
Oficina Técnica I.

Conceptos básicos para el seguimiento de la asignatura

Pedro Sarró. Febrero 2005

BIBLIOGRAFÍA

- P. Jiménez Montoya. (2000), A. García Messeguer, F. Morán Cabré. Hormigón Armado. 14ª ed. Barcelona. Editorial Gustavo Gili.
- J. Calavera. (1993). Manual de detalles constructivos en obras de hormigón armado. Madrid: INTEMAC.
- Prontuario ENSIDESA, tomos I, II* y II**. Empresa Nacional Siderúrgica S.A. 1991.
- Neufert. (1995). Arte de proyectar en la arquitectura. Editorial Gustavo Gili,. 14ª edición.
- Baud, Gerard. (1994). Tecnología de la construcción. Editorial Blume.
- J. Calavera. (2001). Muros de contención y muros de sótano. 3ª Edición. Madrid: INTEMAC
- J. Calavera. (2000). Cálculo de estructuras de cimentación. 4ª Edición. Madrid: INTEMAC
- Normativas:
 - NBE-AE-88
 - NBE-FL-90
 - NBE-EF-96
 - NBE-EA-95
 - EHE
 - EFHE
- Apuntes de Oficina Técnica. EUPB. Recopilados y redactados por los profesores de la asignatura

IDEAS BÁSICAS

EL PROYECTO DE EJECUCIÓN

Consta de unos documentos de que son necesarios para:

Tramites administrativos

Permiso de obras

Cédulas de habitabilidad

Alta en suministros.....

Contratación del seguro decenal

Seguimiento OCT

Redacción por parte del promotor del Plan de Seguridad

Base documental para el coordinador de seguridad de la obra

Ejecución de la obra (ejecución material)

Estos documentos son:

Memoria

Descriptiva

Constructiva

Bases de calculo

Normativa

Hojas técnicas

Fontanería

Electricidad

Condiciones termicas

Condiciones acusticas

Estudio (básico) de seguridad y salud

Mediciones y presupuesto

Control de calidad

Documentación Gráfica (Planos de obra)

EL PLANO DE OBRA

El plano de obra es un documento gráfico que contiene toda la información necesaria para poder ejecutar correctamente una parte o la totalidad de una obra. Hay dos aspectos fundamentales a destacar, el contenido y la forma; los dos importantísimos, ya que de ellos depende el éxito en la ejecución.

CONTENIDO DEL PLANO DE OBRA

El contenido es la información que transmite el plano, esta información es la representación gráfica de una idea, de una forma concreta de construir determinado elemento de obra, de unos detalles constructivos o el plano que plasma el resultado de cálculos.

La información que proporciona el plano, es el resultado de los conocimientos teóricos y prácticos del técnico que los plasma en el papel.

FORMA DEL PLANO DE OBRA

La forma del plano es “de qué manera transmitimos la información” todos tenemos un lenguaje gráfico adquirido, con una serie de convencionalismos, de tal forma que cualquier persona vinculada al hecho constructivo puede leer un dibujo grafiado por nosotros, gracias a que todos conocemos este lenguaje.

Para dar forma a un plano de obra atenderemos a los siguientes criterios:

- 1) Estructura geométrica
- 2) Variables gráficas
- 3) Escala
- 4) Literalidad

ESTRUCTURA GEOMÉTRICA

Es el conjunto de sistemas de representación que estemos utilizando, en general para planos de obra se utiliza el sistema diédrico, dibujando plantas alzados y secciones, en ocasiones se recurre al sistema axonométrico y rara vez al sistema cónico.

VARIABLES GRÁFICAS

Es el conjunto de elementos que usamos para entendernos con el lenguaje gráfico, podríamos decir que es el abecedario del dibujo. Algunas de las variables son:

Líneas: cada línea tiene un valor en función de su grueso y su forma

Texturas: representan materiales o sombras

Color: nos informan de determinadas cualidades de elementos constructivos. En planos de obra el color no es muy utilizado.

Escala: es la relación entre el tamaño del objeto en la realidad y el tamaño del dibujo. Cada escala tiene su función de representación gráfica, cuanto menor sea la escala con más detalle se debe dibujar el objeto. Las escalas más comunes son:

1/200, 1/100, 1/50 para planos generales de plantas, secciones, alzados.

1/20, 1/10 para planos de detalles generales

1/5 para planos de detalles concretos o con cierta complejidad

1/1 para realizar plantillas o detalles especiales

Simbología: dibujos esquemáticos que representan determinados elementos de la obra.

Debemos tener muy en consideración las técnicas de dibujo finales (Cad, plumillas, lápiz...)

LITERALIDAD

En todo plano de obra hay una parte literal que completa el lenguaje gráfico y da información sobre el carácter del proyecto. Las partes literales del plano deben ser realizadas con letras claras de un tamaño suficiente para su correcta lectura pero proporcionado al tamaño del plano. Las partes literales de un plano suelen ser: el cajetín o carátula, las cotas, la leyenda y los títulos de los dibujos. Pueden aparecer otras como cuadros con datos, anotaciones aclaratorias, referencias a otros planos o partes del proyecto y mención de normativas.

DETALLE CONSTRUCTIVO:

Entre muchas de las definiciones que podríamos dar, diremos que un detalle constructivo es la concreción gráfica de la solución a un problema de construcción, ampliando la información de aquellos puntos que pueden ser conflictivos.

Definiremos la utilidad del detalle constructivo en tres aspectos:

- 1) En la fase de proyecto
- 2) En la fase de ejecución material de la obra
- 3) En fases posteriores al término de la obra

1.- En la fase de proyecto, el detalle constructivo es el dibujo que nos va aclarando que aquello que hemos diseñado, se puede hacer con todas las exigencias de funcionalidad, seguridad, durabilidad y economía que nos podemos plantear.

2.- En la fase de ejecución de la obra, la misión del detalle es fundamental. Una colección de detalles bien realizados incluidos en el proyecto de ejecución, genera una correcta coordinación del personal que toma parte en la materialización del elemento constructivo. También resulta un documento muy valioso en el caso de discrepancias o dudas, ya que el detalle constructivo debe explicar con toda claridad, cómo se deben construir diferentes partes de la obra.

3.- Posteriormente al término de la obra, aparece el detalle constructivo como instrumento de divulgación, de análisis o de reflexión sobre problemas que hayan surgido durante la ejecución.

Por otro lado y desde el punto de vista analítico, es conveniente el estudio con el tiempo, del comportamiento de las soluciones adoptadas en cuanto a formas y materiales aplicados.

Hablando desde el punto de vista gráfico estudiaremos a continuación las formas de representación del detalle en función del servicio que no debe hacer:

- 1) El detalle de gabinete
- 2) El detalle en el proyecto de ejecución
- 3) El detalle de análisis

1.- En la fase de trabajo de gabinete, los detalles no ven generalmente la luz pública; es un tipo de dibujo que da información al autor y a sus colaboradores de forma restringida. Es un detalle que padece un proceso que podríamos definir como de repetición. Los dibujos se van modificando en un proceso de ir hacia adelante y hacia atrás tantas veces como sean necesarias, para que los problemas o patologías que en la fase de realización puedan aparecer sean los mínimos asumibles.

2.- Los detalles que forman parte del proyecto de ejecución, son la recopilación de órdenes concretas en aquellos puntos donde se modifican elementos de construcción tradicional, bien se introducen diseños especiales.

Deben ser inteligibles y dirigidos en fondo y forma al industrial que los utilizará.

3.- Finalmente, el detalle como elemento de análisis, debe dar toda la información (que en el punto 2 se debía dirigir a los industriales) más las informaciones de comportamiento a posteriori de su realización (envejecimiento, patologías, etc)

Se pueden atribuir a estos detalles, dos misiones; una, será crear pautas para modificar i rediseñar soluciones que en algún punto han tenido problemas. La otra será puramente didáctica, para conseguir una mejora constante en la calidad de nuestros diseños.

CONCEPTOS IMPRESCINDIBLES DE LA EHE

DURABILIDAD

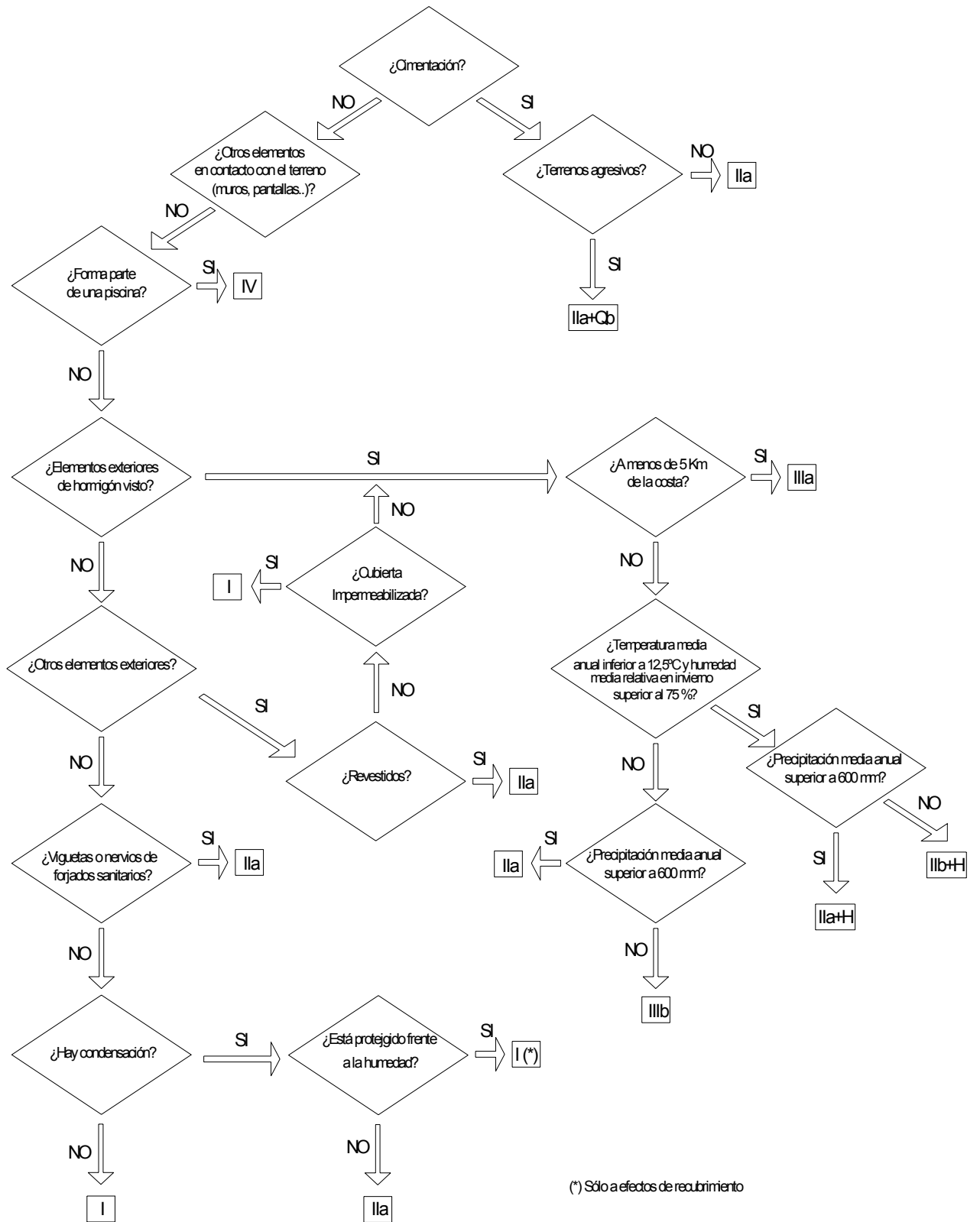
Clases generales de exposición relativas a las armaduras

CLASE GENERAL DE EXPOSICION				DESCRIPCION	EJEMPLOS
CLASE	SUBCLASE	DESIGNACION	TIPO DE PROCESO		
	no agresiva	I	ninguno	interiores de edificios, no sometidos a condensaciones · elementos de hormigón en masa	interiores de edificios, protegidos de la intemperie
Normal	humedad alta	IIa	Corrosión de origen diferente de los cloruros	interiores sometidos a humedades relativas medias altas (>65%) o a condensaciones · exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm · elementos enterrados o sumergidos.	sótanos no ventilados · cimentaciones · tableros y pilas de puentes en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm · elementos de hormigón en cubiertas de edificios
	humedad media	IIb	Corrosión de origen diferente de los cloruros	exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm	construcciones exteriores protegidas de la lluvia · tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm
Marina	aérea	IIIa	corrosión por cloruros	elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar · elementos exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km)	edificaciones en las proximidades de la costa · puentes en las proximidades de la costa · zonas aéreas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral · instalaciones portuarias
	sumergida	IIIb	corrosión por cloruros	elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar	zonas sumergidas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral · cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar
	en zona de mareas	IIIc	corrosión por cloruros	elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de mareas	zonas situadas en el recorrido de marea de diques pantalanés y otras obras de defensa litoral · zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea
	Con cloruros de origen diferente del medio marino	IV	corrosión por cloruros	instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino · superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas	piscinas · pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve · estaciones de tratamiento de agua

Clases generales de exposición relativas a otros procesos de deterioro distintos de la corrosión

CLASE ESPECIFICA DE EXPOSICION				DESCRIPCION	EJEMPLOS
CLASE	SUBCLASE	DESIGNACION	TIPO DE PROCESO		
química agresiva	débil	Qa	ataque químico	elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad lenta (ver tabla 8.2.3.b)	instalaciones industriales, con sustancias débilmente agresivas según tabla 8.2.3.b · construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad débil según tabla 8.2.3.b
	media	Qb	ataque químico	elementos en contacto con agua de mar · elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad media (ver tabla 8.2.3.b)	dolos, bloques y otros elementos para diques · estructuras marinas, en general · instalaciones industriales con sustancias de agresividad media según tabla 8.2.3.b · construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad media según tabla 8.2.3.b · instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales, con sustancias de agresividad media según tabla 8.2.3.b
	fuerte	Qc	ataque químico	elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad rápida (ver tabla 8.2.3.b)	instalaciones industriales, con sustancias de agresividad alta de acuerdo con tabla 8.2.3.b · instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales, con sustancias de agresividad alta de acuerdo con tabla 8.2.3.b
con heladas	sin sales fundentes	H	ataque hielo-deshielo	elementos situados en contacto frecuente con agua, o zonas con humedad relativa media ambiental en invierno superior al 75 %, y que tengan una probabilidad anual superior al 50% de alcanzar al menos una vez temperaturas por debajo de -5°C	construcciones en zonas de alta montaña · estaciones invernales
	con sales fundentes	F	ataque hielo-deshielo	elementos destinados al tráfico de vehículos o peatones en zonas con más de 5 nevadas anuales o con valor medio de la temperatura mínima en los meses de invierno inferior a 0 °C	tableros de puentes o pasarelas en zonas de alta montaña
erosión		E	abrasión cavitación	elementos sometidos a desgaste superficial - elementos de estructuras hidráulicas en los que la cota piezométrica pueda descender por debajo de la presión de vapor del agua	pilas de puente en cauces muy torrenciales · elementos de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral que se encuentren sometidos a fuertes oleajes · pavimentos de hormigón · tuberías de alta presión

DIAGRAMA DE FLUJO PARA DETERMINAR LA CLASE DE EXPOSICIÓN



Máxima relación agua/cemento y mínimo contenido de cemento

Parámetro de dosificación	Tipo de elemento	CLASE DE EXPOSICIÓN												
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
máxima relación a/c	masa	0,65	-	-	-	-	-	-	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50
	armado	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,50	0,50	0,50	0,45	0,55	0,50	0,50
	pretensado	0,60	0,60	0,55	0,50	0,45	0,45	0,45	0,50	0,45	0,45	0,55	0,50	0,50
mínimo contenido de cemento (kg/m ³)	masa	200	-	-	-	-	-	-	275	300	325	275	300	275
	armado	250	275	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300
	pretensado	275	300	300	300	325	350	325	325	350	350	300	325	300

Resistencia mínimas compatibles con los requisitos de durabilidad

Parámetro de dosificación	Tipo de elemento	CLASE DE EXPOSICIÓN												
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
Resistencia Mínima (N/mm ²)	masa	20	-	-	-	-	-	-	30	30	35	30	30	30
	armado	25	25	30	30	30	35	30	30	30	35	30	30	30
	pretensado	25	25	30	30	35	35	35	35	30	35	30	30	30

Recubrimientos mínimos (Tabla 37.2.4)

Resistencia característica del hormigón (N/mm ²)	Tipo de elemento	RECUBRIMIENTO MÍNIMO (mm) SEGUN LA CLASE DE EXPOSICION (**)										
		I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	
25 ≤ f _{ck} < 40	general	20	25	30	35	35	40	35	40	(*)	(*)	
	elementos prefabricados y láminas	15	20	25	30	30	35	30	35	(*)	(*)	
f _{ck} ≥ 40	general	15	20	25	30	30	35	30	35	(*)	(*)	
	elementos prefabricados y láminas	15	20	25	25	25	30	25	30	(*)	(*)	

(*) El proyectista fijará el recubrimiento al objeto de que se garantice adecuadamente la protección de las armaduras frente a la acción agresiva ambiental.

(**) En el caso de clases de exposición H, F ó E, el espesor del recubrimiento no se verá afectado.

- a) Cuando se trata de armaduras principales, el recubrimiento deberá ser igual o superior al diámetro de dicha barra (o diámetro equivalente si se trata de un grupo de barras) y a 0,80 veces el tamaño máximo del árido.
- b) Para cualquier clase de armaduras pasivas (incluso estribos) o armaduras activas pretesas, el recubrimiento no será, en ningún punto, inferior a los valores mínimos recogidos en la tabla 37.2.4 en función de la clase de exposición ambiental. Para garantizar estos valores mínimos, se prescribirá en el proyecto un valor nominal del recubrimiento r_{nom} :

$$r_{nom} = r_{mín} + \Delta_r$$

donde:

r_{nom}	Recubrimiento nominal
$r_{mín}$	Recubrimiento mínimo
Δ_r	Margen de recubrimiento, en función del tipo de elemento y del nivel de control de ejecución.

El recubrimiento nominal es el valor que debe prescribirse en el proyecto y reflejarse en los planos, y que servirá para definir los separadores.

El recubrimiento mínimo es el valor a garantizar en cualquier punto del elemento; su valor se recoge en la tabla 37.2.4.

El margen de recubrimiento es función del *tipo de elemento y del nivel de control de ejecución*, y su valor es:

0 mm en elementos prefabricados con control intenso de ejecución

5 mm en el caso de elementos in situ con nivel intenso de control de ejecución, y

10 mm en el resto de los casos

En el caso de elementos (viguetas o placas) prefabricados en instalación industrial fija, para forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado, el proyectista podrá contar, además del recubrimiento real del hormigón, con el espesor de los revestimientos del forjado que sean compactos e impermeables y tengan carácter de definitivos y permanentes, al objeto de cumplir los requisitos de la tabla 37.2.4. Sin embargo, en estos casos, el recubrimiento real de hormigón no podrá ser nunca inferior a 15 mm.

- c) El recubrimiento de las barras dobladas no será inferior a dos diámetros, medido en dirección perpendicular al plano de la curva.
- d) Cuando por exigencias de cualquier tipo (durabilidad, protección frente a incendios o utilización de grupos de barras), el recubrimiento sea superior a 50 mm, deberá considerarse la posible conveniencia de colocar una malla de reparto en medio del espesor del recubrimiento en la zona de tracción, con una cuantía geométrica del 5 por mil del área del recubrimiento para barras o grupos de barras de diámetro (o diámetro equivalente) igual o inferior a 32 mm, y del 10 por mil para diámetros (o diámetros equivalentes) superiores a 32 mm.

En piezas hormigonadas contra el terreno el recubrimiento mínimo será 70 mm, salvo que se haya preparado el terreno y dispuesto un hormigón de limpieza, en cuyo caso será de aplicación la tabla 37.2.4. No rige en este caso lo previsto en el Apartado d).

HORMIGÓN

Los hormigones se tipificarán de acuerdo con el siguiente formato (lo que deberá reflejarse en los planos de proyecto y en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto):

T- R/C/TM/A

donde:

- T: Indicativo que será HM en el caso de hormigón en masa, HA en el caso de hormigón armado y HP en el de pretensado.
- R: Resistencia característica especificada, en N/mm^2
- C: Letra inicial del tipo de consistencia
- TM: Tamaño máximo del árido en milímetros
- A: Designación del ambiente

En cuanto a la resistencia característica especificada, se recomienda utilizar la siguiente serie:

20, 25, 30, 35, 40, 45, 50

En la cual las cifras indican la resistencia característica especificada del hormigón a compresión a 28 días, expresada en N/mm^2 .

La resistencia de 20 N/mm^2 se limita en su utilización a hormigones en masa.

El hormigón que se prescriba deberá ser tal que, además de la resistencia mecánica, asegure el cumplimiento de los requisitos de durabilidad (contenido mínimo de cemento y relación agua/cemento máxima) correspondientes al ambiente del elemento estructural.

Salvo indicación expresa, las prescripciones y requisitos de la presente Instrucción están avalados por la experimentación para resistencia de hasta 50 N/mm^2 , por lo que para valores superiores a éste, se deberá realizar la adecuación oportuna.

Docilidad de hormigón

Tipo de consistencia	Asiento en cm
Seca	0-2
Plástica	3 - 5
Blanda	6 - 9
Fluida	10-15

Tolerancias para la consistencia del hormigón

Consistencia definida por el usuario		
Tipo de consistencia	Tolerancia en cm	Intervalo resultante
Seca	±0	0-2
Plástica	±1	2-6
Blanda	±1	5-10
Fluida	±2	8-17
Consistencia definida por su asiento		
Asiento en cm	Tolerancia en cm	Intervalo resultante
Entre 0-2	±1	A±1
Entre 3-7	±1	A±1
Entre 8-12	±2	A±2

ARMADURAS

Barras corrugadas

B 400 S En desuso

B 500 S

Ej.: 2Ø16 (Longitud) B 500 S

Características mecánicas mínimas garantizadas de las barras corrugadas

Designación	Clase de acero	Límite elástico f_y en N/mm ² no menor que (1)	Carga unitaria de rotura f_s en N/mm ² no menor que (1)	Alargamiento de rotura en % sobre base de 5 diámetros no menor que	Relación f_s/f_y en ensayo no menor que (2)
B 400 S	Soldable	400	440	14	1,05
B 500 S	Soldable	500	550	12	1,05

(1) Para el cálculo de los valores unitarios se utilizará la sección nominal.

(2) Relación mínima admisible entre la carga unitaria de rotura y el límite elástico obtenido en cada ensayo.

f_{yk} = límite elástico del acero

f_{yd} = resistencia de cálculo del acero

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s};$$

Acero B 400 S sometido a tracción o compresión: $\gamma_s = 1,15$

Acero B 500 S sometido a tracción: $\gamma_s = 1,15$

Acero B 500 S sometido a compresión limitación: $f_{yd \max} = 420 N / mm^2$

Capacidad mecánica de las armaduras (U_s)

Es el producto del área de su sección por la resistencia cálculo, es decir:

$$U_s = A_s \cdot f_{yd}$$

Cuantías geométricas mínimas, en tanto por 1.000, referidas a la sección total de hormigón

Tipo de elemento estructural		Tipo de acero	
		B 400 S	B 500 S
Pilares		4,0	4,0
Losas (*)		2,0	1,8
Vigas (**)		3,3	2,8
Muros (***)	Armadura horizontal	4,0	3,2
	Armadura vertical	1,2	0,9

(*) cuantía mínima de cada una de las armaduras, longitudinal y transversal repartida en las dos caras. Las losas apoyadas sobre el terreno requieren un estudio especial.

(**) cuantía mínima correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.

(***) La cuantía mínima vertical es la correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.

La armadura mínima horizontal deberá repartirse en ambas caras. Para muros vistos por ambas caras debe disponerse el 50% en cada cara. Para muros vistos por una sola cara podrán disponerse hasta 2/3 de la armadura total en la cara vista. En el caso en que se dispongan juntas verticales de contracción a distancias no superiores a 7,5 m, con la armadura horizontal interrumpida, las cuantías geométricas horizontales mínimas pueden reducirse a la mitad.

Secciones barras en mm²

Diámetro mm	NUMERO DE BARRAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	28,27	56,54	84,81	113,08	141,35	169,62	197,89	226,16	254,43	282,70
8	50,26	100,52	150,78	201,04	251,30	301,56	351,82	402,08	452,34	502,60
10	78,54	157,08	235,62	314,16	392,70	471,24	549,78	628,32	706,86	785,40
12	113,09	226,18	339,27	452,36	565,45	678,54	791,63	904,72	1017,81	1130,90
14	153,93	307,86	461,79	615,72	769,65	923,58	1077,51	1231,44	1385,37	1539,30
16	201,06	402,12	603,18	804,24	1005,30	1206,36	1407,42	1608,48	1809,54	2010,60
20	314,16	628,32	942,48	1256,64	1570,80	1884,96	2199,12	2513,28	2827,44	3141,60
25	490,87	981,74	1472,61	1963,48	2454,35	2945,22	3436,09	3926,96	4417,83	4908,70
32	804,24	1608,48	2412,72	3216,96	4021,20	4825,44	5629,68	6433,92	7238,16	8042,40
40	1256,64	2513,28	3769,92	5026,56	6283,20	7539,84	8796,48	10053,12	11309,76	12566,40

Capacidad mecánica en KN según el número de barras acero B 500 S

Diámetro mm	NUMERO DE BARRAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	12,29	24,58	36,87	49,16	61,45	73,74	86,03	98,32	110,61	122,90
8	21,85	43,70	65,55	87,40	109,25	131,10	152,95	174,80	196,65	218,50
10	34,15	68,30	102,45	136,60	170,75	204,90	239,05	273,20	307,35	341,50
12	49,17	98,34	147,51	196,68	245,85	295,02	344,19	393,36	442,53	491,70
14	66,93	133,86	200,79	267,72	334,65	401,58	468,51	535,44	602,37	669,30
16	87,42	174,84	262,26	349,68	437,10	524,52	611,94	699,36	786,78	874,20
20	136,59	273,18	409,77	546,36	682,95	819,54	956,13	1092,72	1229,31	1365,90
25	213,42	426,84	640,26	853,68	1067,10	1280,52	1493,94	1707,36	1920,78	2134,20
32	349,67	699,34	1049,01	1398,68	1748,35	2098,02	2447,69	2797,36	3147,03	3496,70
40	546,36	1092,72	1639,08	2185,44	2731,80	3278,16	3824,52	4370,88	4917,24	5463,60

ESFUERZO CORTANTE QUE ABSORBEN ESTRIBOS DE DOS O CUATRO RAMAS EN KN
Acero B 500 S

S/d	DOS RAMAS			CUATRO RAMAS		
	2 R 6	2 R 8	2 R 10	4 R 6	4 R 8	4 R 10
0,10	203,60	361,90	565,50	407,20	723,80	1131,00
0,15	135,70	241,30	377,00	271,40	482,60	754,00
0,20	101,80	181,00	282,70	203,60	362,00	565,40
0,25	81,40	144,80	226,02	162,80	289,60	452,04
0,30	67,90	120,60	188,50	135,80	241,20	377,00
0,35	58,20	103,40	161,60	116,40	206,80	323,20
0,40	50,90	90,50	141,40	101,80	181,00	282,80
0,45	45,20	80,40	125,70	90,40	160,80	251,40
0,50	40,70	72,40	113,10	81,40	144,80	226,20
0,55	37,00	65,80	102,80	74,00	131,60	205,60
0,60	33,90	60,30	94,20	67,80	120,60	188,40
0,65	31,30	55,70	87,00	62,60	111,40	174,00
0,70	29,10	51,70	80,80	58,20	103,40	161,60
0,75	27,10	48,30	75,40	54,20	96,60	150,80

Mallas electrosoldadas. Características mecánicas mínimas garantizadas

Designación de los alambres	Ensayo de tracción				Ensayo de doblado-desdoblado $\alpha=90^\circ$ (5) $\beta=20^\circ$ (6) Diámetro de mandril D'
	Límite elástico f_y N/mm ²	Carga unitaria f_s N/mm ²	Alargamiento de rotura en % sobre base de 5 diámetros	Relación f_s/f_y	
B 500 T	500	550	8	1,03	8d

ME $s_l s_t$ A $\emptyset d_l - d_t$ B500T lxb UNE36092:96

- ME: Letras distintivas
- s_l, s_t : Separaciones entre ejes de armadura longitudinales y transversales
- A: Distintivo si el panel es con ahorro estándar (E con ahorro no estándar, sin barras de ahorro ningún símbolo)
- B: Letra indicativa del tipo de acero
- T: Letra indicativa de que se ha empleado la norma UNE36099:96
Si se emplea la UNE 36068:94 se consigna la letra S
- l: Longitud del panel expresada en metros
- b: Anchura del panel expresada en metros

DISPOSICIÓN, LIMITACIONES DE ARMADURAS Y DETERMINACIÓN

1 Armadura longitudinal:

a) **Cuantía geométrica mínima:** Según tabla EHE

b) **Diámetro mínimo de la armadura longitudinal** 12 mm

c) **Separación entre armaduras longitudinales: (horizontales y verticales)**

Separación mínima igual o superior al mayor de los valores siguientes:
(Art. 66.4 EHE)

- 2 centímetros
- el diámetro de la barra mayor
- 1,25 veces el tamaño máximo del árido

Separación máxima será la menor de: (Art. 42.3 EHE)

- inferior o igual a 30 cm
- inferior o igual a 3 veces el espesor bruto

d) **Armadura de montaje:**

Será el 30% **como mínimo de la sección total de armadura en cada cara**. La armadura de montaje deberá cumplir las limitaciones y mínimos anteriores. Tener en cuenta la separación entre las ramas de los estribos para decidir cual será el número de barras que dispongamos como armadura de montaje.

2 Armadura transversal:

a) **En piezas sometidas a compresión:**

Las armaduras sometidas a compresión deberán estar sujetas por estribos de un diámetro $\varnothing_t \geq \frac{1}{4} \varnothing_{\max}$ (\varnothing_{\max} = barra comprimida más gruesa). La separación entre planos de estribos (S_t) será la menor de:

$$S_t \leq 15\varnothing_{\min} \quad (\varnothing_{\min} = \text{barra comprimida más delgada})$$

$$S_t \leq 30 \text{ cm}$$

b) En piezas sometidas a tracción:

El diámetro mínimo de los estribos será la cuarta parte de la barra más gruesa con un mínimo de 6 mm. La separación máxima entre ramas será de 30 cm, y la mínima lo indicado en (1.c). La separación mínima entre planos de estribos (S_{tmin}) será:

$$S_{tmin} \leq 0,80d \text{ (max. 300 mm) si } V_{rd} \leq \frac{1}{5}V_{u1}$$

$$S_{tmin} \leq 0,60d \text{ (max. 300 mm) si } \frac{1}{5}V_{u1} < V_{rd} \leq \frac{2}{3}V_{u1}$$

$$S_{tmin} \leq 0,30d \text{ (max. 200 mm) si } V_{rd} > V_{u1}$$

3

Determinación de la armadura:

Las armaduras se pueden obtener mediante tablas o ábacos. También resulta sencilla la siguiente propuesta:

$$\mu = \frac{M_d}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$$

$$\omega = \mu(1 + \mu)$$

$$U_s = A \cdot f_{yd} = \omega \cdot b \cdot d \cdot f_{cd}; \quad A_s = \frac{A \cdot f_{yd}}{f_{yd}}$$

Siendo: M_d : el momento flector mayorado en la sección.

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$$

d : el canto útil de la sección

b : dimension del lado perpendicular al que estemos determinando la armadura

A_s : armadura estricta

4

Doblado de barras:

Cuando sea necesario, el doblado de barras se realizará generalmente a 90° para formar una patilla normalizada, su radio de curvatura mínimo será:

<u>Tipo de Acero</u>	<u>$\emptyset < 20$</u>	<u>$\emptyset \geq 20$</u>
B 400 S	2 \emptyset	3,5 \emptyset
B 500 S	2 \emptyset	3,5 \emptyset

5 Longitudes de anclaje:

Atendiendo a la posición que ocupa la barra en la pieza, se distinguen los siguientes casos:

a) Posición I, de adherencia buena, para las armaduras que durante el hormigonado forman con la horizontal un ángulo comprendido entre 45° y 90° o que en el caso de formar un ángulo inferior a 45°, están situadas en la mitad inferior de la sección o a una distancia igual o mayor a 30 cm de la cara superior de una capa de hormigonado.

b) Posición II, de adherencia deficiente, para las armaduras que, durante el hormigonado, no se encuentran en ninguno de los casos anteriores.

El cálculo de las longitudes de anclaje lleva a determinar de la longitud básica de anclaje:

Posición I: l_{bI} será el mayor de los valores $m\phi^2$ ó $\frac{f_{yk}}{20}\phi$

Posición II: l_{bII} será el mayor de los valores $1,4m\phi^2$ ó $\frac{f_{yk}}{14}\phi$

ϕ diámetro de la barra en centímetros

m Coeficiente numérico con los valores:

f_{ck} (N/mm ²)	<u>Acero B 400 S</u>	<u>Acero B 500 S</u>
25	12	15
30	10	13
35	9	12

f_{yk} Limite elástico garantizado del acero en N/mm²

La longitud neta de anclaje es:

$$l_{bneto} = l_b \beta \frac{A_s}{A_{real}}$$

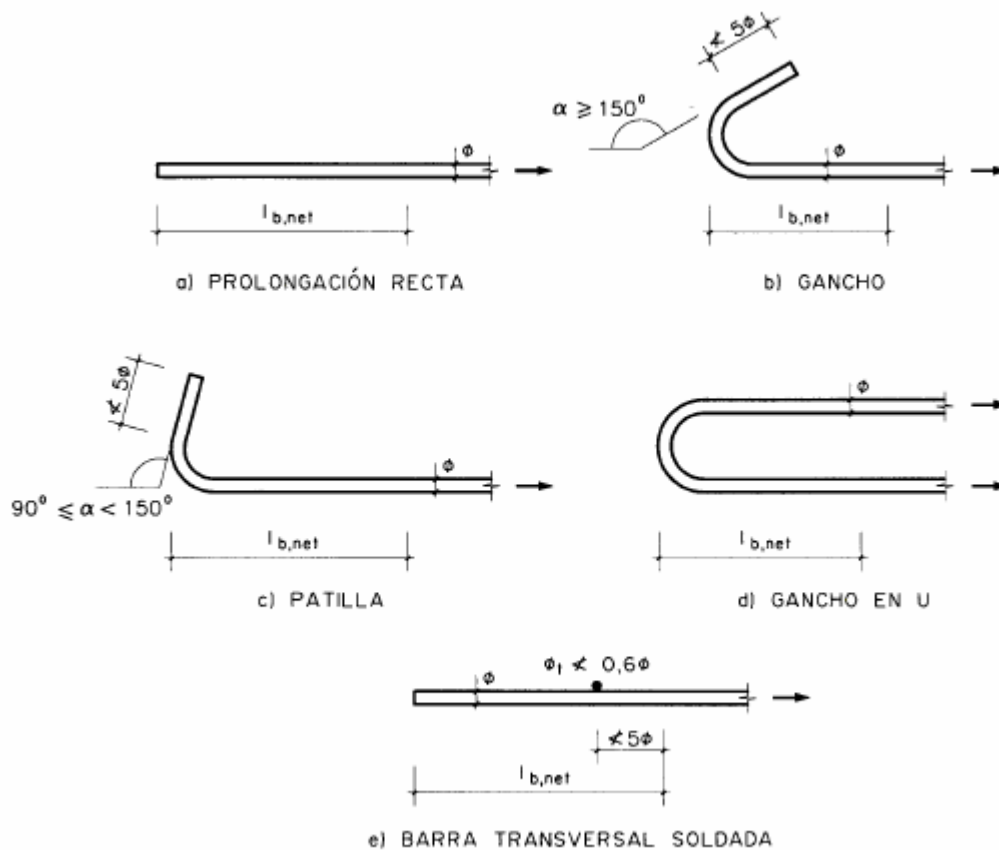
A_s Sección de la armadura estricta $A_s = \frac{A \cdot f_{yd}}{f_{yd}}$; $A_s \cdot f_{yd} = U_s$ ya determinado

A_{sreal} Sección de la armadura que se dispone

β Coeficiente de reducción con valor

<u>Tipo de anclaje</u>	<u>Tracción</u>	<u>Compresión</u>
Prolongación recta	1	1
Patilla, gancho y gancho en U	0,7	1
Barra transversal soldada	0,7	0,7

La geometría de los distintos anclajes es la indicada en la figura



En ningún caso la longitud neta de anclaje será inferior al mayor de los siguientes valores:

10 Ø

15 cm

1/3 l_b en barras traccionadas ó 2/3 l_b en barras comprimidas

Es posible que aún determinando la longitud neta de anclaje la armadura no quepa en el espacio "E". En este caso ampliaremos la parte recta de la patilla un valor l' que será el mayor de los siguientes:

$$l_b - \frac{E}{0,7}$$

$$5\phi$$

E, es el espacio que disponemos para anclar la armadura

CANTIDAD	SIMBOLOS	EQUIVALENCIA
Densidad	kg/m ³	
Peso específico	kN/m ³	1 kN/m ³ = 10 ⁻⁶ N/mm ³
Longitudes dimensionales de las pieza de la estructura		
Luces	m	1 m = 1000 mm
Anchos	mm	
Cantos	mm	
Recubrimientos, tec	mm	
Áreas de las armaduras	mm ²	
Áreas de las secciones transversales de piezas	mm ²	
Capacidades mecánicas	kN	1 kN = 1000 N
Esfuerzos axiles	kN	
Esfuerzos cortantes	kN	
Esfuerzos rasantes	kN	
Momentos flectores	m kN	1 m kN = 10 ⁶ mm N ≅ 0,1 mT
Momentos torsores	m kN	
Módulos de elasticidad	N/mm ²	1 N/mm ² ≅ 10 Kp/cm ²
Módulos resistentes	mm ³	
Momentos de inercia	mm ⁴	
Acciones:		
Puntuales	kN	10 kN ≅ 1 T; 10 N ≅ 1 kp
Lineales	kN/m	1 kN/m = 1 N/mm
Superficiales	kN/m ²	1 kN/m ² = 10 ⁻³ N/mm ²
Tensiones	N/mm ²	
Resistencias del hormigón	MPa (Megapascal)	1 MPa = 1 N/mm ²