

ENFIERRADURAS ASPECTOS TEÓRICOS

- **Barra** es un elemento en que predomina la longitud, con forma seccional maciza definida, que puede ser redonda, cuadrada, rectangular, oval o de diseño específico. La NCh 204 of 67 clasifica las barras

Las barras de sección redonda tienen particular importancia por su masiva aplicación en sistemas constructivos de hormigón armado y variedades de ferrocemento. A este respecto, existen barras lisas, barras estriadas o con resalte, y barras reviradas (sometidas a un proceso de pre-tracción por torsión). El acero revirado en frío mejora el límite elástico (no soldable ni templable) NCh 205 Of. 68. También es característico de las barras redondas su convencional cubicación por peso y no por longitud. Los diámetros menores permiten su reducción a rollos, mientras que aquellos diámetros que no lo permiten, generalmente se comercializan en tiras de un largo referencial en 6 [m] (sin perjuicio de la posibilidad anexa de largos especiales).

Se adjunta tabla de pesos, usos y formas del hierro redondo en sus diámetros más habituales :

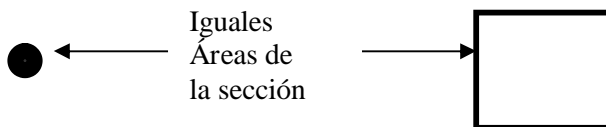
Pulgadas	Milímetros	Resalte	Peso[m ²] por metro lineal	Uso	Forma
	4	No		Alambrón	Rollo
¼	6	No	0,22	Estribos	Rollo
	8	Si	0,40	Armadura	Rollo y barra
³ / ₈	10	Si	0,60	Armadura	Rollo y barra
½	12	Si	0,90	Armadura	Rollo y barra
	16	Si	1,60	Armadura	Barra
	18	Si	2,00	Armadura	Barra
	20	Si	2,50	Armadura	Barra
	22	Si	3,00	Armadura	Barra
1	25	Si	4,20	Armadura	Barra
	28	Si	4,85	Armadura	Barra
	32	Si	6,30	Armadura	Barra

• PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ACERO

Además de su composición química como aleación, son factores para estas propiedades:

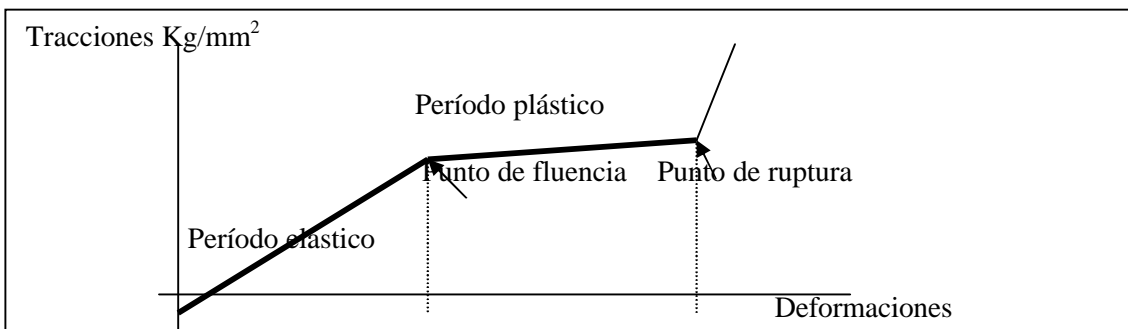
- Su rango de temperatura de trabajo.
- Los tratamientos térmicos a que haya sido sometido, que influyen en la ordenación molecular.
- Aspectos de diseño en cuanto a la forma de aplicar, concentrar y distribuir los tipos de cargas.
- La velocidad de aplicación de la carga.
- La secuencia de aplicación de la carga, que puede conducir a envejecimientos o a fatigas por deformación (fluencia termo-mecánica por sucesivos cambios de esfuerzo).
- La influencia de los procesos anexos, tales como soldaduras, efectos químicos, etc.

En general se considera como índice la **resistencia a la tracción**, por cuanto es la forma más lógica para trabajar por el material. Los valores a la compresión son en teoría los mismos que para la tracción, pero condicionados a la no existencia de pandeo (esto se tiende a controlar mediante el diseño de formas que aumenten el momento de inercia).



Los aceros se designan de acuerdo a una nomenclatura que incluye:

- Su resistencia a la tracción.- Estos valores se expresan en **[Kg/mm²]**, y referidos a sus puntos de ruptura (primera cifra), y fluencia (segunda cifra).



-El uso para el que ha sido formulado.-

- H= Para hormigón armado.
- E= Para estructuras.
- S= De soldabilidad garantizada.

Lista ilustrativa de aceros:

Para hormigón armado

A-37-24-H
 A-44-28-H
 A-56-34-H
 A-63-42-H (no se puede soldar)HHHH

Simbología CAP en barras redondas

H
 HH
 HHH

Para estructuras soldables:

A-37-24-ES
 A-42-27-ES
 A-52-34-ES

- **EL USO DEL ACERO EN ENFIERRADURAS DE HORMIGON ARMADO**

Al respecto se trabaja en base a la distribución lógica del las enfierraduras en las zonas de tracción y a normas específicas. El universo del Curso de Construcción llega hasta el conocimiento de las normas, su verificación en obra, el criterio adquirido en cuanto al tipo de trabajo que está cumpliendo una enfierradura, el análisis tipológico con su expresión planimétrica y su interpretación constructiva, dejando al Curso de Estructuras todo lo relativo a evaluación de un planteamiento estructural, dimensionamiento, diseño cálculo con sus principios, leyes y teorías.

- **Hormigón armado.**- Es un material constituido por hormigón y acero (enfierraduras), adecuadamente combinados, en que el primero aporta las cualidades propias de él, que mecánicamente se traducen fundamentalmente en la resistencia a la compresión, y el segundo incorpora al material el trabajo a la tracción.

- **Relaciones entre hormigón y acero.-**

- **La adherencia** entre ambos es el punto de partida para que cualquier propiedad de uno de los dos se manifieste en el material combinado como un todo. Esto genera la necesidad de prever a nivel de proceso constructivo su logro como pre-requisito básico (máxima superficie o cara de contacto entre ellos, forma, etc).

- **La complementación** de los 2 tipos de esfuerzos ya sea homogéneamente o en forma diferenciada en la masa misma o en la forma que adquiere el elemento de hormigón armado (de acuerdo al tipo de requerimiento mecánico sustentado, e incluso para esfuerzos combinados como flexión o cizalle) es otra de las relaciones importantes. Para ello se repartirá el acero en las zonas que estarán traccionadas, en la cantidad y dirección adecuadas a la magnitud y dirección del esfuerzo respectivo, quedando las zonas a comprimirse con predominancia de hormigón e incluso determinando sectores concentrados como en la losa nervada.

- **La dilatación y contracción térmica.**- Ambos materiales presentan cierto grado de compatibilidad, lo que unido a la adherencia adecuada favorece un comportamiento homogéneo para cierta escala dimensional de temperaturas.

- **La proporción del acero con respecto al total del volumen** del material combinado se expresa en base a una relación que se llama **cuantía**. Todas las relaciones entre propiedades físicas son dependientes de las calidades y cantidades proporcionales entre hormigón y acero, que deben ser precisadas por procesos previos de cálculo.

- **La vulnerabilidad del acero frente a fenómenos ambientales** se soluciona con la protección que frente a ellos significa el hormigón, que por lo tanto lo debe cubrir y confinar en forma adecuada.

- **NORMAS GENERALES DE ACERO EN ENFIERRADURAS**

- ♦ **Traslape o empalme de adherencia**

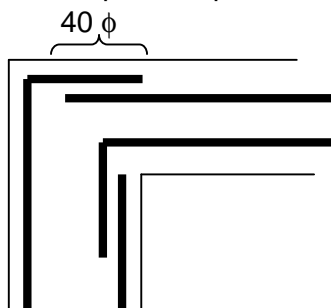
40 ϕ (diámetros) en fierro estriado

50 ϕ (diámetros) en fierro liso (también gancho en los extremos para este caso).

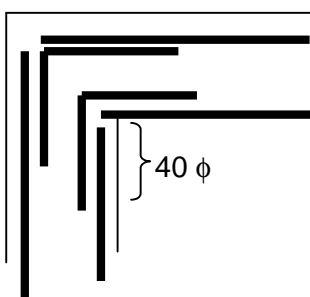
La opción de la soldadura, considerando que esta tipología de acero en barras redondas no es de soldabilidad garantizada (NCh 204), sólo puede factibilizarse por certificación de ensayo oficializada.

Todas las enfierraduras en la construcción deben ir traslapadas entre sí

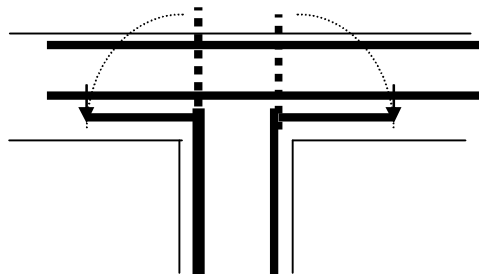
Unión esquina en planta



Escuadras suples cuando no se logra el traslapo directo



Pilar con cadenas



◆ **Recubrimiento como protección contra la corrosión en [cm].-**

	Bajo techo	A intemperie
Losas y suelos nervados	1	2
Vigas, pilares y similares	1,5	2,5
En presencia de aguas corrosivas	4,0	4,0

◆ **Recubrimiento como protección contra el fuego en [cm].-** (Fuente: catálogo CAP)

Período de tiempo a proteger(en minutos)	1/ 2 hora (F-30)		2 horas (F-120)	
Espesor en [cm] de la menor sección	20	30	20	30
Vigas	1,5	1,5	4,5	3,0
Pilares	1,5	1,5	1,5	1,5
Losas para relación ancho/ largo= 1,5	1,0		1,5	
Losas para relación ancho/ largo= 2,0	1,0		4,0	

◆ **Mínima separación entre barras.-**

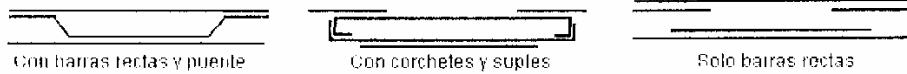
Para diámetros < 2 [cm] : 2 [cm]

Para diámetros > 2 [cm]]: 1 diámetro

• **Criterios de diseño para las barras de enfierraduras.-**

Se distinguen habitualmente tres: En base a puentes, a corchetes, y a barras rectas.

Ver ilustración en página 79



Con barras rectas y puente

Con corchetes y suples

Solo barras rectas

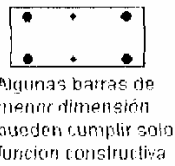
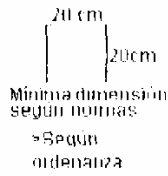


(Ej. de A-44 a A-44)
Reemplazar por
En la misma resistencia
(Ej. de A-56 a A-44)
Reemplazar por
Desde una resistencia mayor a una menor

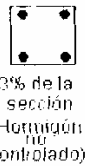
CONDICIONES:

- Respetar máximos y mínimos de **cuantía**
- Respetar mínima **separación** entre barras
- **No aplicable a la inversa:**
Afecta la homogeneidad prevista en las zonas traccionadas.

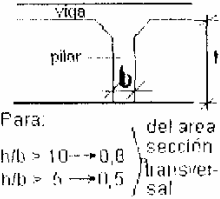
PILARES AISLADOS CORRIENTES



Armadura máxima



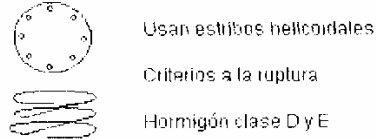
Armadura mínima



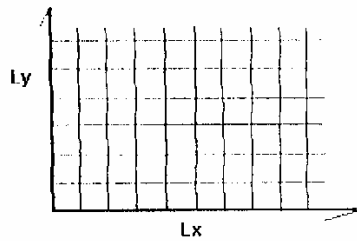
ESTRIBOS



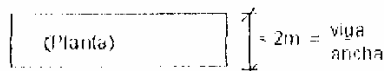
PILARES ZUNCHADOS



LOSAS

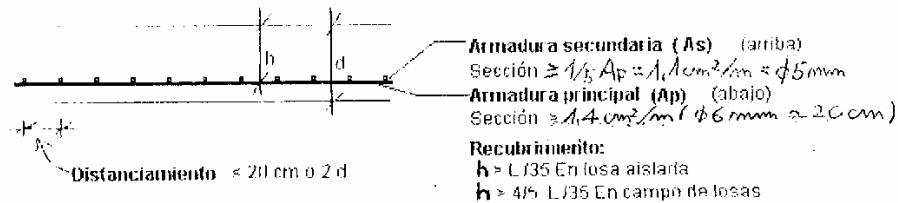


- Simples** $L_y / L_x \geq 2$ (La dirección más corta toma la rigidez)
- Cruzadas** $0,5 L_y / L_x \leq 2$ (Ambos sentidos absorben la rigidez)

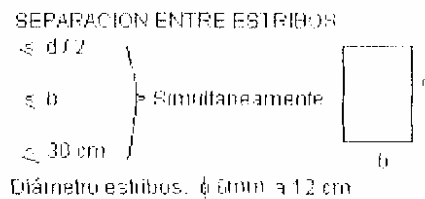
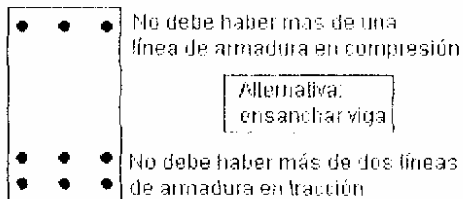
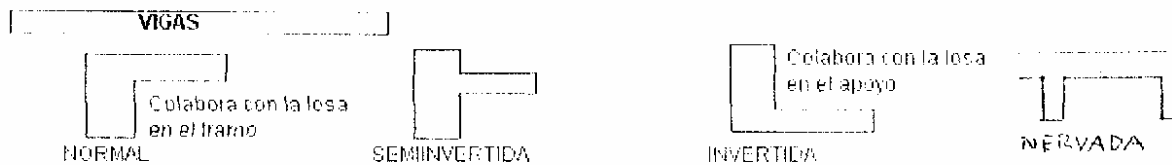


	Campo	de	
	losas		

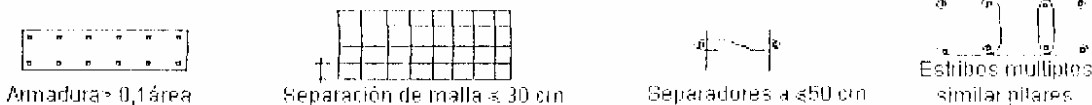
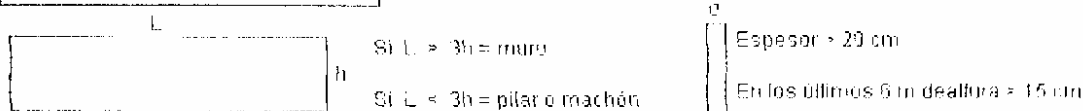
L = Largo o luz de una losa



Espesor: $d = 7cm$ (sin tránsito) y $12 cm$ (con tránsito)



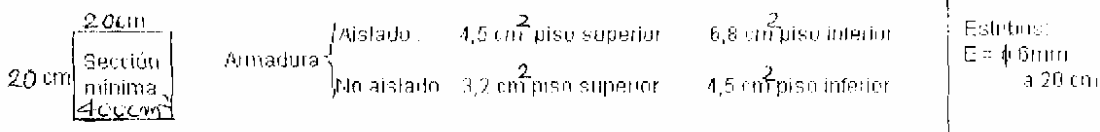
MUROS DE HORMIGON ARMADO



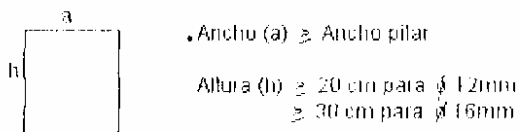
HORMIGON ARMADO EN ALBAÑILERIA CONFINADA

$3,2 \text{ cm}^2 = 4 \phi 10 \text{ mm}$ | $4,5 \text{ cm}^2 = 4 \phi 12 \text{ mm}$ | $6,8 \text{ cm}^2 = 6 \phi 12 \text{ mm}$

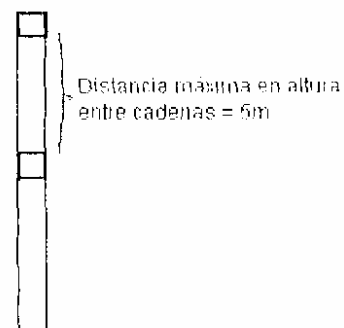
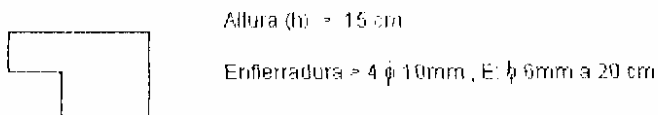
PILARES



CADENAS SIN LOSA

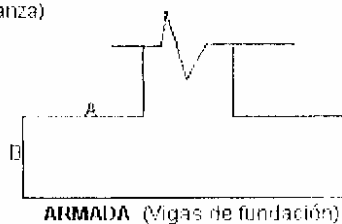
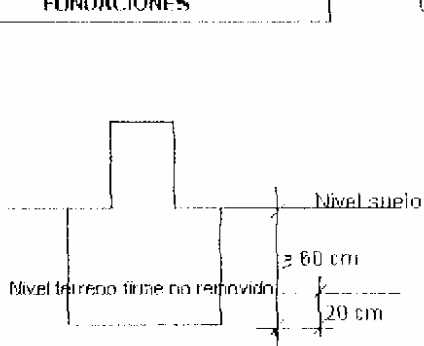


CADENAS CON LOSA



FUNDACIONES

(Según Ordenanza)



- Si $A \leq 1/2 B$
- Si la tensión admisible el terreno $\leq 2,0 \text{ kg/cm}^2$

ARMADURAS EN VIGAS DE FUNDACION:

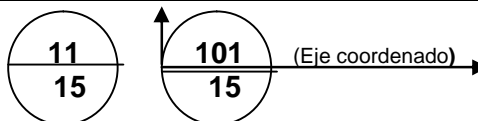
$2,8 \text{ cm}^2$ (1 piso) $5,0 \text{ cm}^2$ (2 pisos)

- **Normas específicas para tipologías de elementos constructivos.-**

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones de Chile, se pronuncia, para casos genéricos de pilares, losas, vigas, muros y fundaciones, entre otros.

EXPRESION PLANIMETRICA DE LAS ENFIERRADURAS.-

- ♦ **Nomenclatura resumida de losas**



Existiendo diversas variantes de nomenclatura, en general se indica en la mitad superior del círculo, con el 1^{er} número el piso o nivel a que corresponde la losa y con el 2^o número (o 3^{er} número según el caso) cuál losa es específicamente dentro del ya individualizado piso. En la mitad inferior se indica, por su parte el espesor de la losa en cm. Pueden incluirse referencias si hay ejes coordenadas incluidos acerca del tipo de fierro en cada dirección.

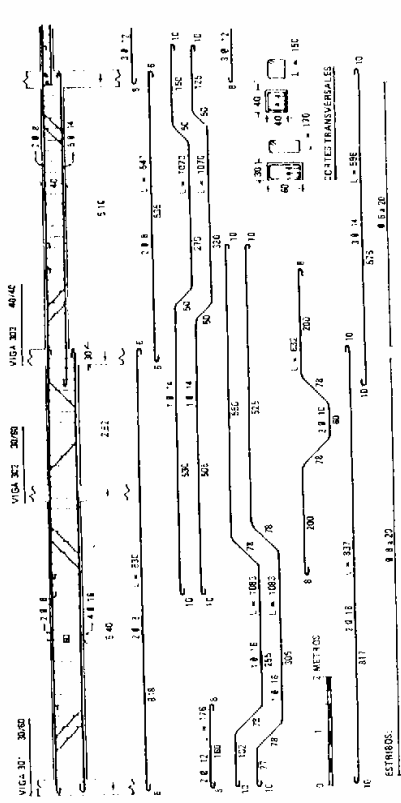
Para todos los elementos especificados en la planta la **enfierradura es dimensionada en [mm]**, y **las distancias en [cm]**.

Eventualmente **puede aparecer la simbología SS** indicando suples en zonas de apoyo donde se invierte el esfuerzo de tracción (igual criterio de nomenclatura que el anteriormente definido, pero aparece escrito perpendicular al sentido de los suples).

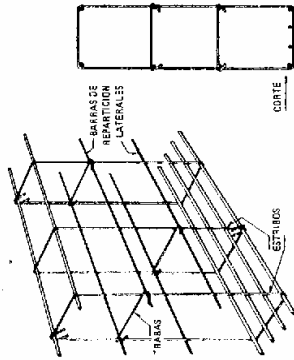
Todos los tipos de elementos que se expresaron abatidos en la planta, se dibujan además también en elevación, pudiendo identificarse con una clave de numeración. En el ejemplo ilustrado en la página 87 se está usando el sistema de puentes. Las dimensiones de cada tramo o dobléz van indicadas, en dichos destacados.

Para la numeración de los tipos de enfierraduras diseñadas, cuando se usa clave, los 2 primeros números indican su diámetro de espesor en mm, y los dos últimos indican la numeración específica de la tipología de fierro por su forma y dimensión, el cual puede de esta forma ser identificado en un cuadro resumen. Por ejemplo: 0801 sería el primer tipo de fierro de 8 [mm], y 1004 sería el cuarto tipo de fierro de 10 [mm].

Fuente: Curso de Construcción Prof. Euclides Guzman

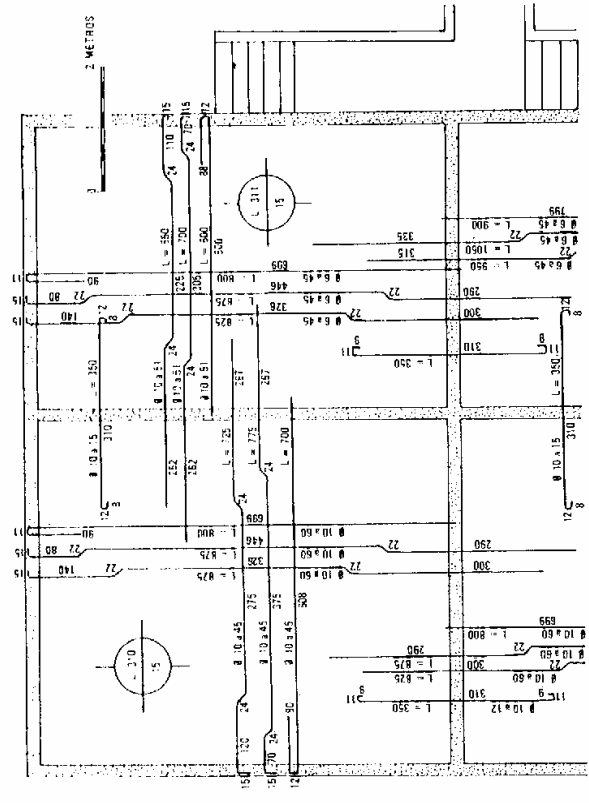


Detalle de tres vigas continuas de hormigón armado, dibujo que es un complemento del plano de planta de una estructura. Ambas se muestra un corte longitudinal (a lo largo) de las vigas, con los resúmenes de su armadura y la posición de los apoyos. Abajo, a la derecha, hay dos cortes transversales, mostrando el desarrollo de los estribos. En el resto se observa el despliegue de la armadura, barra por barra, dibujadas siempre frente al corte principal, con los datos que interesan al enfierrador. En la primera barra leemos, 2 ϕ 8, L = 8,30. Significa que la viga 301 lleva dos barras iguales a esa, de 8 mm de diámetro, de un largo total de 8,30 cm. La dirección de los ganchos nos indica que van en la parte superior de la viga. El resto de los números 6, 8, 18 y 6, son las longitudes parciales en cm, que debe marcar el enfierrador, para proceder a doblar las barras. En los redondos doblados o puentes se repiten estos mismos datos, agregando la altura del elemento. Al pie de la figura se indica a veces, como en este caso, un resumen de los estribos.

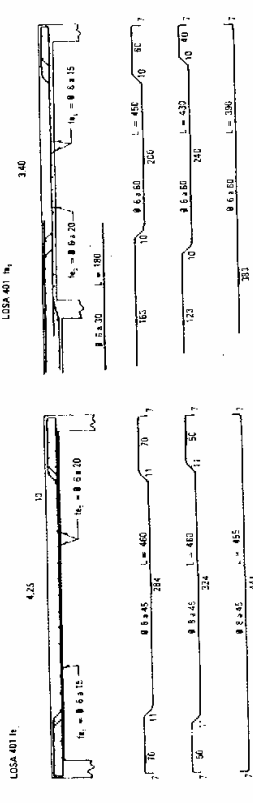


En vigas altas se agregan barras de reparación lateral, en dirección horizontal, por lo común en acero de 6 mm de diámetro. Deben estar unidas transversalmente por trabs del mismo material.

VIGA



Una manera diferente de representar los detalles de losas. Sobre un esquema de la planta del edificio (sin detalles) se dibujan las barras de las losas en el lugar en que irán colocadas, abutadas en 90° para apreciar su forma.



Detalle de una losa cruzada. Son necesarios dos cortes, por tener barras resistentes en las dos direcciones. A la izquierda se detallan las barras principales (fe-1), que se colocan primero sobre el enfierrado, y a la derecha, las secundarias (fe-2), que van sobre las anteriores. Se repiten los mismos símbolos de representación ya vistos, con el detalle en cada tipo de barra. En este caso, los redondos no tienen ganchos, por tratarse de acero con resacas.

LOSAS CRUZADA

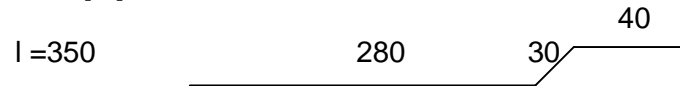
LOSAS SIMPLE

- **Nomenclatura resumida pilares, vigas y cadenas.-**

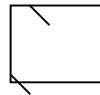
Se dibujan los cortes tipológicamente diferentes que sea necesario, se acotan, y en ellos se indica para cada elemento la cantidad y el diámetro.

Al igual que en el caso anterior, los diámetros son en [mm] y las distancias en [cm]

Ejemplo: $2 \phi 12 \quad l = 350$ indica dos fierros de 12 [mm] de diámetro en la misma línea con un largo total de 350 [cm] o 3,50[m]



- ◆ También se agregan los estribos.



E $\phi 6 \bullet @ 15$ significa : estribos, fierros de 6[mm] a 15 [cm]

- ◆ El listado o cuadro resumen de acuerdo a los antecedentes elaborados identifica las tipologías de fierros, diferenciadas por su diseño y por su largo, y se da el total de c/u en longitud y peso en [Kg]. Ejemplo:

Tipo de fierro	Cantidad	Largo unitario [cm]	Largo total [m]	[Kg] por cada [m]	Peso[Kg]
1201	20	350	70m	0,9	63
1001	30	500	150m	0,6	90
1002	30	400	120 m	0,6	72
Total					205