

Unidad de Aprendizaje N°3:

Procesos y Técnicas de Construcción.

Aprendizajes Esperados

1. Simula proyectos de construcción, de acuerdo a planos y especificaciones técnicas de un proyecto, compartiendo información, conocimientos y experiencias con el equipo.

1. OBJETIVOS.

El objetivo de esta actividad es:

- Cubicar requerimientos de materiales e insumos, necesarios para la confección de armaduras, de acuerdo a planos y especificaciones técnicas.
- Medir y cortar barras de acero de para hormigones, utilizando técnicas y herramientas adecuadas, de acuerdo a planos y especificaciones técnicas.
- Doblar y armar, armaduras de pilares, utilizando técnicas y herramientas adecuadas, de acuerdo a planos y especificaciones técnicas.

2. ANTECEDENTES GENERALES.

CLASIFICACIÓN DE LOS ACEROS (NCh 204 of 2006)

Los aceros que se especifican en esta norma, son barras de acero lisas o con resaltes (con una baja soldabilidad), para la elaboración de barras laminadas en caliente para Hormigón Armado, se clasifican según su grado, el que tiene como forma general de designación AZZZ-YYYYH, donde:

A= Acero

ZZZ= Caracteres numéricos que representan la tensión máxima del acero expresados en MPa (Kgf/m²).

YYY= Caracteres numéricos que representan el límite de fluencia mínimo del acero expresados en MPa (Kgf/m²).

H= Acero para uso en Hormigón Armado.

En Chile se fabrican dos tipos de barras de acero para hormigones.

A440-280H

A630-420H

HORMIGON ARMADO

Se define como hormigón armado al producto formado por el hormigón y las armaduras de fierro. Una estructura de hormigón correctamente diseñada y construida, conforma un sólido muy resistente capaz de soportar grandes esfuerzos. Ambos materiales se complementan de modo que su trabajo conjunto les permite absorber y disipar esfuerzos mecánicos de diversos tipos de formas más efectivas que individualmente. En general se dice que:

- El hormigón resistente a la compresión.
- El acero resiste la tracción.

En realidad el trabajo conjunto de ambos materiales va más allá del intercambio de esfuerzo. Las armaduras o las barras de acero que se colocan como refuerzo del hormigón tienen, entre otros fines: otorgar mayor resistencia a la tracción, corte y torsión; absorber esfuerzos secundarios no considerados en el diseño; conferirle ductilidad al hormigón; controlar el agrietamiento por retracción térmica; confinar el hormigón y hacerlo trabajar en forma monolítica; mejorar la *constructibilidad* de los elementos de hormigón armado.

La unión y trabajo común de los materiales es posible por las siguientes razones básicas: las deformaciones del hormigón y acero son iguales (aproximadamente) en la superficie de contacto entre ambos; la dilatación térmica del hormigón es similar a la del acero; hormigón y acero tienen una buena adherencia, por lo que se logra una efectiva unión entre ellos.

El hormigón protege al acero de la corrosión, siempre y cuando le provea de un pH alto, asegurado por la dosis de cemento mínima establecida en norma, adecuado recubrimiento y esté exento de grietas.

TIPOS DE ARMADURAS O ENFIERRADURAS.

Existen dos tipos de barras de acero que se usan para enfierradura:

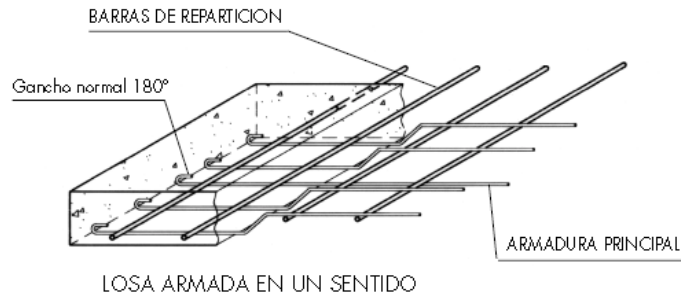
- **Barras lisas:** estas barras se fabrican exclusivamente de 6 mm de diámetro nominal en acero de calidad A440-280H y su entrega se efectúa en rollos.
- **Barras con resaltes:** es aquella barra de sección circular con nervios perpendiculares o inclinados con respecto a su eje. Estas barras se fabrican en dos calidades de acero (A440-280H y A630-420H) y en una amplia variedad de diámetros y largos, entregándose tanto en rollos (e = 8, 10, 12 mm.) cómo en barras rectas (e = 16 a 36 mm.).

La identificación de la calidad y tipo de acero en una barra se realiza mediante marcas sobre relieve en su superficie, lo que permite un fácil manejo y control de éstas. Tales marcas se repiten a lo largo de las barras a una distancia no mayor de 2 m. En general en una obra de construcción es recomendable utilizar la menor cantidad de calidades de acero, para evitar confusiones al momento de la ejecución. Las barras de acero importadas utilizan diferentes nomenclaturas para indicar la calidad de éstas.

Las armaduras según el tipo de trabajo que estén realizando dentro del hormigón se pueden clasificar como:

- a) **Armaduras Principales:** son aquellas que colaboran con la sección de hormigón y cuyas fatigas de trabajo han sido determinadas por el diseño para absorber esfuerzos:
 - Longitudinales: resistentes a tracciones y compresiones.
 - Transversales: resistentes al corte principalmente.
 - Torsionales.
- b) **Armaduras Secundarias:** son aquellas que no han sido consideradas en el diseño de una pieza estructural, sin embargo la experiencia y la investigación ha demostrado que son útiles para un mejor comportamiento del hormigón armado como conjunto. Poseen, entre otras, las siguientes ventajas de uso.
 - Absorben tensiones que no han sido consideradas, confinando y protegiendo al hormigón.
 - Distribuyen las tensiones.
 - Controlan la retracción del hormigón.
 - Coartan el pandeo de las armaduras en compresión.
- c) **Armaduras Auxiliares (de posición o constructivas):** son aquellas que prestan servicio principalmente en la etapa constructiva facilitando el montaje y la permanencia de las

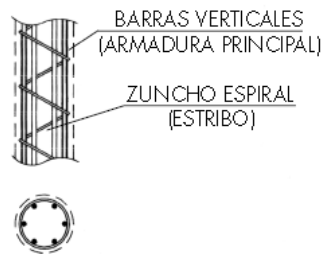
armaduras en su posición correcta durante el hormigonado o prestando servicio durante el montaje (trabas, ganchos, puentes, caballetes, diagonales).



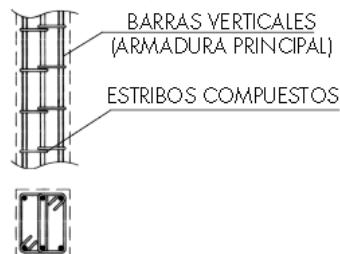
ESTRIBOS CERRADOS



ESTRIBOS ABIERTOS



ZUNCHO EN ESPIRAL



ESTRIBO COMPUESTO

También las armaduras se pueden catalogar según su posición como sigue:

- **Armaduras Longitudinales:** - principales, de montaje, de reparto.
Armaduras transversales: barras dobladas, cercos, estribos, horquillas, zunchos, redes ortogonales.
- **Armaduras de atado:** de nudo, de cosido.

PROCESOS CONSTRUCTIVOS.

En el proceso constructivo se distinguen varias etapas referidas a las armaduras, a las cuales se debe prestar especial atención. Estas son:

- a) Limpieza en el momento de hormigonar: basta que las barras de acero liberen el óxido para perjudicar la adherencia al hormigón. Una película delgada pero firme de óxido, color amarillo café, no es dañina para el acero, gracias a la acción antioxidante del cemento, incluso puede ser ligeramente beneficiosa para la adherencia pero, en caso de que la capa sea mayor, se recomienda eliminarla. Las barras no deben tener otras sustancias que perjudiquen su adherencia como pintura, grasa o aceite.
- b) Estirado: las barras que se reciben en rollos, necesitan ser estiradas previo al corte y doblado.
- c) Corte: las barras se cortan más largas a las medidas específicas, según sea el número de dobleces que deban hacerse. Para el corte de las barras se emplean elementos de acuerdo a su grosor:
 - Para las barras entre 5 y 15 mm. Aproximadamente: se cortan con un corta-barras especial, consistente en una especie de tenazas grandes que accionan un juego de palancas, conocido con el nombre de “Napoleón”. A falta de esta herramienta pueden cortarse, hasta unos 12 mm, con un cincel.
 - Para barras de diámetros de hasta 32 mm. Se usan cizallas o guillotinas, accionadas a mano o con motor. Cuando es necesario cortar muchas barras de longitudes iguales, se instala a cierta distancia de la guillotina una mesa con un tope móvil, que se ajusta cada vez al largo deseado de las barras. Pueden así cortarse varios fierros a la vez, si la guillotina lo permite, sin necesidad de medir uno por uno.
- d) Doblado: el acero se debe doblar según las formas y dimensiones específicas por los proyectistas. Según sea el diámetro de la barra se deberá escoger el diámetro del pivote de doblado para asegurar un radio de giro mínimo. A pesar de ser el acero un material de gran resistencia, no es conveniente doblarlo, enderezarlo, torcerlo de nuevo y calentarlo, sin seguir algunas recomendaciones especiales, particularmente a medida que aumenta su diámetro. En general, en todos los trabajos de doblado, es necesario observar la parte exterior traccionada de la barra, donde no deben aparecer grietas, por pequeñas que sean.

- e) **Ensamblado:** el ensamblado de la enfierradura consiste en colocar cada barra en su posición correcta, fijando y atando los nudos, con alambre, para evitar el cambio de posición de las mismas. Si las armaduras son de acero soldable, pueden soldarse en vez de atarse, con lo que se mejora la rigidez del conjunto. Cuando el conjunto de barras atadas no tiene rigidez suficiente se deben emplear armaduras secundarias auxiliares.
- f) **Amarras de Alambre:** las amarras entre las barras de acero tienen por objeto mantener su posición correcta hasta el momento de hormigonar, sin que influyan en la resistencia misma del conjunto. Normalmente se emplea alambre negro número 18.
- g) **Empalmes:** los extremos de las barras de acero necesitan estar empalmadas correctamente para anclarse debidamente y asegurar un buen comportamiento a la tracción. Este anclaje se obtiene y refuerza de tres maneras principales:
- Por medio de ganchos semicirculares para barras lisas.
 - Por medio de dobleces a 90 grados.
 - Por simple aumento de la longitud de traslape de la barra. La longitud del anclaje de las armaduras, sin considerar los ganchos, se debe calcular o usar lo recomendado por las normas. Una regla general es considerar 40 veces el diámetro de la barra, pero experimenta variaciones según la calidad y resistencia del hormigón.
 - Son uniones solapadas y su instalación va variado según los planos de enfierradura.
- h) **Estribos:** los estribos tienen por finalidad fundamental resistir los esfuerzos de corte del elemento, además de fijar las armaduras en su posición definitiva, los hay en modalidad individual y continua. En caso de pilares es bastante recomendable el estribo continuo, que va avanzando por el pilar en forma de hélice, sin cortarse y se usa con más frecuencia en pilares cilíndricos y en los casos en que el cálculo aconseja ponerlos muy próximos (se le da el nombre de zuncho, reconociéndose como pilar zunchado, al pilar armado de esa manera). Los estribos van posicionados de forma transversal a las barras y su ubicación va desde 20 cm en adelante o según especificaciones del proyecto. Su principal función es amarrar las barras de acero.
- i) **Separadores:** es imprescindible mantener la distancia prevista entre las armaduras y las paredes del encofrado con el fin de proveer de una protección mínima de hormigón para las armaduras y por sobre todo asegurar el correcto posicionamiento de la armadura en la sección del elemento. Se utilizan desde calugas de cemento con alambres para atarlas a las armaduras, hasta formas metálicas y plásticas especiales. Su instalación es de antes de hormigonar.

- Para la completa ejecución e instalación de barras de acero para el hormigón armado, ese necesario contemplar a Enfierradores calificados para realizar estos tipos de trabajo de enfierradura y en algún caso es necesario contemplar ayudantes de Enfierradores.

AMARRAS.

Las amarras para fijar los empalmes traslapados y los estribos a las barras, son realizadas habitualmente en las obras en nuestro país, mediante alambre o el uso de amarras prefabricadas.

AMARRAS CON ALAMBRE.

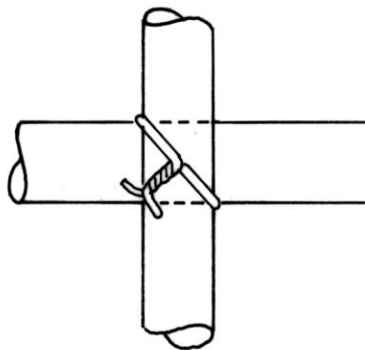
Generalmente, se usa alambre negro recocido Nº 16 o Nº 18 para amarrar las barras, el cual tiene un rendimiento aproximado de 59 y 104 m/kg respectivamente y que se suministra en rollos de 25 a 30 kg de peso.

El alambre necesario por tonelada de armadura es 18 kg para el Nº16 y de 11 kg para el Nº 18, incluidas las pérdidas.

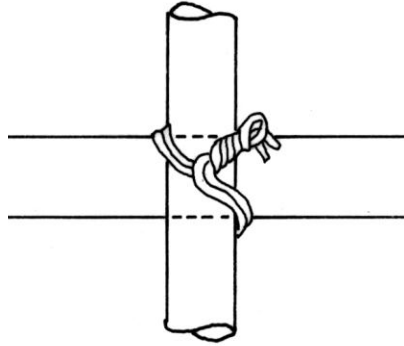
El maestro Enfierrador que arma e instala podrá transportar el alambre de diferentes formas; las más recomendadas son las siguientes: cruzar sobre el hombro un rollo aproximado de 3 a 4 kg, llevar bobinas de 1 a 2 kg sujetas al cinturón o trozos de alambre, previamente cortados, de 25 cm de largo y doblados en el cinturón.

TIPOS DE AMARRAS.

1. Amarra rápida: Consiste en hacer pasar el alambre en diagonal alrededor de las dos barras, con las dos puntas hacia arriba, para posteriormente, retorcerlas con el alicate hasta que queden apretadas, cortando las puntas sobrantes o doblándolas hacia adentro. Este tipo de amarra es la más usual en losas y parrillas de fundación.

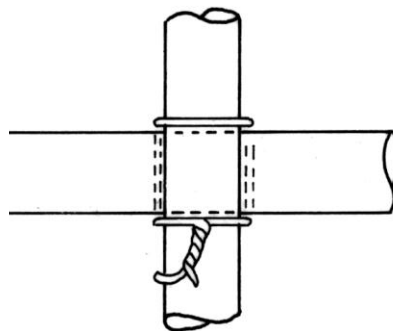


2. Amarra simple con doble alambre: Es una versión igual a la anterior, pero, en este caso, el alambre es puesto doble con el objeto de soportar barras más pesadas.

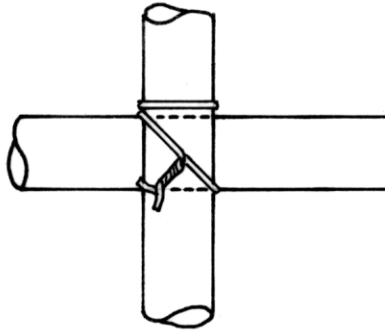


3. Amarra envolvente: Es una clase de amarra muy efectiva, pero relativamente complicada, aunque no ejerce el mismo efecto de torsión en las barras cruzadas; a veces, es usada en vigas con puentes.

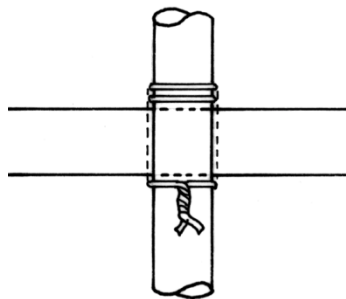
En este tipo de amarra, el alambre se pasa alrededor de la mitad de una de las barras, haciendo una envoltura de media vuelta por cualquier lado para luego llevar ambos extremos por sobre la otra barra, sacándolos hacia adelante y abrazando la primera barra, donde las puntas son retorcidas y cortados los excedentes.



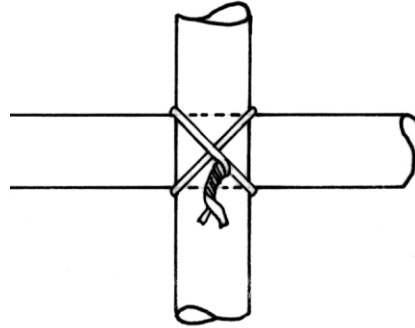
4. Amarra para muros: Es una amarra en la cual se pasa el alambre alrededor de la barra vertical de la malla, dándole una y media vuelta, pasándolo diagonalmente alrededor de la intersección y retorciendo ambos extremos juntos, hasta que la unión quede firme y cortando los extremos excedentes.



5. Amarra retorcida: Es una variedad de la amarra envolvente, pero más firme y es usada, habitualmente, en parrillas o enrejados pesados que tienen que ser levantadas con grúa o pluma. En este caso, al alambre se le hace dar una vuelta completa alrededor de una de las barras, procediendo en seguida, tal como para la amarra envolvente y pasando sobre la otra barra, ya sea en forma paralela o en diagonal y retorciendo ambos extremos sobre la primera barra.



6. Amarra cruzada: Esta amarra, con forma de 8, tiene la ventaja de causar poca o nada de torsión en las barras.



CANTIDAD DE AMARRAS.

La cantidad recomendada de amarras según el tipo de elemento la podemos sintetizar como sigue.

a) Para armaduras de losas sencillas armadas en obra:

- A lo menos en tres puntos de cada barra.
- Las suficientes para que las barras no se desplacen con el vibrado del hormigón.
- En todas las intersecciones del perímetro exterior.
- A distancias de 1,5 a 1,8 m para barras de diámetro ≤ 16 mm y de 2,4 a 3,0 m para barras ≥ 18 mm.

b) Para armaduras de muros armados en obra:

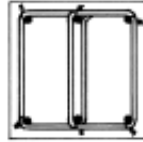
- A lo menos en tres puntos por cada 2,5 m de largo de barra.
- Las suficientes para que las barras no se desplacen con el vibrado del hormigón.
- Cada 3ra o 4ta intersección.
- A distancias de 0,9 a 1,2 m para barras de diámetro ≤ 16 mm y de 1,2 a 1,5 m para barras ≥ 18 mm.

c) En las parrillas de fundaciones, generalmente, las amarras se hacen antes de la instalación en la excavación y lo recomendable es que se hagan cada 2 o 3 intersecciones interiores y en todos los cruces del perímetro exterior.

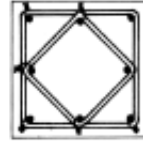
d) En vigas, pilares o columnas dependerá del número de barras y estribos que formen una sección transversal.



4 Barras
4 Amarradas



6 Barras
6 Amarradas



8 Barras
6 Amarradas

3. DESARROLLO

Basado en plano de fundaciones y especificaciones técnicas, desarrollar las siguientes actividades.

- Cubicar la cantidad de barras de acero para hormigones, necesarias para la ejecución de las armaduras de los pilares, de la vivienda identificada en el plano.
- Medir, doblar y cortar barras de acero para la confección de armaduras de pilares de la vivienda.
- Armar las armaduras de un pilar P1, un Pilar P2, y un Pilar P3, de la vivienda identificada de acuerdo a planos y especificaciones técnicas.

Ejecución de las actividades de preparación, corte y doblado de barras.

- Desenrollar el acero suministrado en rollos para obtener barras rectas, mediante sistema manual tradicional o mecánico.
- Retirar aceites, grasas, barro, costras, escamas y herrumbre suelta adherida al acero.
- Realizar el corte de las barras en frío.
- Emplear napoleones para el corte de barras de 6 a 10 m y guillotinas para las de mayor diámetro.
- Realizar el doblado de las barras en frío.
- No realiza los dobles por los resaltes.
- Realizar el doblado en bancos con machinas y grifas o tubos de acuerdo al diámetro de la barra.
- Considerar el diámetro mínimo de doblado de las barras.
- Realizar la inspección visual de las barras de acuerdo a planos y especificaciones técnicas.

4. INSUMOS

Materiales.	Unidad.	Cantidad.	# Alumnos.
Barra de acero 10 mm (6m)	U	13	20
Barra de acero 8 mm (6m)	U	6	20
Barra de acero de 6 mm (6 m)	U	22	20
Alambre negro # 18	Kg	2	20
Separadores de acero 2 cm	U	100	20

5. BIBLIOGRAFÍA.

- Solminhact, Hernán Thenouxz, Guillermo Procesos y Técnicas de Construcción, Santiago, ediciones Universidad Católica de Chile, 1998.
- Heinrich Schmitt; Andreas Heene, Tratado de Construcción, Gustavo Gili, 2002
- Guzmán, Euclides, Curso Elemental de Edificación, Curso de Construcción General. Santiago, Facultad de Arquitectura de la Universidad de Chile, 1996.
- Gerdau Aza, Manual de Armaduras de Refuerzo para Hormigón, Gerdau Aza, Julio 2008.

5.

Equipos.	Unidad.	Cantidad.
Set de planos	U	20
Escalímetro.	U	20
Napoleones de 30'' y Cortafríos.	U	5
Combos de 6 y 10 libras y Martillos de peña.	U	5
Metro Enfierrador.	U	20
Huinchas de lona de 20 m y metálicas de 5 y 7 m.	U	20
Panes de tiza de diferentes colores y guaípe o paños para la limpieza del acero.	U	5
Grifas y trozos de tubos de acero de 1/2'', 3/4'', 1'' y 1 1/2'' para el doblado de las barras.	U	5
Bancos de corte con reglas incorporadas y graduadas de 1 en 1 cm.	U	5
Bancos de doblado con perforaciones y polines de diámetro y resistencia adecuada.	U	5
Overol de mezclilla o ropa adecuada de trabajo.	U	20
Zapatos de seguridad con punta de acero y guantes de cuero descarné.	U	20

EQUIPAMIENTO

Protectores faciales y para la vista.	U	20
---------------------------------------	---	----

6. ANEXO.



Taller
10.Enfierradura.dwg