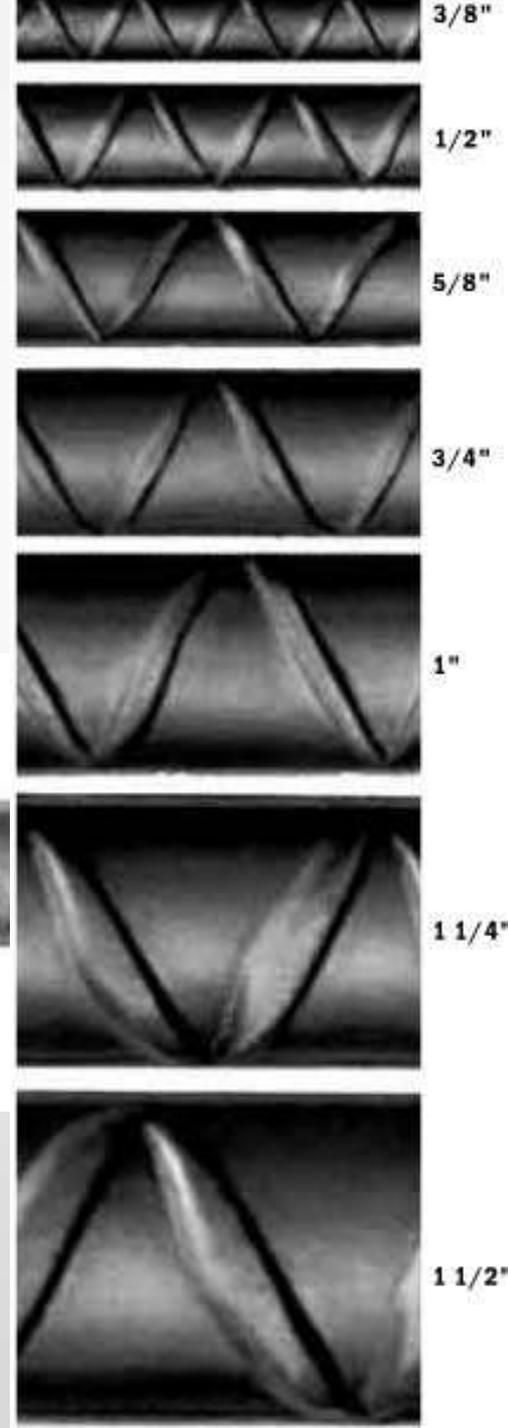
CLASIFICACION

Se clasifica de acuerdo al limite de fluencia según la siguiente tabla:



Grado	Limite de Fluencia Máxima (kg / cm²)
30	3000
42	4200
52	5200

NOMENCLATURA



CORRUGACIONES

La superficie de la varilla esta provista de rebabas o salientes llamadas corrugaciones , las cuales evitan el movimiento relativo longitudinal entre la varilla y el concreto que la rodea.

Las características y requisitos de las corrugaciones para varillas son las siguientes:

- Deben estar distribuidas de manera uniforme en la varilla.
- Deben estar colocadas con una inclinación de entre 45° y 70° con respecto al eje longitudinal de la varilla.
- La distancia entre ellas no debe exceder del 70% del diámetro nominal.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LAS VARILLAS CORRUGADAS PARA REFUERZO DE CONCRETO

NÚMERO	PESO/m	DIMENSIONES NOMINALES				REQUISITOS DE CORRUGACIÓN		
		DIÁMETRO (mm)	DIÁMETRO (pulgada)	ÁREA (mm ²)	PERÍMETRO (mm)	ESPACIAMIENTO MÁXIMO PROMEDIO (mm)	ALTURA MÍNIMA PROMEDIO (mm)	DISTANCIA MÁXIMA ENTRE EXTREMOS DE CORRUGACIONES TRANSVERSALES (CUERDA) (mm)
2.5	0.388	7.90	5/16	49.00	24.80	5.60	0.30	3.00
3	0.560	9.50	3/8	71.00	29.80	6.70	0.40	3.60
4	0.994	12.70	1/2	127.00	39.90	8.90	0.50	4.90
5	01.552	15.90	5/8	198.00	50.00	11.10	0.70	6.10
6	2.235	19.10	3/4	285.00	60.00	13.30	1.00	7.30
8	3.973	25.40	1	507.00	79.80	17.80	1.30	9.70
10	6.225	31.80	1 1/4	794.00	99.90	22.30	1.60	12.20
12	8.938	38.10	1 1/2	1140.00	119.70	26.70	1.90	14.60
14	12.147	44.50	1 3/4	1552.00	139.60	31.20	2.20	.50
16	15.890	50.80	2	2026.00	159.60	35.70	2.40	20.00
18	20.076	57.20	2 1/4	2565.00	179.50	40.00	2.60	22.50

PRUEBAS DE LABORATORIO

PRUEBA DE TENSION (NMX-C-407)



- La respuesta a esfuerzos de tensión se aprecian en la siguiente tabla:

REQUISITOS DE TENSION PARA VARILLAS CORRUGADAS

NÚMERO DE DESIGNACIÓN	RESISTENCIA A LA TENSION MÍNIMA EN MPa (kgf/mm ²)			ESFUERZO DE FLUENCIA MÍNIMO, EN MPa (kgf/mm ²)			ALARGAMIENTO MÍNIMO EN 200 mm EXPRESADO EN %		
	GRADO 30 (1)	GRADO 42	GRADO 52 (2)	GRADO 30 (1)	GRADO 42	GRADO 52 (2)	GRADO 30 (1)	GRADO 42	GRADO 52 (2)
todos	490 (50)	618 (63)	706 (72)	294 (30)	412 (42)	510 (52)			
2.5								9	
3							11	9	
4, 5 y 6							12	9	
8								8	
10								7	
12								7	6
14, 16 y 18								7	6

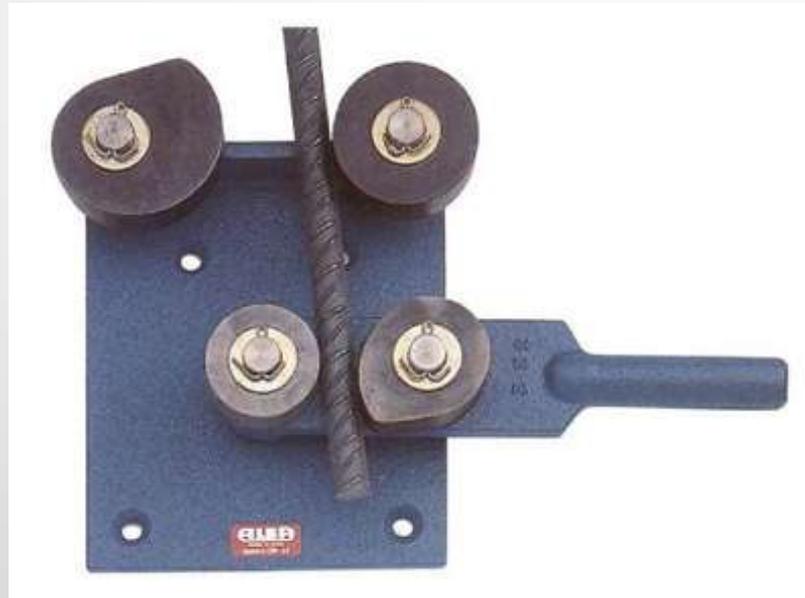
Nota 1. Las varillas grado 30 se suministran sólo en los números de designación 3 al 6 y sobrepedido.

Nota 2. Las varillas grado 52 se suministran sólo en los números de designación 12 al 18 y sobrepedido.

Fuente: norma mexicana NMX-C-407- ONNCCE.

RESPUESTA Y COMPORTAMIENTO AL DOBLADO (PRUEBA DE DOBLADO NMX-C-407)

- La probeta o pedazo de varilla debe doblarse alrededor de un mandril (maquina dobladora de acero en barra) sin que se agriete en la parte exterior de la zona doblada.



- "d" es el diámetro de la varilla. (Para la sig. tabla)

	Diámetro del mandril para prueba de doblado		
N° Varilla	Grado 30	Grado 42	Grado 52
2.5		3.5 veces d	
3,4 y 5	3.5 d	3.5 veces d	
6	5 d	5 veces d	5 veces d
8		5 veces d	5 veces d
10		7 veces d	7 veces d
12		8 veces d	8 veces d
14, 16 y 18		9 veces d	9 veces d

RECOMENDACIONES GENERALES EN EL MANEJO DEL ACERO DE REFUERZO

▶ El acero debe estar libre de oxidación, sin grasa, quiebres, escamas, deformaciones e imperfecciones que afecten su uso.

▶ La presencia de escamas u oxidación no será causa de rechazo solo si estas desaparecen al limpiar manualmente con un cepillo de alambre.

▶ Los pedidos que se reciban en la obra se estibarán de tal manera que se aislé de la humedad excesiva para evitar deformaciones.



- ▶ Del material estibado se tomaran las muestras para las pruebas de calidad y en caso que los resultados no sean satisfactorios el material del lote será rechazado (ASTM-A-700 Practices for Packing, Marking and Loading Methods for Steel Products for Domestic Shipment).
- ▶ Debe evitarse el contacto de sustancias grasosas con la superficie de las varillas. Si esto sucede se limpiaran con solventes que no dejen residuos grasos.
- ▶ De acuerdo a las sanas practicas de la construcción no se permite reenderezar y desdoblar varillas, ya sea por corrección de armado o para su reutilización.
- ▶ Si por alguna circunstancia el acero de refuerzo a permanecido almacenado un tiempo considerable (o no se tiene certeza de su procedencia) se encuentra oxidado o deteriorado, se deben realizar una vez mas las pruebas de laboratorio necesarias para determinar si el acero es apto para utilizarse o no.

Las varillas se deben colocar y amarrar en los lugares especificados por los planos, es importante verificar el alineamiento y posición del armado antes del vaciado de concreto. Antes del colado, el acero debe calzarse con calzas prefabricadas de plástico, calzas elaboradas de concreto o silletas de varilla. No utilizar madera.

CALZAS o SILLETAS PLASTICAS





- SEPARADORES



Son diseñados para lograr recubrimientos de concreto uniformes, separando lateralmente el acero de refuerzo de la cimbra.





También pueden ser utilizados con malla electrosoldada



- SILLETAS DE VARILLA

- PREFABRICADAS DE CEMENTO



RECUBRIMIENTO

- El recubrimiento del acero de refuerzo es medida desde el borde del elemento de concreto hacia la fibra más cercana del acero de refuerzo, y sirve para proteger al acero de los agentes corrosivos y del medio ambiente.



En cualquiera de los casos el recubrimiento mínimo debe ser de 1.5 veces el tamaño máximo del agregado (TMA) utilizado.

RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS POR TIPO DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL DEL CONCRETO ESTRUCTURAL

TIPO DE EXPOSICIÓN	RECUBRIMIENTO MÍNIMO (mm) REFUERZO NORMAL	RECUBRIMIENTO MÍNIMO (mm) PRESFORZADO
1	15	25
2a y 2b	30	35
3 y 4	40	50
5a, 5b, 5c, 5d	ver nota 3	ver nota 3

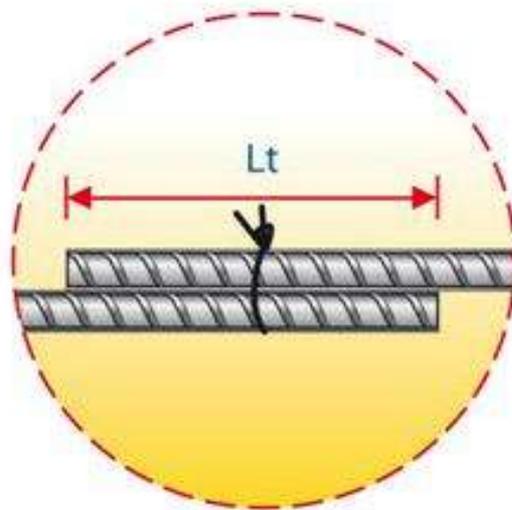
Información obtenida de la norma mexicana NMX-C-403-ONNCCE relativa al concreto hidráulico para uso estructural.

RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS POR TIPO DE EXPOSICIÓN AMBIENTAL DEL CONCRETO CONVENCIONAL

UBICACIÓN	RECUBRIMIENTO
Concreto en contacto directo y permanente con el terreno o con el suelo.	75 mm
Concreto expuesto al agua de mar (no aplica a pilotes de concreto precolado)	100 mm
Concreto expuesto a la intemperie o en contacto con el suelo: varillas desde el no. 2.5 al no. 5 varillas desde el no. 5 a mayores	38 mm 50 mm
Concreto en losas, muros, columnas y travesaños: varillas desde el no. 2.5 al no. 5 varillas desde el no. 5 a mayores	desde 13 a 20 mm desde 19 a 40 mm

UNIONES ENTRE VARILLAS

- Todas las uniones de varillas se harán mediante traslapes con un empalme de 40 veces el diámetro de la varilla que se empalma, excepto cuando se determine otra especificación en el proyecto.



Longitud mínima de traslape (Lt) en cm.

Barra Ø	Lt (cm.)
3/8"	43
1/2"	58
5/8"	72

- Es aceptable el traslape y amarre entre sí de las varillas del no. 2.5 al no. 10.
- Los traslapes no podrán hacerse entre varillas de distinto diámetro.
- Los traslapes no deben coincidir con secciones de máximo esfuerzo, a menos que se tomen acciones necesarias avaladas por el proyectista como aumentar la longitud del traslape o especificar un refuerzo adicional.
- La ubicación del traslape no debe excederse de $1/5$ de claro de los apoyos principales de los elementos estructurales.

Se requiere que las uniones entre varillas de una pulgada o mayores sea de punta con un proceso que garantice queden colíndales y sean capaces de transmitir todos los esfuerzos de un tramo de barra a la siguiente.

Para la unión esta aprobados diversos métodos:

- Por soldadura
- Por uniones mecánicas
- Evitar traslapar o soldar mas del 33% del acero de refuerzo en una misma sección.

SOLDADURA

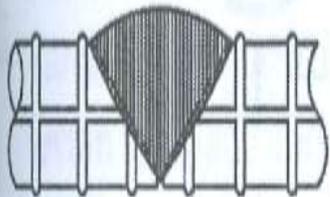
CARACTERISTICAS

Para que una soldadura tenga la resistencia esperada deberá cumplir con las siguientes condiciones:

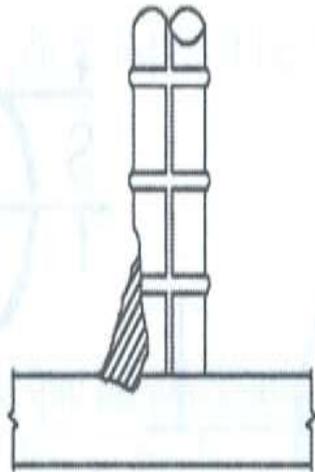
- ▶ Buena penetración: El material aportado fundirá la raíz y penetrará debajo de ella.
- ▶ Sin socavaciones: El metal base presentará ahondamientos en el pie de la soldadura.
- ▶ Fusión completa: El metal base y el metal aportado formarán una masa homogénea.
- ▶ Sin porosidades: La soldadura no presentará en su interior ni burbujas de aire ni escoria.
- ▶ Sin grietas: Ni grietas ni fisuras.
- ▶ Buen acabado: El cordón de soldaduras se verá uniforme y sin hendiduras ni realces.



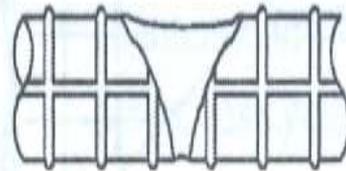




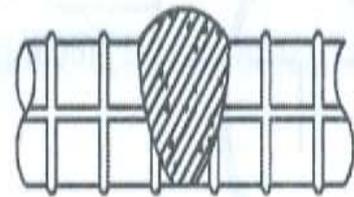
Poca penetración



Con socavación

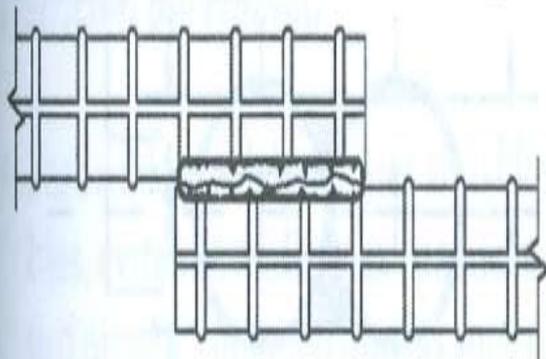


Fusión incompleta

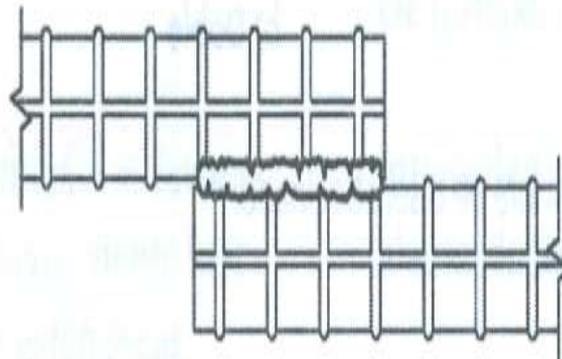


Con porosidades

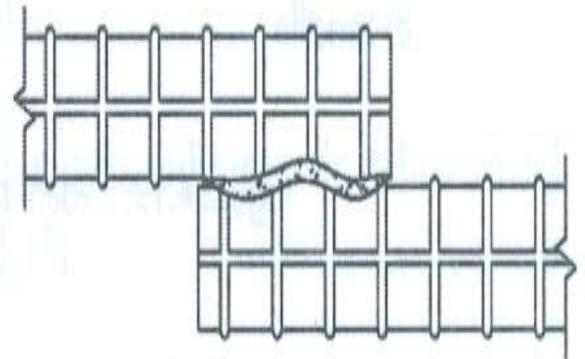
Con grietas



a) Central



b) Laterales

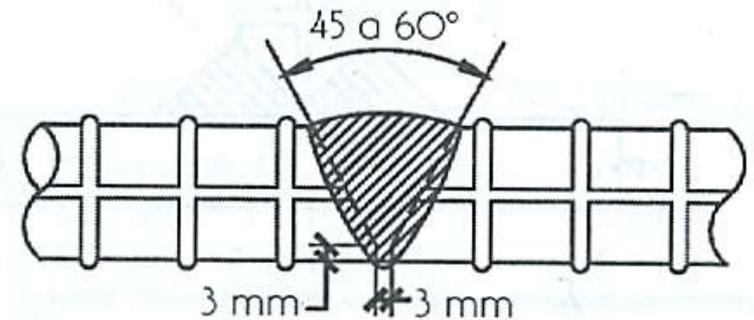


c) Mal acabado

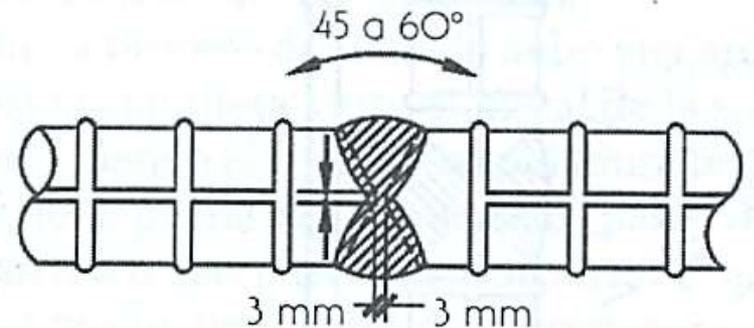
UNIONES SOLDADAS

Las soldaduras para uniones deberán tener una sección transversal mayor a la sección nominal de la varilla.

- Cuando las varilla estén en posición horizontal y son de igual diámetro debe hacerse un corte en "V" en forma sencilla o doble para poder soldar.

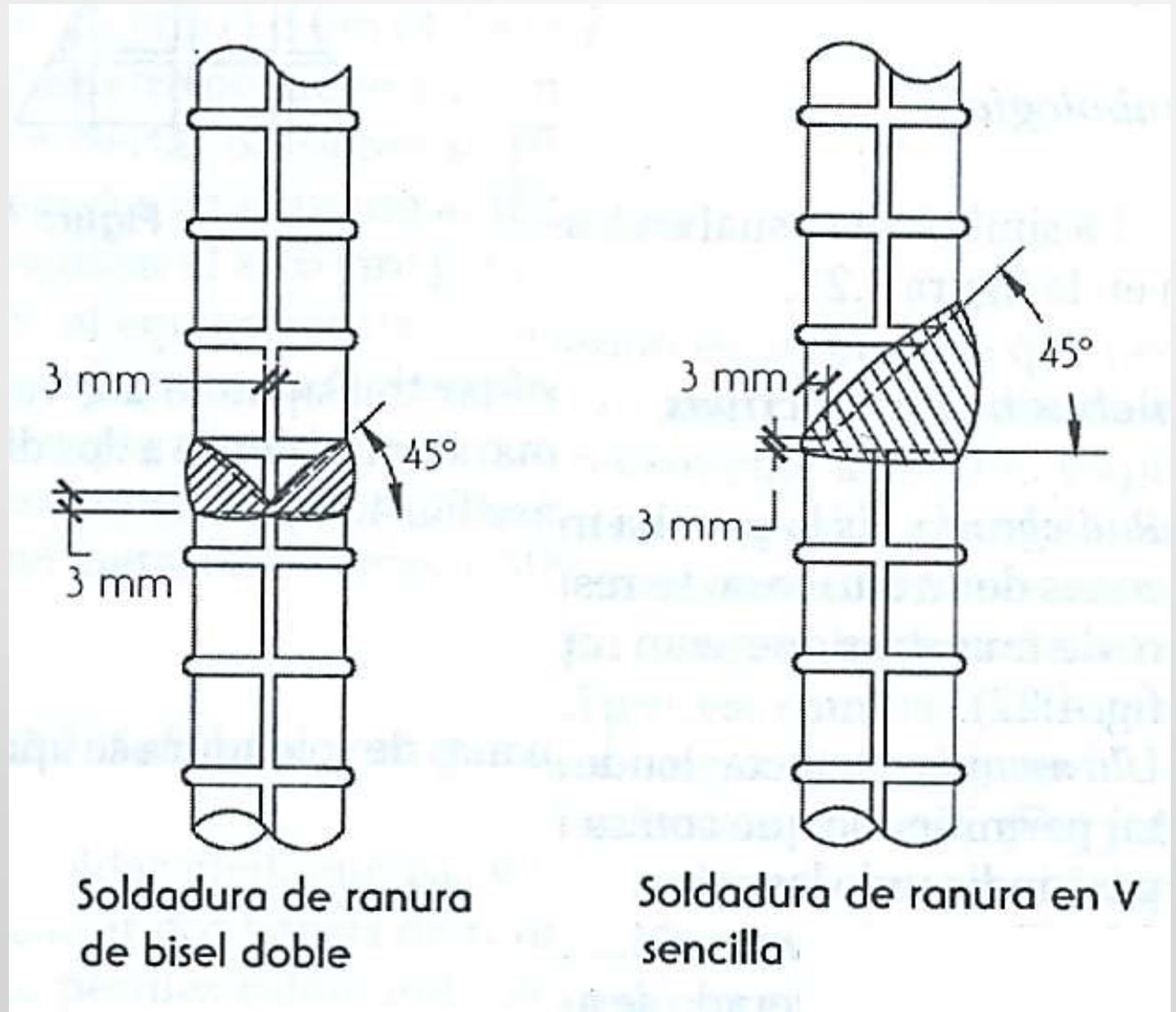


a) Soldadura de ranura en V sencilla



b) Soldadura de ranura en doble V

- Si se encuentra en posición vertical conviene soldarlas con bisel sencillo o doble.



- La especificación de resistencia para la junta soldada debe ser igual al 125% de la resistencia de fluencia del acero de refuerzo (Código AWS D12.1, Reinforcing Steel Welding Code. American Welding Society).
- Es deseable realizar pruebas físicas y radiográficas de las soldaduras para verificar la calidad y eficiencia.

UNIONES MECÁNICAS

Un sistema usual para ligar dos barras de refuerzo es la utilización de uniones mecánicas, solo se usaran modelos que garanticen certeza en el resultado final, estas uniones se restringen por su costo y porque reducen la separación entre las varillas dificultando que el concreto baje en elementos angostos como muros o densamente armados como columnas.

Existen diversos tipos de uniones:

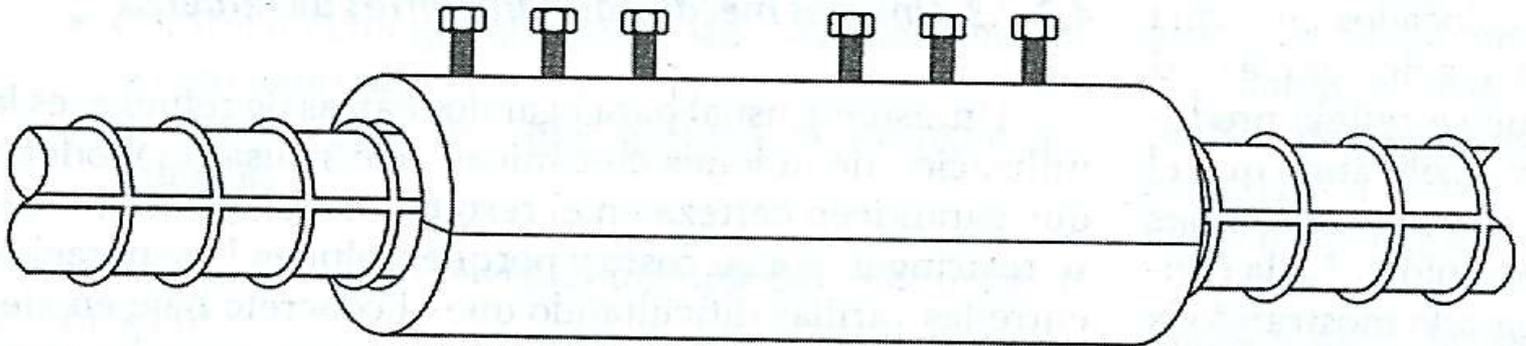
- Coples Mecánicos
- Sistema Roscado
- Sistema Aluminotermico

COPLES MECÁNICOS

Consisten en un tubo con resistencia mayor a la de las varillas y al que en su lomo se le han hecho perforaciones roscadas que aceptaran un tornillo o un "prisionero".

Dentro del tubo se introducirá en cada extremo una barra de refuerzo y ambas se fijaran apretando los tornillos o prisioneros según su diseño.

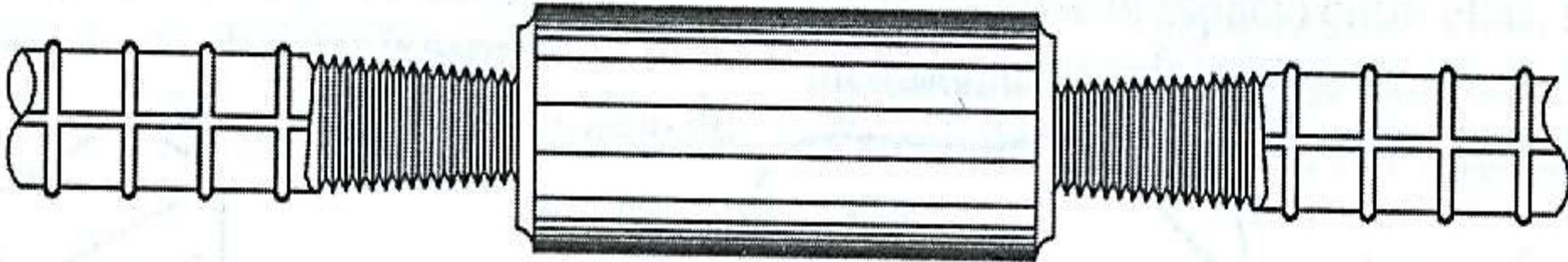
Sirve para unir barras del mismo diámetro o varillas de diámetros diferentes.



Cople mecánico.

SISTEMA ROSCADO

- El cople tiene roscas en ambos extremos y en ella se introduce la varilla a la cual previamente se le formo una cuerda cónica que embonara en él.



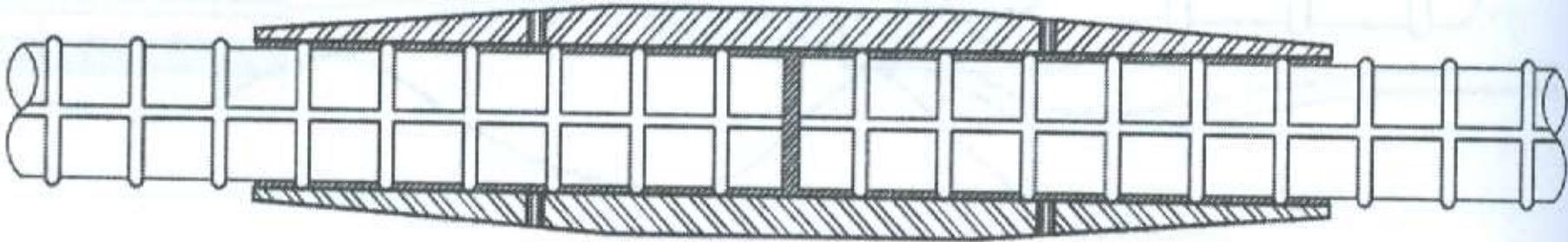
Sistema roscado.



SISTEMA ALUMINOTERMICO

Es un cople liso (no roscado) en el se introducen las varillas, y luego a través de orificios que ostenta, se inyecta aluminio fundido o resina epóxica fijando de manera permanente las varillas.







ALAMBRÓN

Varilla de acero que esta desprovista de rebabas o salientes (Es lisa), y si los tiene no cumple con las especificaciones de corrugación.

Su principal uso en la construcción es para la fabricación de estribos.



Presenta resistencias alrededor de $f_y = 2600 \text{ kg/cm}^2$, en diámetros de $\frac{1}{4}$ " o numero 2 liso.

Se maneja en presentación de rollos de 500, 625, 1250 y 2500 kg.



DIMENSIONES NOMINALES		
DIAMETRO		PESO
(pulgadas)	(mm)	(kg/m)
0.217	5.50	0.186
$\frac{1}{4}$	6.35	0.248
$\frac{5}{16}$	7.94	0.388
$\frac{3}{8}$	9.52	0.558



ARMADURAS ELECROSOLDADAS

Elementos fabricados con acero grado 60 ($f_y = 6000 \text{ kg/cm}^2$), laminado en frío, corrugado y electrosoldado. Se utiliza para reforzar castillos y cadenas de concreto.

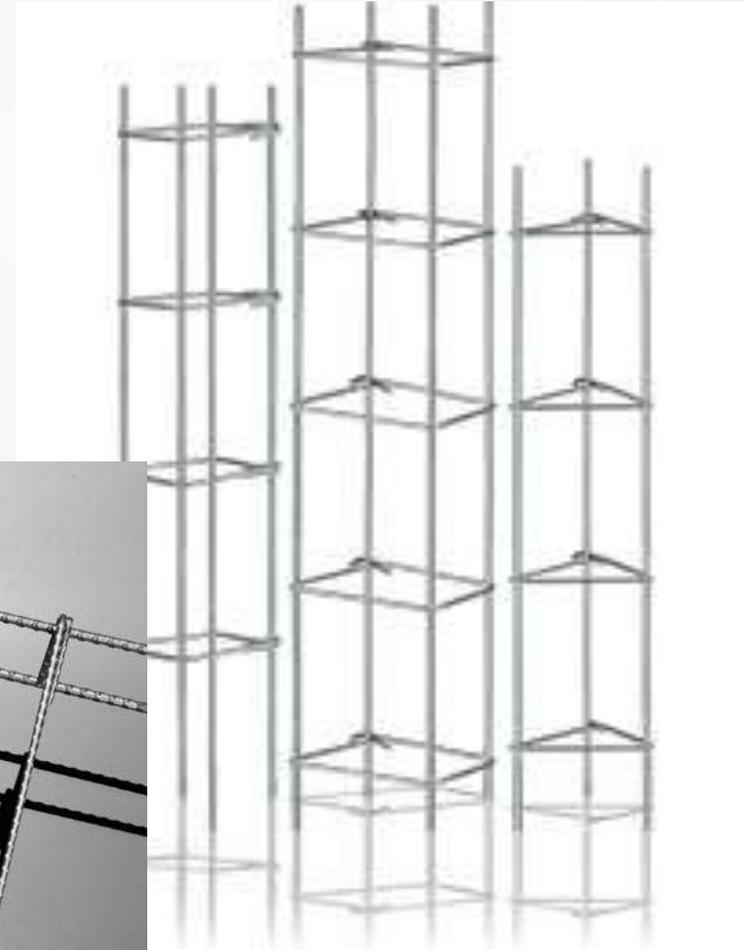
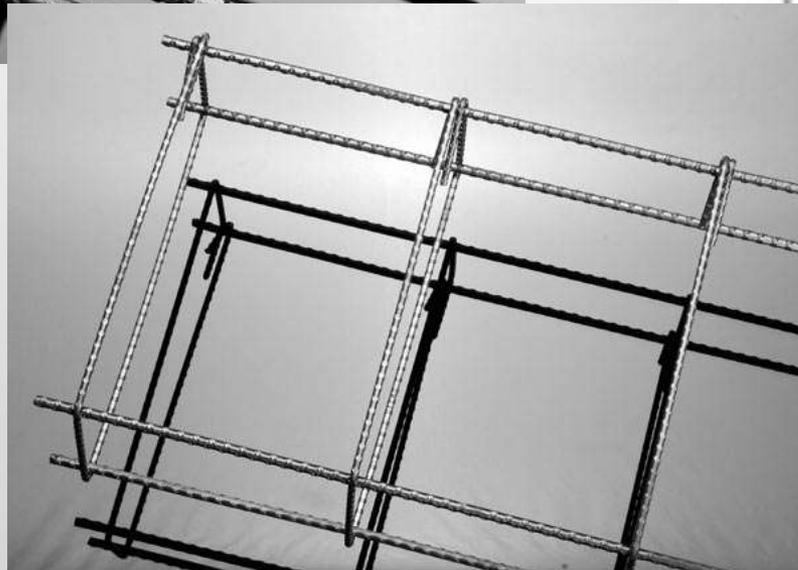


Están formados por dos o tres, o cuatro alambres longitudinales corrugados calibre 14 y por alambres transversales corrugados con las mismas características que los longitudinales, espaciados a cada 25 cm.

Todo el sistema se encuentra unido por soldadura eléctrica. Sus características se presentan en la siguiente tabla:

	DISEÑO	SECCIÓN DE CONCRETO cm	SECCIÓN DEL ARMADO cm	ÁREA DE ACERO cm ²
4 varillas	15-10-4	15 x 10	10.2 x 5.1	1.267
	15-15-4	15 x 15	10.2 x 10.2	1.267
	15-20-4	15 x 20	10.2 x 15.3	1.267
	15-25-4	15 x 25	10.2 x 20.3	1.267
	15-30-4	15 x 30	10.2 x 25.4	1.267
	12-12-4	12 x 12	7.6 x 7.6	1.267
	12-20-4	12 x 20	7.6 x 15.3	1.267
	12-25-4	12 x 25	7.6 x 20.3	1.267
	12-30-4	12 x 30	7.6 x 25.4	1.267
	3 varillas	10-10-3	10 x 10	5.1 x 5.1
12-12-3		12 x 12	7.6 x 7.6	0.950
15-15-3		15 x 15	10.2 x 10.2	0.950
12-20-3		12 x 20	7.6 x 15.3	0.950
15-20-3		15 x 20	10.2 x 15.3	0.950
2 varillas	12-2	12	7.6	0.634
	15-2	15	10.2	0.634

Su presentación comercial es en largos de 6m y también se les conoce como armex.



A close-up photograph of a metal grid or mesh structure, likely made of steel or aluminum. The grid consists of numerous vertical and horizontal bars intersecting to form a series of rectangular openings. The bars are slightly out of focus, creating a sense of depth and texture. The lighting is bright, highlighting the metallic sheen of the bars.

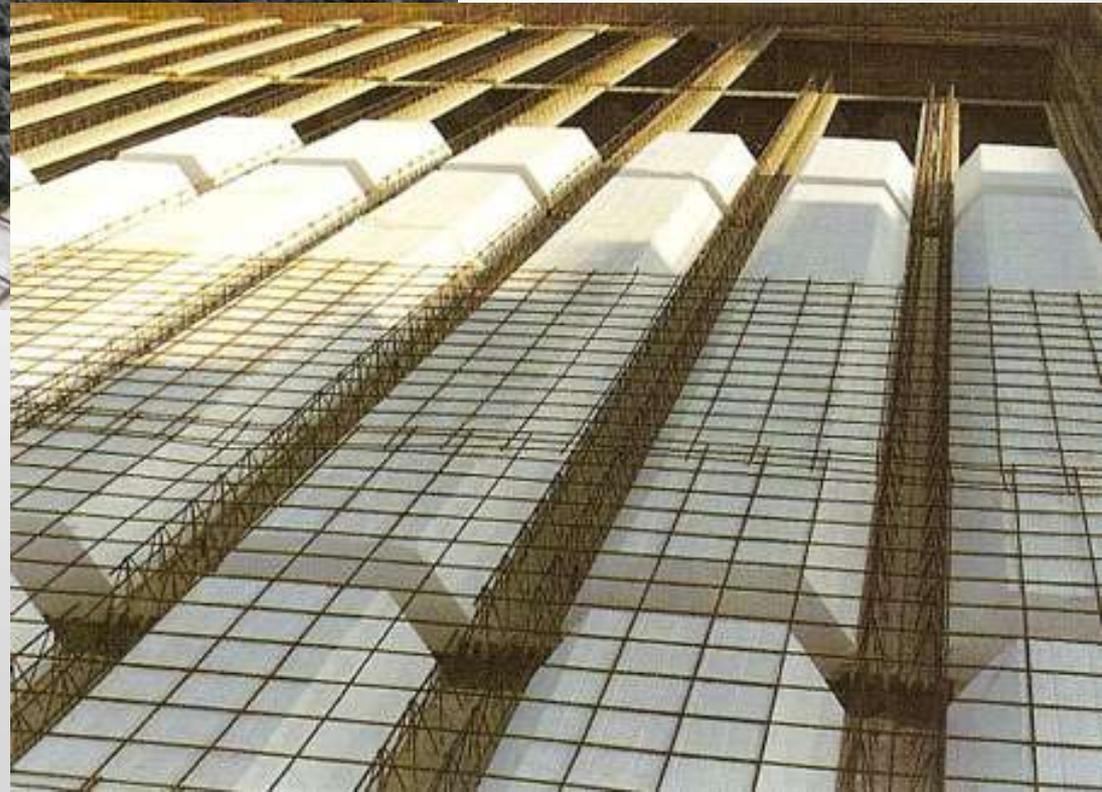
**MALLA
ELECTROSOLDADA**

Es un elemento fabricado con acero de grado 60 (6000 kg/cm²), corrugado o liso, laminado en frío y electrosoldado. Su presentación comercial es en hojas de 2.5 x 6 m o en rollos de 2.5 x 40 m.



Su uso más frecuente es en el refuerzo de losas con sistema losacero y capas de compresión en losas aligeradas de concreto (Sistema Vigueta y Bovedilla). También se utiliza para reforzar firmes de concreto.





CARACTERÍSTICAS DE MALLA ELECTROSOLDADA DE ACERO

DISEÑO	CALIBRE DE ALAMBRE		MALLA
	DIÁMETRO mm	ÁREA cm ²	ÁREA TRANSV. cm ² /m
66-1/4-1/4	6.35	0.32	2.08
66-44	5.72	0.26	1.69
66-66	4.88	0.19	1.23
66-88	4.11	0.13	0.87
66-1010	3.43	0.09	0.61

Malla Electrosoldada en Rollo

PRODUCTO	DIAMETRO ALAMBRE	AREA DE ALAMBRE	PESO DE ALAMBRE	AREA DE ACERO	PESO X m2	PESO X ROLLO	PESO X HOJA	PRESENTACION	DIMENSIONES
	(mm)	(mm)	(Kg/m)	(cm2/m)	(Kg)	(Kg)	(Kg)		(m)
R-6*6 - 10/10	3.43	9.24	0.0723	0.606	0.97	097		100 m2	25x40
R-6*6 - 08/08	4.11	13.26	0.1041	0.871	1.41	141		100 m2	25x40
R-6*6 - 06/06	4.88	18.7	0.1468	1,227	1.97	197		100 m2	25x40
R-6*6 - 04/04	5.72	25.69	0.2016	1,686	2.71	271		100 m2	25x40

Malla Electrosoldada en Hoja

PRODUCTO	DIAMETRO ALAMBRE	AREA DE ALAMBRE	PESO DE ALAMBRE	AREA DE ACERO	PESO X m2	PESO X ROLLO	PESO X HOJA	PRESENTACION	DIMENSIONES
	(mm)	(mm)	(Kg/m)	(cm2/m)	(Kg)	(Kg)	(Kg)		(m)
H-6*6 - 10/10	3.43	9.24	0.0723	0.606	0.97		14.55	15 m2	25x06
H-6*6 - 08/08	4.11	13.26	0.1041	0.871	1.41		21.15	15 m2	25x06
H-6*6 - 06/06	4.88	18.7	0.1468	1,227	1.97		29.55	15 m2	25x06
H-6*6 - 04/04	5.72	25.69	0.2016	1,686	2.71		40.65	15 m2	25x06
H-6*6 - 03/03	6.19	30.09	0.2362	1,975	3.19		47.85	15 m2	25x06
H-6*6 - 02/02	6.67	34.94	0.27436	2,293	3.68		55.2	15 m2	25x06

ESCALERILLA



Es un elemento fabricado con acero de grado 60, laminado en frío y electrosoldado. Se utiliza para el refuerzo horizontal de muros de tabique rojo recocido, refractario o block de cemento.

CARACTERÍSTICAS DE LA ESCALERILLA DE ACERO

DISEÑO	ANCHO MURO cm	SEPARACIÓN ALAMBRE (cm)
10-2	10	9.0
12-2	12	10.5
15-2	15	13.0

Esta formado por dos alambres longitudinales lisos calibre 10 (3.43 mm de diámetro) y por alambres transversales lisos con las mismas características que los longitudinales, espaciados a cada 25 cm.



Todo el sistema esta unido con soldadura eléctrica.

TORONES

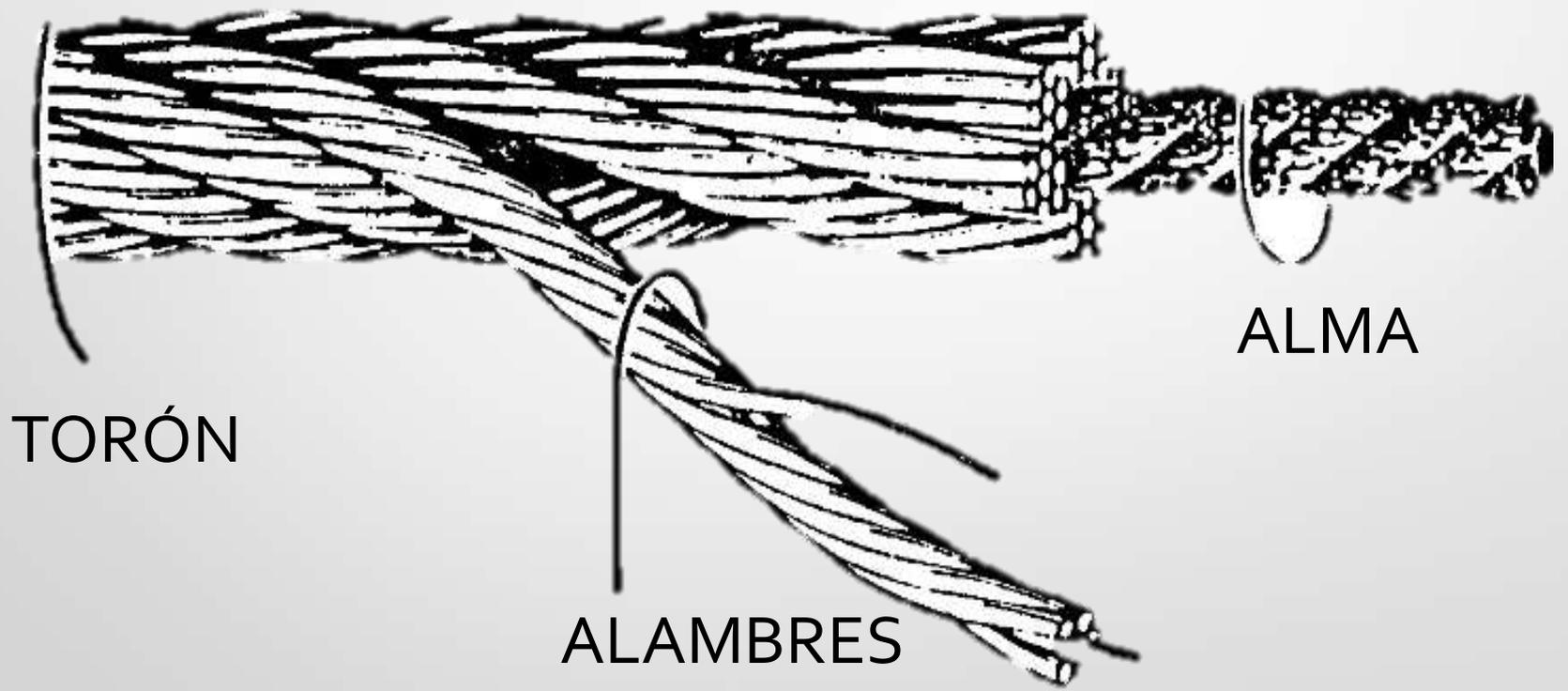


TORONES

Se denomina torón, a un cable fabricado con alambres torcidos colocados en espiral alrededor de un alma. El torón que se utiliza regularmente es de siete alambres y se clasifica en dos grados conforme a su resistencia:

- Grado 1725 N/mm² (176 kgf/mm²)
- Grado 1860 N/mm² (190 kgf/mm²)





TORÓN

ALAMBRES

ALMA

- Los torones de 7 alambres son los mas utilizados y deben satisfacer la norma NMX-B-292-1988. Su fabricación se hace con alambres de acero al carbono torcidos y sometidos a un tratamiento térmico hasta obtener las propiedades mecánicas exigidas.

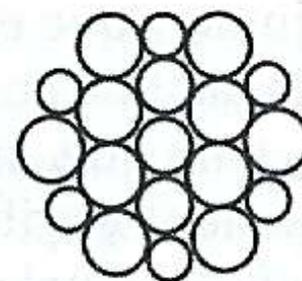
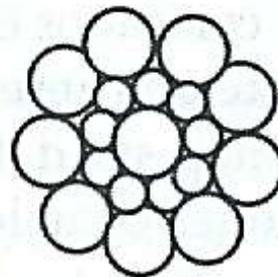
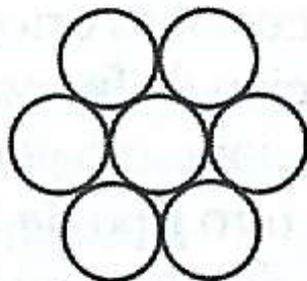


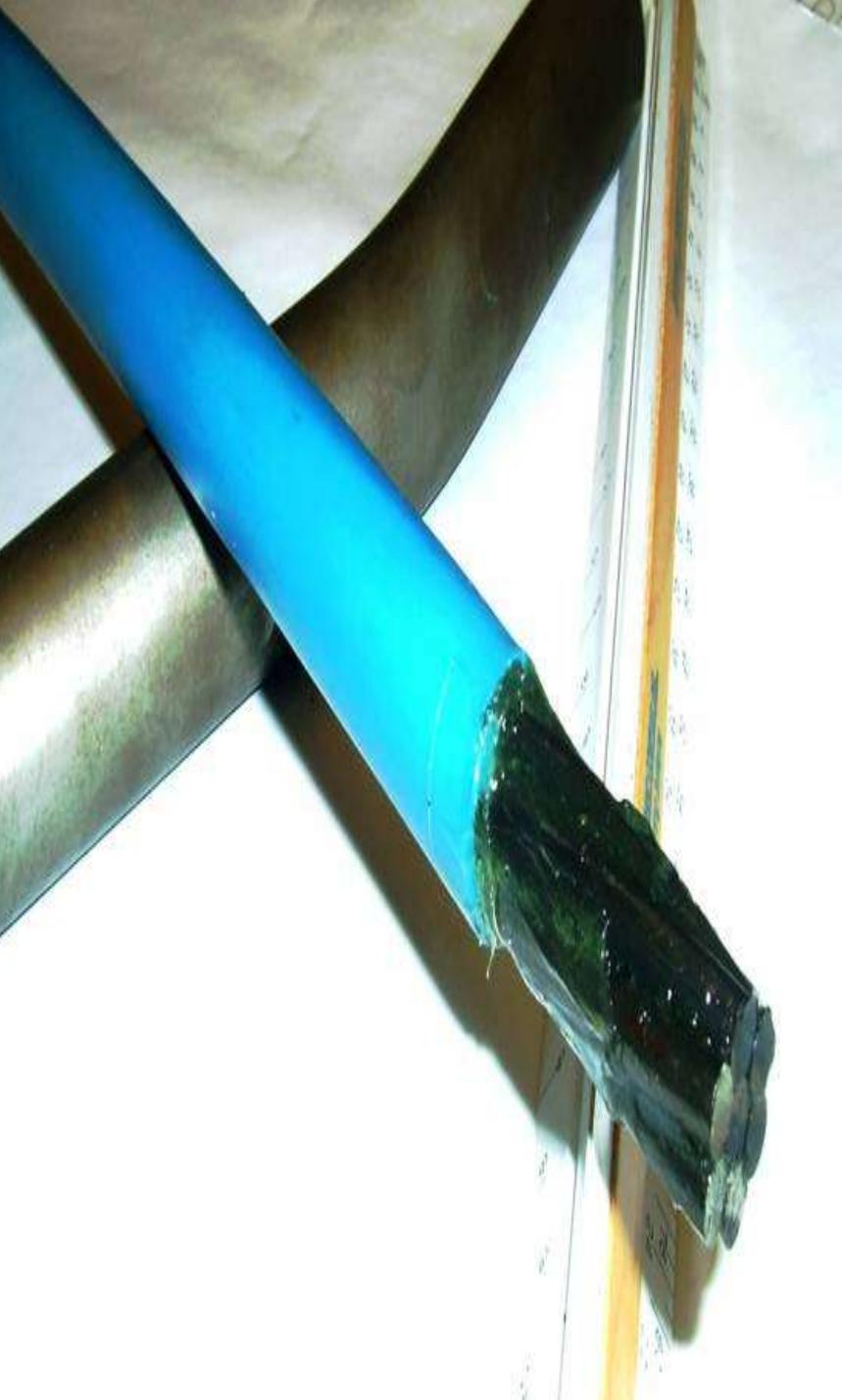
- Sus características se presentan en la siguiente tabla:

Tamaño	Diámetro nominal del torón (mm)	Carga inicial (N y kgf)	Carga mínima para alargamiento (N y kgf)
Grado 176			
1/4	6.35	4000 (410)	34000 (3470)
5/16	7.94	6500 (660)	54700 (5580)
3/8	9.53	8900 (910)	75600 (7710)
7/16	11.11	12000 (1220)	102000 (10430)
1/2	12.70	16000 (1630)	136200 (13880)
0.6	15.24	24000 (2450)	204200 (20820)
Grado 190			
3/8	9.53	10200 (1040)	87100 (8870)
7/16	11.11	13800 (1410)	117200 (11950)
1/2	12.70	18400 (1870)	156100 (15920)
0.6	15.24	26100(2660)	221000 (22390)

- Además de los torones de 7 alambres se pueden usar otros con mas alambres, como los que se muestran en la siguiente tabla junto con el diámetro del ducto que se le colocara en la construcción.

<i>Denominación</i>	<i>Capacidad (t)</i>	<i>Tejo</i>	<i>Ducto (mm)</i>
Alambre 7 mm	36	8 ϕ 7 mm	39
Alambre 7 mm	54	12 ϕ 7 mm	42
Cable ϕ $\frac{3}{8}$ "	30	4 ϕ $\frac{3}{8}$ "	39
Cable ϕ $\frac{3}{8}$ "	45	6 ϕ $\frac{3}{8}$ "	42
C. trenzado ϕ $\frac{1}{2}$ "	52	4 ϕ $\frac{1}{2}$ "	42
C. trenzado ϕ $\frac{1}{2}$ "	78	6 ϕ $\frac{1}{2}$ "	45
C. trenzado ϕ $\frac{1}{2}$ "	156	12 ϕ $\frac{1}{2}$ "	76





- El alargamiento total del torón bajo carga debe ser como mínimo 3.5% y medirse en una longitud calibrada de 610 mm.





- Su uso va desde... losas



- Vigas



- Hasta grandes elementos



A construction worker wearing a white polo shirt and a white cap is working with rebar on a wooden formwork structure. The worker is holding a rebar and appears to be adjusting or securing it. The background shows a construction site with various materials and equipment. The word "HABILITADO" is overlaid in red text in the center of the image.

HABILITADO

HABILITADO

Se dedicará el tiempo suficiente para planear y ejecutar adecuadamente el habilitado de acero, ya que es indispensable respetar las longitudes de anclaje, los tipos, formas y grados de dobleces, con el menor desperdicio posible.

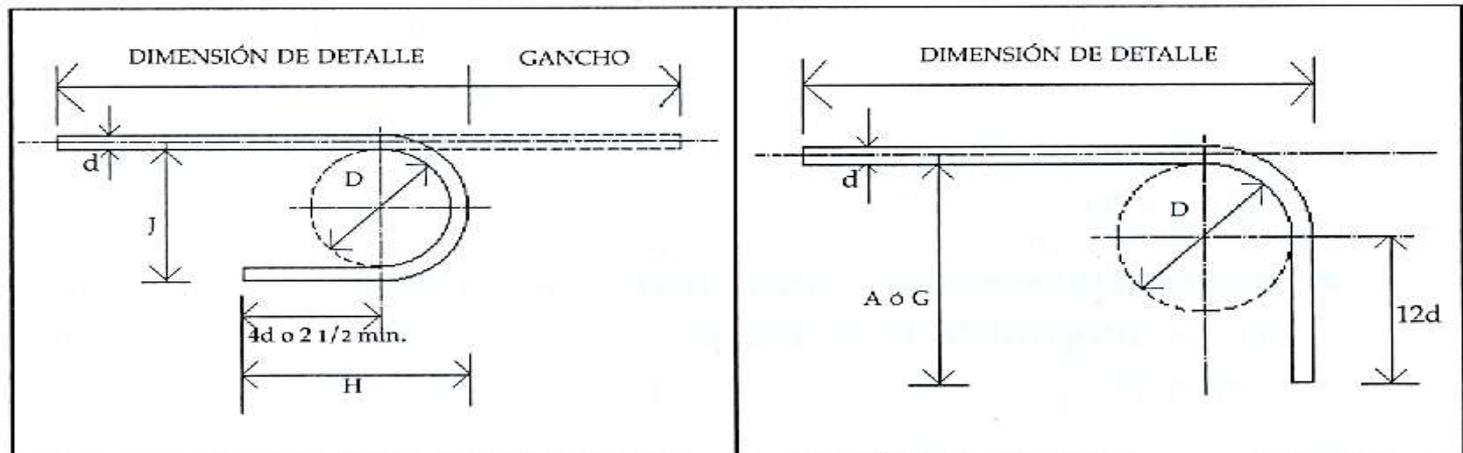
Antes de cortar o doblar los tramos de 12 metros, se realizará el ejercicios de despiece, analizando las dimensiones de las barras para cada elemento estructural, considerando los traslapes, escuadras o ganchos.



REQUISITOS Y RECOMENDACIONES PARA HABILITADO DE DOBLECES

- En la elaboración de bastones a base de acero de refuerzo el gancho del extremo será un dobles semicircular de 180° mas una extensión mínima de 4 veces el diámetro de la varilla, pero no menor a 65 mm.
- La escuadra a base de acero de refuerzo será un dobles perpendicular (90°) al eje longitudinal de la varilla mas una extensión 12 veces el diámetro de la varilla como mínimo y en el extremo libre.
- Para varillas o alambrón que funcionen como estribos, el dobles debe ser a 135° mas una extensión mínima de 6 veces el diámetro de la varilla o alambrón pero no menor de 65 mm.

DIMENSIONES RECOMENDADAS PARA GANCHOS Y ESCUADRAS DE VARILLA CORRUGADA



GANCHOS DE 180°

ESCUADRAS DE 90°

NÚMERO DE VARILLA	cm		cm		cm	
	A o G (pulg)	J (pulg)	A o G (pulg)	J (pulg)	A o G (pulg)	J (pulg)
2.5	13 (5")	6 (2 1/2")	13 (5")	6 (2 1/2")	13 (5")	6 (2 1/2")
3	13 (5")	8 (3")	15 (6")	8 (3")	15 (6")	8 (3")
4	15 (5")	10 (4")	20 (8")	10 (4")	20 (8")	10 (4")
5	18 (7")	13 (5")	26 (10")	13 (5")	26 (10")	13 (5")
6	20 (8")	15 (6")	31 (12")	15 (6")	31 (12")	15 (6")
8	28 (11")	20 (8")	41 (16")	20 (8")	41 (16")	20 (8")
10	43 (17")	32 (12 1/2")	54 (21 1/2")	32 (12 1/2")	54 (21 1/2")	32 (12 1/2")
12	60 (18")	46 (23 3/4")	69 (27")	46 (23 3/4")	69 (27")	46 (23 3/4")

Nota 1. Información obtenida de A.C.I.318.63

Nota 2. Aplicable a varillas grado 42

- ▶ Este trabajo se realiza generalmente sobre el piso o un banco construido en obra con ayuda de una grifa y un tubo.





Dentro de la obra pueden adaptarse otro tipo de [bancos de apoyo](#).



- ▶ Dependiendo de las dimensiones de la obra, puede utilizarse también una maquina dobladora.



[Dobladora](#)

ELABORACION DE ESTRIBOS



Después de habilitar el acero (cortes y dobleces), es necesario armar (unir) cada barra o elemento, con amarres de alambre recocido, tal y como se especifica en el proyecto estructural.



Amarre



También para esta tarea existen artefactos tecnológicos que facilitan el trabajo, aunque su uso no es común.

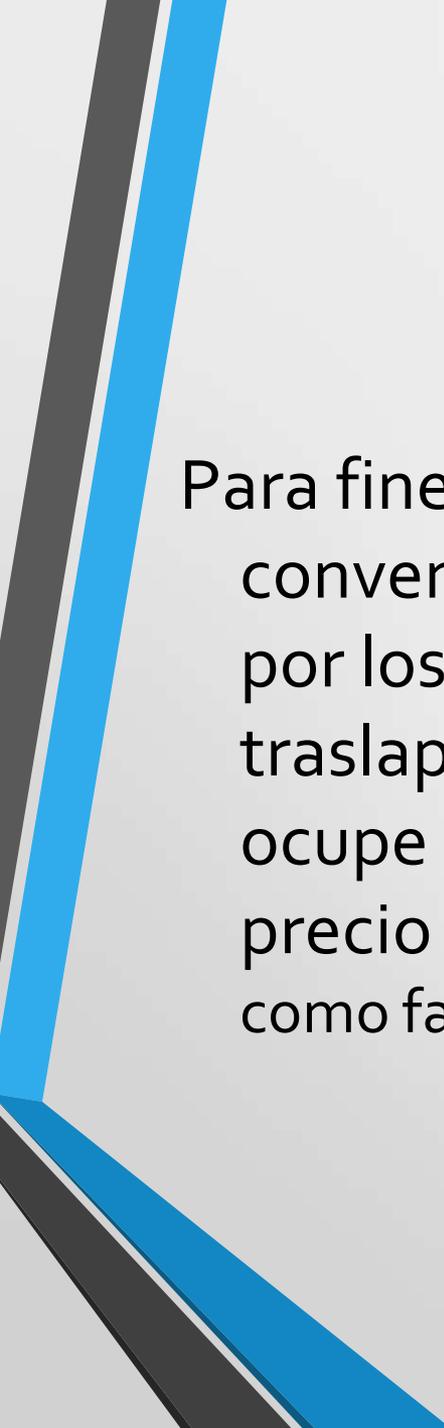


CUANTIFICACIÓN

Se considera la tonelada (ton) como unidad de medición. Se calculara el peso de varillas por unidad de longitud según se especifica en la norma mexicana NMX-C-407 ONNCCE y las dimensiones del proyecto.

Antes de solicitar el pedido de varilla, se realizara la cuantificación detallada para conocer la cantidad de toneladas y los diámetros requeridos para cada etapa de la obra.

Establecer un programa de suministro que contemple la cantidad para: cimentación, muros, losas, etc.; el espacio para almacenar; y los tiempos de entrega.



Para fines de estimación o de cobro, no se considera convencionalmente el peso del acero desperdiciado por los cortes, tampoco el utilizado para los traslapes, ganchos y escuadras. El acero que se ocupe en estas extensiones debe considerarse en el precio unitario. Generalmente se acepta el 7% adicional como factor de desperdicio, traslapes, ganchos y escuadras.

- Antes del colado revisar que el acero:

- ...Se encuentre limpio y libre de grasa

- ...Perfectamente alineado y colocado

- ...Se cumplan los recubrimientos

- ...Calzas suficientes, firmes y bien ubicadas

- ...Los pasos para las instalaciones no provoquen barras y estribos torcidos o desplazados

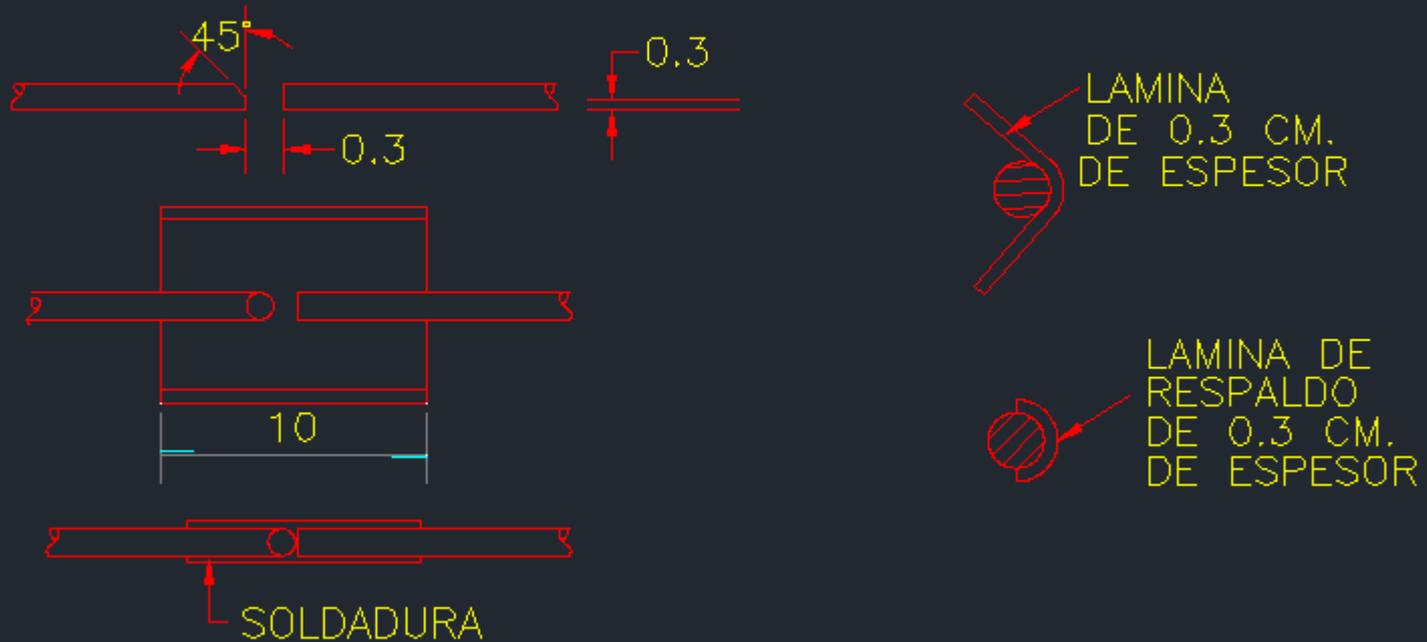
- Durante el colado revisar que:

- ...El acero no se desalinee.

- ...No se abuse del vibrado colocando el cabezal en contacto con el acero

- ...Que las calzas permanezcan en su lugar

NO SE ADMITIRAN TRASLAPES EN VARILLAS # 8
O MAYORES, EN ESTOS CASOS LAS VARILLAS SE
SOLDARAN DE ACUERDO CON EL SIGUIENTE DETALLE.



EL ELECTRODO SERA E-90 DE BAJO CONTENIDO DE HIDROGENO

Indicaciones para el acero en planos estructurales