

# dosmidoce

información técnica



**CAAT VALENCIA**

Colegio Oficial de  
Aparejadores, Arquitectos Técnicos  
e Ingenieros de Edificación de Valencia

### **VALENCIA**

Colón, 42, 1º  
46004 Valencia  
Tel. 96 353 60 00  
Fax. 96 351 34 78  
valencia@caatvalencia.es

### **ALZIRA**

Plaza de la Generalitat, 14, 1º  
46600 Alzira  
Tel. 96 241 99 90  
Fax. 96 245 91 73  
alzira@caatvalencia.es

### **GERENCIA**

tel. 96 353 60 00 · fax 96 351 34 78  
gerencia@caatvalencia.es

### **ADMINISTRACIÓN**

tel. 96 353 60 00 · fax 96 353 13 35  
admon@caatvalencia.es

### **INFORMÁTICA**

tel. 96 353 60 00 · fax 96 351 34 78  
informa@caatvalencia.es

### **SOPORTE TÉCNICO**

tel. 96 353 60 05  
soporteinformatico@caatvalencia.es

### **EJERCICIO PROFESIONAL**

tel. 96 353 60 03 · fax 96 351 34 78  
eprofesional@caatvalencia.es

### **SERVICIOS ADMINISTRATIVOS**

visados@caatvalencia.es

### **SERVICIOS TÉCNICOS**

control@caatvalencia.es

### **ASISTENCIA AL COLEGIADO**

tel. 96 353 60 01 · fax 96 353 62 00  
areacol@caatvalencia.es

### **BOLSA DE TRABAJO**

bolsa@caatvalencia.es

### **ASESORÍA FISCAL**

asesoriafiscal@caatvalencia.es

### **ASESORÍA JURÍDICA**

asesoriajuridica@caatvalencia.es

### **ASESORÍA LABORAL**

asesorialaboral@caatvalencia.es

### **FORMACIÓN Y DESARROLLO**

tel. 96 353 60 02 · fax 96 351 95 12

### **FORMACIÓN**

formacion@caatvalencia.es

### **CENTRO DE DOCUMENTACIÓN**

centrodocumentacion@caatvalencia.es

### **GESTIÓN DE VENTA Y ALQUILER**

gabinete@caatvalencia.es

### **ÁREA DE EMPRESAS**

tel. 96 353 60 00 · fax 96 351 34 78  
areaempresas@caatvalencia.es

### **SECRETARÍA**

tel. 96 353 60 00 · fax 96 394 00 47  
secretaria@caatvalencia.es

### **JUNTA DE GOBIERNO**

junta@caatvalencia.es

### **DETEC**

**DESARROLLO TÉCNICO Y DE CALIDAD  
EN LA EDIFICACIÓN, S.A.**

Colón nº 42, 7º, 15ª  
46004 Valencia

tel. 96 353 08 90 · fax 96 353 08 91  
deteca@deteca.es  
www.deteca.es

### **SEGUROS DE LA CONSTRUCCIÓN**

seguros@deteca.es

## CONSTRUCCIÓN 2012

2	Unidades legales de medida
3	Código Técnico: Parte I
4	Acciones en la edificación
5	Perfiles
9	Recepción de cementos
11	Hormigones
17	Ejecución y control
23	Seguridad estructural: Fábrica
24	Protección contra incendios
27	Seguridad de utilización y accesibilidad
28	Ahorro de energía
30	Salubridad
31	Instalaciones eléctricas en viviendas
32	Seguridad y salud
37	Revisión de precios
40	Ley de Ordenación de la Edificación
42	Colegios profesionales
44	Valor adquisitivo de la moneda
45	Fenómenos astronómicos
46	Notas

Unidades básicas del SI

Magnitud	Nombre de la unidad	Simb.	Magnitud	Nombre de la unidad	Simb.
Longitud	metro	m	Temperatura termodinámica	kelvin	K
Masa	kilogramo	kg	Cantidad de sustancia	mol	mol
Tiempo	segundo	s	Intensidad luminosa	candela	cd
Intensidad de corriente eléctrica	amperio	A			

Unidades SI derivadas y unidades no pertenecientes al SI

Ejemplos de unidades SI derivadas coherentes expresadas a partir de las básicas

Magnitud derivada	Simb.	Unidad SI derivada coherente	Simbolo
Área, superficie	A	metro cuadrado	m <sup>2</sup>
Volumen	V	metro cúbico	m <sup>3</sup>
Velocidad	v	metro por segundo	m/s
Aceleración	a	metro por segundo cuadrado	m/s <sup>2</sup>
Número de ondas	$\sigma, \tilde{\nu}$	metro a la potencia menos uno	m <sup>-1</sup>
Densidad, masa en volumen	$\rho$	kilogramo por metro cúbico	kg/m <sup>3</sup>
Densidad superficial	$\rho_A$	kilogramo por metro cuadrado	kg/m <sup>2</sup>
Volumen específico	v	metro cúbico por kilogramo	m <sup>3</sup> /kg
Densidad de corriente	j	amperio por metro cuadrado	A/m <sup>2</sup>
Campo magnético	H	amperio por metro	A/m
Concentración <sup>(1)</sup>	c	mol por metro cúbico	mol/m <sup>3</sup>
Concentración máscica	$\rho, \gamma$	kilogramo por metro cúbico	kg/m <sup>3</sup>
Luminancia	$L_v$	candela por metro cuadrado	cd/m <sup>2</sup>
Índice de refracción <sup>(2)</sup>	N	uno	1
Permeabilidad relativa <sup>(2)</sup>	$\mu_r$	uno	1

Unidades SI derivadas coherentes con nombres y símbolos especiales

Magnitud derivada	Nombre de la unidad	Simbolo	Expresión mediante	
			Otras uds. SI	Unidades SI básicas
Ángulo plano	radián <sup>(3)</sup>	rad	1	m/m
Ángulo sólido	esterorradián <sup>(3)</sup>	sr	1	m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
Frecuencia	hercio	Hz	—	s <sup>-1</sup>
Fuerza	newton	N	—	m kg s <sup>-2</sup>
Presión, tensión	pascal	Pa	N/m <sup>2</sup>	m <sup>-1</sup> kg s <sup>-2</sup>
Energía, trabajo <sup>(4)</sup>	julio	J	N m	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup>
Potencia, flujo energético	vatio	W	J/s	m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup>
Carga eléctrica <sup>(5)</sup>	culombio	C	—	s A
Difer. de potencial eléctrico <sup>(6)</sup>	voltio	V	W/A	m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup> A <sup>-1</sup>
Capacidad eléctrica	faradio	F	C/V	m <sup>-2</sup> kg <sup>-1</sup> s <sup>4</sup> A <sup>2</sup>
Resistencia eléctrica	ohmio	$\Omega$	V/A	m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup> A <sup>-2</sup>
Conductancia eléctrica	siemens	S	A/V	m <sup>-2</sup> kg <sup>-1</sup> s <sup>3</sup> A <sup>2</sup>
Flujo magnético <sup>(7)</sup>	weber	Wb	V s	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> A <sup>-1</sup>
Densidad de flujo magnético <sup>(8)</sup>	tesla	T	Wb/m <sup>2</sup>	kg s <sup>-2</sup> A <sup>-1</sup>
Inductancia	henrio	H	Wb/A	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> A <sup>-2</sup>
Temperatura Celsius <sup>(9)</sup>	grado Celsius	°C	—	K
Flujo luminoso	lumen	lm	cd sr	cd
Iluminancia	lux	lx	lm/m <sup>2</sup>	m <sup>-2</sup> cd
Activ. de un radionucleido <sup>(10)</sup>	becquerel	Bq	—	s <sup>-1</sup>
Dosis absorbida <sup>(11)</sup>	gray	Gy	J/kg	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
Dosis equivalente <sup>(12)</sup>	sievert	Sv	J/kg	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
Actividad catalítica	katal	kat	—	s <sup>-1</sup> mol

Notas: (\*) Según el Anexo del R.D. 2032/2009, de 30-12 (BOE de 21-1-2010); el citado Anexo fue íntegramente sustituido por el contenido en la corrección de errores publicada en el BOE de 18-2-2010. 1. Concentración de sustancia. 2. Es una magnitud adimensional o magnitud de dimensión uno. El símbolo «1» generalmente se omite. 3. Radián y esterorradián son nombres especiales del número uno. 4. Y calor. 5. Cantidad de electricidad. 6. Fuerza electromotriz. 7. Flujo de inducción magnética. 8. Inducción magnética. 9. La temperatura Celsius *t* viene definida por la diferencia  $t = T - T_0$ , entre dos temperaturas termodinámicas *T* y *T*<sub>0</sub>, siendo *T*<sub>0</sub> = 273,15 K. 10. La actividad de un radionucleido se llama a veces de forma incorrecta radioactividad. 11. Energía máscica (comunicada), kerma. 12. Dosis equivalente ambiental, dosis equivalente direccional, dosis equivalente individual. 13. Irradiancia. 14. Entropía máscica. 15. Desplazamiento eléctrico. 16. Capacidad calorífica molar. 17. Se recomienda que el grado se divida de forma decimal. Sin embargo, para la navegación y la topografía, la ventaja de utilizar el minuto reside en el hecho de que un minuto de latitud en la superficie de la Tierra corresponde, aproximadamente, a una milla náutica. 18. El gon (o grado centesimal) se define como (π/200) rad. Un ángulo recto corresponde a 100 gon. 19. Los dos símbolos «1» y «L» son utilizables para la unidad litro. Se recomienda la utilización de la «L». 20. El R.D. 2032/2009 menciona otras unidades menos usadas, que omitimos por falta de espacio. 21. El dalton (o unidad de masa atómica unificada) equivale a 1/12 de la masa del átomo de <sup>12</sup>C libre, en reposo y en su estado fundamental. 22. Se utiliza en la cristalografía de rayos X y en química estructural. 23. Se utiliza en navegación marítima y aérea. 24. También se usan los símbolos NM, Nm y nmi.

Ejemplos de unidades SI derivadas coherentes cuyos nombres y símbolos contienen unidades SI derivadas coherentes con nombres y símbolos especiales

Magnitud derivada	Unidad	Expresión en uds. SI básicas
Viscosidad dinámica	Pa s	m <sup>-1</sup> kg s <sup>-1</sup>
Momento de una fuerza	N m	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup>
Tensión superficial	N/m	kg s <sup>-2</sup>
Velocidad angular	rad/s	m m <sup>-1</sup> s <sup>-1</sup> = s <sup>-1</sup>
Aceleración angular	rad/s <sup>2</sup>	m m <sup>-1</sup> s <sup>-2</sup> = s <sup>-2</sup>
Densidad superficial de flujo térmico <sup>(13)</sup>	W/m <sup>2</sup>	kg s <sup>-3</sup>
Capacidad térmica, entropía	J/K	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>
Capacidad térmica máscica <sup>(14)</sup>	J/(kg K)	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>
Energía máscica	J/kg	m <sup>2</sup> s <sup>-2</sup>
Conductividad térmica	W/(m K)	m kg s <sup>-3</sup> K <sup>-1</sup>
Densidad de energía	J/m <sup>3</sup>	m <sup>-1</sup> kg s <sup>-2</sup>
Campo eléctrico	V/m	m kg s <sup>-3</sup> A <sup>-1</sup>
Densidad de carga eléctrica	C/m <sup>3</sup>	m <sup>-3</sup> s A
Densidad superficial de carga eléctrica	C/m <sup>2</sup>	m <sup>-2</sup> s A
Densidad de flujo eléctrico <sup>(15)</sup>	C/m <sup>2</sup>	m <sup>-2</sup> s A
Permitividad	F/m	m <sup>-3</sup> kg <sup>-1</sup> s <sup>4</sup> A <sup>2</sup>
Permeabilidad	H/m	m kg s <sup>-2</sup> A <sup>-2</sup>
Energía molar	J/mol	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> mol <sup>-1</sup>
Entropía molar <sup>(16)</sup>	J/(mol K)	m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup> mol <sup>-1</sup>
Exposición (rayos x y γ)	C/kg	kg <sup>-1</sup> s A
Tasa de dosis absorbida	Gy/s	m <sup>2</sup> s <sup>-3</sup>
Intensidad radiante	W/sr	m <sup>4</sup> m <sup>-2</sup> kg s <sup>-3</sup> = m <sup>2</sup> kg s <sup>-3</sup>
Radiancia	W/(m <sup>2</sup> sr)	m <sup>2</sup> m <sup>-2</sup> kg s <sup>-3</sup> = kg s <sup>-3</sup>
Concentración de actividad catalítica	kat/m <sup>3</sup>	m <sup>-3</sup> s <sup>-1</sup> mol

Unidades no pertenecientes al SI

Magnitud, nombre de la unidad	Simbolo	Valor en unidades SI
-------------------------------	---------	----------------------

Unidades cuyo uso es aceptado por el SI y están autorizadas:

- Tiempo, minuto ..... min 1 min = 60 s
- Tiempo, hora ..... h 1 h = 60 min = 3 600 s
- Tiempo, día ..... d 1 d = 24 h = 86 400 s
- Ángulo plano, grado<sup>(17), 18)</sup> ° 1° = (π/180) rad
- Ángulo plano, minuto ' 1' = (1/60)° = (π/10 800) rad
- Ángulo plano, segundo " 1" = (1/60)' = (π/648 000) rad
- Área, hectárea ..... ha 1 ha = 1 hm<sup>2</sup> = 10<sup>4</sup> m<sup>2</sup>
- Volumen, litro<sup>(19)</sup> ..... L, l 1 L = 1 l = 1 dm<sup>3</sup> = 10<sup>3</sup> cm<sup>3</sup> = 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>
- Masa, tonelada ..... t 1 t = 10<sup>3</sup> kg

Unidades cuyo valor en unidades SI se obtiene experimentalmente<sup>(20)</sup>:

- Energía, electronvoltio .. eV 1 eV = 1,602 176 487 (40) × 10<sup>-19</sup> J
- Masa, dalton<sup>(21)</sup> ..... Da 1 Da = 1,660 538 782 (83) × 10<sup>-27</sup> kg
- Masa del electrón, unidad natural de masa ..... m<sub>e</sub> 9,109 382 15 (45) × 10<sup>-31</sup> kg
- Longitud, ud. astronómica ua 1 ua = 1,495 978 706 91 (6) × 10<sup>11</sup> m

Unidades de aplicación exclusiva en sectores específicos<sup>(20)</sup>:

- Presión, bar ..... bar 1 bar = 0,1 MPa = 100 kPa = 10<sup>5</sup> Pa
- Presión, milímetro de mercurio ..... mmHg 1 mmHg ≈ 133,322 Pa
- Longitud, ångström<sup>(22)</sup> ..... Å 1 Å = 0,1 nm = 100 pm = 10<sup>-10</sup> m
- Distancia, milla náutica<sup>(23)</sup> M<sup>(24)</sup> 1 M = 1 852 m
- Velocidad, nudo ..... kn 1 kn = (1 852/3 600) m/s
- Logaritmo de un cociente, decibelio ..... dB Es una unidad adimensional
- Potencia de los sistemas ópticos, dioptría ..... — 1 dioptría = 1 m<sup>-1</sup>
- Masa de las piedras preciosas, quilate métrico ..... — 1 quilate métrico = 2 · 10<sup>-4</sup> kg
- Superficie de fincas, área a ..... a 1 a = 10<sup>2</sup> m<sup>2</sup>
- Masa longitudinal de las fibras textiles, tex ..... tex 1 tex = 10<sup>-6</sup> kg m<sup>-1</sup>
- Ángulo plano, vuelta ..... — 1 vuelta = 2π rad

## Exigencias básicas

### DE SEGURIDAD ESTRUCTURAL (SE)

**SE 1. Resistencia y estabilidad:** serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos durante las fases de construcción y uso previsto del edificio, para que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas y para que se facilite el mantenimiento del edificio.

**SE 2. Aptitud al servicio:** será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones, comportamientos dinámicos, degradaciones o anomalías inadmisibles.

### DE SEGURIDAD EN CASO DE INCENDIO (SI)

**SI 1. Propagación interior:** se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio, tanto al mismo edificio como a otros colindantes.

**SI 2. Propagación exterior:** se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.

**SI 3. Evacuación de ocupantes:** el edificio tendrá los medios de evacuación adecuados para facilitar que los ocupantes puedan abandonarlo, o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo.

**SI 4. Instalaciones de protección contra incendios:** el edificio tendrá los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

**SI 5. Intervención de bomberos:** se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

**SI 6. Resistencia estructural al incendio:** la estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.

### DE SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN Y ACCESIBILIDAD (SUA)

**SUA 1. Seguridad frente al riesgo de caídas:** se limitará el riesgo de que los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para que no resbalen, tropiecen o se dificulte su movilidad. Asimismo, se limitará el riesgo de caídas en huecos, cambios de nivel, escaleras y rampas.

**SUA 2. Seguridad frente al riesgo de impacto o atrapamiento:** se limitará tal riesgo con elementos fijos o móviles.

**SUA 3. Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento:** se limitará el riesgo de que los usuarios queden aprisionados en recintos.

**SUA 4. Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada:** se limitará el riesgo de daños a las personas por una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los edificios, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.

**SUA 5. Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación:** se limitará tal riesgo, facilitando la circulación de personas y la sectorización con elementos de protección y contención, en previsión del riesgo de aplastamiento.

**SUA 6. Seguridad frente al riesgo de ahogamiento:** se limitará el riesgo de caídas que puedan derivar en ahogamiento en piscinas, depósitos, pozos y similares, mediante elementos que restrinjan el acceso.

**SUA 7. Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento:** se limitará el riesgo atendiendo a los tipos de pavimentos, y a la señalización y protección de las zonas de circulación rodada y de personas.

**SUA 8. Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo:** se limitará el riesgo de electrocución y de incendio mediante instalaciones adecuadas.

**SUA 9. Accesibilidad:** se facilitará el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad.

### DE PROTECCIÓN FRENTE AL RUIDO (HR)

**HR. Protección frente al ruido:** los elementos constructivos de los recintos serán adecuados para reducir la transmisión del ruido y las vibraciones, y para limitar el ruido reverberante.

### DE SALUBRIDAD<sup>(1)</sup> (HS)

**HS 1. Protección frente a la humedad:** se limitará el riesgo previsible de presencia inadecuada de agua<sup>(2)</sup> o humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos, disponiendo de medios que impidan su penetración o permitan su evacuación sin daños.

**HS 2. Recogida y evacuación de residuos:** los edificios dispondrán de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados, facilitándose su separación en origen, recogida selectiva y posterior gestión.

**HS 3. Calidad del aire interior:** los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior, y que se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios.

La evacuación de los productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá con carácter general por la cubierta del edificio<sup>(3)</sup>.

**HS 4. Suministro de agua:** los edificios dispondrán de medios adecuados para suministrar agua apta para el consumo, de forma sostenible, al equipamiento higiénico previsto, aportando caudales suficientes para su funcionamiento e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, e incorporando medios que permitan el ahorro y el control del caudal.

Los equipos de producción de agua caliente dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.

**HS 5. Evacuación de aguas:** los edificios dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas, independiente o conjuntamente con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

### DE AHORRO DE ENERGÍA (HE)

**HE 1. Limitación de demanda energética:** los edificios dispondrán, en función de su uso y del clima, de una envolvente que permita limitar la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico.

**HE 2. Rendimiento de las instalaciones térmicas:** los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes<sup>(4)</sup>.

**HE 3. Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación:** los edificios dispondrán de instalaciones adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente, así como de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, y de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural en determinadas zonas.

**HE 4. Contribución solar mínima de ACS:** en los edificios con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta<sup>(5)</sup>, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura adecuados a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio o de la piscina<sup>(6)</sup>.

**HE 5. Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica:** en los edificios<sup>(5)</sup> se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en eléctrica por procedimientos fotovoltaicos, para uso propio o suministro de la red<sup>(6)</sup>.

## Contenido del proyecto

### I. MEMORIA

#### 1. Memoria descriptiva:

- 1.1. Agentes.
- 1.2. Información previa.
- 1.3. Descripción del proyecto.
- 1.4. Prestaciones del edificio.

#### 2. Memoria constructiva:

- 2.1. Sustentación del edificio.
- 2.2. Sistema estructural (cimentación, estructura portante y estructura horizontal).
- 2.3. Sistema envolvente.
- 2.4. Sistema de compartimentación.
- 2.5. Sistemas de acabados.
- 2.6. Sistemas de acondicionamiento e instalaciones.
- 2.7. Equipamiento.

#### 3. Cumplimiento del CTE:

- 3.1. Seguridad estructural.
- 3.2. Seguridad en caso de incendio.
- 3.3. Seguridad de utilización y accesibilidad.
- 3.4. Salubridad.
- 3.5. Protección contra el ruido.
- 3.6. Ahorro de energía.

#### Cumplimiento de otros reglamentos y disposiciones.

#### Anejos a la memoria:

- Información geotécnica.
- Cálculo de la estructura.
- Protección contra incendios.
- Instalaciones del edificio.
- Eficiencia energética.
- Estudio de impacto ambiental.
- Plan de control de calidad.
- Estudio de Seguridad y Salud, o Estudio Básico, en su caso.

### II. PLANOS

- Plano de situación.
- Plano de emplazamiento.
- Plano de urbanización.
- Plantas generales.
- Planos de cubiertas.
- Alzados y secciones.
- Planos de estructura.
- Planos de instalaciones.
- Planos de definición constructiva.
- Memorias gráficas.
- Otros.

### III. PLIEGO DE CONDICIONES

- Pliego de cláusulas administrativas.
- Disposiciones generales.
- Disposiciones facultativas.
- Disposiciones económicas.
- Pliego de condiciones técnicas particulares.
- Prescripciones sobre los materiales.
- Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidades de obra.
- Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado.

### IV. MEDICIONES

#### V. PRESUPUESTO

- Presupuesto aproximado.
- Presupuesto detallado.

Los contenidos coloreados son los que, al menos, debe contener el proyecto básico.

(\*) R.D. 314/2006, de 17-3 (BOE de 28-3-06), modificado por reales decretos 410/2010, de 31-3 (BOE de 22-4-10), 173/2010, de 19-2 (BOE 11-3-10) y 1371/2007, de 19-10 (BOE 23-10-07), y Orden VIV/984/2009, de 15-4 (BOE de 23-4-09). 1. Higiene, salud y protección del medio ambiente. 2. Procedente de precipitaciones, escorrentías o condensaciones, o del terreno. 3. Con independencia del tipo de edificio y del aparato que se utilice. 4. Exigencia desarrollada en el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE). 5. En los que así se establezca en el Código Técnico de la Edificación. 6. Los valores derivados de esta exigencia tendrán la consideración de mínimos, pudiendo ser aumentados por las administraciones competentes.

# ACCIONES EN LA EDIFICACIÓN (DB SE-AE)\*

## Prontuario de pesos

### PESO ESPECÍFICO APARENTE DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Materiales y elementos	kN/m <sup>3</sup>	Materiales y elementos	kN/m <sup>3</sup>	Materiales y elementos	kN/m <sup>3</sup>
<b>Materiales de albañilería:</b>					
Arenisca	21-27	Basalto	30	Bronce	83-85
Basalto	27-31	Caliza compacta o mármol	28	Cobre	87-89
Calizas compactas, mármoles	28	Granito	28	Estaño	74
Diorita, gneis	30	<b>Hormigones y morteros:</b>			
Granito	27-30	Hormigón ligero	9-20	Hierro colado	71-72,5
Sienita, pórfido	28	Hormigón normal <sup>(1)</sup>	24	Hierro forjado	76
Terracota compacta	21-27	Hormigón pesado	>28	Latón	83-85
<b>Fábricas:</b>					
Bloque hueco de cemento	13-16	Mortero de cemento	19-23	Plomo	112-114
Bloque hueco de yeso	10	Mortero de yeso	12-28	Zinc	71-72
Ladrillo cerámico macizo	18	Mortero de cemento y cal	18-20	<b>Plásticos y orgánicos:</b>	
Ladrillo cerámico perforado	15	Mortero de cal	12-18	Caucho en plancha	17
Ladrillo cerámico hueco	12	<b>Madera:</b>			
Ladrillo silicocalcáreo	20	Aserrada, tipos C14 a C40	3,5-5	Lámina acrílica	12
<b>Mampostería con mortero de:</b>					
Arenisca	24	Laminada encolada	3,7-4,4	Linóleo en plancha	12
Basalto	27	Tablero contrachapado	5	Mástico en plancha	21
Caliza compacta o granito	26	Tablero cartón gris	8	Poliestireno expandido	0,3
<b>Sillería de:</b>					
Arenisca	26	Aglomerado con cemento	12	<b>Otros:</b>	
Arenisca o caliza porosas	24	Tablero de fibras	8-10	Adobe	16
		Tablero ligero	4	Asfalto	24
		<b>Metales:</b>			
		Aceros	77-78,5	Baldosa cerámica	18
		Aluminio	27	Baldosa de gres	19
				Papel	11
				Pizarra	29
				Vidrio	25

### PESO POR UNIDAD DE SUPERFICIE DE OTROS ELEMENTOS

Materiales y elementos	kN/m <sup>2</sup>	Materiales y elementos	kN/m <sup>2</sup>	Materiales y elementos	kN/m <sup>2</sup>
<b>Elementos de cobertura:</b>					
Aislante (lana de vidrio o roca), por cada 10 mm de espesor	0,02	Tejas curvas (sin enlistonado):		Corcho aglomerado: tarima de 20 mm y rastrel	0,40
Chapas grecadas, canto 80 mm:		— Ligeras (1,6 kg/pieza)	0,40	Linóleo o loseta de goma y mortero, 20 mm de espesor total	0,50
— Acero, 0,8 mm de espesor	0,12	— Corrientes (2,0 kg/pieza)	0,50	Parqué y tarima de 20 mm de espesor sobre rastreles	0,40
— Aluminio, 0,8 mm de espesor	0,04	— Pesadas (2,4 kg/pieza)	0,60	Tarima de 20 mm de espesor, rastreles recibidos con yeso	0,30
— Plomo, 1,5 mm de espesor	0,18	Placas de fibrocemento, 6 mm <sup>(2)</sup>	0,18	<b>Tabiques (sin revestir):</b>	
— Zinc, 1,2 mm de espesor	0,10	Tablero de madera, 25 mm <sup>(2)</sup>	0,15	Rasilla, 30 mm de espesor	0,40
Cartón embreado, por capa	0,05	Tablero de rasilla:		Ladrillo hueco:	
Enlistonado	0,05	— Una hoja sin revestir	0,40	— De 45 mm de espesor	0,60
Hoja plástica armada, 1,2 mm <sup>(2)</sup>	0,02	— Una hoja más tendido de yeso	0,50	— De 90 mm de espesor	1,00
Pizarra sin enlistonado:		Vidriera (incluida la carpintería):		<b>Revestimientos (por cara):</b>	
— Solape simple	0,20	— Vidrio normal, 5 mm <sup>(2)</sup>	0,25	Enfoscado o revoco de cemento	0,20
— Solape doble	0,30	— Vidrio armado, 6 mm <sup>(2)</sup>	0,35	Revoco de cal, estuco	0,15
Tejas planas (sin enlistonado):		<b>Elementos de pavimentación:</b>			
— Ligeras (2,4 kg/pieza)	0,30	Terrazo sobre mortero, 50 mm <sup>(2)</sup>	0,80	Guarnecido y enlucido de yeso	0,15
— Corrientes (3 kg/pieza)	0,40	Baldosa hidráulica o cerámica <sup>(3)</sup> :			
— Pesadas (3,6 kg/pieza)	0,50	— De 0,03 m de espesor total	0,50		
		— De 0,05 m de espesor total	0,80		
		— De 0,07 m de espesor total	1,10		

### PESO PROPIO DE ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Elemento	Grueso total (m)	kN/m <sup>2</sup>	Elemento	Grueso total (m)	kN/m <sup>2</sup>
<b>Forjados:</b>					
Chapa grecada con capa de hormigón	<0,12	2	Pavimento de madera o cerámico <sup>(5)</sup>	<0,08	1
Forjado unidireccional de luces de hasta 5 m	<0,28	3	Placas de piedra o peldañado	<0,15	1,5
Forjado uni o bidireccional	<0,30	4	<b>Cubierta sobre forjado (peso en proyección horizontal):</b>		
Forjado bidireccional	<0,35	5	Faldones de chapa, tablero o paneles ligeros	—	1
Losa maciza de hormigón	<0,20	5	Faldones de placas, teja o pizarra	—	2
<b>Cerramientos y particiones<sup>(4)</sup>, incluso enlucido:</b>					
Tablero o tabique simple	<0,09	3	Faldones de teja sobre tableros y tabiques palomeros	—	3
Tabicón u hoja simple de albañilería	<0,14	5	Cubierta plana, recrecido <sup>(6)</sup>	—	1,5
Hoja de albañilería exterior y tabique interior	<0,25	7	Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava	—	2,5
<b>Solados (incluyendo material de agarre):</b>					
Lámina pegada o moqueta	<0,03	0,5	<b>Rellenos (peso en kN/m<sup>3</sup>):</b>		
			Agua en aljibes o piscinas	—	10
			Terreno, incluyendo material de drenaje <sup>(7)</sup>	—	20

(\*) R.D. 314/2006, de 17-3 (BOE de 28-3-06), modificado por reales decretos 410/2010, de 31-3 (BOE de 22-4-10), 173/2010, de 19-2 (BOE 11-3-10) y 1371/2007, de 19-10 (BOE 23-10-07), y Orden VIV/984/2009, de 15-4 (BOE de 23-4-09). 1. En hormigón armado con armados usuales o fresco aumenta 1 kN/m<sup>3</sup>. 2. De espesor. 3. Incluyendo material de agarre. 4. Para una altura libre del orden de 3 m. 5. O hidráulico sobre plastón. 6. Con impermeabilización vista protegida. 7. El peso total debe tener en cuenta la posible desviación de grueso respecto a lo indicado en planos.

Perfiles laminados

Designación <sup>(1)</sup>	Secc. (cm <sup>2</sup> )	Peso (kp/m)	I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	W <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> )	I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )	W <sub>y</sub> (cm <sup>3</sup> )
----------------------------	--------------------------	-------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

PERFILES IPN (UNE 36.521)

IPN 80*	7,58	5,95	77,8	19,5	6,29	3,00
IPN 100	10,6	8,32	171	34,2	12,2	4,88
IPN 120	14,2	11,2	328	54,7	21,5	7,41
IPN 140	18,3	14,4	573	81,9	35,2	10,7
IPN 160	22,8	17,9	935	117	54,7	14,8
IPN 180	27,9	21,9	1.450	161	81,3	19,8
IPN 200	33,5	26,3	2.140	214	117	26,0
IPN 220	39,6	31,1	3.060	278	162	33,1
IPN 240	46,1	36,2	4.250	354	221	41,7
IPN 260	53,4	41,9	5.740	442	288	51,0
IPN 280	61,1	48,0	7.590	542	364	61,2
IPN 300	69,1	54,2	9.800	653	451	72,2
IPN 320	77,8	61,1	12.510	782	555	84,7
IPN 340	86,8	68,1	15.700	923	674	98,4
IPN 360	97,1	76,2	19.610	1.090	818	114
IPN 380	107	84,0	24.010	1.260	975	131
IPN 400	118	92,6	29.210	1.460	1.160	149
IPN 450	147	115	45.850	2.040	1.730	203
IPN 500	180	141	68.740	2.750	2.480	268
IPN 550	213	167	99.180	3.610	3.490	349
IPN 600	254	199	139.000	4.630	4.670	434

PERFILES IPE (UNE 36.526)

IPE 80*	7,64	6,00	80,1	20,0	8,49	3,69
IPE 100*	10,3	8,10	171	34,2	15,9	5,79
IPE 120*	13,2	10,4	318	53,0	27,7	8,65
IPE 140*	16,4	12,9	541	77,3	44,9	12,3
IPE 160	20,1	15,8	869	109	68,3	16,7
IPE 180	23,9	18,8	1.320	146	101	22,2
IPE 200	28,5	22,4	1.940	194	142	28,5
IPE 220	33,4	26,2	2.770	252	205	37,3
IPE 240	39,1	30,7	3.890	324	284	47,3
IPE 270	45,9	36,1	5.790	429	420	62,2
IPE 300	53,8	42,2	8.360	557	604	80,5
IPE 330	62,6	49,1	11.770	713	788	98,5
IPE 360	72,7	57,1	16.270	904	1.040	123
IPE 400	84,5	66,3	23.130	1.160	1.320	146
IPE 450	98,8	77,6	33.740	1.500	1.680	176
IPE 500	116	90,7	48.200	1.930	2.140	214
IPE 550*	134	106	67.120	2.440	2.670	254
IPE 600*	155	122	92.080	3.070	3.390	308

PERFILES HEB (UNE 36.527)

HEB 100	26,0	20,4	450	90	167	33
HEB 120	34,0	26,7	864	144	318	53
HEB 140	43,0	33,7	1.509	216	550	79
HEB 160	54,3	42,6	2.492	311	889	111
HEB 180	65,3	51,2	3.831	426	1.363	151
HEB 200	78,1	61,3	5.696	570	2.003	200
HEB 220	91,0	71,5	8.091	736	2.843	258
HEB 240	106,0	83,2	11.259	938	3.923	327
HEB 260	118,4	93,0	14.919	1.150	5.135	395
HEB 280	131,4	103	19.270	1.380	6.595	471
HEB 300	149,1	117	25.166	1.680	8.563	571
HEB 320	161,3	127	30.823	1.930	9.239	616
HEB 340	170,9	134	36.656	2.160	9.690	646
HEB 360	180,6	142	43.193	2.400	10.140	676
HEB 400	197,8	155	57.680	2.880	10.819	721
HEB 450	218,0	171	79.887	3.550	11.721	781
HEB 500*	238,6	187	107.176	4.290	12.624	842
HEB 550*	254,1	199	136.691	4.970	13.077	872
HEB 600*	270,0	212	171.041	5.700	13.530	902

PERFILES HEA (UNE 36.528)

HEA 100*	21,2	16,7	349	73	134	27
HEA 120*	25,3	19,9	606	106	231	38
HEA 140*	31,4	24,7	1.033	155	389	56
HEA 150*	38,8	30,4	1.673	220	616	77
HEA 180*	45,3	35,5	2.510	294	925	103
HEA 200*	53,8	42,3	3.692	389	1.336	134
HEA 220*	64,3	50,5	5.410	515	1.955	178
HEA 240*	76,8	60,3	7.763	675	2.769	231
HEA 260*	86,8	68,2	10.455	836	3.668	282
HEA 280*	97,3	76,4	13.673	1.010	4.763	340

Designación <sup>(1)</sup>	Secc. (cm <sup>2</sup> )	Peso (kp/m)	I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	W <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> )	I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )	W <sub>y</sub> (cm <sup>3</sup> )
----------------------------	--------------------------	-------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

PERFILES HEA (UNE 36.528) (cont.)

HEA 300*	112,5	88,3	18.263	1.260	6.310	421
HEA 320*	124,4	97,6	22.928	1.480	6.985	466
HEA 340*	133,5	105	27.693	1.680	7.436	496
HEA 360*	142,8	112	33.090	1.890	7.887	526
HEA 400*	159,0	125	45.069	2.310	8.564	571
HEA 450*	178,0	140	63.722	2.900	9.465	631
HEA 500*	197,5	155	86.975	3.550	10.367	691
HEA 550*	211,8	166	111.932	4.150	10.819	721
HEA 600*	226,5	178	141.208	4.790	11.271	751

PERFILES HEM (UNE 36.529)

HEM 100*	53,2	41,8	1.143	190	399	75
HEM 120*	66,4	52,1	2.018	288	703	112
HEM 140*	80,6	63,2	3.291	411	1.144	157
HEM 160*	97,1	76,2	5.098	566	1.759	212
HEM 180*	113,3	88,9	7.483	748	2.580	277
HEM 200*	131,3	103	10.620	967	3.651	354
HEM 220*	149,4	117	14.605	1.220	5.012	444
HEM 240*	199,6	157	24.289	1.800	8.153	657
HEM 260*	219,6	172	31.307	2.160	10.449	780
HEM 280*	240,2	189	39.547	2.550	13.163	914
HEM 300*	225,1	177	40.951	2.560	13.736	901
HEM 300*	303,1	238	59.201	3.480	19.403	1.252
HEM 320*	312,0	245	68.135	3.800	19.709	1.280
HEM 340*	315,8	248	76.372	4.050	19.711	1.280
HEM 360*	318,8	250	84.867	4.300	19.522	1.270
HEM 400*	325,8	256	104.119	4.820	19.335	1.260
HEM 450*	335,4	263	131.484	5.500	19.339	1.260
HEM 500*	344,3	270	161.929	6.180	19.155	1.250
HEM 550*	354,4	278	197.984	6.920	19.158	1.250
HEM 600*	363,7	285	237.447	7.660	18.975	1.240

PERFILES UPN (UNE 36.522)

UPN 80*	11,0	8,64	106	26,5	19,4	6,36
UPN 100	13,5	10,6	206	41,2	29,3	8,49
UPN 120	17,0	13,4	364	60,7	43,2	11,1
UPN 140	20,4	16,0	605	86,4	62,7	14,8
UPN 160	24,0	18,8	925	116	85,3	18,3
UPN 180	28,0	22,0	1.350	150	114	22,4
UPN 200	32,2	25,3	1.910	191	148	27,0
UPN 220	37,4	29,4	2.690	245	197	33,6
UPN 240	42,3	33,2	3.600	300	248	39,6
UPN 260	48,3	37,9	4.820	371	317	47,7
UPN 280	53,3	41,8	6.280	448	399	57,2
UPN 300	58,8	46,2	8.030	535	495	67,8

PERFILES L (UNE 36.531)

L 40. 4	3,08	2,42	4,47	1,55	-	-
L 40. 5*	3,79	2,97	5,43	1,91	-	-
L 40. 6*	4,48	3,52	6,31	2,26	-	-
L 45. 4	3,49	2,74	6,43	1,97	-	-
L 45. 5	4,30	3,38	7,84	2,43	-	-
L 45. 6*	5,09	4,00	9,16	2,88	-	-
L 50. 4	3,89	3,06	8,97	2,46	-	-
L 50. 5	4,80	3,77	11,0	3,05	-	-
L 50. 6*	5,69	4,47	12,8	3,61	-	-
L 50. 7*	6,56	5,15	14,6	4,16	-	-
L 50. 8*	7,41	5,82	16,3	4,68	-	-
L 60. 5	5,82	4,57	19,4	4,45	-	-
L 60. 6	6,91	5,42	22,8	5,29	-	-
L 60. 8*	9,03	7,09	29,2	6,89	-	-
L 60.10*	11,1	8,69	34,9	8,41	-	-
L 70. 6	8,13	6,38	36,9	7,27	-	-
L 70. 7	9,40	7,38	42,3	8,41	-	-
L 70. 8*	10,6	8,36	47,5	9,52	-	-
L 70.10*	13,1	10,3	57,2	11,7	-	-
L 80. 8	12,3	9,63	72,2	12,6	-	-
L 80.10*	15,1	11,9	87,5	13,4	-	-
L 80.12*	17,9	14,0	102	18,2	-	-
L 90. 8	13,9	10,9	104	16,1	-	-
L 90.10*	17,1	13,4	127	19,8	-	-
L 90.12*	20,3	15,9	148	23,3	-	-
L 100. 8	15,5	12,2	145	19,9	-	-

1. En condiciones normales, los perfiles que figuran en estas páginas se encuentran permanentemente en el mercado, salvo aquellos cuya designación aparece señalada con un asterisco; respecto de estos últimos, será conveniente efectuar una consulta previa.

# PERFILES

## Perfiles laminados (cont.)

Designación <sup>(1)</sup>	Secc. (cm <sup>2</sup> )	Peso (kp/m)	I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	W <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> )	I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )	W <sub>y</sub> (cm <sup>3</sup> )
<b>PERFILES L (UNE 36.531) (cont.)</b>						
L 100.10	19,2	15,0	177	24,6	-	-
L 100.12*	22,7	17,8	207	29,1	-	-
L 100.15*	27,9	21,9	249	35,6	-	-
L 120.10	23,2	18,2	313	36,0	-	-
L 120.12	27,5	21,6	368	42,7	-	-
L 120.15*	33,9	26,6	445	52,4	-	-
L 150.12	34,8	27,3	737	67,7	-	-
L 150.15	43,0	33,8	898	83,5	-	-
L 150.18*	51,0	40,1	1.050	98,7	-	-
L 180.15*	52,1	40,9	1.590	122	-	-
L 180.18*	61,9	48,6	1.870	145	-	-
L 180.20*	68,3	53,7	2.040	159	-	-
L 200.16*	61,8	48,5	2.340	162	-	-
L 200.18*	69,1	54,2	2.600	181	-	-
L 200.20*	76,3	59,9	2.850	199	-	-
L 200.24*	90,6	71,1	3.330	235	-	-

## PERFILES LD (UNE 36.532)

L 40. 25. 4*	2,46	1,93	3,89	1,47	1,16	0,62
L 40. 25. 5*	3,02	2,37	4,69	1,81	1,39	0,76
L 45. 30. 4*	2,86	2,24	5,77	1,91	2,05	0,91
L 45. 30. 5*	3,52	2,76	6,98	2,35	2,47	1,11
L 60. 30. 5*	4,29	3,37	15,6	4,04	2,60	1,12
L 60. 30. 6*	5,08	3,99	18,2	4,78	3,02	1,32
L 60. 40. 5*	4,79	3,76	17,2	4,25	6,11	2,02
L 60. 40. 6*	5,68	4,46	20,1	5,03	7,12	2,38
L 60. 40. 7*	6,55	5,14	22,9	5,79	8,07	2,74
L 65. 50. 5*	5,54	4,35	23,2	5,14	11,9	3,19
L 65. 50. 6*	6,58	5,16	27,2	6,10	14,0	3,77
L 65. 50. 7*	7,60	5,96	31,1	7,03	15,9	4,34
L 65. 50. 8*	8,60	6,75	34,8	7,93	17,7	4,89
L 75. 50. 5*	6,05	4,75	34,4	6,74	12,3	3,21
L 75. 50. 6*	7,19	5,65	40,5	8,01	14,4	3,81
L 75. 50. 7*	8,31	6,53	46,4	9,24	16,5	4,39
L 75. 50. 8*	9,41	7,39	52,0	10,4	18,4	4,95
L 80. 40. 5*	5,80	4,56	38,2	7,35	6,49	2,06
L 80. 40. 6*	6,89	5,41	44,9	8,73	7,59	2,44
L 80. 40. 7*	7,96	6,25	51,4	10,1	8,63	2,81
L 80. 40. 8*	9,01	7,07	57,6	11,4	9,61	3,16
L 80. 60. 6*	8,11	6,37	51,4	9,29	24,8	5,49
L 80. 60. 7*	9,38	7,36	59,0	10,7	28,4	6,34
L 80. 60. 8*	10,6	8,34	66,3	12,2	31,8	7,16
L 100. 50. 6*	8,73	6,85	89,7	13,8	15,3	3,85
L 100. 50. 7*	10,1	7,93	103	16,0	17,4	4,46
L 100. 50. 8*	11,4	8,99	116	18,1	19,5	5,04
L 100. 50.10*	14,1	11,1	141	22,2	23,4	6,17
L 100. 65. 7*	11,2	8,77	113	16,6	57,6	7,53
L 100. 65. 8*	12,7	9,94	127	18,9	42,2	8,54
L 100. 65.10*	15,6	12,3	154	23,2	51,0	10,5
L 100. 75. 8	13,5	10,6	133	19,3	64,1	11,4
L 100. 75.10	16,6	13,0	162	23,8	77,6	14,0
L 100. 75.12	19,7	15,4	189	28,0	90,2	16,5
L 120. 80. 8	15,5	12,2	226	27,6	80,8	13,2
L 120. 80.10	19,1	15,0	276	34,1	98,1	16,2
L 120. 80.12	22,7	17,8	323	40,4	114	19,1
L 130. 65. 8*	15,1	11,8	263	31,1	44,8	8,20
L 130. 65.10*	18,6	14,6	320	38,4	54,2	10,7
L 130. 65.12*	22,1	17,3	375	45,4	63,0	12,7
L 150. 75. 9*	19,6	15,4	456	46,9	78,3	13,2
L 150. 75.10*	21,6	17,0	501	51,8	85,8	14,6
L 150. 75.12*	25,7	20,2	589	61,4	99,9	17,2
L 150. 75.15*	31,6	24,8	713	75,3	120	21,0
L 150. 90.10*	23,2	18,2	533	53,3	146	21,0
L 150. 90.12*	27,5	21,6	627	63,3	171	24,8
L 150. 90.15*	33,9	26,6	761	77,7	205	30,4
L 200.100.10*	29,2	23,0	1.220	93,2	210	26,3
L 200.100.12*	34,8	27,3	1.440	111	247	31,3
L 200.100.15*	43,0	33,7	1.760	137	299	38,4
L 200.150.10*	34,2	26,9	1.400	99,6	680	59,2
L 200.150.12*	40,8	32,0	1.650	119	803	70,5
L 200.150.15*	50,5	39,6	2.020	147	979	86,9
L 200.150.18*	60,0	47,1	2.380	174	1.150	103

## PERFILES T (UNE 36.533)

T 40.5*	3,77	2,96	5,28	1,84	2,58	1,29
T 50.6*	5,66	4,44	12,1	3,36	6,06	2,42
T 60.7*	7,94	6,23	23,8	5,48	12,2	4,07

Designación <sup>(1)</sup>	Secc. (cm <sup>2</sup> )	Peso (kp/m)	I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	W <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> )	I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )	W <sub>y</sub> (cm <sup>3</sup> )
<b>PERFILES T (UNE 36.533) (cont.)</b>						
T 70. 8*	10,6	8,32	44,5	8,79	22,1	6,32
T 80. 9*	13,6	10,7	73,7	12,8	37,0	9,25
T 100.11*	20,9	16,4	179	24,6	88,3	17,7

## PERFILES REDONDOS (UNE 36.541)

Ø 6	0,283	0,222	0,006	0,021	-	-
Ø 7*	0,385	0,302	0,012	0,034	-	-
Ø 8	0,503	0,395	0,020	0,050	-	-
Ø 10	0,785	0,617	0,049	0,098	-	-
Ø 12	1,13	0,888	0,102	0,170	-	-
Ø 14	1,54	1,21	0,189	0,269	-	-
Ø 16	2,01	1,58	0,322	0,402	-	-
Ø 18*	2,55	2,00	0,515	0,573	-	-
Ø 20	3,14	2,47	0,785	0,785	-	-
Ø 22*	3,80	2,98	1,15	1,05	-	-
Ø 25	4,91	3,85	1,92	1,53	-	-
Ø 28*	6,16	4,83	3,02	2,16	-	-
Ø 30*	7,07	5,55	3,98	2,65	-	-
Ø 32	8,04	6,31	5,15	3,22	-	-
Ø 36*	10,2	7,99	8,24	4,58	-	-
Ø 40	12,6	9,86	12,6	6,28	-	-
Ø 45	15,9	12,5	20,2	8,95	-	-
Ø 50	19,6	15,4	30,7	12,3	-	-

## PERFILES CUADRADOS (UNE 36.542)

≠ 6	0,36	0,283	0,0108	0,0360	-	-
≠ 7	0,49	0,385	0,0200	0,0572	-	-
≠ 8	0,64	0,502	0,0341	0,0853	-	-
≠ 10	1,00	0,785	0,0833	0,167	-	-
≠ 12	1,44	1,13	0,173	0,288	-	-
≠ 14	1,96	1,54	0,320	0,457	-	-
≠ 16	2,56	2,01	0,546	0,683	-	-
≠ 18	3,24	2,54	0,875	0,972	-	-
≠ 20	4,00	3,14	1,33	1,33	-	-
≠ 22*	4,84	3,80	1,95	1,77	-	-
≠ 25	6,25	4,91	3,26	2,60	-	-
≠ 28	7,84	6,15	5,12	3,66	-	-
≠ 30*	9,00	7,07	6,75	4,50	-	-
≠ 32	10,2	8,04	8,74	5,46	-	-
≠ 36*	13,0	10,2	14,0	7,78	-	-
≠ 40	16,0	12,6	21,3	10,6	-	-
≠ 45*	20,3	15,9	34,2	15,1	-	-
≠ 50	25,0	19,6	52,1	20,9	-	-

## PERFILES LAMINADOS RECTANGULARES

Medidas b · d (mm)	Peso (kp/m)	Medidas b · d (mm)	Peso (kp/m)
20. 4*	0,628	70. 8	4,40
20. 5*	0,785	70.10	5,50
20. 6*	0,942	70.12	6,59
20. 8*	1,260	70.15	8,24
20.10*	1,570	70.20	11,0
20.12*	1,880	70.25	13,7
20.15*	2,360	80. 6	3,77
30. 4	0,942	80. 8	5,02
30. 5	1,18	80.10	6,28
30. 6	1,41	80.12	7,54
40. 4	1,26	80.15	9,42
40. 5	1,57	80.20	12,6
40. 6	1,88	80.25	15,7
40. 8	2,51	100. 8	6,23
50. 4	1,57	100.10	7,85
50. 5	1,96	100.12	9,42
50. 6	2,36	100.15	11,8
50. 8	3,14	100.20	15,7
50.10	3,93	100.25	19,6
60. 5	2,36	120.10	9,42
60. 6	2,83	120.12	11,3
60. 8	3,77	120.15	14,1
60.10	4,71	120.20	18,8
60.12	5,65	120.25	23,6
60.15	7,07	140.12	13,2
60.20	9,42	140.15	16,5
60.25	11,8	140.20	22,0
70. 5	2,75	140.25	27,5
70. 6	3,30		

Perfiles huecos

Designación <sup>(1)</sup>	Secc. (cm <sup>2</sup> )	Peso (kp/m)	I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	W <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> )	I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )	W <sub>y</sub> (cm <sup>3</sup> )
Ø 40.2	2,39	1,88	4,33	2,16	-	-
Ø 40.3	3,49	2,74	6,01	3,00	-	-
Ø 40.4*	4,52	3,55	7,42	3,71	-	-
Ø 45.2	2,70	2,12	6,26	2,78	-	-
Ø 45.3	3,96	3,11	8,77	3,90	-	-
Ø 45.4*	5,15	4,04	10,9	4,84	-	-
Ø 50.2	3,02	2,37	8,70	3,48	-	-
Ø 50.3	4,43	3,47	12,2	4,91	-	-
Ø 50.4	5,78	4,53	15,4	6,16	-	-
Ø 55.2*	3,33	2,61	11,7	4,25	-	-
Ø 55.3*	4,90	3,85	16,6	6,04	-	-
Ø 55.4*	6,41	5,03	21,0	7,64	-	-
Ø 60.2	3,64	2,86	15,3	5,11	-	-
Ø 60.3	5,37	4,21	21,8	7,29	-	-
Ø 60.4	7,04	5,52	27,7	9,24	-	-
Ø 65.2*	3,96	3,11	19,7	6,06	-	-
Ø 65.3*	5,84	4,58	28,1	8,65	-	-
Ø 65.4*	7,67	6,02	35,8	11,6	-	-
Ø 70.2	4,27	3,35	24,7	7,05	-	-
Ø 70.3	6,31	4,95	35,5	10,1	-	-
Ø 70.4*	8,29	6,51	45,3	12,9	-	-
Ø 75.2	4,58	3,60	30,5	8,15	-	-
Ø 75.3	6,78	5,32	44,0	11,7	-	-
Ø 75.4	8,92	7,00	56,3	15,0	-	-
Ø 80.2*	4,90	3,85	37,3	9,33	-	-
Ø 80.3*	7,26	5,70	53,9	13,5	-	-
Ø 80.4*	9,55	7,50	69,1	17,3	-	-
Ø 90.3	8,19	6,43	77,6	17,3	-	-
Ø 90.4	10,8	8,48	100	22,3	-	-
Ø 90.5	13,4	10,5	121	26,9	-	-
Ø 100.3	9,14	7,17	108	21,5	-	-
Ø 100.4	12,1	9,47	139	27,8	-	-
Ø 100.5	14,9	11,7	169	33,8	-	-
Ø 100.6*	17,7	13,9	196	39,3	-	-
Ø 125.4*	15,2	11,9	279	44,6	-	-
Ø 125.5*	18,8	14,8	340	54,4	-	-
Ø 125.6*	22,4	17,6	398	63,7	-	-
Ø 155.5*	23,6	18,5	663	85,5	-	-
Ø 155.6*	28,1	22,1	781	101	-	-
Ø 155.8*	36,9	29,0	1.000	129	-	-
Ø 175.5*	26,7	21,0	966	110	-	-
Ø 175.6*	31,9	25,0	1.140	130	-	-
Ø 175.8*	42,0	33,0	1.470	168	-	-
Ø 200.5*	30,6	24,0	1.460	146	-	-
Ø 200.6*	36,6	28,7	1.720	172	-	-
Ø 200.8*	48,3	37,9	2.230	223	-	-

PERFILES HUECOS CUADRADOS

# 40.2	2,90	2,28	6,60	3,40	-	-
# 40.3	4,13	3,24	9,01	4,51	-	-
# 40.4	5,21	4,09	10,5	5,26	-	-
# 45.2*	3,30	2,59	9,94	4,42	-	-
# 45.3*	4,73	3,71	13,4	5,95	-	-
# 45.4*	6,01	4,72	15,9	7,07	-	-
# 50.2	3,70	2,91	13,9	5,57	-	-
# 50.3	5,33	4,18	19,0	7,59	-	-
# 50.4	5,81	5,35	22,9	9,15	-	-
# 55.2*	4,10	3,22	18,9	6,86	-	-
# 55.3*	5,93	4,66	25,9	9,43	-	-
# 55.4*	7,61	5,97	31,6	11,5	-	-
# 60.2	4,50	3,53	24,8	8,28	-	-
# 60.3	6,53	5,13	34,4	11,5	-	-
# 60.4	8,41	6,60	42,3	14,1	-	-
# 60.5*	10,1	7,96	48,5	16,2	-	-
# 70.2	5,30	4,16	40,3	11,5	-	-
# 70.3	7,73	6,07	56,6	16,2	-	-
# 70.4	10,0	7,86	70,4	20,1	-	-
# 70.5	12,1	9,53	82,0	23,4	-	-
# 80.3	8,93	7,01	86,6	21,7	-	-
# 80.4	11,6	9,11	108,8	27,2	-	-
# 80.5	14,1	11,1	128,0	32,0	-	-
# 80.6*	16,5	13,0	144,0	36,0	-	-
# 90.3	10,1	7,95	126,0	37,9	-	-
# 90.4	13,2	10,4	159,0	35,4	-	-
# 90.5	16,1	12,7	189,0	41,9	-	-
# 90.6	18,9	14,9	214,0	47,6	-	-
# 100.3	11,3	8,89	175,0	35,0	-	-
# 100.4	14,8	11,6	223,0	44,6	-	-
# 100.5	18,1	14,2	266,0	53,1	-	-

PERFILES HUECOS CUADRADOS (cont.)

# 100.6	21,3	16,7	304,0	60,7	-	-
# 120.4	18,0	14,1	397,0	66,2	-	-
# 120.5	22,1	17,4	478,0	79,6	-	-
# 120.6*	26,1	20,5	551,0	91,8	-	-
# 140.5	26,1	20,5	780,0	111	-	-
# 140.6	30,9	24,3	905,0	129	-	-
# 140.8	40,0	31,4	1.130	161	-	-
# 160.5	30,1	23,7	1.190	149	-	-
# 160.6	35,7	28,0	1.390	173	-	-
# 160.8	46,4	36,5	1.740	218	-	-
# 170.5*	32,1	25,2	1.440	169	-	-
# 170.6*	38,1	29,9	1.680	198	-	-
# 170.8	49,6	39,0	2.120	249	-	-

PERFILES HUECOS RECTANGULARES

× 60. 40.2	3,70	2,91	18,1	6,03	9,69	4,85
× 60. 40.3	5,33	4,18	24,7	8,23	13,1	6,56
× 60. 40.4	6,81	5,35	29,7	9,91	15,7	7,86
× 70. 40.2*	4,10	3,22	26,4	7,55	11,1	5,57
× 70. 40.3*	5,93	4,66	36,4	10,4	15,2	7,59
× 70. 40.4*	7,61	5,97	44,3	12,6	18,3	9,16
× 70. 50.2*	4,50	3,53	31,1	8,87	18,5	7,42
× 70. 50.3*	6,53	5,13	43,1	12,3	25,6	10,3
× 70. 50.4*	8,41	6,60	53,0	15,1	31,4	12,5
× 80. 40.3	6,53	5,13	51,0	12,8	17,2	8,62
× 80. 40.4	8,41	6,60	62,6	15,6	20,9	10,5
× 80. 40.5*	10,14	7,96	71,6	17,9	23,7	11,9
× 80. 60.3	7,73	6,07	68,8	17,2	44,2	14,7
× 80. 60.4	10,0	7,86	85,7	21,4	54,9	18,3
× 80. 60.5	12,1	9,53	99,8	25,0	63,7	21,2
× 100. 50.3	8,33	6,54	105	20,9	35,6	14,2
× 100. 50.4	10,8	8,49	131	26,1	44,1	17,6
× 100. 50.5	13,1	10,31	153	30,6	51,1	20,4
× 100. 50.6*	15,3	12,03	171	34,2	56,7	22,7
× 100. 60.4	11,6	9,11	149	29,8	67,4	22,5
× 100. 60.5*	14,1	11,10	175	35,1	78,9	26,3
× 100. 60.6*	16,5	12,97	197	39,5	88,4	29,5
× 100. 80.4	13,2	10,37	186	37,2	132	33,0
× 100. 80.5	16,1	12,67	221	44,1	156	39,0
× 100. 80.6	18,9	14,85	251	50,1	177	44,3
× 120. 60.4	13,2	10,37	236	39,3	80,0	26,7
× 120. 60.5	16,1	12,67	279	46,5	94,0	31,4
× 120. 60.6	18,9	14,85	317	52,8	106	35,3
× 120. 80.4*	14,8	11,63	290	48,3	155	38,8
× 120. 80.5	18,1	14,24	345	57,6	184	46,1
× 120. 80.6	21,3	16,74	395	65,8	210	52,5
× 120.100.4	16,4	12,88	343	57,2	260	57,0
× 120.100.5*	20,1	15,81	412	68,6	311	62,2
× 120.100.6*	23,7	18,62	473	78,8	357	71,4
× 140. 60.4*	14,8	11,63	349	49,8	92,6	30,9
× 140. 60.5*	18,1	14,24	415	59,3	109	36,4
× 140. 60.6*	21,3	16,74	474	67,7	124	41,2
× 140. 80.4	16,4	12,88	423	60,4	178	44,6
× 140. 80.5	20,1	15,81	506	72,4	212	53,1
× 140. 80.6	23,7	18,62	582	83,1	243	60,7
× 140.100.4	18,0	14,14	497	71,0	297	59,3
× 140.100.5	22,1	17,38	598	85,4	356	71,2
× 140.100.6*	26,1	20,51	690	98,5	410	82,0
× 160. 80.4*	18,0	14,14	589	73,6	201	50,3
× 160. 80.5	22,1	17,38	708	88,5	241	60,2
× 160. 80.6*	26,1	20,51	816	102	276	69,0
× 160.120.5	26,1	20,52	948	119	610	102
× 160.120.6	30,9	24,27	1.100	138	707	118
× 160.120.8*	40,0	31,43	1.370	171	878	146
× 180.100.5	26,1	20,52	1.110	123	446	89,3
× 180.100.6	30,9	24,27	1.280	143	516	103
× 180.100.8	40,0	31,43	1.600	178	637	127
× 180.140.5*	30,1	23,66	1.410	157	962	137
× 180.140.6*	35,7	28,04	1.650	183	1.120	160
× 180.140.8*	46,4	36,45	2.070	230	1.410	201
× 200. 80.5	26,1	20,52	1.250	125	297	74,2
× 200. 80.6	30,9	24,27	1.450	145	342	85,4
× 200. 80.8	40,0	31,43	1.800	180	418	105
× 200.120.5	30,1	23,66	1.630	163	742	124
× 200.120.6*	35,7	28,04	1.900	190	863	144
× 200.120.8	46,4	36,45	2.390	239	1.080	180
× 200.150.5*	33,1	26,01	1.910	191	1.230	164
× 200.150.6*	39,3	30,87	2.240	224	1.440	192
× 200.150.8	51,2	40,22	2.830	283	1.820	242

# PERFILES

## Perfiles y placas conformados

Designación <sup>(1)</sup>	Secc. (cm <sup>2</sup> )	Peso (kp/m)	I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	W <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> )	I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )	W <sub>y</sub> (cm <sup>3</sup> )
<b>PERFILES CONFORMADOS L</b>						
LF 40.2	1,53	1,20	2,44	0,841	-	-
LF 40.3*	2,25	1,77	3,51	1,23	-	-
LF 40.4*	2,90	2,28	4,43	1,58	-	-
LF 50.2	1,93	1,51	4,85	1,33	-	-
LF 50.3*	2,81	2,21	6,97	1,94	-	-
LF 50.4*	3,67	2,88	8,92	2,52	-	-
LF 60.3	3,41	2,68	12,3	2,83	-	-
LF 60.4*	4,47	3,51	15,8	3,69	-	-
LF 60.5*	5,48	4,30	19,1	4,52	-	-
LF 80.4	6,07	4,76	38,8	6,70	-	-
LF 80.5*	7,48	5,87	47,3	8,25	-	-
LF 80.6*	8,85	6,95	55,4	9,75	-	-
LF 100.5	9,52	7,48	95,1	13,1	-	-
LF 100.6*	11,3	8,87	112	15,6	-	-
LF 100.7*	13,0	10,2	128	17,9	-	-
LF 120.5	11,5	9,05	167	19,1	-	-
LF 120.6*	13,7	10,8	197	22,7	-	-
LF 120.7*	15,8	12,4	226	26,2	-	-

### PERFILES CONFORMADOS LD

LF 40.20.2	1,13	0,887	1,90	0,746	0,344	0,218
LF 40.20.3*	1,65	1,30	2,71	1,080	0,480	0,312
LF 50.25.2	1,43	1,12	3,81	1,18	0,692	0,347
LF 50.25.3*	2,10	1,65	5,48	1,73	0,98	0,501
LF 60.30.3	2,55	2,00	9,69	2,53	1,74	0,735
LF 60.30.4*	3,30	2,59	12,3	3,26	2,20	0,948
LF 80.40.4	4,50	3,53	30,3	5,95	5,49	1,74
LF 80.40.5*	5,52	4,34	36,6	7,29	6,59	2,12
LF 100.50.5	7,02	5,51	73,9	11,6	13,4	3,39
LF 100.50.6*	8,30	6,52	86,2	13,7	15,6	3,99
LF 120.60.5	8,52	6,69	130	16,9	23,7	4,97
LF 120.60.6*	10,1	7,93	153	20,0	27,7	5,86

### PERFILES CONFORMADOS U

UF 60.3*	3,3	2,59	17,5	5,85	2,85	1,35
UF 60.4*	4,2	3,30	21,1	7,03	3,51	1,72
UF 80.3	4,5	3,53	43,9	11,0	7,03	2,46
UF 80.4*	5,8	4,55	54,3	13,6	8,88	3,17
UF 80.5*	7,04	5,52	63,4	15,9	10,5	3,84
UF 100.3	5,7	4,48	88,4	17,7	14,1	3,90
UF 100.4*	7,4	5,81	111	22,2	18,0	5,07
UF 100.5*	9,04	7,09	132	26,4	21,6	6,19
UF 120.4	9,0	7,06	198	33,1	31,9	7,42
UF 120.5*	11,0	8,66	238	39,6	38,6	9,08
UF 120.6*	13,0	10,2	273	45,5	44,8	10,7
UF 140.4	10,6	8,32	322	46,0	51,6	10,2
UF 140.5*	13,0	10,2	388	55,5	62,7	12,5
UF 140.6*	15,4	12,1	449	64,2	73,1	14,8

### PERFILES CONFORMADOS C

CF 60.2.0	3,12	2,45	17,8	5,93	7,16	3,03
CF 60.2.5*	3,84	3,01	21,5	7,16	8,56	3,62
CF 60.3.0*	4,50	3,53	24,6	8,22	9,71	4,10
CF 80.2.0	3,52	2,76	34,9	8,74	8,00	3,15
CF 80.2.5*	4,34	3,40	42,4	10,6	9,57	3,77
CF 80.3.0*	5,10	4,00	49,0	12,3	10,9	4,28
CF 100.2.0	3,92	3,08	59,2	11,8	8,67	3,24
CF 100.2.5*	4,84	3,80	72,1	14,4	10,4	3,87
CF 100.3.0*	5,70	4,48	83,6	16,7	11,8	4,40
CF 120.2.0	4,92	3,86	109	18,1	17,9	6,47
CF 120.2.5*	6,09	4,78	133	22,2	21,7	6,61
CF 120.3.0*	7,20	5,65	156	25,9	25,0	7,61
CF 140.2.0	5,32	4,17	156	22,3	18,9	5,56
CF 140.2.5*	6,59	5,17	192	27,4	22,9	6,72
CF 140.3.0*	7,80	6,13	225	32,1	26,3	7,74
CF 160.2.0	6,12	4,80	240	30,0	30,5	7,37
CF 160.2.5*	7,59	5,95	295	36,8	37,0	8,95
CF 160.3.0*	9,00	7,07	346	43,3	42,9	10,4
CF 180.2.0	6,52	5,12	316	35,1	31,7	7,46
CF 180.2.5*	8,09	6,35	389	43,2	38,5	9,06
CF 180.3.0*	9,60	7,54	458	50,9	44,5	10,5
CF 200.2.0	6,92	5,43	406	40,6	32,7	7,53
CF 200.2.5*	8,59	6,74	500	50,0	39,7	9,15
CF 200.3.0*	10,2	8,01	588	58,8	46,0	10,6

Designación <sup>(1)</sup>	Secc. (cm <sup>2</sup> )	Peso (kp/m)	I <sub>x</sub> (cm <sup>4</sup> )	W <sub>x</sub> (cm <sup>3</sup> )	I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )	W <sub>y</sub> (cm <sup>3</sup> )
<b>PERFILES CONFORMADOS C (cont.)</b>						
CF 225.2.5	10,5	8,21	806	71,7	90,8	16,2
CF 225.3.0*	12,5	9,78	953	84,7	106	18,9
CF 225.4.0*	16,2	12,7	1.213	108	131	23,3
CF 250.2.5	11,1	8,70	1.083	82,6	93,8	16,3
CF 250.3.0*	13,2	10,4	1.222	97,7	110	19,1
CF 250.4.0*	17,2	13,5	1.559	125	136	23,5
CF 275.2.5	11,7	9,19	1.259	94,1	96,5	16,5
CF 275.3.0*	14,0	11,0	1.532	111	113	19,2
CF 275.4.0*	18,2	14,3	1.959	142	140	23,8
CF 300.2.5	12,3	9,68	1.592	106	98,9	16,6
CF 300.3.0*	14,7	11,5	1.885	126	116	19,4
CF 300.4.0*	19,2	15,1	2.415	161	143	24,0

### PERFILES CONFORMADOS Ω (OMEGA)

OF 40.2.0	2,72	2,13	6,08	2,84	9,84	2,98
OF 40.2.5*	3,34	2,62	7,24	3,38	11,7	3,61
OF 40.3.0*	3,91	3,07	8,17	3,81	13,3	4,17
OF 50.2.0	3,40	2,67	12,0	4,40	18,9	4,72
OF 50.2.5*	4,19	3,29	14,4	5,29	22,8	5,76
OF 50.3.0*	4,93	3,87	16,5	6,04	26,1	6,70
OF 60.2.0	3,72	2,92	18,2	6,08	15,3	4,01
OF 60.2.5*	4,59	3,60	22,0	7,34	18,3	4,89
OF 60.3.0*	5,41	4,25	25,3	8,44	21,0	5,68
OF 80.2.5	6,09	4,78	52,6	13,1	38,8	8,17
OF 80.3.0*	7,21	5,66	61,0	15,3	45,0	9,57
OF 100.2.5	7,34	5,76	96,9	18,8	50,7	9,66
OF 100.3.0*	8,71	6,94	113	21,9	59,0	11,3

### PERFILES CONFORMADOS Z

ZF 100.2.0	4,72	3,70	76,4	14,7	40,8	7,25
ZF 100.2.5*	5,84	4,58	93,5	18,0	49,3	8,81
ZF 100.3.0*	6,91	5,42	109	21,0	56,8	10,2
ZF 120.2.0	5,12	4,02	117	18,8	40,8	7,23
ZF 120.2.5*	6,34	4,98	143	23,0	49,3	8,78
ZF 120.3.0*	7,51	5,89	167	26,9	56,8	10,2
ZF 140.2.0	5,52	4,33	167	23,1	40,8	7,21
ZF 140.2.5*	6,84	5,37	205	28,4	49,4	8,76
ZF 140.3.0*	8,11	6,36	240	33,2	56,9	10,1
ZF 160.2.0	5,92	4,65	229	27,7	40,9	7,20
ZF 160.2.5*	7,34	5,76	281	34,0	49,4	8,74
ZF 160.3.0*	8,71	6,84	330	40,0	56,9	10,1
ZF 180.2.0	6,32	4,96	302	32,6	40,9	7,18
ZF 180.2.5*	7,84	6,15	371	40,1	49,4	8,72
ZF 180.3.0*	9,31	7,31	436	47,1	56,9	10,1
ZF 200.2.0	7,66	6,01	473	45,8	97,3	12,8
ZF 200.2.5*	9,51	7,47	583	56,5	119	15,7
ZF 200.3.0*	11,3	8,88	688	66,6	138	18,3
ZF 225.2.5	10,1	7,96	769	66,3	119	15,6
ZF 225.3.0*	12,1	9,47	908	78,3	138	18,3
ZF 225.4.0*	15,7	12,3	1.155	99,5	169	22,5
ZF 250.2.5	10,8	8,45	986	76,7	119	15,6
ZF 250.3.0*	12,8	10,1	1.166	90,7	138	18,2
ZF 250.4.0*	16,7	13,1	1.486	115	169	22,5
ZF 275.2.5	11,4	8,94	1.237	87,6	119	15,6
ZF 275.3.0*	13,6	10,7	1.464	104	138	18,2
ZF 275.4.0*	17,7	13,9	1.869	132	170	22,5
ZF 300.2.5	12,0	9,43	1.524	99,0	119	15,6
ZF 300.3.0*	14,3	11,2	1.804	117	138	18,2
ZF 300.4.0*	18,7	14,7	2.306	150	170	22,4

### PLACA ONDULADA

O	Secc.	Peso	I <sub>x</sub>	W <sub>x</sub>	I <sub>y</sub>	W <sub>y</sub>
O 0.5*	5	4,38	2,00	2,22	-	-
O 0.6*	6	5,20	2,38	2,64	-	-
O 0.8*	8	7,00	3,70	4,11	-	-
O 1.0*	10	8,77	4,65	5,16	-	-
O 1.2*	12	10,5	5,60	6,22	-	-

(Peso en kp/m<sup>2</sup>)

### PLACA GRECADA

G 0.5*	5,25	5,89	11,9	6,28	-	-
G 0.6*	6,30	7,07	14,3	7,53	-	-
G 0.8*	8,40	9,42	19,0	9,94	-	-
G 1.0*	10,5	11,8	23,7	12,3	-	-
G 1.2*	12,6	14,1	28,4	14,7	-	-

(Peso en kp/m<sup>2</sup>)

Cementos comunes

COMPOSICIÓN<sup>(1)</sup>

Denominación: cemento...	Designación CEM	Clínker K	Escoria de horno alto S	Otros componentes principales	Denominación: cemento...	Designación CEM	Clínker K	Escoria de horno alto S	Otros componentes principales
Pórtland .....	I	95-100	—	—	Pórtland con caliza.	II/A-L	80-94	—	L: 6-20
Pórtland con escoria .....	II/A-S	80-94	6-20	—		II/B-L	65-79	—	L: 21-35
	II/B-S	65-79	21-35	—		II/A-LL	80-94	—	LL: 6-20
Pórtland con humo de sílice. ...	II/A-D	90-94	—	D: 6-10		II/B-LL	65-79	—	LL: 21-35
Pórtland con puzolana. ....	II/A-P	80-94	—	P: 6-20	Pórtland mixto <sup>(2)</sup> ..	II/A-M	80-94	—	TP: 6-20
	II/B-P	65-79	—	P: 21-35		II/B-M	65-79	<sup>(3)</sup>	TP: 21-35
	II/A-Q	80-94	—	Q: 6-20	Con escorias de				
	II/B-Q	65-79	—	Q: 21-35	horno alto .....	III/A	35-64	36-65	—
Pórtland con ceniza volante. ...	II/A-V	80-94	—	V: 6-20		III/B	20-34	66-80	—
	II/B-V	65-79	—	V: 21-35		III/C	5-19	81-95	—
	II/A-W	80-94	—	W: 6-20	Puzolánico <sup>(2)</sup> .....	IV/A	65-89	—	D, P, Q, V, W: 11-35
	II/B-W	65-79	—	W: 21-35		IV/B	45-64	—	D, P, Q, V, W: 36-55
Pórtland con esquistos calcinados	II/A-T	80-94	—	T: 6-20	Compuesto <sup>(2)</sup> .....	V/A	40-64	18-30	P, Q, V: 18-30
	II/B-T	65-79	—	T: 21-35		V/B	20-38	31-50	P, Q, V: 31-50

Notación: D = humo de sílice<sup>(4)</sup>; P = puzolana natural; Q = puzolana natural calcinada; V = cenizas volantes silíceas; W = cenizas volantes calcáreas; T = esquistos calcinados; L = calizas «L»<sup>(5)</sup>; LL = calizas «LL»<sup>(6)</sup>; TP = todos los componentes principales, excluido el clínker, e incluidas las escorias de horno alto.

PRESCRIPCIONES MECÁNICAS Y FÍSICAS

Clases de resistencia <sup>(7)</sup>	Resistencia a compresión <sup>(8)</sup> (N/mm <sup>2</sup> ; 1 N/mm <sup>2</sup> = 1 MPa)			Tiempo de fraguado <sup>(9)</sup>		Expansión <sup>(9)</sup> (mm)	Calor de hidratación <sup>(10)</sup> (J/g)
	Inicial		Nominal (28 días)	Inicio (min.)	Final (horas)		
	2 días	7 días					
32,5 N	—	≥16,0	≥32,5 y ≤52,5	≥75	≤12	≤10	≤270
32,5 R	≥10,0	—	≥32,5 y ≤52,5	≥75	≤12	≤10	≤270
42,5 N	≥10,0	—	≥42,5 y ≤62,5	≥60	≤12	≤10	≤270
42,5 R	≥20,0	—	≥42,5 y ≤62,5	≥60	≤12	≤10	≤270
52,5 N	≥20,0	—	≥52,5	≥45	≤12	≤10	≤270
52,5 R	≥30,0	—	≥52,5	≥45	≤12	≤10	≤270

PRESCRIPCIONES QUÍMICAS

Características	Tipos de cemento CEM	Clases de resistencia	Prescripción <sup>(11)</sup>
Pérd. por calcinación <sup>(12)</sup> .	I y III	Todas	≤5,0%
Residuo insoluble <sup>(12)</sup> ...	I y III	Todas	≤5,0%
Cont. de sulfatos (SO <sub>3</sub> ) <sup>(12)</sup>	I, II <sup>(13)</sup> , IV y V	32,5 N y 32,5 R	≤3,5%
		42,5 N	≤3,5%
		42,5 R	≤4,0%
		52,5 N y 52,5 R	≤4,0%
Cont. de cloruros (Cl <sup>-</sup> ) <sup>(12)</sup>	III <sup>(14)</sup>	Todas	≤4,0%
Puzolanidad <sup>(17)</sup> .....	Todos <sup>(15)</sup>	Todas	≤0,10% <sup>(16)</sup>
	IV	Todas	A los 8 ó 15 días

Cementos de escorias de horno alto de baja resistencia inicial

COMPOSICIÓN<sup>(1)</sup>

Designación	Clínker K	Escoria de horno alto S
CEM III/A ...	35-64	36-65
CEM III/B ...	20-34	66-80
CEM III/C ...	5-19	81-95

PRESCRIPCIONES MECÁNICAS Y FÍSICAS<sup>(18)</sup>

Clases de resistencia	Resistencia a compresión <sup>(8)</sup> (N/mm <sup>2</sup> )		Tiempo de fraguado (inicio) <sup>(9)</sup> (minutos)
	Inicial	Nominal (28 días)	
32,5 L .....	≥12,0 <sup>(19)</sup>	≥32,5 y ≤52,5	≥75
42,5 L .....	≥16,0 <sup>(19)</sup>	≥42,5 y ≤62,5	≥60
52,5 L .....	≥10,0 <sup>(20)</sup>	≥52,5	≥45

PRESCRIPCIONES QUÍMICAS<sup>(12)</sup>

Características	Tipo de cemento CEM	Clases de resistencia	Prescripción <sup>(11)</sup>
Pérdida por calcinación ..	III	Todas	≤5,0
Residuo insoluble .....	III	Todas	≤5,0
Cont. ion sulfato (SO <sub>3</sub> ) ..	III <sup>(14)</sup>	Todas	≤4,0
Cont. ion cloruro .....	III <sup>(15)</sup>	Todas	≤0,10

Cementos especiales de muy bajo calor de hidratación

COMPOSICIÓN<sup>(1)</sup>

Denominación: cemento...	Designación VLH	Clínker K	Escorias de horno alto S	Otros compon. princip.
De escorias de h. alto	III/B	20-34	66-80	—
	III/C	5-19	81-95	—
Puzolánico <sup>(2)</sup> .....	IV/A	65-89	—	11-35 <sup>(21)</sup>
	IV/B	45-64	—	36-55 <sup>(21)</sup>
Compuesto <sup>(2)</sup> .....	V/A	40-64	18-30	18-30 <sup>(22)</sup>
	V/B	20-38	31-50	31-50 <sup>(22)</sup>

PRESCRIPCIONES QUÍMICAS

Características	Tipos de cemento VLH	Prescripción <sup>(11)</sup>
Pérd. por calcinación <sup>(12)</sup> .	III	≤5,0%
Residuo insoluble <sup>(12)</sup> ...	III	≤5,0%
Cont. ion sulfato (SO <sub>3</sub> ) <sup>(12)</sup>	III/B	≤4,0%
	III/C	≤4,5%
	IV y V	≤3,5%
Contenido ion cloruro <sup>(12)</sup>	Todos <sup>(23)</sup>	≤0,10%
Puzolanidad <sup>(15)</sup> .....	IV	<sup>(24)</sup>

PRESCR. MECÁNICAS Y FÍSICAS

<b>Clase de resistencia:</b> 22,5.
<b>Resistencia nominal a compresión (28 días)<sup>(8)</sup>:</b> ≥22,5 y ≤42,5 N/mm <sup>2</sup> .
<b>Tiempo de fraguado (inicio)<sup>(25)</sup>:</b> ≥75 minutos.
<b>Expansión<sup>(25)</sup>:</b> ≤10 mm.
<b>Calor de hidratación<sup>(26)</sup>:</b> ≤220 J/g.

(\*) R.D. 956/2008, de 6-6 (BOE n° 148, de 19-6-08). 1. Porcentaje en masa de los componentes principales; además, pueden contener hasta un 5% de componentes minoritarios. Los valores de la tabla se refieren al núcleo de cemento. 2. En estos cementos, los componentes principales diferentes del clínker deben ser declarados en la designación del cemento. 3. Incluida en el porcentaje indicado en la columna «Otros componentes principales». 4. El porcentaje de humo de sílice está limitado al 10%. 5. El contenido de carbono orgánico total (TOC) será < 0,50% en masa. 6. El contenido en carbono orgánico total (TOC) será < 0,20% en masa. 7. N = resistencia inicial normal; R = alta resistencia inicial. 8. UNE-EN 196-1. 9. UNE-EN 196-3. 10. Sólo aplicable a los cementos de bajo calor de hidratación (LH). Medido a las 41 horas, según UNE-EN 196-9, o a los 7 días, según UNE-EN 196-8. 11. Los porcentajes se refieren a la masa del cemento final. 12. UNE-EN 196-2. 13. El CEM II/B-T puede tener hasta el 4,5% de sulfato para todas las clases de resistencia. 14. El CEM III/C puede tener hasta el 4,5% de sulfato. 15. El CEM III puede tener más del 0,10% de cloruros, pero en tal caso el contenido máximo debe figurar en los envases y albaranes de entrega. 16. Para aplicaciones de pretensado, el cemento puede haber sido fabricado expresamente con valores inferiores, debiendo expresarse entonces el valor real en los envases y albaranes de entrega. 17. UNE-EN 196-5. 18. Para todas las clases de resistencia, además de las prescripciones indicadas en esta tabla, se deben cumplir las siguientes: expansión, según UNE-EN 196-3: ≤10 mm; calor de hidratación (ver nota 10): ≤270 J/g. 19. A los 7 días. 20. A los 2 días. 21. De humo de sílice (máximo, 10%), puzolana y cenizas volantes. 22. De puzolana y cenizas volantes silíceas. 23. El VLH III puede tener más del 10% de cloruros, pero en tal caso el contenido máximo debe figurar en los envases y albaranes de entrega. 24. Cumplir con el ensayo de referencia. 25. UNE-EN 196. 26. Medido a las 41 horas, según UNE-EN 196-9, o a los 7 días, según UNE-EN 196-8.

# RECEPCIÓN DE CEMENTOS

## Cemento de aluminato de calcio

### PRESCRIPCIONES MECÁNICAS Y FÍSICAS

Características	Prescripción
Resistencia a compresión a 6 horas <sup>(27)</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	≥18,0
Resistencia a compresión a 24 horas <sup>(27)</sup> (N/mm <sup>2</sup> )	≥40,0
Tiempo de fraguado (inicio) <sup>(28)</sup> (minutos)	≥90

### PRESCRIPCIONES QUÍMICAS<sup>(12)</sup>

Contenido de:	Prescripción <sup>(11)</sup>	Contenido de:	Prescripción <sup>(11)</sup>
Alúmina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	35% ≤ Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ≤ 58%	Álcalis <sup>(29)</sup>	≤0,4%
Sulfuro (S <sup>2-</sup> )	≤0,10%	Ion sulfato (SO <sub>3</sub> )	≤0,5%
Ion cloruro	≤0,10%		

## Cementos de albañilería

Tipo y clases de resistencia	Contenido (% en masa)		Resistencia a compresión <sup>(8)</sup> (N/mm <sup>2</sup> )		Prescripciones para el mortero fresco <sup>(31)</sup>		Prescripciones químicas <sup>(12)</sup> (% en masa, referido a la muestra seca)		Otras prescripciones: Tiempo de fraguado <sup>(31)</sup> : inicio, ≥60 minutos; final, ≤15 horas <sup>(34)</sup> . Finura sobre el tamiz de 90 μm <sup>(35)</sup> : residuo ≤15%. Expansión <sup>(9)</sup> : ≤10 mm.
	Clínker de cem. pórtland	Aditivos <sup>(30)</sup>	7 días	28 días	Contenido de aire (% en volumen)	Retención de agua (% en masa)	Contenido de sulfatos (SO <sub>3</sub> )	Contenido de cloruros (Cl)	
MC 5	≥25	≤1	—	≥5 y ≤15	≥8 y ≤22	≥80	≤2,0	—	
MC 12,5	≥40	≤1	≥7	≥12,5 y ≤32,5	≥8 y ≤22	≥80	≤3,0 <sup>(33)</sup>	≤0,10	
MC 12,5 X <sup>(32)</sup>	≥40	≤1	≥7	≥12,5 y ≤32,5	≤6	≥75	≤3,0 <sup>(33)</sup>	≤0,10	
MC 22,5 X <sup>(32)</sup>	≥40	≤1	≥10	≥22,5 y ≤42,5	≤6	≥75	≤3,0 <sup>(33)</sup>	≤0,10	

## Cementos resistentes a los sulfatos (SR) o al agua de mar (MR)

### PRESCRIPCIONES ADICIONALES<sup>(36)</sup>

Denominaciones	Designaciones	Especificaciones del clínker de los cementos...				
		Resistentes a los sulfatos <sup>(37)</sup>		Resistentes al agua de mar <sup>(37)</sup>		
		C <sub>3</sub> A (%)	C <sub>3</sub> A + C <sub>4</sub> AF (%)	C <sub>3</sub> A (%)	C <sub>3</sub> A + C <sub>4</sub> AF (%)	
Cementos pórtland resistentes a los sulfatos / al agua de mar	I	≤5,0	≤22,0	≤5,0	≤22,0	
Cementos pórtland con adiciones, resistentes a los sulfatos / al agua de mar	Con escoria de horno alto (S)	II/A-S y II/B-S	≤6,0	≤22,0	≤8,0	≤25,0
	Con humo de sílice (D)	II/A-D	≤6,0	≤22,0	≤8,0	≤25,0
	Con puzolana natural (P)	II/A-P y II/B-P	≤6,0	≤22,0	≤8,0	≤25,0
	Con ceniza volante (V)	II/A-V y II/B-V	≤6,0	≤22,0	≤8,0	≤25,0
Cementos con adiciones, resistentes a los sulfatos / al agua de mar	Con escoria de horno alto (S)	III/A III/B y III/C	≤8,0 Ninguna	≤25,0 Ninguna	≤10,0 Ninguna	≤25,0 Ninguna
	Cementos puzolánicos (D + P + V)	IV/A IV/B	≤6,0 ≤8,0	≤22,0 ≤25,0	≤8,0 ≤10,0	≤25,0 ≤25,0
	Cementos compuestos (S + P + V)	V/A	≤8,0	≤25,0	≤10,0	≤25,0

## Cemento de albañilería blanco

Tipo y clase de resistencia	Contenido (% en masa)		Resistencia a compresión <sup>(8)</sup> (N/mm <sup>2</sup> )		Tiempo de fraguado <sup>(9)</sup>		Finura sobre tamiz de 90 μm <sup>(35)</sup> (% residuo)	Expansión <sup>(9)</sup> (mm)	Prescripciones para el mortero fresco: retención de agua <sup>(31)</sup> (% en masa)	Prescripciones químicas <sup>(12)</sup> (% en masa, referido a la muestra seca)	
	Clínker pórtland	Aditivos <sup>(30)</sup>	7 días	28 días	Inicio (min.)	Final <sup>(34)</sup> (horas)				Contenido de sulfatos (SO <sub>3</sub> )	Contenido de cloruros (Cl)
BL 22,5 X <sup>(32)</sup>	≥40	≤1	≥10	≥22,5 y ≤42,5	≥60	≤15	≤15	≤10	≥75	≤3,0 <sup>(33)</sup>	≤0,10

## Cemento para usos especiales

### COMPOSICIÓN<sup>(4, 38)</sup> Y PRESCRIPCIONES QUÍMICAS

Designación	Clínker K	Escorias de horno alto S, puzolanas naturales P <sup>(39)</sup> y cenizas volantes V	Prescripciones químicas <sup>(12)</sup>	
			Contenido de sulfatos (SO <sub>3</sub> )	Contenido de cloruros
ESP VI-1	25-55	45-75	≤3,5%	≤0,10%

### PRESCRIPCIONES MECÁNICAS Y FÍSICAS

Clases de resistencia	Resistencia a compresión <sup>(8)</sup> (N/mm <sup>2</sup> )		Tiempo de fraguado (inicio) <sup>(9)</sup> (minutos)	Expansión <sup>(9)</sup> (mm)
	28 días	90 días		
22,5 N	≥12,5 y ≤32,5	≥22,5	≥60	≤10
32,5 N	≥22,5 y ≤42,5	≥32,5	≥60	≤10
42,5 N	≥32,5 y ≤52,5	≥42,5	≥60	≤10

27. UNE-EN 196-1 y UNE-EN 14647, apartado 7.1. 28. UNE-EN 196-3 y UNE-EN 14647, apartado 7.2. 29. Expresado como Na<sub>2</sub>O equivalente (Na<sub>2</sub>O + 0,658 K<sub>2</sub>O). 30. Excluidos los pigmentos. El contenido de material orgánico no debe exceder del 0,5% en masa, referido a la muestra seca. 31. UNE-EN 413-2. 32. "X" designa un cemento de albañilería al cual no se ha incorporado un aditivo inclusor de aire. 33. Si el contenido de clínker es ≥55% en masa, ≤3,5%. 34. Si el tiempo de inicio del fraguado es < 6 horas, no se prescribe ningún requisito para el final del fraguado. 35. UNE 80122. 36. Estas prescripciones se suman a las exigibles a los cementos comunes, según su tipo y clase (ver «Cementos comunes»). 37. Las prescripciones sobre C<sub>3</sub>A y (C<sub>3</sub>A + C<sub>4</sub>AF) se refieren a porcentajes en masa de clínker. Los contenidos de C<sub>3</sub>A y C<sub>4</sub>AF se determinarán por cálculo, según la norma UNE 80304, a partir de los ensayos realizados sobre el clínker según la norma UNE-EN 196-2. 38. Los componentes minoritarios adicionales pueden ser filler, o uno o más de los componentes principales, a menos que estén incluidos ya como tales en el cemento. 39. El contenido de puzolana natural no deberá ser superior al 40%.

**Materiales utilizables**

**Cementos**

Podrán utilizarse aquellos cementos de clase resistente 32,5 o superior y que cumplan las siguientes limitaciones de uso:

- Hormigón en masa: pueden emplearse:
    - Todos los cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/BQ, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C.
    - Los cementos para usos especiales ESP VI-1.
  - Hormigón armado: pueden emplearse todos los cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/BQ, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C y CEM V/B.
  - Hormigón pretensado: pueden emplearse los cementos comunes de los tipos CEM I, CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM II/A-M (V-P).
- Se consideran cementos de endurecimiento lento los de clase resistente 32,5N, de endurecimiento normal los de clases 32,5R y 42,5N, y de endurecimiento rápido los de clases 42,5R, 52,5N y 52,5R.

**Agua**

En general, podrán emplearse todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica. Cuando no se tengan antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas, que, salvo justificación especial, deberán cumplir las siguientes condiciones:

- pH . . . . . ≥ 5
- Sustancias disueltas . . . . . ≤ 15 g/l
- Sulfatos, expresados en SO<sub>4</sub> . . . . . ≤ 1 g/l<sup>(1)</sup>
- Ión cloruro, expresado en Cl<sup>-</sup>, para hormigón pretensado . . . . . ≤ 1 g/l
- Ión cloruro, expresado en Cl<sup>-</sup>, para h. armado, o en masa<sup>(2)</sup> . . . . . ≤ 3 g/l
- Hidratos de carbono . . . . . 0
- Sustancias orgánicas solubles en éter . . . . . ≤ 15 g/l

Salvo estudios especiales, se prohíbe expresamente el empleo de aguas de mar o de aguas salinas análogas para el amasado o curado de hormigón armado o pretensado. Se permite el empleo de aguas recicladas procedentes del lavado de cubas en la central de hormigonado, con las condiciones establecidas en el art. 27 de la EHE.

**Áridos**

**En general:** pueden emplearse, siempre que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, gravas y arenas según UNE-EN 12620, áridos rodados o procedentes de rocas machacadas, así como escorias siderúrgicas enfriadas por aire según la misma UNE, y, en general, cualquier otro tipo de árido sancionado por la práctica.

- Para los áridos reciclados se seguirá lo establecido en el Anejo 15 de la EHE; para los ligeros, lo indicado en su Anejo 16 y en UNE-EN 13055-1.
- Si se utilizan áridos siderúrgicos, se comprobará que no contienen silicatos ni compuestos ferrosos inestables. Sólo se permiten los áridos con una proporción muy baja de sulfuros oxidables.

**Designación:** se designarán con el formato *d/D-IL*, donde:

- *d/D* es la fracción granulométrica, comprendida entre un tamaño mínimo, *d*, y un tamaño máximo, *D*, en mm.
- *IL* es la forma de presentación, según la siguiente clave: R, rodado; T, triturado; M, mezcla.

Se recomienda completar dicha designación con un guión seguido de una letra indicativa de la naturaleza del árido, según la siguiente clave: C, calizo; S, silíceo; G, granito; O, ofita; B, basalto; D, dolomítico; Q, traquita; I, fonolita; V, varios; A, artificial; R, reciclado.

**Tamaño del árido:** la relación entre los tamaños máximo y mínimo del árido<sup>(3)</sup> será ≥ 1,4. Además, el tamaño máximo del árido grueso será menor que las dimensiones siguientes:

- 0,8 de la distancia horizontal libre entre vainas o armaduras que no formen grupo, o entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo > 45° con la dirección de hormigonado.
- 1,25 de la distancia entre un borde de la pieza y una vaina o armadura que forme un ángulo ≤ 45° con la dirección de hormigonado.
- 0,25 de la dimensión mínima de la pieza, excepto en los casos siguientes: losa superior de los forjados, 0,4 del espesor mínimo; piezas de ejecución muy cuidada<sup>(4)</sup>, 0,33 del espesor mínimo.

**Contenido máximo de finos del árido:** la cantidad de finos que pasan por el tamiz 0,063 UNE-EN 933-1, expresada en porcentaje del peso de la muestra de árido grueso total o de árido fino total, no excederá<sup>(5)</sup> de:

- Árido grueso . . . . . 1,5%
- Árido fino, para las obras sometidas a las clases de exposición III o IV, o bien a alguna clase específica:
  - Áridos redondeados, o de machaqueo no calizos . . . . . 6%
  - Áridos de machaqueo calizos . . . . . 10%
- Árido fino, para las demás obras:
  - Áridos redondeados . . . . . 6%
  - Áridos de machaqueo no calizos . . . . . 10%
  - Áridos de machaqueo calizos . . . . . 16%

**Requisitos físico-mecánicos:**

- Resistencia a la fragmentación del árido grueso<sup>(6)</sup> . . . . . ≤ 40<sup>(7)</sup>
- Absorción de agua por los áridos . . . . . ≤ 5%

**Limitaciones a las sustancias perjudiciales:** las cantidades máximas admisibles, expresadas en porcentaje del peso total de la muestra, son las siguientes:

Sustancias perjudiciales	Tipo de árido →	Fino	Grueso
		Material retenido por el tamiz 0,063 UNE EN 933-2 y que flota en un líquido de peso específico 2 . . . . .	0,50
Compuestos totales de azufre <sup>(8)</sup> , expresados en S . . . . .	1,00	1,00 <sup>(9)</sup>	
Sulfatos solubles en ácidos <sup>(8)</sup> , expresados en SO <sub>3</sub> . . . . .	0,80	0,80 <sup>(10)</sup>	
Cloruros <sup>(8,11)</sup> ; hormigón armado, o en masa <sup>(2)</sup> . . . . .	0,05	0,05	
Cloruros <sup>(8,11)</sup> ; hormigón pretensado . . . . .	0,03	0,03	
Materias orgánicas: ver art. 28.7.4 de la EHE			

**Aditivos**

**Tipos:** la EHE considera 5 tipos: reductores de agua/plastificantes; reductores de agua de alta actividad/superplastificantes; modificadores de fraguado/aceleradores-retardadores; inclusores de aire; y multifuncionales.

**Exclusiones:**

- En los hormigones armados o pretensados no podrán utilizarse como aditivos productos que contengan cloruros, sulfuros, sulfitos u otros componentes que puedan ocasionar o favorecer la corrosión de las armaduras.
- En los elementos pretensados mediante armaduras ancladas exclusivamente por adherencia, no podrán utilizarse aditivos aireantes.

**Adiciones**

**Prescripciones para las cenizas volantes:**

- Anhídrido sulfúrico (SO<sub>3</sub>) . . . . . ≤ 3,0%
- Cloruros (Cl<sup>-</sup>) . . . . . ≤ 0,10%
- Óxido de calcio libre . . . . . ≤ 1%
- Pérdida al fuego . . . . . ≤ 5,0%
- Finura (cantidad retenida por el tamiz 45 µm) . . . . . ≤ 40%
- Expansión<sup>(12)</sup> (método de las agujas) . . . . . < 10 mm
- Índice de actividad: ≥ 75% a los 28 días; ≥ 85% a los 90 días

**Prescripciones para el humo de sílice:**

- Óxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) . . . . . ≥ 85%
- Cloruros (Cl<sup>-</sup>) . . . . . < 0,10%
- Pérdida al fuego . . . . . < 5%
- Índice de actividad . . . . . < 100%

**Hormigones**

**Resistencia mínima:** en los hormigones estructurales, la resistencia de proyecto *f<sub>ck</sub>* será: ≥ 20 N/mm<sup>2</sup> en hormigones en masa, y ≥ 25 N/mm<sup>2</sup> en hormigones armados o pretensados.

**Docilidad:** la docilidad del hormigón se valorará determinando su consistencia por medio del ensayo de asentamiento<sup>(13)</sup>. Las distintas consistencias y los valores límite del asentamiento del cono serán<sup>(14)</sup>: consistencia seca<sup>(15)</sup> (S), 0-2 cm; consistencia plástica<sup>(15)</sup> (P), 3-5 cm; consistencia blanda (B), 6-9 cm; consistencia fluida (F), 10-15 cm; consistencia líquida<sup>(16)</sup> (L), 16-20 cm.

(\*) Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), aprobada por R.D. 1247-2008, de 18-7 (BOE nº 203, de 22-8). 1. En el cemento SR: ≤ 5 g/l. 2. Cuando el hormigón en masa contenga armaduras para reducir la fisuración. 3. Se denominan tamaño máximo y mínimo de un árido, respectivamente, a las aberturas mínima y máxima del tamiz UNE EN 933-2 que cumplen los requisitos de la tabla 28.3.a de la EHE. 4. Y elementos en los que el efecto pared del encofrado sea reducido. 5. De lo contrario, la cantidad total de finos no deberá exceder del límite establecido en el art. 31.1 de la EHE. 6. Según ensayo de Los Ángeles. 7. Para hormigones en masa o armados de resistencia característica especificada ≤ 30 N/mm<sup>2</sup>, y siempre que existan experiencias previas y estudios experimentales que lo avalen, ≤ 50. 8. Referidos al árido seco. 9. Escorias de alto horno enfriadas al aire, 2%; si hay presencia de pirrotina, < 0,1%. 10. Escorias de alto horno enfriadas al aire, 1%. 11. Expresados en Cl<sup>-</sup>. 12. Esta prescripción sólo se tendrá en cuenta si el contenido en óxido de calcio libre es > 1% y ≤ 2,5%. 13. Según UNE-EN 12350-2. 14. Para hormigones autocompactantes, ver el Anejo 17 de la EHE. 15. Salvo en aplicaciones específicas que lo requieran, se evitará su empleo. 16. Sólo podrá utilizarse cuando se consiga mediante el empleo de aditivos superplastificantes.

Materiales utilizables (cont.)

Aceros para armaduras pasivas

Podrán emplearse los siguientes productos de acero: barras rectas o rollos de acero corrugado soldable, alambres de acero corrugado o grafilado soldable, y alambres lisos de acero soldable<sup>(17)</sup>.

Diámetros nominales:

- Barras y rollos de acero corrugado soldable: 6<sup>(18)</sup> - 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 20 - 25 - 32 y 40 mm.
- Alambres corrugados y alambres lisos: 4<sup>(19)</sup> - 4,5<sup>(19)</sup> - 5 - 5,5 - 6 - 6,5 - 7 - 7,5 - 8 - 8,5 - 9 - 9,5 - 10 - 11 - 12 - 14 y 16 mm.

Características mecánicas garantizadas:

Características	Acero corrugado				Alambres B 500 T
	B 400 S	B 500 S	B 400 SD <sup>(20)</sup>	B 500 SD <sup>(20)</sup>	
$f_y$ (N/mm <sup>2</sup> )	≥400	≥500	≥400	≥500	≥500
$f_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	≥440	≥550	≥480	≥575	≥550
$f_s/f_y$	≥1,05	≥1,05	≥1,20 <sup>(21)</sup>	≥1,15 <sup>(21)</sup>	≥1,03 <sup>(22)</sup>
$f_{y,real}/f_{y,nominal}$	—	—	≤1,20	≤1,25	—
$\epsilon_{u,5}$ (%)	≥14	≥12	≥20	≥16	8 <sup>(23)</sup>
$\epsilon_{máx}$ (%):					
—En barra	≥5,0	≥5,0	≥7,5	≥7,5	—
—En rollo <sup>(24)</sup>	≥7,5	≥7,5	≥10,0	≥10,0	—
Ø mandril <sup>(25)</sup>	Ver tabla 32.2.b de la EHE				5d

Siendo:  $f_y$  = límite elástico<sup>(26)</sup>;  $f_s$  = carga unitaria de rotura;  $\epsilon_{u,5}$  = alargamiento de rotura sobre base de 5 diámetros;  $\epsilon_{máx}$  = alargamiento total bajo carga máxima;  $d$  = diámetro nominal del alambre.

Aceros para armaduras activas

Podrán emplearse los siguientes productos de acero: alambres lisos o grafilados, barras, y cordones lisos o grafilados.

Carga unitaria máxima  $f_{máx}$ : no será inferior a estos valores:

Elemento y designación	Diámetros nominales (mm)	$f_{máx}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Elemento y designación	Diámetros nominales (mm)	$f_{máx}$ (N/mm <sup>2</sup> )
<b>Alambres:</b>			<b>Cordones de 2 ó 3 alambres:</b>		
—Y 1570 C	9,4-10,0	1.570	—Y 1770 S2	5,6-6,0	1.770
—Y 1670 C	7,0-7,5-8,0	1.670	—Y 1860 S3	6,5-6,8-7,5	1.860
—Y 1770 C	3,0-4,0-5,0-6,0	1.770	—Y 1960 S3	5,2	1.960
—Y 1860 C	4,0-5,0	1.860	—Y 2060 S3	5,2	2.060
<b>Barras</b>	—	980	<b>Cordones de 7 alambres:</b>		
			—Y 1770 S7	16,0	1.770
			—Y 1860 S7	9,3-13,0-15,2-16,0	1.860

Pesos y secciones de las armaduras<sup>(29)</sup>

Diámetro Ø de las barras (mm)	Peso de las barras (kg/m)	Sección útil A (mm <sup>2</sup> )									
		1 barra	2 barras	3 barras	4 barras	5 barras	6 barras	7 barras	8 barras	9 barras	10 barras
6	0,222	28	57	85	113	141	170	198	226	254	283
8	0,395	50	101	151	201	251	302	352	402	452	503
10	0,617	79	157	236	314	393	471	550	628	707	785
12	0,888	113	226	339	452	565	679	792	905	1.018	1.131
14	1,208	154	308	462	616	770	924	1.078	1.232	1.385	1.539
16	1,578	201	402	603	804	1.005	1.206	1.407	1.608	1.810	2.011
20	2,47	314	628	942	1.257	1.571	1.885	2.199	2.513	2.827	3.142
25	3,85	491	982	1.473	1.963	2.454	2.945	3.436	3.927	4.418	4.909
32	6,31	804	1.608	2.413	3.217	4.021	4.825	5.630	6.434	7.238	8.042
40	9,86	1.257	2.513	3.770	5.027	6.283	7.540	8.796	10.053	11.310	12.566

17. Sólo como elementos de conexión de armaduras básicas electrosoldadas en celosía. 18. Salvo en caso de mallas electrosoldadas o armaduras básicas electrosoldadas en celosía, se procurará evitar el empleo de este diámetro cuando se aplique cualquier proceso de soldadura. 19. Sólo en armaduras de reparto. 20. Acero soldable con características especiales de ductilidad. Estos aceros deberán cumplir, además, las condiciones de las tablas 32.2.d y 32.2.e de la EHE. 21. Además,  $f_s/f_y \leq 1,35$ . 22. Además se cumplirá lo previsto en la nota 4 de la tabla 32.3 de la EHE. 23. Además se cumplirá lo previsto en la nota 3 de la tabla 32.3 de la EHE. 24. Además, ver la nota 3 de la Tabla 32.2.a de la EHE. 25. Ensayo doblado-desdoblado, para barras y alambres, con ángulo de doblado = 90°, y de desdoblado = 20°. 26. Valor de la tensión que produce una deformación remanente del 0,2%. 27. En el rango de temperaturas especificado por el fabricante. 28. Según UNE 67036 y determinado previamente a su puesta en obra. 29. Esta tabla no forma parte de la EHE.

Límite elástico  $f_y$ : estará entre los siguientes valores:

- Alambres:  $0,85 f_{máx} \leq f_y \leq 0,95 f_{máx}$
- Barras:  $0,75 f_{máx} \leq f_y \leq 0,9 f_{máx}$
- Cordones:  $0,88 f_{máx} \leq f_y \leq 0,95 f_{máx}$

Alargamiento bajo carga máxima: ≥ 3,5%, medido sobre una base de longitud ≥ 200 mm, para alambres y barras, o sobre una base de longitud ≥ 500 mm, para cordones.

Módulo de elasticidad: tendrá el valor garantizado por el fabricante, con una tolerancia de ± 7%.

Relajación a las 1.000 horas, a una temperatura de 20 ± 1 °C, y para una tensión inicial igual al 70% de  $f_{máx}$ : ≤ 2,5% para alambres y cordones, y ≤ 3,0% para barras.

Valor medio de las tensiones residuales a tracción de los alambres, incluido el alambre central de los cordones: <50 N/mm<sup>2</sup>.

Productos de inyección

Productos de inyección adherentes: requisitos:

- El cemento será Portland, del tipo CEM I.
- El agua no tendrá > 300 mg/l de ión cloruro, ni > 200 mg/l de ión sulfato.
- Cuando se utilicen áridos, estarán constituidos por granos síliceos o calcáreos exentos de iones ácidos y de partículas laminares, como las de mica o pizarra.
- La relación A/C será ≤ 0,44. La fluidez será < 25 s<sup>(27)</sup>.
- La cantidad de agua exudada después de 3 h será < 2% en el ensayo del tubo de exudado<sup>(27)</sup>.
- La reducción de volumen será ≤ 1%. Será nula en las lechadas fabricadas con agentes expansivos.
- La expansión volumétrica eventual será < 5%.
- La resistencia a compresión será ≥ 30 N/mm<sup>2</sup> a los 28 días.
- El fraguado no empezará antes de las 3 h<sup>(27)</sup>.
- El final del fraguado no debe exceder de las 24 h.
- La absorción capilar a los 28 días será < 1g/cm<sup>2</sup>.

Productos de inyección no adherentes: para poder utilizarlos deberán aparecer como parte del documento de idoneidad técnico europeo del sistema de prensado, y, por tanto, ser conformes con la Guía ETAG 013, Anejo C4.

Piezas de entrevigado en forjados

Las piezas de entrevigado aligerantes pueden ser de cerámica, hormigón, poliestireno expandido u otros materiales suficientemente rígidos. Cumplirán las siguientes condiciones:

- La carga de rotura a flexión para cualquier pieza será > 1,0 kN.
- En piezas de entrevigado cerámicas, el valor medio de la expansión por humedad será ≤ 0,55 mm/m, y no se superarán en ninguna de las mediciones individuales los 0,65 mm/m. Las piezas de entrevigado que superen el valor límite de expansión total podrán utilizarse, no obstante, siempre que el valor medio de la expansión potencial<sup>(28)</sup> sea ≤ 0,55 mm/m.
- Las piezas exteriores cumplirán con la clase de reacción al fuego que sea exigible. En los edificios, será conforme con el apartado 4 de la sección SI.1 del DB SI del CTE.

Capacidades mecánicas características de las armaduras<sup>(29)</sup>

Tipos de acero	Ø (mm)	Capacidad mecánica característica $U; U = A (f_{yk} / \gamma_s)$									
		1 barra	2 barras	3 barras	4 barras	5 barras	6 barras	7 barras	8 barras	9 barras	10 barras
B 400 S B 400 SD	6	9,8	19,7	29,5	39,3	49,2	59,0	68,8	78,7	88,5	98,3
	8	17,5	35,0	52,5	69,9	87,4	104,9	122,4	139,9	157,4	174,8
	10	27,3	54,6	82,0	109,3	136,6	163,9	191,2	218,5	245,9	273,2
	12	39,3	78,7	118,0	157,4	196,7	236,0	275,4	314,7	354,0	393,4
	14	53,5	107,1	160,6	214,2	267,7	321,3	374,8	428,3	481,9	535,4
	16	69,9	139,9	209,8	279,7	349,7	419,6	489,5	559,5	629,4	699,3
	20	109,3	218,5	327,8	437,1	546,4	655,6	764,9	874,2	983,5	1.092,7
	25	170,7	341,5	512,2	683,0	853,7	1.024,4	1.195,2	1.365,9	1.536,6	1.707,4
	32	279,7	559,5	839,2	1.119,0	1.398,7	1.678,4	1.958,2	2.237,9	2.517,6	2.797,4
	40	437,1	874,2	1.311,3	1.748,4	2.185,5	2.622,5	3.059,6	3.496,7	3.933,8	4.370,9
$\gamma_s = 1,15$ $f_{yk} = 400 \text{ N/mm}^2$											
B 500 S B 500 SD	5	12,3	24,6	36,9	49,2	61,5	73,8	86,1	98,3	110,6	122,9
	6	21,9	43,7	65,6	87,4	109,3	131,1	153,0	174,8	196,7	218,5
	8	34,1	68,3	102,4	136,6	170,7	204,9	239,0	273,2	307,3	341,5
	10	49,2	98,3	147,5	196,7	245,9	295,0	344,2	393,4	442,6	491,7
	12	66,9	133,9	200,8	267,7	334,6	401,6	468,5	535,4	602,4	669,3
	14	87,4	174,8	262,3	349,7	437,1	524,5	611,9	699,3	786,8	874,2
	16	136,6	273,2	409,8	546,4	683,0	819,5	956,1	1.092,7	1.229,3	1.365,9
	20	213,4	426,8	640,3	853,7	1.067,1	1.280,5	1.494,0	1.707,4	1.920,8	2.134,2
	25	349,7	699,3	1.049,0	1.398,7	1.748,4	2.098,0	2.447,7	2.797,4	3.147,1	3.496,7
	32	546,4	1.092,7	1.639,1	2.185,5	2.731,8	3.278,2	3.824,5	4.370,9	4.917,3	5.463,6
$\gamma_s = 1,15$ $f_{yk} = 500 \text{ N/mm}^2$											

Definición del tipo de ambiente

Clase. Subclase	Design.	Descripción
<b>CLASES GENERALES DE EXPOSICIÓN RELATIVAS A LA CORROSIÓN DE LAS ARMADURAS</b>		
No agresiva	I	Interiores de edificios, no sometidos a condensaciones. Elementos de hormigón en masa.
Normal: Humedad alta	Ila	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.
Humedad media	Ilb	Exteriores, en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm.
Marina: Aérea	IIIa	Elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar. Elementos exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la costa (a menos de 5 km).
Sumergida	IIIb	Elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajar. Elementos de estructuras marinas situadas en la zona de carrera de mareas, o en zona de salpicaduras.
Mareas o salpicaduras	IIIc	
Con cloruros de origen diferente del medio marino	IV	Instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros no relacionados con el ambiente marino. Superficies no impermeabilizadas expuestas a sales de deshielo.
<b>CLASES ESPECÍFICAS DE EXPOSICIÓN RELATIVAS A OTROS PROCESOS DE DETERIORO DEL HORMIGÓN</b>		
Química agresiva: Débil	Qa	Elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad lenta <sup>(30)</sup> .
Media	Qb	Elementos en contacto con agua de mar. Elementos mencionados en la designación Qa, cuando la velocidad sea media <sup>(30)</sup> .
Fuerte	Qc	Elementos mencionados en la designación Qa, cuando la velocidad sea rápida <sup>(30)</sup> .
Con heladas: Sin sales fundentes	H	Elementos situados en contacto frecuente con agua o en zonas con humedad relativa media ambiental en invierno superior al 75%, cuando además tengan una probabilidad superior al 50% de alcanzar, al menos una vez al año, temperaturas por debajo de -5 °C.
Con sales fundentes	F	Elementos destinados al tráfico de vehículos o peatones en zonas con más de 5 nevadas anuales o con un valor medio de las temperaturas mínimas en los meses de invierno inferior a 0 °C.
Erosión	E	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.

CLASIFICACIÓN DE LA AGRESIVIDAD QUÍMICA

Tipo de exposición	Agua						Suelo	
	Valor del pH (UNE 83952)	CO <sub>2</sub> agresivo (mg CO <sub>2</sub> /l) (UNE-EN 13577)	Ión amonio (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l) (UNE 83954)	Ión magnesio (mg Mg <sup>2+</sup> /l) (UNE 83955)	Ión sulfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /l) (UNE 83956)	Residuo seco (mg/l) (UNE 83957)	Grado de acidez <sup>(31)</sup> (UNE 83962)	Ión sulfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> /kg <sup>(32)</sup> ) (UNE 83963)
Qa	6,5-5,5	15-40	15-30	300-1.000	200-600	75-150	>200	2.000-3.000
Qb	5,5-4,5	40-100	30-60	1.000-3.000	600-3.000	50-75	<sup>(33)</sup>	3.000-12.000
Qc	<4,5	>100	>60	>3.000	>3.000	<50	<sup>(33)</sup>	>12.000

Observaciones: — Todo elemento estructural está sometido a una única clase o subclase general de exposición.  
 — Todo elemento estructural puede estar sometido a ninguna, una o varias clases específicas de exposición.  
 — En la designación del tipo de ambiente se deberá relacionar todas las clases, unidas mediante el signo «+».

30. Ver «Clasificación de la agresividad química». 31. Baumann-Gully (ml/kg). 32. De suelo seco. 33. Estas condiciones no se dan en la práctica.

## Durabilidad del hormigón

### Estrategia para la durabilidad

La durabilidad de una estructura de hormigón es su capacidad para soportar, durante la vida útil para la que ha sido proyectada, las condiciones a las que esté expuesta, evitando su degradación. Para lograrla será necesario seguir una estrategia, que incluirá, al menos, los siguientes aspectos:

#### Selección de formas estructurales adecuadas:

- Se evitará el empleo de diseños estructurales especialmente sensibles a la acción del agua.
- Se reducirá al mínimo posible el contacto directo entre las superficies de hormigón y el agua.
- Se preverán los sistemas adecuados para la conducción y drenaje del agua, y se procurará evitar su paso sobre las zonas de juntas y sellados.
- Se preverán sistemas para evitar la existencia de superficies sometidas a salpicaduras o encharcamiento de agua.
- En las secciones con aligeramientos u oquedades, se procurará disponer de sistemas para su ventilación y drenaje.
- Salvo en obras de pequeña importancia, se dispondrán sistemas que faciliten inspeccionar y mantener la estructura durante la fase de servicio.

#### Consecución de una calidad adecuada del hormigón, y en especial de su capa exterior, para lo cual se deberán cumplir determinadas prescripciones:

- Selección de materias primas (ver arts. 26 al 35 de la EHE).
- Dosificación adecuada (ver art. 37, puntos 3.1 y 3.2 de la EHE; ver, más adelante, «Dosificación y comportamiento»).
- Puesta en obra correcta (ver art. 71 de la EHE).
- Curado del hormigón (ver art. 71.6 de la EHE).
- Resistencia acorde con el comportamiento estructural esperado y congruente con los requisitos de durabilidad.
- Comportamiento según los requisitos del art. 37.3.1 de la EHE.

**Adopción de un espesor de recubrimiento adecuado:** ver, más adelante, «Recubrimientos».

**Control del valor máximo de la abertura de fisura:** en ausencia de requisitos adicionales específicos (estanqueidad, etc.), las aberturas características de fisura no serán superiores a los valores máximos siguientes:

Clase de exposición	Abertura máxima de fisura $W_{max}$ (mm)	
	H. armado <sup>(1)</sup>	H. pretensado <sup>(2)</sup>
I . . . . .	0,4	0,2
IIa, IIb, H . . . . .	0,3	0,2 <sup>(3)</sup>
IIIa, IIIb, IV, F, Qa <sup>(4)</sup> . . . . .	0,2	Descompresión
IIIc, Qb <sup>(4)</sup> , Qc <sup>(4)</sup> . . . . .	0,1	Descompresión

**Disposición de medidas especiales de protección en caso de ambientes muy agresivos:** ver el art. 37.2.7 de la EHE.

**Adopción de medidas contra la corrosión de las armaduras:** ver, más adelante, «Corrosión de las armaduras».

### Dosificación y comportamiento

Para conseguir una durabilidad adecuada del hormigón se deben cumplir los requisitos siguientes:

**Requisitos generales:** en función de las clases de exposición a las que vaya a estar sometido el hormigón, cumplirá los requisitos de la tabla «Limitaciones a los contenidos de agua y cemento» (ver más abajo):

#### Requisitos adicionales:

- Cuando un hormigón esté sometido a una clase de exposición F: se deberá introducir un contenido mínimo de aire ocluido del 4,5%.
  - Cuando existan sulfatos, en contenidos  $\geq 600$  mg/l en el caso de aguas, o  $\geq 3.000$  mg/kg en el caso de suelos: el cemento será resistente a los sulfatos (excepto cuando se trate de agua de mar o el contenido en cloruros sea  $>5.000$  mg/l).
  - En ambientes de clase IIIb o IIIc: el cemento será resistente al agua de mar.
  - En ambientes de clase E: deberá obtenerse un hormigón resistente a la erosión, para lo cual:
    - La resistencia mínima del hormigón será de 30 N/mm<sup>2</sup>.
    - El árido fino deberá ser cuarzo u otro material de, al menos, igual dureza.
    - El árido grueso tendrá un coeficiente de Los Ángeles  $< 30$ .
    - El contenido máximo de cemento será de 400, 375 ó 350 kg/m<sup>3</sup>, para un tamaño máximo del árido de 10, 20 ó 40 mm, respectivamente.
    - La duración del curado será, al menos, un 50% superior a la aplicable en otra clase de ambiente.
  - Cuando se puedan producir reacciones álcali-áridos (si concurren simultáneamente un ambiente húmedo, un alto contenido de alcalinos en el hormigón y la utilización de áridos con componentes reactivos), se adoptará una de las siguientes medidas:
    - Empleo de áridos no reactivos.
    - Empleo de cementos con un contenido de alcalinos, expresados como óxido de sodio equivalente ( $0,658 K_2O + Na_2O$ ), inferior al 0,60% del peso del cemento.
- De no ser posible lo anterior, se realizará un estudio experimental específico sobre la conveniencia de emplear cementos con adiciones, salvo las de *filler* calizo, o adiciones al hormigón.

### Recubrimientos

**Generalidades:** se define como recubrimiento mínimo de una armadura pasiva aquel que debe cumplirse en cualquier punto de la misma. Para garantizar estos valores mínimos, se prescribirá en el proyecto un valor nominal de recubrimiento ( $r_{nom}$ ) que será igual al recubrimiento mínimo ( $r_{min}$ ) más un margen de recubrimiento ( $\Delta_r$ ) en función del nivel de control de la ejecución. El valor de dicho margen de recubrimiento será:

- Elementos prefabricados con control intenso de la ejecución: 0 mm.
- Elementos ejecutados *in situ* con control intenso de la ejecución: 5 mm.
- Demás casos: 10 mm.

Cuando la atmósfera sea especialmente agresiva o existan especiales riesgos de incendio, se aumentarán los recubrimientos mínimos reseñados en los apartados que figuran en la página siguiente.

### LIMITACIONES A LOS CONTENIDOS DE AGUA Y CEMENTO

Clase de exposición <sup>(5)</sup>	Máxima relación A/C			Mínimo contenido de cemento (kg/m <sup>3</sup> )			Observaciones:
	H. en masa	H. armado	H. pretensado	H. en masa	H. armado	H. pretensado	
I . . . . .	0,65	0,65	0,60	200	250	275	<p><b>Observaciones:</b></p> <p><i>Si el tipo de ambiente incluye varias clases específicas de exposición:</i> se adoptará el criterio más exigente.</p> <p><i>Si se utilizan adiciones en la fabricación del hormigón:</i> se podrá tener en cuenta su empleo a los efectos del cálculo de los parámetros de la tabla, sustituyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— El contenido de cemento C (kg/m<sup>3</sup>), por C + K F.</li> <li>— La relación agua cemento A/C, por A/(C + K F).</li> </ul> <p>Siendo F (kg/m<sup>3</sup>) el contenido de adición, y K el coeficiente de eficacia de la misma, que tomará los siguientes valores:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— En caso de cenizas volantes, <math>K \leq 0,20</math> si se emplea un cemento CEM I 32,5, y <math>K \leq 0,40</math> para otras categorías resistentes superiores. En determinadas circunstancias podrán admitirse valores superiores, sin exceder de 0,65 (art. 37.3.2 de la EHE).</li> <li>— En el caso de humo de sílice, <math>K \leq 2^{(6)}</math>.</li> </ul> <p>Si se utilizan adiciones, los contenidos de cemento no podrán ser inferiores a 200, 250 ó 275 kg/m<sup>3</sup>, según se trate de hormigón en masa, armado o pretensado, respectivamente.</p>
IIa . . . . .	—	0,60	0,60	—	275	300	
IIb . . . . .	—	0,55	0,55	—	300	300	
IIIa . . . . .	—	0,50	0,45	—	300	300	
IIIb . . . . .	—	0,50	0,45	—	325	325	
IIIc . . . . .	—	0,45	0,45	—	350	350	
IV . . . . .	—	0,50	0,45	—	325	325	
Qa . . . . .	0,50	0,50	0,50	275	325	325	
Qb . . . . .	0,50	0,50	0,45	300	350	350	
Qc . . . . .	0,45	0,45	0,45	325	350	350	
H . . . . .	0,55	0,55	0,55	275	300	300	
F . . . . .	0,50	0,50	0,50	300	325	325	
E . . . . .	0,50	0,50	0,50	275	300	300	

1. Para la combinación cuasipermanente de acciones. 2. Para la combinación frecuente de acciones. 3. Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección. 4. La limitación relativa a la clase Q sólo será de aplicación en el caso de que el ataque químico pueda afectar a la armadura. En otros casos, se aplicará la limitación relativa a la clase general correspondiente. 5. Cuando el hormigón vaya a estar sometido a las clases III o IV, o a cualquier clase específica de exposición, deberá comprobarse experimentalmente su impermeabilidad tal como indica el art. 37.3.3 de la EHE. 6.  $K = 1$  cuando se trate de hormigones con una relación A/C  $> 0,45$  y que vayan a estar sometidos a clases de exposición H o F.

## Durabilidad del hormigón (cont.)

Armaduras pasivas o armaduras activas pretensas: el recubrimiento no será, en ningún punto, inferior a los valores siguientes:

### Recubrimientos mínimos (mm), según la vida útil del proyecto ( $t_g$ )

Clase	Exposición	Tipo de cemento	$f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$t_g$ (años)	
				50	100
<b>Clases generales I y II</b>	I	Cualquiera	$f_{ck} \geq 25$	15	25
		IIa	CEM I. . . . .	$25 \leq f_{ck} < 40$ $f_{ck} \geq 40$	15 10
	Otros tipos <sup>(7)</sup> . . . . .		$25 \leq f_{ck} < 40$ $f_{ck} \geq 40$	20 15	30 25
	IIb	CEM I. . . . .	$25 \leq f_{ck} < 40$ $f_{ck} \geq 40$	20 15	30 25
		Otros tipos <sup>(7)</sup> . . . . .	$25 \leq f_{ck} < 40$ $f_{ck} \geq 40$	25 20	35 30

Clase	Tipo de hormigón y de cemento	$t_g$ (años)	Clase de exposición				
			IIIa	IIIb	IIIc	IV	
<b>Clases generales III y IV<sup>(8)</sup></b>	H. armado	CEM II/B-S, B-P, B-V o A-D <sup>(9)</sup> , CEM III/A o B, CEM IV	50	25	30	35	35
		Resto de cementos utilizables	100	45	65	40	45
	H. pretensado	CEM II/A-D <sup>(10)</sup>	50	30	35	40	40
		Resto de cementos utilizables	100	35	40	45	45

Clase	Exposición	Tipo de cemento	$f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	$t_g$ (años)	
				50	100
<b>Clases específicas de exposición</b>	H	CEM III. . . . .	$25 \leq f_{ck} < 40$ $f_{ck} \geq 40$	25	50
		Otros tipos. . . . .	$25 \leq f_{ck} < 40$ $f_{ck} \geq 40$	15	25
	F	CEM II/A-D. . . . .	$25 \leq f_{ck} < 40$ $f_{ck} \geq 40$	25	50
		CEM III. . . . .	$25 \leq f_{ck} < 40$ $f_{ck} \geq 40$	40	75
		Otros tipos <sup>(7)</sup> . . . . .	$25 \leq f_{ck} < 40$ $f_{ck} \geq 40$	20	40
	E <sup>(12)</sup>	Cualquiera utilizable	$25 \leq f_{ck} < 40$ $f_{ck} \geq 40$	40	80
Qa	CEM III, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V o A-D <sup>(9)</sup> . Otros tipos. . . . .	—	40	55	
Qb, Qc	Cualquiera utilizable	—	(11)	(11)	

- Cuando se trate de armaduras principales<sup>(14)</sup>, el recubrimiento deberá ser igual o superior al diámetro de la barra (o diámetro equivalente, si se trata de un grupo de barras) y a 0,80 veces el tamaño máximo del árido (si la disposición de las armaduras respecto a los paramentos dificulta el paso del hormigón,  $\geq 1,25$  veces).
- En el caso de barras dobladas, el recubrimiento no será inferior a dos diámetros, medido en la dirección perpendicular al plano de la curva.
- Cuando el recubrimiento, por exigencias de cualquier tipo, sea  $>50$  mm, se considerará la conveniencia de colocar una malla de reparto en medio del espesor del recubrimiento en la zona de tracción:
  - Con una cuantía geométrica del 5% del área del recubrimiento, para barras de diámetro (o diámetro equivalente, en grupos de barras)  $\leq 32$  mm.
  - Con una cuantía geométrica del 10%, para diámetros superiores.
- En piezas hormigonadas contra el terreno, el recubrimiento será  $\geq 70$  mm<sup>(13)</sup>. No rige en este caso lo previsto en el punto anterior para los recubrimientos  $>50$  mm.

Armaduras postesas: los recubrimientos serán  $\leq 80$  mm, y por lo menos iguales al mayor de los siguientes valores: 40 mm; la menor dimensión o la mitad de la mayor dimensión de la vaina o grupos de vainas en contacto.

## Corrosión de las armaduras

### Generalidades:

- Las armaduras deberán permanecer exentas de corrosión durante todo el período de vida útil de la estructura.
- Para prevenir la corrosión, se tendrán en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento (ver «Recubrimientos mínimos»).
- Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico, salvo en caso de sistemas de protección catódica.
- Asimismo se prohíbe el empleo de materiales componentes que contengan iones despasivantes, como cloruros, sulfuros y sulfatos, en proporciones superiores a las indicadas en los arts. 27 a 30 de la EHE.

**Corrosión de las armaduras pasivas:** además de la limitación específica del contenido de iones cloruro para cada uno de los componentes, el contenido total de cloruros en las obras de hormigón armado, o de hormigón en masa que contenga armaduras para reducir la fisuración, al final de su vida útil, será inferior al 0,6% del peso del cemento.

### Corrosión de las armaduras activas:

- En el caso de estructuras pretensadas, se prohíbe el uso de cualquier sustancia que catalice la absorción del hidrógeno por el acero.
- Además de la limitación específica del contenido de iones cloruro para cada uno de los componentes, el contenido total de cloruros en un hormigón pretensado, al final de su vida útil, no excederá del 0,3% del peso del cemento.
- Se prohíbe la utilización de empalmes o sujeciones con otros metales distintos del acero, así como la protección catódica.
- No se permitirá, en general, el uso de aceros protegidos por recubrimientos metálicos<sup>(16)</sup>.

**Protección y conservación de las armaduras activas y los anclajes:** se tomarán las precauciones necesarias para evitar que, durante su almacenamiento y colocación, o posteriormente, sufran daños —especialmente entalladuras o calentamientos locales— que puedan causar el inicio de un proceso de corrosión.

## Recomendaciones para la selección del tipo de cemento<sup>(17)</sup>

### Según la aplicación del hormigón

#### APLICACIONES GENERALES

##### — Hormigón en masa:

- Todos los comunes, salvo los siguientes: CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C.
- Cementos para usos especiales ESP VI-1<sup>(18)</sup>.

- **Hormigón armado:** todos los comunes, salvo : CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C y CEM V/B.
- **Hormigón pretensado, incluidos los prefabricados estructurales<sup>(19)</sup>:** CEM I, CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM II/A-M (V-P).
- **Elementos estructurales prefabricados de hormigón armado<sup>(19)</sup>:**
  - CEM I y CEM II/A (muy adecuados).
  - El CEM IV/A sólo será adecuado cuando así se deduzca de un estudio experimental específico.

7. O cualquier cemento utilizable, si se emplean adiciones al hormigón. 8. Si se establecen medidas especiales de protección frente a la corrosión (protección catódica, armaduras galvanizadas o empleo de aditivos inhibidores de corrosión en el hormigón) y se garantiza su eficacia durante toda la vida útil prevista, podrán disponerse los recubrimientos mínimos correspondientes a la clase general IIb. 9. U hormigón con adición de microsilíce  $>6\%$ , o de cenizas volantes  $>20\%$ . 10. U hormigón con adición de humo de sílice  $>6\%$ . 11. Esta situación obligaría a unos recubrimientos excesivos; en estos casos se recomienda comprobar el estado límite de durabilidad según lo indicado en el Anejo 9 de la EHE. 12. Los valores que se indican corresponden a condiciones moderadamente duras de abrasión; si durante se prevea una fuerte abrasión se realizará un estudio detallado. 13. El proyecto fijará estos valores de recubrimiento mínimo y, en su caso, medidas adicionales que garanticen la protección del hormigón y las armaduras frente a la agresión química concreta de que se trate. 14. O cuando se trate de superficies límites de hormigonado embebidas en la masa del hormigón. 15. Salvo que se haya preparado el terreno y dispuesto un hormigón de limpieza, en cuyo caso serán de aplicación los valores de la tabla «Recubrimientos mínimos». 16. La Dirección Facultativa podrá autorizar su uso cuando un estudio experimental avale su idoneidad para la obra en concreto. 17. Los cementos deberán cumplir en cualquier caso las condiciones exigidas en la EHE. Estas recomendaciones adicionales, recogidas en el Anejo 4 de la EHE, tienen carácter meramente orientativo. La selección del tipo de cemento se hará considerando, al menos, los siguientes criterios: a) la aplicación del hormigón; b) las circunstancias de hormigonado; y c) las condiciones de agresividad ambiental a las que vaya a estar sometido el elemento de hormigón. 18. En caso de grandes volúmenes de hormigón en masa. 19. Dentro de los cementos indicados, son preferibles los de alta resistencia inicial.

Recomendaciones para la selección del tipo de cemento (cont.)

- **Hormigón en masa y armado en grandes volúmenes:**
  - CEM III/B y CEM IV/B (muy adecuados), y CEM II/B, CEM III/A, CEM IV/A y CEM V/A (adecuados).
  - Cementos para usos especiales ESP VI-1<sup>(18)</sup>.
  - Es muy recomendable la característica adicional de bajo calor de hidratación (LH) o la de muy bajo calor de hidratación (VLH), según los casos.
- **Hormigón de alta resistencia:** CEM I (muy adecuado), y CEM II/A-D y CEM II/A 42,5 R (adecuados). El resto de cementos comunes tipo CEM II/A sólo serán adecuados si lo corrobora un estudio experimental específico.
- **Hormigones para reparaciones rápidas de urgencia:**
  - CEM I y CEM II/A-D.
  - Cemento de aluminato de calcio (CAC).
- **Hormigones para desencofrado y descimbrado rápido<sup>(19)</sup>:** CEM I y CEM II.
- **Hormigón proyectado:** CEM I y CEM II/A.
- **Hormigones con áridos potencialmente reactivos:** CEM II/A-D, CEM II/B-S, CEM II/B-V, CEM III, CEM IV y CEM V (muy adecuados), y CEM II/B-P y CEM II/B-M (adecuados). Para esta aplicación también son recomendables los cementos con bajo contenido en alcalinos.

CIMENTACIONES<sup>(20)</sup>

- **Hormigón en masa:** CEM IV/B (muy adecuado). También son adecuados los demás cementos comunes, salvo los siguientes: CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T y CEM II/B-T. Se recomienda en todo caso la característica adicional de bajo calor de hidratación (LH).
- **Hormigón armado:** CEM I y CEM II/A (muy adecuados). También son adecuados los demás comunes, salvo: CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/B y CEM IV/B.

OBRAS PORTUARIAS Y MARÍTIMAS

- **Hormigón en masa:** todos los comunes, salvo: CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C.
- **Hormigón armado:** todos los comunes, salvo: CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C y CEM V/B.
- **Hormigón pretensado<sup>(19)</sup>:** CEM I, CEM II/A-D, CEM II/A-P, CEM II/A-V y CEM II/A-M (V-P).

PRESAS<sup>(21, 22)</sup>

- **Hormigón vibrado:** CEM II/A, CEM III/A, CEM III/B y CEM IV/A.
- **Hormigón compactado:**
  - CEM III, CEM IV y CEM V.
  - Cementos para usos especiales ESP VI-1.
  - Cementos especiales de muy bajo calor de hidratación VLH III, VLH IV y VLH V, y cementos de escoria de horno alto de baja resistencia inicial L.

OBRAS HIDRÁULICAS DISTINTAS DE LAS PRESAS (Tubos de hormigón, canales y otras aplicaciones hidráulicas)

- **Hormigón en masa:** todos los comunes, salvo: CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C.
- **Hormigón armado:** todos los comunes, salvo los siguientes: CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM II/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C y CEM V/B.
- **Hormigón pretensado:** CEM I, CEM II/A-D, CEM II/A-V, CEM II/A-P y CEM II/A-M (V-P).

Según las circunstancias de hormigonado

- **Hormigonado en tiempo frío:** CEM I, CEM II/A y CEM IV/A. En estas circunstancias no conviene emplear la característica adicional de bajo calor de hidratación (LH).
- **Hormigonado en ambientes secos y sometidos al viento, o a otras condiciones que favorezcan la desecación del hormigón:** CEM I y CEM II/A.
- **Insolación fuerte u hormigonado en tiempo caluroso:** CEM II, CEM III/A, CEM IV/A y CEM V/A.

En todos los casos contemplados resultará determinante tomar, durante el proceso de ejecución o puesta en obra, las medidas adecuadas especificadas en la reglamentación correspondiente y, en su caso, en la EHE.

Según la clase de exposición

- **Clase I:** todos los cementos recomendados según la aplicación prevista (ver, en la página anterior «Según la aplicación del hormigón»).
- **Clase II:** CEM I, cualquier CEM II (preferentemente CEM II/A), CEM III/A y CEM IV/A.
- **Clase III:** muy adecuados los cementos CEM II/S, CEM II/V (preferentemente, CEM II/B-V), CEM II/P (preferentemente, CEM II/B-P), CEM II/A-D, CEM III, CEM IV (preferentemente, CEM IV/A) y CEM V/A.
- **Clase IV:** preferentemente CEM I y CEM II/A, y, además, los mismos que para la clase de exposición III.
- **Clase Q:**
  - Ataque por sulfatos: los mismos que para la clase de exposición III.
  - Lixiviación del hormigón por aguas puras o ácidas, o con CO<sub>2</sub> agresivo: CEM II/P, CEM II/V, CEM II/A-D, CEM II/S, CEM III, CEM IV y CEM V.
  - Reactividad álcali-árido: cementos de bajo contenido en alcalinos (óxidos de sodio y de potasio)<sup>(23)</sup>. También son recomendables los cementos recomendados para hormigones con áridos potencialmente reactivos.

Estados límite

Debe comprobarse que una estructura no supere ninguno de los estados límite en cualquiera de las situaciones de proyecto indicadas en el art. 7 de la EHE, considerando los valores de cálculo de las acciones, de las características de los materiales y de los datos geométricos. El estado límite quedará garantizado si se verifica, con un índice de fiabilidad suficiente, que la respuesta estructural no es inferior al efecto de las acciones aplicadas.

**Estados límite últimos (ELU):** son todos aquellos que producen el fallo de la estructura por pérdida de equilibrio, colapso o rotura de la misma o de una parte de ella. Para las comprobaciones de los ELU se adoptarán los siguientes coeficientes parciales de seguridad de las acciones, siempre que la reglamentación específica aplicable no establezca otros criterios.

Tipo de acción	Sit. persistente o transitoria		Situación accidental	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente: $\gamma_G$ . . . . .	1,00	1,35	1,00	1,00
Pretensado: $\gamma_p$ . . . . .	1,00	1,00	1,00	1,00
Permanente de valor no constante: $\gamma_G^*$ . . . . .	1,00	1,50	1,00	1,00
Variable: $\gamma_Q$ . . . . .	0,00	1,50	0,00	1,00
Accidental: $\gamma_A$ . . . . .	—	—	1,00	1,00

**Estados límite de servicio (ELS):** son todos aquellos para los que no se cumplen los requisitos de funcionalidad, comodidad o aspecto requeridos. Para las comprobaciones de los ELS se adoptarán los siguientes coeficientes parciales de seguridad de las acciones, siempre que la reglamentación específica aplicable no establezca otros criterios.

Tipo de acción	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente: $\gamma_G$ . . . . .	1,00	1,00
Pretensado: $\gamma_p$ . . . . .	1,00	1,00
— Armadura pretesa: $\gamma_p$ . . . . .	0,95	1,05
— Armadura postesa: $\gamma_p$ . . . . .	0,90	1,10
Permanente de valor no constante: $\gamma_G^*$ . . . . .	1,00	1,00
Variable: $\gamma_Q$ . . . . .	0,00	1,00

**Estado límite de durabilidad:** es el producido por las acciones físicas y químicas, diferentes de las cargas y acciones del análisis estructural, que pueden degradar las características del hormigón o de las armaduras hasta límites inaceptables. Su comprobación consiste en verificar que se satisface la condición  $t_L \geq t_d$ , donde:  
 $t_L$  = el tiempo necesario para que el agente agresivo produzca un ataque o degradación significativa.  
 $t_d$  = valor de cálculo de la vida útil.

20. Deberán cumplirse cuando corresponda las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia a sulfatos (SR) o al agua de mar (MR). 21. Se recomienda que los cementos sean de clase resistente baja (32,5), así como la característica adicional de bajo calor de hidratación (LH) o muy bajo calor de hidratación (VLH). 22. Además de los cementos que se indican, podrá emplearse CEM I cuando se añada una adición al hormigón en cantidad suficiente. 23. En los que  $(Na_2O)_{eq} = Na_2O (\%) + 0,658 K_2O (\%) < 0,60$ .

## Elaboración, armado y montaje de armaduras

### Procesos de ferralla

**Despiece:** se realizarán unas planillas de acuerdo con los planos del proyecto, que reflejarán la geometría y características específicas de cada una de las diferentes formas, indicando de la cantidad total de armaduras iguales a fabricar y la identificación de los elementos a los que estén destinadas.

**Enderezado:** se realizará mediante máquinas específicas que cumplan lo indicado en el art. 69.2.2 de la EHE.

- La máxima variación que se produzca para la deformación bajo carga máxima deberá ser  $< 2,5\%$ .
- La variación de altura de corruga deberá ser  $< 0,10$  mm para diámetros  $> 20$  mm, y  $< 0,05$  mm en los demás casos.

**Corte:** se realizará mediante procedimientos manuales o maquinaria específica de corte automático. El proceso de corte no alterará las características geométricas o mecánicas de los productos de acero empleados.

### Doblado de las armaduras:

- En general, esta operación se realizará a temperatura ambiente, mediante medios mecánicos, con velocidad constante y con ayuda de mandriles para que la curvatura sea constante.
- El diámetro mínimo de doblado de una barra ha de ser tal que evite compresiones excesivas y hendimiento del hormigón en la zona de curvatura de la barra.
- No debe doblarse un número elevado de barras en una misma sección de la pieza, para no crear una concentración de tensiones en el hormigón que pudiera ser peligrosa.
- El doblado de las barras, salvo indicación en contrario del proyecto, se realizará con mandriles de diámetro no inferior al siguiente:

Barras corrugadas	Ganchos, patillas y ganchos en «U»		Barras dobladas y otras barras curvadas	
	Diámetro de la barra (mm)			
	$\varnothing < 20$	$\varnothing \geq 20$	$\varnothing \leq 25$	$\varnothing > 25$
B 400 S y SD .....	4 $\varnothing$	7 $\varnothing$	10 $\varnothing$	12 $\varnothing$
B 500 S y SD .....	4 $\varnothing$	7 $\varnothing$	12 $\varnothing$	14 $\varnothing$

### Armado de la ferralla

#### Distancia entre barras:

**Barras aisladas:** la distancia libre, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas será<sup>(1)</sup> igual o superior al mayor de estos tres valores: — 20 mm (viguetas y losas alveolares pretensadas, 15 mm).

- El diámetro de la barra mayor.
- 1,25 veces el tamaño máximo del árido.

#### Grupos de barras:

- En general, se podrán colocar grupos de hasta 3 barras como armadura principal<sup>(2)</sup>. En caso de piezas comprimidas, hormigonadas en posición vertical y sin empalmes en las armaduras, podrán ser de hasta 4 barras.
- Los grupos de barras se asimilan a barras simples a efectos de distancias y recubrimientos, considerándose como diámetro de cada grupo el de la sección circular suma de las áreas de las barras que lo constituyan.
- El diámetro del grupo de barras así definido será  $\leq 50$  mm, salvo en piezas comprimidas que se hormigonen en posición vertical, en las que podrá elevarse a 70 mm.

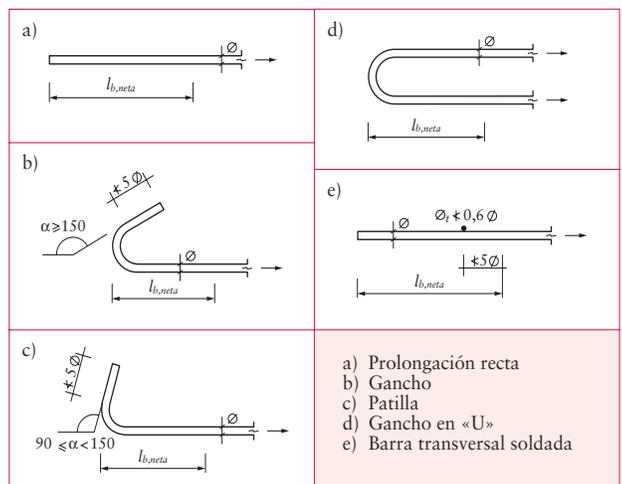
**Operaciones de armado:** se efectuará mediante atado con alambre o aplicación de soldadura no resistente, en ambos casos empleando uniones en cruz o por solape:

- Con carácter general, las barras de la armadura principal pasarán por el interior de la armadura de cortante<sup>(3)</sup>.
- En los pilares y vigas, se atarán todos los cruces de esquina de los estribos con la armadura principal.
  - Cuando se utilice malla electrosoldada doblada formando los estribos<sup>(4)</sup>, la armadura principal se atará en las esquinas a una distancia  $\leq 50$  veces su diámetro.
  - Las barras de la armadura principal que no estén en las esquinas de los estribos se atarán a éstos a distancias  $\leq 50$  veces el diámetro de la armadura principal.
  - En el caso de estribos múltiples formados por otros estribos simples, se atarán éstos entre sí.

- En las losas y placas, se atarán todos los cruces de barras en el perímetro de la armadura. Cuando el diámetro de las barras de la armadura principal sea  $\leq 12$  mm, se atarán el resto alternativamente al tresbolillo; de lo contrario, los cruces atados no se distanciarán  $> 50$  veces el diámetro, disponiéndose uniformemente de forma aleatoria.
- En los muros, se atarán las barras en sus intersecciones de forma alternativa, al tresbolillo.

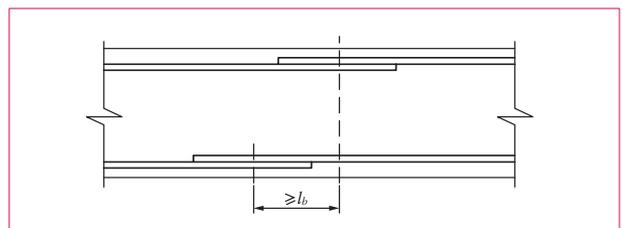
### Anclajes

- Atendiendo a la posición que ocupe la barra en la pieza, se distinguen los siguientes casos:
  - **Posición I**, de adherencia buena, para las armaduras que durante el hormigonado formen con la horizontal un ángulo entre  $45$  y  $90^\circ$ , o estén situadas en la mitad inferior de la sección, o disten 30 cm o más de la cara superior de una capa de hormigonado.
  - **Posición II**, de adherencia deficiente: los casos restantes.
- La longitud neta de anclaje ( $l_{b, \text{neto}}$ ) no podrá adoptar valores superiores al mayor de los tres valores siguientes: 10  $\varnothing$ ; 15 cm; 1/3 de la longitud básica de anclaje ( $l_b$ ) en el caso de barras traccionadas, y 2/3 de  $l_b$  en el de barras comprimidas.
- Deberá continuarse hasta los apoyos al menos 1/3 de la armadura necesaria para resistir el máximo momento positivo, en el caso de apoyos extremos de vigas, y al menos 1/4 en los intermedios.



### Empalmes

- Se diseñarán de manera que la transmisión de fuerzas de una barra a la siguiente quede asegurada, sin que se produzcan daños en el hormigón próximo al empalme.
- Se procurará que los empalmes queden alejados de las zonas en las que la armadura trabaje a su máxima carga.
- En general, los empalmes de las distintas barras en tracción de una pieza se distanciarán unos de otros de tal modo que sus centros queden separados, en la dirección de las armaduras, una longitud  $\geq l_b$ .



**Empalmes por solape:** se realizarán dejando una separación entre las barras de 4  $\varnothing$  como máximo. Para las armaduras en tracción, esta separación no será menor que la prescrita en el caso de las barras aisladas. La longitud

(\*) Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), aprobada por R.D. 1247-2008, de 18-7 (BOE n° 203, de 22-8). 1. Salvo lo indicado en el art. 69.4.1 de la EHE. 2. En las zonas de solape el número máximo de barras en contacto en la zona del empalme será de 4. 3. Podrán adoptarse otras disposiciones cuando así se justifique durante la fase de proyecto. 4. O armadura de pre-armado para la disposición automática de estribos.

Elaboración, armado y montaje de armaduras (cont.)

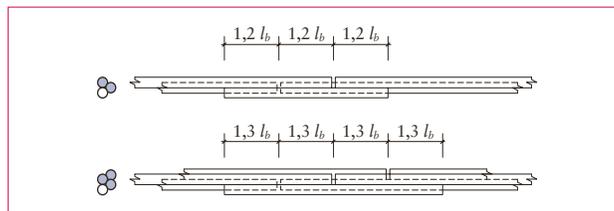
del solapo será  $\alpha l_{b, \text{neto}}$ , siendo  $l_{b, \text{neto}}$  el valor definido en el art. 69.5.1.2 de la EHE, y  $\alpha$  un coeficiente, cuyo valor será:

- En barras solapadas trabajando normalmente a *compresión*, 1,0.
- En barras solapadas trabajando normalmente a *tracción*, el que resulte de la siguiente tabla:

Porcentaje de barras solapadas trabajando a tracción, con relación a la sección total del acero	Distancia transversal <i>a</i> entre los empalmes más próximos	
	<i>a</i> ≤ 10 Ø	<i>a</i> > 10 Ø
20 .....	1,2	1,0
25 .....	1,4	1,1
33 .....	1,6	1,2
50 .....	1,8	1,3
> 50 .....	2,0	1,4

- Para barras de Ø > 32 mm, sólo se admitirán empalmes por solapo si se justifica su correcto comportamiento mediante estudios específicos.
- En la zona de solapo se dispondrán armaduras transversales de sección no inferior a la de la mayor barra solapada.

**Solapo de grupos de barras:** se añadirá una barra suplementaria en toda la zona afectada por los empalmes, de diámetro igual al mayor de las que formen el grupo. La separación entre los distintos empalmes y la prolongación de la barra suplementaria serán las siguientes:



**Solapo de mallas electrosoldadas acopladas:** la longitud del solapo será  $\alpha l_{b, \text{neto}}$ , siendo  $l_{b, \text{neto}}$  el valor definido en el art. 69.5.1.4 de la EHE, y  $\alpha$  el coeficiente antes indicado en el apartado «Empalmes por solapo».

**Solapo de mallas electrosoldadas superpuestas o en capas:** la longitud del solapo será de:  
 — 1,7  $l_b$  si la separación entre elementos solapados es > 10 Ø.  
 — 2,4  $l_b$  en el caso contrario.  
 En todo caso, la longitud del solapo no será inferior al mayor de los siguientes valores: 15 Ø, y 200 mm.

**Empalmes por soldadura resistente:**

- Se realizarán de acuerdo con los procedimientos de soldadura descritos en la UNE 36832, y los ejecutarán operarios debidamente cualificados.
- Las superficies a soldar estarán secas y libres de todo material que pudiera afectar a la calidad de la soldadura.
- Se prohíbe expresamente la soldadura de armaduras galvanizadas o con recubrimientos epoxídicos.
- No podrán disponerse estos empalmes en los tramos de fuerte curvatura del trazado de las armaduras.
- La soldadura a tope de barras de distinto diámetro no podrá realizarse si la diferencia entre diámetros es  $\geq 3$  mm.
- No se podrán realizar soldaduras en períodos de intenso viento, ni cuando esté lloviendo o nevando<sup>(5)</sup>, ni sobre una superficie cuya temperatura, inmediatamente antes de soldar, sea  $\leq 0$  °C.

**Empalmes mecánicos:** se exige a los dispositivos de empalme:

- Tener al menos la misma capacidad resistente que la menor de las barras que se empalman.
- No presentar un desplazamiento relativo superior a 0,1 mm bajo la tensión de servicio.
- Unir barras del mismo diámetro o, en su defecto, de diámetros consecutivos en la serie de diámetros, y siempre que la diferencia entre los diámetros de las barras empalmadas sea  $\leq 5$  mm.
- Después de aplicar una tracción en las barras correspondiente al 60% de la carga unitaria de rotura garantizada de la barra más fina, el alargamiento residual del dispositivo de empalme no será > 0,1 mm.

**Montaje de las armaduras**

**Generalidades:** se colocarán exentas de sustancias que pueda afectar negativamente al hormigón, el acero o la adherencia entre ambos.

- Si presentan un nivel de oxidación excesivo, se procederá a su cepillado, comprobando que la pérdida de peso de la armadura no excede del 1%.
- Las armaduras se asegurarán en el interior de los encofrados o moldes contra todo tipo de desplazamiento.
- Los cercos de pilares o estribos de las vigas se sujetarán a las barras principales mediante atado u otro procedimiento idóneo; nunca mediante puntos de soldadura.

**Disposición de los separadores:** la posición especificada para las armaduras pasivas y, en especial, los recubrimientos mínimos prescritos deberán garantizarse mediante los correspondientes separadores o calzos colocados en obra, cuya distancia máxima será la siguiente<sup>(6)</sup>:

- Elementos superficiales horizontales<sup>(7)</sup>: emparrillado inferior: 50 Ø ≤ 100 cm; emparrillado superior: 50 Ø ≤ 50 cm.
- Muros: cada emparrillado: 50 Ø 6 50 cm; separación entre emparrillados: 100 cm.
- Vigas<sup>(8)</sup>: 100 cm. Soportes<sup>(8)</sup>: 100 Ø ≤ 200 cm.

**Cuantías geométricas mínimas<sup>(9)</sup>**

Tipo de elemento estructural	Tipo de acero		Observaciones:
	Aceros con $f_y = 400$ N/mm <sup>2</sup>	Aceros con $f_y = 500$ N/mm <sup>2</sup>	
Pilares .....	4,0	4,0	a) Cuantía mínima de cada una de las armaduras, longitudinal y transversal, repartida entre las dos caras. Para losas de cimentación y zapatas armadas, se adoptará la mitad de estos valores en cada dirección, dispuestos en la cara inferior. b) Cuantía mínima referida a una sección rectangular de ancho $b_w$ y canto $d$ del forjado, de acuerdo con la figura 42.3.5 de la EHE. Esta cuantía se aplica estrictamente en los nervios, y no en las zonas macizadas. Todas las viguetas deben tener en la cabeza inferior, al menos, dos armaduras activas o pasivas longitudinales, simétricas respecto al plano medio vertical. c) Cuantía mínima referida al espesor de la capa de compresión hormigonada <i>in situ</i> . d) Cuantía mínima correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada. e) 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. A partir de los 2,5 m de altura del fuste del muro, y siempre que esta distancia no sea menor que la mitad de la altura del muro, podrá reducirse la cuantía horizontal a un 2%. Si se disponen juntas verticales de contracción a distancias $\leq 7,5$ m con la armadura horizontal interrumpida, las cuantías geométricas horizontales mínimas podrán reducirse al 2%. La armadura mínima horizontal se repartirá entre ambas caras. Para muros vistos por ambas caras, se dispondrá el 50% en cada cara. En los muros con espesores > 50 cm, se considerará un área efectiva de espesor máximo de 50 cm, distribuidos en 25 cm por cada cara, ignorando la zona central que quede entre estas capas superficiales.
Losas <sup>(a)</sup> .....	2,0	1,8	
Forjados unidireccionales:			
— Nervios <sup>(b)</sup> .....	4,0	3,0	
— Armadura de reparto perpendicular a los nervios <sup>(c)</sup> .....	1,4	1,1	
— Armadura de reparto paralela a los nervios <sup>(c)</sup> .....	0,7	0,6	
Vigas <sup>(d)</sup> .....	3,3	2,8	
Muros <sup>(e)</sup> :			
— Armadura horizontal .....	4,0	3,2	
— Armadura vertical .....	1,2	0,9	

5. A menos que se adopten las debidas precauciones (pantallas, cubiertas, etc.) y se proteja adecuadamente la soldadura para evitar un enfriamiento rápido. 6. Siendo Ø el diámetro de la armadura a la que se acople el separador. 7. Losas, forjados, zapatas y losas de cimentación, etc. 8. Se dispondrán, acoplados a los cercos o estribos, al menos tres planos de separadores por vano, en el caso de vigas, y por tramo, en el caso de soportes. 9. Cuantías geométricas mínimas, en tantos por mil y referidas a la sección total del hormigón, que deben disponerse en los elementos estructurales, en función del acero utilizado, siempre que dichos valores resulten más exigentes que los señalados en los puntos 3.2, 3.3 y 3.4 del art. 42 de la EHE. En el caso de elementos pretensados, la armadura activa podrá tenerse en cuenta en relación con el cumplimiento de las cuantías geométricas mínimas sólo en el caso de las armaduras pretesas que actúen antes de que se desarrolle cualquier tipo de deformación térmica o reológica.

## Colocación y tesado de las armaduras activas

### Procesos previos al tesado de las armaduras activas

**Colocación de las armaduras:** según su forma de colocación en las piezas, se distinguen tres tipos de armaduras: adherentes; en vainas o conductos inyectados adherentes; y en vainas o conductos inyectados no adherentes.

- En el momento de su puesta en obra, las armaduras estarán limpias y exentas de indicios de corrosión, defectos superficiales aparentes, puntos de soldadura, pliegues o dobleces. Se prohíbe su enderezamiento en obra.
- En general, no podrán utilizarse en un mismo tendón aceros de pretensado de diferentes características.
- Se colocarán los puntos de apoyo necesarios para mantener las armaduras y vainas en su posición correcta.
- Las armaduras o sus vainas se sujetarán convenientemente para evitar que se muevan durante el hormigonado y vibrado; se prohíbe emplear para ello la soldadura.
- La posición de los tendones en sus vainas o conductos será la adecuada. Se usarán, si es preciso, separadores.
- Cuando se utilicen armaduras pretesas, convendrá aplicarles una pequeña tensión previa y comprobar que los separadores, placas externas y alambres estén bien alineados, y que no existan enganches.
- Antes de autorizar el hormigonado se comprobará que la colocación de las armaduras, vainas, anclajes y demás elementos concuerda con la indicada en los planos, y que las sujeciones son las adecuadas.

**Distancia entre armaduras pretesas:** deberán colocarse separadas. La separación libre mínima de los tendones individuales, tanto en horizontal como en vertical, será igual o superior al mayor de los valores siguientes:

- 20 (en viguetas y losas alveolares pretensadas, 15 mm) y 10 mm para las separaciones horizontal y vertical, respectivamente.
- El diámetro de la vaina.
- 1,25 y 0,8 veces el tamaño máximo del árido para las separaciones horizontal y vertical, respectivamente.

**Distancia entre armaduras postesas:** como norma general, se admite colocar en contacto diversas vainas formando grupo, limitándose a 2 en horizontal y no más de 4 en su conjunto. Para ello las vainas deberán ser corrugadas, y a cada lado del conjunto habrá que dejar espacio suficiente para que pueda introducirse un vibrador interno. Las distancias libres entre vainas o grupos de vainas en contacto, o entre estas vainas y las demás armaduras, serán al menos iguales al mayor de los valores siguientes:

- En dirección vertical: el diámetro de la vaina; la dimensión vertical de la vaina o grupo; o 5 cm.
- En dirección horizontal: el diámetro de la vaina; la dimensión horizontal de la vaina; 4 cm; o 1,6 veces la mayor de las dimensiones de las vainas individuales que forman grupo.

### Empalmes de las armaduras:

- Los empalmes se dispondrán en alojamientos especiales de longitud suficiente para que puedan moverse libremente durante el tesado.
- En general, los acopladores se situarán distantes de los apoyos intermedios, evitándose su colocación en más de la mitad de los tendones de una misma sección transversal.

## Elaboración y puesta en obra del hormigón

### Fabricación del hormigón

#### Dosificación del hormigón:

- La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón será la establecida en el art. 37.3.2 de la EHE, y la máxima 500 kg<sup>(3)</sup>. No se utilizará una relación A/C mayor que la establecida en dicho artículo.
- Se tendrá en cuenta la resistencia mecánica y la consistencia que deban obtenerse, así como el tipo de ambiente al que vaya a estar sometido el hormigón.
- Para establecer la dosificación, el constructor recurrirá, en general, a ensayos previos en laboratorio, a fin de conseguir que el hormigón resultante satisfaga las condiciones de los arts. 31 y 37 de la EHE, así como las especificadas en el pliego de prescripciones técnicas particulares. Podrá prescindir de dichos ensayos previos si puede justificar documentalmente dichos cumplimientos.

**Amasado:** se seguirá alguno de los procedimientos siguientes:

- Totalmente en amasadora fija.
- Iniciado en amasadora fija y terminado en amasadora móvil, antes de su transporte.
- En amasadora móvil, antes de su transporte.

1. Teniendo en cuenta, en su caso, los movimientos originados por la penetración de la cuña. 2. Si van a quedar expuestas. 3. En casos excepcionales, previa justificación experimental y autorización expresa de la dirección de obra, se podrá superar este máximo.

### Procesos de tesado de las armaduras activas

**Programa de tesado de las armaduras pretesas:** constará expresamente de:

- El orden de tesado de las armaduras; eventualmente, las sucesivas etapas parciales de pretensado.
- La fuerza que no deba sobrepasarse en los gatos.
- El valor de la carga de tesado en los anclajes.
- Los alargamientos que deban obtenerse<sup>(1)</sup>.
- El método y secuencia para la liberación de los tendones.
- La resistencia requerida al hormigón en el momento de la transferencia.

**Programa de tesado de las armaduras postesas:** constará expresamente de:

- El orden de tesado de las armaduras.
- La fuerza que deba desarrollarse en los gatos.
- El alargamiento previsto y la máxima penetración de la cuña.
- El momento de retirada de las cimbras durante el tesado.
- La resistencia requerida al hormigón antes del tesado.
- El número, tipo y localización de los acopladores.
- El módulo de elasticidad supuesto para la armadura activa.
- Los coeficientes teóricos de rozamiento tenidos en cuenta.

**Tensión inicial máxima:** la tensión inicial  $\sigma_{p0}$  introducida en las armaduras antes de anclarlas provocará tensiones que no excederán de:

- Cuando el acero y el aplicador del pretensado estén en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido: el 85% de  $f_{p\text{ máx }k}$  garantizada, siempre que, al anclar las armaduras en el hormigón, se produzca una reducción de la tensión tal que  $\sigma_{p0}$ , después de dicha reducción, sea  $\leq 75\%$  de  $f_{p\text{ máx }k}$  garantizada.
- Demás casos: el 80% de  $f_{p\text{ máx }k}$  garantizada, siempre que, al anclar las armaduras en el hormigón, se produzca una reducción de la tensión tal que  $\sigma_{p0}$ , después de dicha reducción, sea  $\leq 70\%$  de  $f_{p\text{ máx }k}$  garantizada.

**Retesado:** sólo estará justificado:

- Cuando se considere preciso para uniformar las tensiones de los diferentes tendones de un mismo elemento.
- O cuando, según el programa previsto en el proyecto, el tesado se realice en etapas sucesivas.

Se evitará el retesado cuando tenga como único objeto disminuir las pérdidas diferidas de tensión, salvo que circunstancias especiales así lo exijan.

### Destesado de armaduras pretesas

- Antes del destesado se comprobará que el hormigón tiene la resistencia necesaria para soportar las tensiones transmitidas por las armaduras.
- Si se realiza elemento por elemento, se hará evitando asimetrías que puedan resultar perjudiciales en el esfuerzo de pretensado.
- Se preverán los dispositivos adecuados que permitan realizar el destesado de un modo lento, gradual y uniforme.
- Sueltas las armaduras, y liberadas las coacciones que puedan existir entre las sucesivas piezas de cada bancada, se cortarán las puntas de las armaduras que sobresalgan de las testas de dichas piezas<sup>(2)</sup>.

### Puesta en obra del hormigón

#### Vertido y colocación:

- En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen un principio de fraguado.
- En el vertido y colocación de las masas se adoptarán precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.
- No se colocarán capas o tongadas cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa.
- No se efectuará el hormigonado hasta obtener la conformidad de la dirección facultativa, una vez revisada la colocación de las armaduras.
- El hormigonado de cada elemento seguirá un plan previamente establecido, en el que se tendrán en cuenta las deformaciones previsibles de encofrados y cimbras.

**Compactación:** se realizará mediante procedimientos adecuados a la consistencia de las mezclas, y de manera tal que se obtenga un perfecto cerrado de la masa, sin que llegue a producirse segregación. El proceso deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie y deje de salir aire.

- Cuando se utilicen vibradores de superficie, el espesor de la capa después de compactada será  $\leq 20$  cm.

Elaboración y puesta en obra del hormigón (cont.)

- La utilización de vibradores de molde o encofrado deberá ser objeto de estudio, para evitar la formación de huecos y capas de menor resistencia.
- El revibrado deberá ser aprobado por la dirección facultativa.

**Juntas de hormigonado**<sup>(4)</sup>:

- Se situarán en la dirección más normal posible a la de las tensiones de compresión, y alejadas de las zonas en que la armadura esté sometida a fuertes tracciones.
- Si el plano de una junta resulta mal orientado, se demolerá la parte de hormigón necesaria para dar a la superficie la dirección apropiada.
- Antes de reanudar el hormigonado, se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto, y se limpiará la junta. No se emplearán productos corrosivos.
- No se hormigonará directamente sobre o contra superficies de hormigón que hayan sufrido los efectos de las heladas.

**Hormigonado en tiempo frío:**

- La temperatura de la masa de hormigón en el momento de verterla será  $\geq 5$  °C. Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea  $< 0$  °C.
- Se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0 °C.
- El empleo de aditivos anticongelantes requerirá en cada caso la autorización expresa de la dirección facultativa.

Control del hormigón<sup>(5)</sup>

**Toma de muestras:** salvo en los ensayos previos, se realizará en el punto de vertido del hormigón, a la salida de éste del correspondiente elemento de transporte y entre 1/4 y 3/4 de la descarga.

**Ensayos:** en general, la comprobación para el hormigón endurecido se llevará a cabo mediante ensayos realizados a la edad de 28 días. Cualquier característica medible de una amasada vendrá expresada por el valor medio de un número de determinaciones igual o superior a dos.

Ensayos de docilidad del hormigón

La docilidad se comprobará mediante la determinación de la consistencia del hormigón fresco por el método del asentamiento, según UNE EN 12350-2<sup>(6)</sup>. La consistencia se considerará conforme cuando el asentamiento obtenido en los ensayos se encuentren dentro de los límites siguientes:

Consistencia definida por su tipo			Consistencia definida por su asiento		
Tipo	Tolerancia (cm)	Intervalo	Asiento (cm)	Tolerancia (cm)	Intervalo
Seca . . . . .	0	0-2	0 a 2 . . . . .	$\pm 1$	A $\pm 1$
Plástica . . . . .	$\pm 1$	2-6	3 a 7 . . . . .	$\pm 2$	A $\pm 2$
Blanda . . . . .	$\pm 1$	5-10	8 a 12 . . . . .	$\pm 3$	A $\pm 3$
Fluida . . . . .	$\pm 2$	8-17	13 a 18 . . . . .	$\pm 3$	A $\pm 3$
Líquida . . . . .	$\pm 2$	14-22			

**Criterios de aceptación o rechazo:** se aceptará el hormigón cuando la media aritmética de los dos valores obtenidos esté comprendida dentro de: — El intervalo correspondiente, si la consistencia se ha definido por su tipo según el art. 31.5 de la EHE. — La tolerancia, si se ha definido por su asiento según el mismo artículo.

Ensayos de resistencia del hormigón

Se realizarán de acuerdo con el art. 86.3.2 de la EHE. Su frecuencia y los criterios de aceptación aplicables dependerán de: — en su caso, la posesión de un distintivo de calidad y el nivel de garantía para el que se haya efectuado el reconocimiento oficial del mismo, y, — la modalidad de control que se adopte en el proyecto: control estadístico, al 100 por 100 o indirecto.

4. El pliego de prescripciones técnicas particulares podrá autorizar el empleo de otras técnicas para la ejecución de juntas. 5. Con carácter previo al control del hormigón, se comprobará la conformidad de sus materiales componentes (cementos, áridos, aditivos, adiciones y agua) de acuerdo con el art. 85 de la EHE. Dicho control será efectuado por el responsable de la recepción en la instalación industrial de prefabricación y en la central de hormigón, ya sea de hormigón preparado o de obra, salvo en el caso de áridos de autoconsumo en centrales de obra, en que se llevará a cabo por la dirección facultativa. 6. En el caso de hormigones autocompactantes, se estará a lo indicado en el Anejo 17 de la EHE. 7. O grupos de elementos. 8. Cuando un lote esté constituido por amasadas de hormigones en posesión de un distintivo oficialmente reconocido, podrá aumentarse su tamaño multiplicando este valor por 5 o por 2, según que el nivel de garantía para el que se haya efectuado el reconocimiento sea conforme con el apartado 5.1 o con el apartado 6 del Anejo 19 de la EHE, respectivamente. 9. Oficialmente reconocido con nivel de garantía conforme con el apartado 5.1 del Anejo 19 de la EHE. 10. Para los conformes con el apartado 6 de dicho Anejo, el art. 86.5.4.3 de la EHE establece un régimen transitorio, válido hasta el 31-12-2010.

**Hormigonado en tiempo caluroso:**

- Se evitará la evaporación del agua de amasado, en particular durante el transporte del hormigón.
- Una vez colocado el hormigón, se protegerá éste del sol y del viento.
- Si la temperatura ambiente es  $> 40$  °C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la dirección facultativa, se adopten medidas especiales.

Curado del hormigón

Durante el fraguado y el primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado.

- Podrá realizarse, manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, mediante riego directo que no produzca deslavado. El agua empleada tendrá las cualidades exigidas en el art. 27 de la EHE.
- El curado por aportación de humedad podrá sustituirse por la protección de las superficies mediante recubrimientos plásticos, agentes filmógenos u otros tratamientos adecuados, siempre que garanticen, durante el primer período de endurecimiento, la retención de la humedad inicial de la masa, y que no contengan sustancias nocivas.
- Si se emplean técnicas especiales, se cumplirán las correspondientes normas de buena práctica, previa autorización de la dirección facultativa.

CONTROL ESTADÍSTICO

**Ámbito de aplicación:** es de aplicación general a todas las obras de hormigón estructural.

**Procedimiento:** el hormigón de la obra se dividirá al menos en 3 lotes, cuyas características, salvo excepción justificada bajo la responsabilidad de la dirección facultativa, serán las de la tabla que figura a continuación. Las amasadas de cada lote tendrán el mismo suministrador, los mismos materiales componentes y la misma dosificación nominal.

Tipo de elemento estructural	Valores máximos			
	Volúmen de hormigón (m <sup>3</sup> )	Tiempo de hormigonado (semanas)	Superficie construida (m <sup>2</sup> )	Número de plantas
Elementos <sup>(7)</sup> que funcionan:				
— Fundament. a compresión . . . . .	100 <sup>(8)</sup>	2	500	2
— Fundamentalmente a flexión . . . . .	100 <sup>(8)</sup>	2	1.000	2
Macizos . . . . .	100 <sup>(8)</sup>	1	—	—

La conformidad del lote en relación con la resistencia se comprobará a partir de los valores medios de los resultados obtenidos sobre dos probetas tomadas para cada una de las N amasadas controladas, siendo los valores de N los siguientes:

$f_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )	Hormigones con distintivo de calidad <sup>(9)</sup>	Otros casos
$f_{ck} \leq 30$ . . . . .	$N \geq 1$	$N \geq 3$
$35 \leq f_{ck} \leq 50$ . . . . .	$N \geq 1$	$N \geq 4$
$f_{ck} > 50$ . . . . .	$N \geq 2$	$N \geq 6$

**Criterios de aceptación o rechazo:** se aceptará el lote cuando se cumplan los criterios siguientes:

**Control de identificación:** aplicable a los hormigones en posesión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido con un nivel de garantía conforme al apartado 5.1 del Anejo 19 de la EHE<sup>(10)</sup>. Se aceptará el lote si se cumple:  $x_i \geq f_{ck}$ .

## Control del hormigón (cont.)

**Control de recepción:** aplicable a los hormigones sin distintivo de calidad:

1. Fabricados de forma continua en central de obra o suministrados de forma continua por la misma central de hormigón preparado, cuando se controlen en la obra más de 36 amasadas del mismo tipo de hormigón<sup>(11)</sup>. Se aceptará el lote si se cumple:

$$f(x_{(1)}) = x_{(1)} - K_3 s_{35} \geq f_{ck}$$

2. Demás casos. Se aceptará el lote si se cumple:

$$f(\bar{x}) = \bar{x} - K_2 r_N \geq f_{ck}$$

Siendo, para todas las fórmulas precedentes:

$f(\bar{x})$ ;  $f(x_{(1)})$  = funciones de aceptación.

$x_i$  = cada uno de los valores medios obtenidos en las determinaciones de resistencia para cada amasada.

$\bar{x}$  = valor medio de los resultados obtenidos en las  $N$  amasadas ensayadas.

$f_{ck}$  = resistencia característica especificada en el proyecto.

$K_2$  y  $K_3$  = sendos coeficientes, cuyos valores serán:

Número de amasadas controladas ( $N$ )	3	4	5	6
$K_2$ .....	1,02	0,82	0,72	0,66
$K_3$ .....	0,85	0,67	0,55	0,43

$x_{(1)}$  = valor mínimo de los resultados obtenidos en las últimas  $N$  amasadas.

$x_{(N)}$  = valor máximo de dichos resultados.

$r_N$  = valor del recorrido muestral;  $r_N = x_{(N)} - x_{(1)}$ .

$s_{35}$  = valor de la desviación típica muestral, correspondiente a las últimas 35 amasadas.

### CONTROL AL 100 POR 100

**Ámbito de aplicación:** es de aplicación a cualquier estructura, siempre que se adopte antes del inicio del suministro.

**Procedimiento:** la conformidad de la resistencia del hormigón se comprueba determinándola en todas las amasadas sometidas a control y calculando, a partir de sus resultados, el valor de la resistencia característica real,  $f_{c, real}$ , según se define en el art. 39.1 de la EHE.

**Criterios de aceptación o rechazo:** se aceptará si  $f_{c, real} \geq f_{ck}$ .

### CONTROL INDIRECTO

**Ámbito de aplicación:** en el caso de elementos de hormigón estructural, esta modalidad de control sólo podrá aplicarse a los hormigones en pose-

sión de un distintivo de calidad oficialmente reconocido que se empleen en alguno de los siguientes casos:

— Elementos de edificios de viviendas de una o dos plantas, con luces inferiores a 6 metros.

— Elementos de edificios de viviendas de hasta cuatro plantas, que trabajen a flexión, con luces inferiores a 6 metros.

Además, será necesario que se cumplan las dos condiciones siguientes:

— Que el ambiente en el que esté ubicado el elemento sea de clase I o II.

— Que la resistencia de cálculo a compresión  $f_{cd}$  adoptada en el proyecto sea  $\leq 10$  N/mm<sup>2</sup>.

Esta modalidad de control también se aplicará a los hormigones no estructurales en el sentido expuesto en el Anejo 18 de la EHE.

**Procedimiento:** se realizarán al menos cuatro determinaciones de la consistencia espaciadas a lo largo de cada jornada de suministro, además de cuando así lo exijan la dirección facultativa o el pliego de prescripciones técnicas particulares.

**Criterios de aceptación o rechazo:** se aceptará el lote si se cumplen las tres condiciones siguientes:

— Los resultados de los ensayos de consistencia cumplen lo indicado en el art. 86.5.2 de la EHE (ver «Ensayos de docilidad del hormigón»).

— Se mantiene, en su caso, la vigencia del distintivo de calidad del hormigón empleado durante la totalidad del período de suministro a la obra.

— Se mantiene, en su caso, la vigencia del reconocimiento oficial del distintivo de calidad.

### Ensayos de penetración de agua en el hormigón

La comprobación, en su caso, de la profundidad de penetración de agua bajo presión en el hormigón se ensayará según UNE-EN 12390-8. Antes de iniciar el ensayo se someterán las probetas a un período de secado de 72 horas en una estufa de tiro forzado, a una temperatura de  $50 \pm 5$  °C.

### Ensayos de información complementaria del hormigón

Sólo son preceptivos en los casos previstos en el art. 86.7 de la EHE, o cuando lo exija el pliego de prescripciones técnicas particulares o la dirección facultativa. La dirección facultativa deberá decidir su empleo en los casos previstos en el art. 86.8 de la EHE.

— Su objeto es estimar la resistencia del hormigón de una parte determinada de la obra, a una cierta edad o tras un curado en condiciones análogas a las de la obra.

— La dirección facultativa juzgará en cada caso los resultados.

## Control del acero

Para los aceros con marcado CE, se verificará que los valores declarados en su documentación cumplen las especificaciones del proyecto y el art. 32 de la EHE. Para los aceros sin marcado CE (aceros corrugados destinados a la elaboración de armaduras), se demostrará su conformidad con la EHE y con EN 10.080 por alguno de los siguientes medios:

— Posesión de un distintivo de calidad con un reconocimiento oficial en vigor (ver Anejo 19 de la EHE).

— Realización de ensayos de comprobación durante la recepción (ver más abajo).

— En caso de estructuras sometidas a fatiga, el comportamiento de los productos de acero frente a la fatiga podrá demostrarse presentando un informe<sup>(12)</sup> de ensayos que garanticen las exigencias del art. 38.10 de la EHE.

— En caso de estructuras situadas en una zona sísmica, el comportamiento frente a cargas cíclicas con deformaciones alternativas podrá demostrarse<sup>(13)</sup> mediante la presentación de un informe<sup>(12)</sup> de ensayos que garanticen las exigencias del art. 32 de la EHE.

**Ensayos de comprobación durante la recepción:**

**Suministros de menos de 300 t:** se dividirán en lotes de 40 t como máximo. Para cada lote se tomarán dos probetas, sobre las que se efectuarán los siguientes ensayos:

— Comprobación de que la sección equivalente cumple lo especificado en el art. 32.1 de la EHE.

— Comprobación de que las características geométricas no rebasan los límites admisibles establecidos en el certificado específico de adherencia, según el art. 32.2 de la EHE, o de que cumplen el correspondiente índice de corruga.

— Ensayo de doblado-desdoblado o de doblado simple, verificando la ausencia de grietas después del ensayo.

Además se comprobará, al menos en una probeta de cada diámetro, tipo de acero empleado y fabricante, que el límite elástico, la carga de rotura y la relación entre ambos, así como el alargamiento de rotura y el alargamiento bajo carga máxima, cumplen lo previsto en el art. 32 de la EHE.

**Suministros iguales o superiores a 300 t, caso general:** se aplicará lo indicado para los suministros de menos de 300 t, ampliando a 4 probetas por caso la comprobación de las características mecánicas contempladas en el último párrafo del apartado anterior.

**Suministros iguales o superiores a 300 t, cuando el suministrador aporte un certificado de trazabilidad:** se efectuarán ensayos de contraste de la trazabilidad de la colada, mediante la determinación de las características químicas sobre uno de cada 4 lotes, con un mínimo de 5 ensayos, que serán aceptables cuando su composición química presente unas variaciones, respecto de los valores del certificado de control de producción, que cumplan los siguientes criterios:

$$\text{— \% } C_{\text{ensayo}} = \% C_{\text{certificado}} \pm 0,03$$

$$\text{— \% } C_{\text{eq ensayo}} = \% C_{\text{eq certificado}} \pm 0,03$$

$$\text{— \% } P_{\text{ensayo}} = \% P_{\text{certificado}} \pm 0,008$$

$$\text{— \% } S_{\text{ensayo}} = \% S_{\text{certificado}} \pm 0,008$$

$$\text{— \% } N_{\text{ensayo}} = \% N_{\text{certificado}} \pm 0,002$$

Hecha esa comprobación, se procederá a la división en lotes, correspondientes a cada colada, serie y fabricante, cuyo número no podrá ser inferior a 15. Para cada lote se tomarán 2 probetas, sobre las que se efectuarán los ensayos indicados para los suministros de menos de 300 t.

**Criterios de aceptación o rechazo:** en cualquiera de los tres casos anteriores, se aceptará el lote si no se detecta ningún incumplimiento de las condiciones del art. 32 de la EHE.

11. A partir de la amasada 37ª,  $3 \leq N \leq 6$ . A las amasadas anteriores a la 37ª se les aplicará el criterio del punto 2 siguiente. 12. El informe no tendrá más de un año de antigüedad y procederá de un laboratorio que cumpla lo previsto en el art. 78.2.2.1 de la EHE. 13. Salvo indicación en contra de la dirección facultativa.

## Control de la ejecución

### PROGRAMA DE CONTROL

Antes de iniciar la ejecución de la estructura, la dirección facultativa aprobará el Programa de control, que identificará, entre otros aspectos, los siguientes niveles de control, lotes de ejecución, unidades de inspección y frecuencias de comprobación.

**Niveles:** se contemplan dos niveles de control: control de ejecución a nivel normal; y control de ejecución a nivel intenso, sólo aplicable cuando el constructor esté en posesión de un certificado ISO 9001.

**Lotes:** se dividirá la obra en lotes de ejecución, cuyo tamaño no excederá, en función del tipo de elemento, del indicado en la tabla siguiente. No se mezclarán en un mismo lote elementos que pertenezcan a columnas distintas de dicha tabla.

Tipo de obra	Elementos de cimentación	Elementos horizontales	Otros elementos
Edificios	Zapatas, pilotes y encepados correspondientes a 250 m <sup>2</sup> de superficie. 50 m de pantallas.	Vigas y forjados correspondientes a 250 m <sup>2</sup> de planta.	Vigas y pilares correspondientes a 500 m <sup>2</sup> de superficie <sup>(1)</sup> . Muros de contención correspondientes a 50 m lineales <sup>(2)</sup> . Pilares <i>in situ</i> correspondientes a 250 m <sup>2</sup> de forjado.
Puentes	Zapatas, pilotes y encepados correspondientes a 500 m <sup>2</sup> de superficie <sup>(3)</sup> . 50 m de pantallas.	500 m <sup>3</sup> de tablero, sin rebasar 30 m lineales, ni un tramo o dovela.	200 m <sup>3</sup> de pilas, sin rebasar los 10 m de longitud de pila. Dos estribos.
Chimeneas, torres, depósitos	Zapatas, pilotes y encepados correspondientes a 250 m <sup>2</sup> de superficie. 50 m de pantallas.	Elementos horizontales correspondientes a 250 m <sup>2</sup> .	Alzados correspondientes a 500 m <sup>2</sup> de superficie o a 10 m de altura.

**Unidades de inspección:** para cada lote de ejecución, se identificarán la totalidad de los procesos y actividades susceptibles de ser inspeccionados. Se entiende por unidad de inspección la dimensión o tamaño máximo de un proceso o actividad comprobable, en general, en una visita de inspección a la obra. Para cada proceso o actividad, se definirán las unidades de inspección correspondientes, cuya dimensión o tamaño será conforme a lo indicado en la tabla 92.5 de la EHE<sup>(4)</sup>.

**Frecuencias de comprobación:** para cada proceso o actividad incluida en un lote, el constructor desarrollará su autocontrol y la dirección facultativa propondrá a su control externo, mediante la realización de un número de inspecciones que varía en función del nivel de control definido en el Programa de control, de acuerdo con lo indicado en la tabla 92.6 de la EHE.

### COMPROBACIONES QUE DEBEN EFECTUARSE DURANTE LA EJECUCIÓN

**Replanteo de la estructura:** posición y magnitud dimensional de los ejes de los elementos, de las cotas y de las geometrías de las secciones conformes con las tolerancias admisibles según el Anejo 11 de la EHE.

#### Cimentaciones superficiales:

- Comprobación de que las zapatas medianeras no dañarán las estructuras colindantes.
- Compactación del terreno y espesor del hormigón de limpieza conformes con el proyecto.
- Medidas para la eliminación del agua.

#### Cimentaciones profundas:

- Dimensiones de las perforaciones, en caso de pilotes ejecutados en obra.
- El descabezado del hormigón de los pilotes no provocará daños en el pilote ni en las armaduras de anclaje.

**Cimbras y apuntalamientos:** conformidad con el proyecto; en especial de: elementos de arriostamiento y sistemas de apoyo; procesos de montaje y desmontaje; y recimbrado o reapuntalamiento, en su caso.

#### Encofrados y moldes:

- Geometría de las secciones según las tolerancias fijadas en el proyecto, o, en su defecto, en el Anejo 11 de la EHE.
- Aspectos indicados en el art. 67.3 de la EHE.
- Ubicación y funcionamiento de los elementos de vibración exterior, en su caso.
- Limpieza de superficies interiores, y aplicación, en su caso, del correspondiente producto desencofrante.

#### Montaje de armaduras pasivas:

- Geometría y longitudes de anclaje y solapo conformes con el proyecto.

- Proceso de armado efectuado según el art. 69 de la EHE; especialmente, las soldaduras efectuadas en la obra.

- Separadores y elementos auxiliares de acero, en su caso: disposición, dimensiones y distancia entre ellos; recubrimientos reales conformes con los mínimos establecidos.

#### Pretensado de armaduras activas:

- Antes de iniciar el tesado: en las armaduras postesas, los tendones se deslizan libremente en sus conductos y vainas; la resistencia del hormigón ha alcanzado el valor indicado en el proyecto.
- Durante la ejecución de la inyección: se controlará ésta según el art. 96.2 de la EHE.

#### Procesos de hormigonado:

- Las circunstancias son adecuadas según la EHE para efectuar correctamente el vertido del hormigón.
- Los medios son adecuados según la EHE para el vertido, puesta en obra, compactación y curado.
- El curado se efectúa adecuadamente durante, al menos, el tiempo indicado en el proyecto, o, en su defecto, en la EHE.
- En caso de temperaturas extremas, adopción de las precauciones del art. 71.5.3 de la EHE.

#### Procesos posteriores al hormigonado:

- Ausencia de defectos significativos en la superficie del hormigón.
- Aspecto y acabado del hormigón, si el proyecto establece algo al respecto.
- Descimbrado según lo indicado en el proyecto.
- Obtención de las condiciones mecánicas previstas para el hormigón.

#### Montajes y uniones de elementos prefabricados:

- Antes del montaje: adecuado acopio de los elementos, que no presentan daños aparentes y cumplen las especificaciones del proyecto; disponibilidad de planos y de un programa de ejecución que definen el proceso de montaje y las medidas adicionales, en su caso.
- Durante el montaje: cumplimiento de las especificaciones del proyecto; en especial, mantenimiento de las dimensiones y condiciones de ejecución de apoyos, enlaces y uniones.

#### Control del elemento construido:

- Finalizada cada fase de la estructura, comprobación de que cumple las especificaciones dimensionales del proyecto.
- Cuando se hayan adoptado en el cálculo los coeficientes reducidos de ponderación de los materiales del art. 15.3 de la EHE, comprobación del cumplimiento de las tolerancias geométricas establecidas en el proyecto, o, en su defecto, en el Anejo 11 de la EHE.

**Controles de la estructura mediante ensayos de información complementaria:** se realizarán en los casos previstos en el art. 101.1 de la EHE, pudiendo consistir estos ensayos en:

- Pruebas de carga reglamentarias.
- Pruebas de carga como información complementaria, o para evaluar la capacidad resistente.
- Ensayos para estimar características del hormigón diferentes de su resistencia, o de las armaduras, que puedan afectar a su seguridad o durabilidad.

**Control de los aspectos medioambientales definidos en el proyecto, en su caso.**

1. Sin rebasar dos plantas. 2. Sin superar ocho puestas. 3. Sin rebasar tres cimentaciones. 4. En el caso de obras de ingeniería de pequeña importancia, así como en obras de edificación sin especial complejidad estructural (formadas por vigas, pilares y forjados convencionales no pretensados, con luces de hasta 6 m y un número de niveles de forjado no superior a siete), la dirección facultativa podrá aumentar al doble los tamaños máximos indicados en la tabla.

Durabilidad: clases de exposición

Clase		Design.	Tipo de proceso			Descripción			Ejemplos			
CLASES GENERALES DE EXPOSICIÓN	Interior. No agresiva	I	Ninguno			Interiores de edificios no sometidos a condensaciones.			Interiores de edificios protegidos de la intemperie.			
	Exterior	Humedad media	IIa	Carbonatación del conglomerante. Expansión de los núcleos de cal.			Exteriores sometidos a la acción del agua en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm.			Exteriores protegidos de la lluvia.		
		Humedad alta	IIb	Carbonatación rápida del conglomerante. Expansión de los núcleos de cal.			Interiores con humedades relativas > 65% o condensaciones, o con precipitación media anual > 600 mm.			Exteriores no protegidos de la lluvia. Sótanos no ventilados. Cimentaciones.		
	Medio marino	Marino aéreo	IIIa	Corrosión de las armaduras por cloruros. Expansión de los núcleos de cal.			Proximidad al mar por encima del nivel de pleamar. Zonas costeras.			Proximidad a la costa. Pantalanes, obras de defensa litoral e instalaciones portuarias.		
		Marino sumergido	IIIb	Corrosión de las armaduras por cloruros. Sulfatación y destrucción por expansividad del conglomerante y de los derivados del cemento. Expansión de los núcleos de cal.			Por debajo del nivel mínimo de bajar permanentemente. Terrenos ricos en sulfatos.			Recorrido de marea en diques, pantalanes y obras de defensa litoral.		
		Marino alternado	IIIc	Corrosión rápida de las armaduras por cloruros. Sulfatación y destrucción por expansividad del conglomerante y de los derivados del cemento.			Zonas marinas situadas en el recorrido de carrera de las mareas.			Recorrido de marea en diques, pantalanes y obras de defensa litoral.		
Otros cloruros (no marinos)	IV	Ídem que IIIc. Sulfatación y carbonatación.			Agua con un contenido elevado de cloro. Exposición a sales procedentes del deshielo.			Piscinas. Zonas de nieve (alta montaña). Estaciones de tratamiento de aguas.				
CLASES ESPECÍFICAS DE EXPOSICIÓN			Agua					Suelo				
	Clase	Design.	pH	CO <sub>2</sub> agresivo (mg CO <sub>2</sub> /l)	Ión amonio (mg NH <sub>4</sub> /l)	Ión magnesio (mg Mg/l)	Ión sulfato (mg SO <sub>4</sub> /l)	Residuo seco	Grado acidez Bauman-Gully	Ión sulfato (mg SO <sub>4</sub> /kg <sup>(1)</sup> )		
	Química agresiva	Débil Media Fuerte	Qa Qb Qc	6,5-5,5 5,5-4,5 <4,5	15-40 40-100 >100	15-30 30-60 >60	300-1.000 1.000-3.000 >3.000	200-600 600-3.000 >3.000	75-250 50-75 <50	>20 Inusual Inusual	2.000-3.000 3.000-12.000 >12.000	
	Clase	Design.	Tipo de proceso	Descripción			Ejemplos					
Con heladas	Sin sales fundentes	H	Ataque hielo-deshielo.	Elementos en contacto frecuente con agua, o zonas de humedad relativa en invierno superior al 75% y que tengan una probabilidad anual superior al 50% de alcanzar al menos una vez temperaturas inferiores a 5 °C.			Construcciones situadas en zonas de alta montaña. Estaciones invernales.					
	Con sales fundentes	F	Ataque por sales fundentes.	Elementos próximos al tráfico de vehículos o peatones en zonas de más de 5 nevadas anuales, o con un valor medio de la temperatura mínima en los meses de invierno inferior a 0 °C.			Tableros de pasarelas o barandillas de puentes en zonas de alta montaña.					
Erosión	E	Procesos de abrasión o cavitación.	Elementos sometidos a desgaste superficial, o elementos singulares de construcciones hidráulicas. Elementos de diques, pantalanes y obras de defensa litoral que se encuentren sometidos a fuertes oleajes.			Pilas de puente, en cauces muy torrenciales.						

Restricciones de uso de los componentes de las fábricas

Elementos	Clases de exposición generales y específicas →												
	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E
Piezas	Ladrillo macizo o perforado. Extrusión. Categoría I	—	—	—	—	—	—	—	R	R	—	R	R
	Ladrillo macizo o perforado. Extrusión. Categoría II	—	D	—	D	D	R	R	D	R	R	D	X
	Ladrillo macizo o perforado artesanal. Categorías I y II	—	D	D	R	X	X	X	X	X	X	X	X
	Bloque de hormigón espumado.	—	D	D	X	X	X	X	X	X	X	D	X
Morteros	Bloque de hormigón con cemento CEM III o CEM IV	—	—	—	—	—	R	R	R	R	R	R	R
	Cemento Portland CEM I con plastificante	—	—	—	X	X	X	—	X	X	X	—	X
	Cemento adición CEM II con plastificante	—	—	—	R	R	R	R	R	R	R	—	R
	Horno alto y/o puzolánico CEM III y/o CEM IV con plastificante	—	—	—	—	—	—	—	R	R	—	—	—
Elementos de enlace	Mixto de CEM II y cal	—	R	R	X	X	X	X	X	X	X	R	X
	De cal	—	R	R	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Acero inoxidable austenítico	—	D	R	R	X	X	X	X	X	X	R	R
	Acero autoprotectado cincado de 140 µm (1.000 gr/m <sup>2</sup> )	—	D	D	R	X	X	X	X	X	X	X	X
	Acero autoprotectado cincado de 90 µm (600 gr/m <sup>2</sup> )	—	D	D	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Acero autoprotectado grueso cincado de 20 µm (140 gr/m <sup>2</sup> )	—	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Acero cincado de < 20 µm, protegido con resina	—	R	R	X	X	X	X	X	X	X	X	X	

Notación: «—» = sin restricciones; «R» = con algunas reservas; «D» = puede emplearse si se protege; «X» = no debe usarse. Observaciones: el zinc se vuelve quebradizo hacia los 250 °C y funde a los 419 °C. Las resinas son inestables hacia los 80 °C. En la clase de exposición III los cementos tendrán la característica adicional MR, y en la clase Q por ataque de sulfatos la característica SR, o bien la MR cuando el ataque se produzca por agua de mar. En las clases III, IV y Q pueden utilizarse cementos CEM II de los tipos siguientes: II/S, II/V, II/P y II/D.

(\* ) R.D. 314/2006, de 17-3 (BOE de 28-3-06), modificado por reales decretos 410/2010, de 31-3 (BOE de 22-4-10), 173/2010, de 19-2 (BOE 11-3-10) y 1371/2007, de 19-10 (BOE 23-10-07), y Orden VIV/984/2009, de 15-4 (BOE de 23-4-09). 1. De suelo seco.

Resistencia al fuego de los elementos que delimitan sectores de incendio (SI 1)

Elementos	Resistencia al fuego →	Plantas bajo rasante	Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación <i>b</i> (m):		
			<i>b</i> ≤ 15	15 < <i>b</i> ≤ 28	<i>b</i> > 28
Paredes y techos <sup>(1)</sup> , siendo su uso previsto <sup>(2)</sup> : Sector de riesgo mínimo en edificio de cualquier uso . . . .	No se admite	—	EI 120	EI 120	EI 120
Residencial vivienda o público, docente, administrativo . . .	EI 120	—	EI 60	EI 90	EI 120
Comercial, pública concurrencia, hospitalario . . . . .	EI 120 <sup>(3)</sup>	—	EI 90	EI 120	EI 180
Aparcamiento <sup>(4)</sup> . . . . .	EI 120 <sup>(5)</sup>	—	EI 120	EI 120	EI 120

Puertas de paso entre sectores de incendio: resistencia EI<sub>2</sub> t-C5, siendo *t* la mitad del tiempo de resistencia al fuego exigido a la pared en que se encuentre<sup>(6)</sup>.

Locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios (SI 1)

CLASIFICACIÓN				Notación: P = potencia instalada; S = superficie construida; V = volumen construido; TC = en todo caso; NA = no se admite.					
Uso previsto del edificio <sup>(7)</sup>	Riesgo →	Bajo	Medio	Alto	Uso previsto del edificio <sup>(7)</sup>	Riesgo →	Bajo	Medio	Alto
<b>En cualquier edificio o establecimiento:</b>					<b>Uso residencial vivienda: trasteros<sup>(13)</sup> . . .</b>	S (m <sup>2</sup> )	>50	>100	>500
Taller de mantenimiento <sup>(8)</sup> . . . . .	V (m <sup>3</sup> )	>100	>200	>400	<b>Uso hospitalario:</b>				
Almacén de:					Almacenes de productos farmacéuticos <sup>(14)</sup> V (m <sup>3</sup> )	>100	>200	>400	
— Residuos . . . . .	S (m <sup>2</sup> )	>5	>15	>30	Esterilización y almacenes anejos . . . . .	—	—	—	TC
— Combustible sólido para calefacción S (m <sup>2</sup> )	≤3	>3	—	—	Laboratorios clínicos . . . . .	V (m <sup>3</sup> )	≤350	>350	>500
Aparcamiento de vehículos de hasta 100 m <sup>2</sup> <sup>(9)</sup>	TC	—	—	—	<b>Uso administrativo<sup>(15)</sup> . . . . .</b>	V (m <sup>3</sup> )	>100	>200	>500
Cocinas . . . . .	P (kW)	>20	>30	>50	<b>Uso residencial público<sup>(16)</sup> . . . . .</b>	S (m <sup>2</sup> )	≤20	>20	>100
Lavanderías, vestuarios de personal <sup>(10)</sup>	S (m <sup>2</sup> )	>20	>100	>200	<b>Uso comercial:</b>				
Salas de:					Almacenes cuya densidad de carga de fuego <sup>(17)</sup>				
— Calderas con potencia útil nominal . . . (kW)	>70	>200	>600	—	Q <sub>S</sub> (en MJ/m <sup>2</sup> ) sea . . . . .	>425	>850	>3.400	
— Máquinas de instalaciones de climatización <sup>(11)</sup>	TC	—	—	—	Y cuya superficie construida debe ser:				
— Maquinaria frigorífica, refrigerante amoníaco	—	TC	—	—	— En recintos no situados bajo la planta de salida del edificio:				
— <i>Idem</i> , refrigerante halogenado . . . . P (kW)	≤400	>400	—	—	• Con inst. automática de extinción S (m <sup>2</sup> )	≤2.000	≤600	≤25 <sup>(18)</sup>	
— Maquinaria de ascensores o grupo electrógeno	TC	—	—	—	• Sin inst. automática de extinción . S (m <sup>2</sup> )	≤1.000	≤300	NA	
Local de contadores de electricidad <sup>(12)</sup> . . . . .	TC	—	—	—	— En recintos situados bajo la planta de salida del edificio:				
Centro de transformación, aparatos con aislamiento dieléctrico:					• Con inst. automática de extinción S (m <sup>2</sup> )	≤800	NA	NA	
— Con punto de inflamación > 300 °C . . . . .	TC	—	—	—	• Sin inst. automática de extinción . S (m <sup>2</sup> )	≤400	NA	NA	
— Con punto de inflamación ≤ 300 °C y potencia instalada P (en kVA):					<b>Pública concurrencia<sup>(19)</sup> . . . . .</b>	V (m <sup>3</sup> )	—	>100	>200
• Total . . . . .	≤2.520	>2.520	>4.000	—					
• En cada transformador . . . . .	≤630	>630	>1.000	—					

CONDICIONES DE LAS ZONAS DE RIESGO ESPECIAL INTEGRADAS EN EDIFICIOS	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante <sup>(20)</sup> . . . . .	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos <sup>(1,2)</sup> que separan la zona del resto del edificio <sup>(20,21)</sup> . . . . .	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio . . . . .	—	Sí	Sí
Puertas de comunicación con el resto del edificio . . . . .	EI <sub>2</sub> 45-C5	2 x EI <sub>2</sub> 30-C5	2 x EI <sub>2</sub> 45-C5
Máxima longitud del recorrido hasta alguna salida del local <sup>(22)</sup> . . . . .	≤ 25 m	≤ 25 m	≤ 25 m

Evacuación de ocupantes (SI 3)

NÚMERO DE SALIDAS Y LONGITUD DE LOS RECORRIDOS DE EVACUACIÓN<sup>(22)</sup> (Condiciones mínimas)

**Plantas o recintos con una única salida<sup>(23)</sup> de planta o de recinto:**

- La ocupación no excede de 100 personas, excepto en los casos siguientes: 500 personas en el conjunto del edificio, en el caso de la planta de salida de un edificio de viviendas; 50 personas, cuando la evacuación hasta una salida de planta deba salvar una altura > 2 m en sentido ascendente; 50 alumnos, en escuelas infantiles, o de enseñanza primaria o secundaria.
- La longitud de los recorridos de evacuación hasta una salida de planta no excede de 25 m, excepto en los casos siguientes: 50 m, si la planta tiene una salida directa a un espacio exterior seguro y la ocupación no excede de 25 personas<sup>(24)</sup>; 35 m, en los demás casos, si el uso es *aparcamiento*.
- La altura de evacuación no excede de 28 m si es descendente (excepto en *uso residencial público*), ni de 10 m si es ascendente.

**Plantas o recintos con más de una salida de planta<sup>(25)</sup> o de recinto:**

- La longitud de los recorridos de evacuación hasta una salida de planta no excede de 50 m, excepto en los casos siguientes: 35 m, en zonas en que se prevea la presencia de personas durmiendo, en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en *uso hospitalario*, y en plantas de escuela infantil o de enseñanza primaria; 75 m, en espacios al aire libre cuyo riesgo de incendio sea irrelevante, como una terraza.
- La longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no excede de 15 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en *uso hospitalario*, o de la longitud máxima admisible cuando se dispone de una sola salida, en los demás casos.

(\*) R.D. 314/2006, de 17-3 (BOE de 28-3-06), modificado por reales decretos 410/2010, de 31-3 (BOE de 22-4-10), 173/2010, de 19-2 (BOE 11-3-10) y 1371/2007, de 19-10 (BOE 23-10-07), y Orden VIV/984/2009, de 15-4 (BOE de 23-4-09). 1. Cuando el techo separe de una planta superior, tendrá al menos la misma resistencia al fuego que se exija a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI. 2. La resistencia al fuego del suelo es función del uso al que esté destinada la zona existente en la planta inferior. 3. EI 180, si la altura de evacuación del edificio es > 28 m. 4. Exigible a las paredes que lo separan de zonas de otro uso. 5. EI 180, en aparcamientos robotizados. 6. O la cuarta parte, si existe un vestíbulo de independencia. 7. O establecimiento. 8. Se incluyen también almacenes de elementos combustibles, archivos de documentos y establecimientos similares. 9. O de cualquier superficie, tratándose de aparcamientos de viviendas unifamiliares. 10. Las zonas de aseo no computan en el cálculo de la superficie construida. 11. Según RITE. 12. Y de cuadros generales de distribución. 13. Incluye los que comunican con zonas de uso garaje de edificios de vivienda. 14. Y clínicos. 15. Imprenta, reprografía y locales anejos. 16. Roperos y locales de equipajes. 17. Aportada por los productos almacenados. 18. Y altura de evacuación < 15 m. 19. Taller o almacén de decorados, vestuario, etc. 20. El tiempo de resistencia al fuego no será menor que el establecido para los sectores de incendio del uso al que sirve el local de riesgo especial, excepto cuando se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo, en cuyo caso puede ser R 30. 21. Considerando la acción del fuego en el interior del recinto. 22. La longitud podrá aumentarse un 25% en las zonas protegidas por una instalación automática de extinción. 23. No se admiten en uso hospitalario, en plantas de hospitalización o tratamiento intensivo, ni en salas para pacientes hospitalizados de más de 90 m<sup>2</sup>. 24. O si se trata de un espacio al aire libre cuyo riesgo de incendio es irrelevante. 25. Si la altura de evacuación descendente es > 28 m, o si más de 50 personas precisan salvar en sentido ascendente una altura de evacuación > 2 m, dos salidas de planta conducirán a escaleras diferentes.

Evacuación de ocupantes (cont.)

CÁLCULO DE LA OCUPACIÓN

Uso previsto <sup>(26)</sup> . Zona o tipo de actividad	Ocupación (m <sup>2</sup> /persona)
Cualquiera. Zonas de ocupación ocasional y accesibles sólo a efectos de mantenimiento	Nula
Residencial vivienda. Plantas de vivienda	20
Residencial público: Zonas de alojamiento	20
Salones de uso múltiple	1
Vestíbulos y zonas generales en plantas de sótano, planta baja y entreplanta	2
Aparcamiento <sup>(27)</sup>	40 <sup>(28)</sup>
Administrativo: Plantas o zonas de oficinas	10
Vestíbulos generales y zonas de uso público	2
Docente: Conjunto de la planta o del edificio	10
Laboratorios, talleres, gimnasios, etc.	5
Aulas, excepto las de escuelas infantiles	1,5
Aulas de escuelas infantiles y salas de lectura	2

DIMENSIONADO DE LOS ELEMENTOS DE EVACUACIÓN

Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas <sup>(29, 30)</sup> y pasos	$A \geq P / 200 \geq 0,80 \text{ m}^{(31)}$
Pasillos <sup>(32)</sup> y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}^{(33)}$
Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_S$
Pasillos protegidos	$P \leq 3 S + 200 A$
Escal. no protegidas, para evac. descendente	$A \geq P / 160$
Idem, para evacuación ascendente	$A \geq P (160 - 10 h)$
En zonas al aire libre, escaleras	$A \geq P / 480$
Idem, pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600$

Notación: A = anchura del elemento (m). A<sub>S</sub> = anchura de la escalera protegida en su desembarco en la planta de salida del edificio (m). h = altura de evacuación ascendente (m). P = número total de personas cuyo paso está previsto por el punto cuya anchura se dimensiona. E = suma de los ocupantes asignados a la escalera en la planta considerada, más los de las situadas por debajo o por encima de ella hasta la planta de salida del edificio, según se trate de una escalera para evacuación descendente o ascendente, respectivamente. S = superficie útil del recinto, o bien de la escalera protegida en el conjunto de las plantas de las que provienen las P personas, incluyendo la superficie de tramos, rellanos y mesetas, o bien del pasillo protegido.

CAPACIDAD DE EVACUACIÓN DE LAS ESCALERAS

Ancho escalera (m)	Esc. no protegida		Escalera protegida <sup>(34)</sup> , según número de plantas <sup>(35)</sup>					
	Ev. asc.	Ev. desc.	2 pl.	4 pl.	6 pl.	8 pl.	10 pl.	Cada pl. más
1,00	132	160	224	288	352	416	480	+32
1,10	145	176	248	320	392	464	536	+36
1,20	158	192	274	356	438	520	602	+41
1,30	171	208	302	396	490	584	678	+47
1,40	184	224	328	432	536	640	744	+52
1,50	198	240	356	472	588	704	820	+58
1,60	211	256	384	512	640	768	896	+64
1,70	224	272	414	556	698	840	982	+71
1,80	237	288	442	596	750	904	1.058	+77
1,90	250	304	472	640	808	976	1.144	+84
2,00	264	320	504	688	872	1.056	1.240	+92
2,10	277	336	534	732	930	1.128	1.326	+99
2,20	290	352	566	780	994	1.208	1.422	+107
2,30	303	368	598	828	1.058	1.288	1.518	+115
2,40	316	384	630	876	1.122	1.368	1.614	+123

PROTECCIÓN DE LAS ESCALERAS

Uso previsto <sup>(36)</sup>	Condiciones de protección <sup>(37)</sup> —	No protegida	Protegida
<b>Escaleras para evacuación descendente:</b>			
Residencial vivienda, administrativo, docente		$h \leq 14 \text{ m}$	$h \leq 28 \text{ m}$
Comercial, pública concurrencia		$h \leq 10 \text{ m}$	$h \leq 20 \text{ m}$
Residencial público		<sup>(38)</sup> $h \leq 10 \text{ m}$	$h \leq 28 \text{ m}$
Hospitalario, zonas de hospitalización <sup>(39)</sup>		NA	$h \leq 14 \text{ m}$
Hospitalario, otras zonas		$h \leq 10 \text{ m}$	$h \leq 20 \text{ m}$
Aparcamiento		NA	NA
<b>Escaleras para evacuación ascendente:</b>			
Aparcamiento		NA	NA
Otros usos, $h \leq 2,80 \text{ m}$		SA	SA
Otros usos, $2,80 < h \leq 6,00 \text{ m}$		$P \leq 100$	SA
Otros usos, $h > 6,00 \text{ m}$		NA	SA

Notación: h = altura de evacuación de la escalera. P = número de personas a las que sirve en el conjunto de plantas. NA = no se admite. SA = se admite en todo caso.

Dotación de instalaciones de protección contra incendios<sup>(40)</sup> (SI 4)

Uso del edificio o establecimiento: *Instalación*. Condiciones. Notación: h = altura de evacuación; S = superficie construida; P = densidad de ocupación.

Edificios o establecimientos en general:

Extintores portátiles, de eficacia 21A-113B:  
— Uno a 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación.  
— En las zonas de riesgo especial<sup>(41)</sup>.

Bocas de incendio o equipadas: en zonas de riesgo especial alto, en las que el riesgo se deba principalmente a materias combustibles sólidas; los equipos serán de tipo 45 mm<sup>(42)</sup>.

Ascensor de emergencia: en plantas con  $h > 28 \text{ m}$ .  
Hidrantes exteriores: uno por cada 10.000 m<sup>2</sup> de S o fracción<sup>(43)</sup>, en los siguientes casos: h descendente > 28 m; h ascendente > 6 m; establecimientos con  $P > 1 \text{ persona} / 5 \text{ m}^2$  y  $2.000 < S < 10.000 \text{ m}^2$ .

Instalación automática de extinción: si  $h > 80 \text{ m}$ .

Residencial vivienda:

Columna seca<sup>(44)</sup>: si  $h > 24 \text{ m}$ .

Sistema de detección y alarma, con detectores y dispositivos de alarma<sup>(45)</sup>: si  $h > 50 \text{ m}$ .  
Hidrantes exteriores: uno si  $5.000 < S < 10.000 \text{ m}^2$ <sup>(43)</sup>.

Administrativo:

Bocas de incendio o equipadas<sup>(46)</sup>: si  $S > 2.000 \text{ m}^2$ .  
Columna seca<sup>(44)</sup>: si  $h > 24 \text{ m}$ .  
Sistema de alarma: si  $S > 1.000 \text{ m}^2$ .

Sistema de detección de incendio: si  $S > 2.000 \text{ m}^2$ , detectores en zonas de riesgo alto. Si  $S > 5.000 \text{ m}^2$ , detectores en todo el edificio.  
Hidrantes exteriores: uno si  $5.000 < S < 10.000 \text{ m}^2$ <sup>(43)</sup>.

Residencial público:

Bocas de incendio o equipadas<sup>(46)</sup>: si  $S > 1.000 \text{ m}^2$ , o el establecimiento está previsto para dar alojamiento a más de 50 personas.  
Columna seca<sup>(44)</sup>: si  $h > 24 \text{ m}$ .  
Sistema de detección y alarma<sup>(47)</sup>: si  $S > 500 \text{ m}^2$ .

Hidrantes exteriores: uno si  $2.000 < S < 10.000 \text{ m}^2$ <sup>(43)</sup>.  
Instalación automática de extinción: si  $h > 28 \text{ m}$  o  $S > 5.000 \text{ m}^2$ .

Comercial:

Extintores portátiles: en toda agrupación de locales de riesgo especial medio o alto con  $S > 1.000 \text{ m}^2$ , extintores móviles de 50 kg de polvo: uno por cada 1.000 m<sup>2</sup> de superficie que superen dicho límite o fracción.

Bocas de incendio o equipadas<sup>(46)</sup>: si  $S > 500 \text{ m}^2$ .  
Columna seca<sup>(44)</sup>: si  $h > 24 \text{ m}$ .  
Sistema de alarma: si  $S > 1.000 \text{ m}^2$ .  
Sistema de detección de incendio<sup>(47)</sup>: si  $S > 2.000 \text{ m}^2$ <sup>(48)</sup>.  
Hidrantes exteriores: uno si  $1.000 < S < 10.000 \text{ m}^2$ <sup>(43)</sup>.  
Instalación automática de extinción<sup>(49)</sup>: si el área pública de ventas tiene una superficie total construida > 1.500 m<sup>2</sup> y una densidad de carga de fuego > 500 MJ/m<sup>2</sup>.

26. Se omiten, por razones de espacio, los datos relativos a los siguientes usos: hospitalario, comercial, pública concurrencia y archivos y almacenes. 27. Los robotizados se consideran desocupados. 28. Salvo si el aparcamiento está vinculado a una actividad sujeta a horarios, en cuyo caso, 15 m<sup>2</sup>/persona. 29. La anchura de toda hoja de puerta no debe ser < 0,60 m, ni > 1,23 m. 30. La anchura de la puerta de salida del recinto de una escalera protegida a la planta de salida del edificio será  $\geq 80\%$  de la anchura de la escalera. 31. En uso hospitalario,  $A \geq 1,05 \text{ m}$ , incluso en puertas de habitación. 32. La anchura mínima es 0,80 m en pasillos previstos para no más de 10 usuarios habituales. 33. En uso hospitalario,  $A \geq 2,20 \text{ m}$  ( $\geq 2,10 \text{ m}$  en el paso a través de puertas). 34. Para evacuación ascendente o descendente, indistintamente. 35. La capacidad que se indica es válida para escaleras de doble tramo cuya anchura sea constante en todas las plantas; para otras configuraciones debe aplicarse la fórmula de la tabla «Dimensionado de los elementos de evacuación». 36. Las escaleras cumplirán en todas sus plantas respectivas las condiciones más restrictivas de las correspondientes a los usos de los sectores de incendio con los que comuniquen en dichas plantas. 37. Las escaleras especialmente protegidas se admiten en todo caso, exigiéndose para valores de h superiores a los indicados. 38. Planta baja más una. 39. O de tratamiento intensivo. 40. Se omiten, por razones de espacio, las dotaciones correspondientes a los siguientes usos: hospitalario, docente, pública concurrencia y aparcamiento. 41. Uno en el exterior del local o zona y próximo a la puerta de acceso; en el interior, uno cada 15 m de recorrido si el riesgo es medio o bajo, y cada 10 m si es alto. 42. Excepto en edificios de uso residencial vivienda, en los que serán de 25 mm. 43. Y uno más por cada 10.000 m<sup>2</sup> adicionales o fracción. Los hidrantes podrán estar conectados a la red pública de suministro de agua, así como computarse los que se encuentren en la vía pública a menos de 100 m de la fachada. 44. Los municipios pueden sustituir esta condición por la de una instalación de bocas de incendio equipadas. 45. Emitirá señales visuales y acústicas. 46. Los equipos serán de tipo 25 mm. 47. El sistema dispondrá al menos de detectores de incendio. 48. La condición de disponer de detectores automáticos térmicos puede sustituirse por una instalación automática de extinción no exigida. 49. Tanto en el área pública de ventas como en los locales y zonas de riesgo especial medio y alto.

Resistencia al fuego de la estructura (SI 6 y Anejos C y F)

RESISTENCIA AL FUEGO SUFICIENTE DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Uso del sector de incendio considerado <sup>(50)</sup>	Tipo de planta →	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante, según altura de evacuación <sup>(51)</sup>		
			≤ 15 m	≤ 28 m	> 28 m
Vivienda unifamiliar <sup>(52)</sup> . . . . .		R 30	R 30	—	—
Residencial vivienda, residencial público, docente, administrativo . . . . .		R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, pública concurrencia, hospitalario . . . . .		R 120 <sup>(53)</sup>	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso) . . . . .		R 90	R 90	R 90	R 90
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto) . . . . .		R 120 <sup>(54)</sup>	R 120 <sup>(54)</sup>	R 120 <sup>(54)</sup>	R 120 <sup>(54)</sup>

En el caso de zonas de riesgo especial integradas en los edificios, la resistencia al fuego suficiente<sup>(55)</sup> depende del nivel de riesgo de la zona: de riesgo especial bajo, R 90; de riesgo especial medio, R 120; de riesgo especial alto, R 180.

Observaciones: La estructura principal de las cubiertas ligeras<sup>(56)</sup> no previstas para evacuación y cuya altura no exceda de 28 m podrán ser R 30 cuando su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios próximos, ni comprometer la estabilidad de otras plantas inferiores o la compartimentación en sectores de incendio. Los elementos estructurales de una escalera o pasillo protegidos serán como mínimo R 30. Cuando se trate de escaleras especialmente protegidas no se exige resistencia al fuego a sus elementos estructurales.

RESISTENCIA AL FUEGO DE LAS ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO

Estructuras	Características	Resistencia al fuego →	R 30	R 60	R 90	R 120	R 180	R 240
Soportes (expuestos por 3 ó 4 caras) y muros portantes (expuestos por una o ambas caras)	Lado menor o espesor $b_{min}$ / distancia mínima equivalente al eje de las armaduras de las caras expuestas $a_m$ (mm) <sup>(57)</sup> :							
	— Soportes . . . . .		150/15 <sup>(58)</sup>	200/20 <sup>(58)</sup>	250/30	250/40	350/45	400/50
	— Muro de carga expuesto por una cara <sup>(59)</sup> . . . . .		100/15	120/15	140/20	160/25	200/40	250/50
	— Muro de carga expuesto por ambas caras . . . . .		120/15	140/15	160/25	180/35	250/45	300/50
Vigas con 3 caras expuestas al fuego <sup>(60)</sup>	Dimensión mínima $b_{min}$ / distancia mínima equivalente al eje de las armaduras de las caras expuestas $a_m$ (mm) <sup>(57)</sup> :							
	— Opción 1 . . . . .		80/20	100/30	150/40	200/50	300/75	400/75
	— Opción 2 . . . . .		120/15	150/25	200/35	250/45	350/65	500/70
	— Opción 3 . . . . .		200/10	200/20	250/30	300/40	400/60	700/60
	— Opción 4 . . . . .		—	—	400/25	500/35	600/50	—
Losas macizas <sup>(62)</sup>	Anchura mínima <sup>(61)</sup> del alma $b_{0,min}$ (mm) . . . . .							
			80	100	100	120	140	160
	Espesor mínimo $b_{min}$ (mm) . . . . .							
			60	80	100	120	150	175
Forjados bidireccionales <sup>(62)</sup>	Distancia mínima equivalente al eje de la armadura inferior traccionada $a_m$ (mm) <sup>(57)</sup> :							
	— Flexión en una dirección . . . . .		10	20	25	35	50	60
	— Flexión en dos direcciones <sup>(63)</sup> :							
	• $I_y/I_x \leq 1,5$ . . . . .		10	10	15	20	30	50
	• $1,5 < I_y/I_x \leq 2$ . . . . .		10	20	25	30	40	50
Forjados bidireccionales <sup>(62)</sup>	Anchura de nervio mínimo $b_{min}$ / distancia mínima equivalente al eje de la armadura inferior traccionada $a_m$ (mm) <sup>(57)</sup> :							
	— Opción 1 . . . . .		80/20	100/30	120/40	160/50	200/70	250/90
	— Opción 2 . . . . .		120/15	150/25	200/30	250/40	300/60	350/75
	— Opción 3 . . . . .		200/10	200/20	250/25	300/35	400/55	500/70
	— Espesor mínimo $b_{min}$ (mm) . . . . .		60	80	100	120	150	175

RESISTENCIA AL FUEGO DE MUROS Y TABIQUES DE FÁBRICA DE LADRILLO<sup>(64)</sup> ( $e$  = espesor de la fábrica, en mm)

Tipo de muro o tabique	Sin revestir	Revest. enfoscado		Revest. guarnecido	
		Cara expuesta	Dos caras	Cara expuesta	Dos caras
Ladrillo hueco:					
— $40 \leq e < 80$ . . . . .	<sup>(65)</sup>	<sup>(65)</sup> EI 30	EI 60	EI 60	EI 90
— $80 \leq e < 110$ . . . . .	<sup>(65)</sup>	EI 60	EI 90	EI 120	EI 180
— $e \geq 110$ . . . . .	<sup>(65)</sup>	EI 90	EI 120	EI 180	EI 240
Ladrillo macizo o perforado:					
— $110 \leq e < 200$ . . . . .	REI 120	EI 180	REI 180	EI 240	EI 240
— $e \geq 200$ . . . . .	REI 240	REI 240	REI 240	REI 240	REI 240
Bloques de arcilla aligerada:					
— $140 \leq e < 240$ . . . . .	<sup>(65)</sup>	EI 180	REI 180	EI 240	<sup>(66)</sup>
— $e \geq 240$ . . . . .	<sup>(65)</sup>	EI 240	REI 240	EI 240	REI 240

RESISTENCIA AL FUEGO DE MUROS Y TABIQUES DE FÁBRICA DE BLOQUES DE HORMIGÓN ( $e$  = espesor nominal, en mm)

Tipo de cámara, árido y revestimiento	Resistencia al fuego				
	$e = 90$	$e = 100$	$e = 120$	$e = 150$	$e = 200$
<b>Cámara simple:</b>					
— Árido silíceo. Sin revestir . . . . .	—	EI 15	—	REI 60	REI 120
— Árido calizo. Sin revestir . . . . .	—	EI 60	—	REI 90	REI 180
— Árido volcánico:					
• Sin revestir . . . . .	—	—	EI 120	—	REI 180
• Guarnecido por la cara expuesta y enfoscado por la exterior . . . . .	—	—	EI 180	—	REI 240
• Guarnecido por las dos caras . . . . .	EI 180	—	—	—	—
<b>Cámara doble. Arcilla expandida:</b>					
— Sin revestir . . . . .	—	—	—	EI 180	—
— Guarnecido por las dos caras . . . . .	—	—	—	<sup>(67)</sup>	—

50. La resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de un suelo que separa sectores de incendio es función del uso del sector inferior. Los elementos estructurales de suelos que no delimitan un sector de incendios, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la resistencia al fuego suficiente que se exija para el uso de dicho sector. 51. Del edificio. 52. En las agrupadas o adosadas, los elementos de la estructura común tendrán la resistencia exigible al uso residencial vivienda. 53. R 180, si la altura de evacuación del edificio excede de 28 m. 54. R 180, en los aparcamientos robotizados. 55. La resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de un suelo de una zona de riesgo especial es función del uso del espacio existente bajo dicho suelo. 56. Aquellas cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento sea  $\leq 1$  kN/m<sup>2</sup>. 57. Los recubrimientos, por exigencias de durabilidad, pueden requerir valores superiores. 58. Los soportes ejecutados en obra deben tener una dimensión mínima de 250 mm. 59. La resistencia al fuego aportada se puede considerar REI. 60. En el caso de vigas expuestas en todas sus caras, además de las condiciones de esta tabla, el área de su sección transversal será  $\geq 2 (b_{min})^2$ . 61. Debe darse, a cada lado de los elementos de sustentación de la viga, en una longitud igual a dos veces el canto de la viga. 62. Los valores de las resistencias pertenecen a la clase REI, en lugar de a R. 63.  $I_x$  y  $I_y$  son las luces de la losa, siendo  $I_y > I_x$ . 64. Cerámico o silico-calcáreo. 65. No es usual. 66. EI 240 / RE 240 / REI 180. 67. RE 240 / REI 180.

Riesgo de caídas (SUA 1)

Resbaladidad de los suelos

Clasificación de los suelos: se clasifican, según su resistencia al deslizamiento  $R_d^{(1)}$ , en:

- Clase 0:  $R_d \leq 15$
- Clase 1:  $15 < R_d \leq 35$
- Clase 2:  $35 < R_d \leq 45$
- Clase 3:  $R_d > 45$

Clase exigible a los suelos según su localización

Localización y características del suelo	Clase
Zonas interiores secas:	
— Superficies con pendiente $< 6\%$ . . . . .	1
— Superficies con pendiente $\geq 6\%$ . . . . .	2
Zonas interiores húmedas (entradas a los edificios desde el exterior, cocinas, baños, etc.):	
— Superficies con pendiente $< 6\%$ . . . . .	2
— Superficies con pendiente $\geq 6\%$ y escaleras	3
Zonas exteriores, piscinas <sup>(2)</sup> , duchas. . . . .	3

Discontinuidades en el pavimento

- Excepto en zonas de uso restringido o exteriores, el suelo debe cumplir las condiciones siguientes:
  - No tendrá juntas con resaltos  $> 4$  mm. Los elementos salientes del nivel del pavimento, cuando sean pequeños y puntuales, no sobresaldrán más de 12 mm, y el saliente que exceda de 6 mm en sus caras enfrentadas al sentido de circulación no formará un ángulo con el pavimento  $> 45^\circ$ .
  - Los desniveles que no excedan de 50 mm se resolverán con una pendiente que no exceda del 25%.
  - En zonas para circulación de personas, el suelo no presentará huecos por los que pueda introducirse una esfera de 15 mm de diámetro.
- Cuando se dispongan barreras para delimitar zonas de circulación, su altura será  $\geq 800$  mm.
- En las zonas de circulación, no se podrá disponer un escalón aislado, ni dos consecutivos. Esta prohibición no rige para: zonas de uso restringido; zonas comunes de edificios de uso residencial vivienda; accesos y salidas de los edificios; acceso a un estrado o escenario. En ningún caso podrán disponerse a lo largo de un itinerario accesible<sup>(3)</sup>.

Desniveles

- Existirán barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales), balcones, ventanas, etc., con una diferencia de cota  $> 550$  mm, excepto cuando la disposición constructiva haga muy improbable la caída o la barrera sea incompatible con el uso previsto.
- En zonas de uso público se facilitará la percepción de las diferencias de nivel  $\leq 550$  mm y susceptibles de causar caídas, mediante diferenciación visual y táctil. La diferenciación comenzará a una distancia  $\geq 250$  mm del borde.
- Las barreras de protección tendrán como mínimo una altura de 900 mm cuando el desnivel sea  $\leq 6$  m o la anchura del hueco de la escalera sea  $< 400$  mm, y de 1.100 mm en el resto de los casos.

Escaleras de uso general

Peldaños:

- La contrahuella  $C$  cumplirá:  $130 \text{ mm} \leq C \leq 185 \text{ mm}^{(4)}$ .
- En tramos rectos, la huella  $H$  será  $\geq 280$  mm.
- En tramos curvos,  $H \geq 280$  mm a una distancia de 500 mm del borde interior, y  $\leq 440$  mm en el exterior.
- La medida de la huella no incluirá la proyección vertical de la huella del peldaño superior.
- Huella y contrahuella cumplirán a lo largo de una misma escalera la relación:  $540 \text{ mm} \leq 2C + H \leq 700 \text{ mm}$ .
- No se admite bocel. En escaleras de evacuación ascendente, así como cuando no exista un itinerario accesible<sup>(3)</sup> alternativo, se dispondrán tabicas verticales, o inclinadas en un ángulo  $\leq 15^\circ$  con la vertical.

Tramos: cada tramo tendrá 3 peldaños como mínimo, y salvará una altura de 3,20 m como máximo<sup>(5)</sup>.

- Entre dos plantas consecutivas de una misma escalera, todos los peldaños tendrán la misma contrahuella y todos los de los tramos rectos la misma huella. Entre dos tramos consecutivos de plantas diferentes, la contrahuella no variará más de  $\pm 10$  mm.
- En los tramos mixtos, la huella en las partes curvas no será menor que la huella en las partes rectas.
- La anchura útil mínima del tramo<sup>(6)</sup>, en m, será la siguiente, dependiendo del uso del edificio:
  - Uso residencial vivienda<sup>(7)</sup>, o cualquier uso si la escalera comunica con una zona accesible: 1,00<sup>(8)</sup>.
  - Uso de pública concurrencia, comercial o docente (infantil y primaria): 1,10, 1,00 ó 0,90, si la escalera está prevista para más de 100, 50 ó 25 personas, respectivamente, y 0,80 en caso contrario.
  - Uso sanitario: zonas destinadas a pacientes, con giros  $\geq 90^\circ$ : 1,40; otras zonas: 1,20.
  - Otros usos: 1,00 ó 0,90, si la escalera está prevista para más de 50 ó 25 personas, respectivamente, y 0,80 en caso contrario.

Mesetas: tendrán al menos la anchura de la escalera, y una longitud mínima, medida en su eje, de 1.000 mm.

Pasamanos: las escaleras que salven una altura  $> 550$  mm tendrán pasamanos continuo al menos en un lado; las de anchura libre  $> 1.200$  mm<sup>(9)</sup>, en ambos.

- Cuando la anchura del tramo sea  $> 4$  m, se dispondrán pasamanos intermedios, con una separación entre ellos  $\leq 4$  m, excepto en escalinatas monumentales, en las que al menos habrá un pasamanos intermedio.
- El pasamanos estará a una altura entre 900 y 1.100 mm<sup>(10)</sup> y separado del paramento al menos 40 mm.

Escaleras de uso restringido

- La anchura de cada tramo será  $\geq 800$  mm.
- La contrahuella  $C$  será  $\leq 200$  mm, y la huella  $H \geq 220$  mm. La dimensión de toda huella se medirá en cada peldaño según la dirección de la marcha.
- En escaleras de trazado curvo, la huella se medirá en el eje de la escalera cuando la anchura de ésta sea  $< 1.000$  mm, y a 500 mm del lado más estrecho cuando sea mayor. Además,  $H$  será  $\geq 50$  mm en el lado más estrecho, y  $H \leq 440$  mm en el lado más ancho.
- Podrán disponerse mesetas partidas con peldaños a  $45^\circ$ , y escalones sin tabica<sup>(11)</sup>.
- Dispondrán de barandilla en sus lados abiertos.

Riesgo de impacto (SUA 2)

Impacto con elementos fijos: en las zonas de circulación:

- La altura libre de paso será al menos de 2,1 m en zonas de uso restringido y 2,2 m en las demás zonas. En los umbrales de las puertas, la altura libre será  $\geq 2$  m.
- Los elementos fijos que sobresalgan de las fachadas estarán a una altura mínima de 2,2 m.
- Las paredes carecerán de elementos salientes que, no arrancando del suelo, vuelen más de 150 mm en la zona de altura comprendida entre 150 y 2.200 mm<sup>(12)</sup>.
- Se limitará el riesgo de impacto con elementos volados de altura  $< 2$  m<sup>(13)</sup> mediante elementos fijos que restrinjan el acceso a ellos y permitan su detección por las personas con discapacidad visual.

Impacto con elem. practicables<sup>(14)</sup>:

- Excepto en zonas de uso restringido, las puertas de recintos que no sean de ocupación nula situadas en el lateral de pasillos de anchura  $< 2,50$  m se dispondrán de forma que el barrido de la hoja no invada el pasillo<sup>(15)</sup>.
- Las puertas de vaivén entre zonas de circulación tendrán partes transparentes o traslúcidas que cubran al menos la altura comprendida entre 0,7 y 1,5 m.

Impacto con elementos frágiles:

- Cuando no tengan una barrera de protección adecuada, los vidrios<sup>(16)</sup> existentes en las áreas con riesgo de impacto tendrán una clasificación de prestaciones X(Y)Z<sup>(17)</sup> cuyos parámetros serán:

Diferencia de cotas <sup>(18)</sup> (m)	Valor del parámetro		
	X	Y	Z
$> 12$ . . . .	(19)	B o C	1
0,55-12 . . .	(19)	B o C	1 ó 2
$< 0,55$ . . .	1, 2 ó 3	B o C	(19)

- Son áreas con riesgo de impacto:
  - En puertas, la comprendida entre el nivel del suelo, una altura de 1.500 mm y una anchura igual a la de la puerta más 300 mm a cada lado de ésta.
  - En paños fijos, la comprendida entre el nivel del suelo y una altura de 900 mm.
- Las partes vidriadas de las puertas y los cerramientos de duchas y bañeras estarán constituidas por elementos laminados o templados que resistan sin rotura un impacto de nivel 3<sup>(17)</sup>.

(\*) R.D. 314/2006, de 17-3 (BOE 28-3-06), modificado por reales decretos 410/2010, de 31-3 (BOE 22-4-10), 173/2010, de 19-2 (BOE 11-3-10) y 1371/2007, de 19-10 (BOE 23-10-07), y Orden VIV/984/2009, de 15-4 (BOE 23-4-09). 1. Su valor se determina mediante el ensayo de péndulo descrito en el Anejo A de la UNE 12633:2003. 2. En zonas previstas para usuarios descalzos y, en el fondo de los vasos, en las zonas de profundidad  $\leq 1,50$  m. 3. El concepto de *itinerario accesible* está establecido en el Anejo A del DB-SUA. 4. Excepto en zonas de uso público, así como cuando no haya un ascensor alternativo a la escalera, en cuyo caso  $C \leq 175$  mm. 5. 2,25 m en zonas de uso público, así como cuando no haya un ascensor alternativo a la escalera. 6. La anchura de la escalera estará libre de obstáculos. En los tramos curvos, la anchura útil debe excluir las zonas en las que la dimensión de la huella sea  $< 170$  mm. 7. Incluida la escalera de comunicación con el aparcamiento. 8. En edificios existentes, y cumpliéndose determinadas condiciones, se permite estrechar la escalera por debajo de dicho mínimo para instalar un ascensor. 9. Así como cuando no haya un ascensor alternativo a la escalera. 10. En escuelas infantiles y centros de primaria, se dispondrá otro pasamanos a una altura comprendida entre 650 y 750 mm. 11. En este último caso, la proyección de las huellas se superpondrá al menos 25 mm. 12. Medida a partir del suelo. 13. Como mesetas, o tramos de escaleras, de rampas, etc. 14. Ver, además, lo dispuesto en los puntos 3 y 4 del apartado SUA 2.1.2. 15. Si la anchura es  $> 2,50$  m, el barrido de la hoja no deberá invadir la anchura mínima de evacuación establecida en la Tabla 4.1 del DB SI 3. 16. Excepto aquellos cuya mayor dimensión sea  $\leq 30$  cm. 17. Determinada según UNE EN 12600:2003. 18. A ambos lados de la superficie acristalada. 19. Cualquiera.

# AHORRO DE ENERGÍA (DB HE)\*

## Limitación de demanda energética (HE 1)

### ZONAS CLIMÁTICAS

Provincias y ciudades autónomas	Capital		Zona climática de las demás localidades, según su desnivel respecto de la capital (m) <sup>(1)</sup>					Provincias y ciudades autónomas	Capital		Zona climática de las demás localidades, según su desnivel respecto de la capital (m) <sup>(1)</sup>				
	Zona climática	Altura de referencia (m)	≥ 200	≥ 400	≥ 600	≥ 800	≥ 1.000		Zona climática	Altura de referencia (m)	≥ 200	≥ 400	≥ 600	≥ 800	≥ 1.000
			y < 400	y < 600	y < 800	y < 1.000	y < 400				y < 600	y < 800	y < 1.000	≥ 1.000	
Álava	D1	512	E1	E1	E1	E1	E1	Lleida	D3	131	D2	E1	E1	E1	E1
Albacete	D3	677	D2	E1	E1	E1	E1	Lugo	D1	412	E1	E1	E1	E1	E1
Alicante	B4	7	C3	C1	D1	D1	E1	Madrid	D3	589	D1	E1	E1	E1	E1
Almería	A4	0	B3	B3	C1	C1	D1	Málaga	A3	0	B3	C1	C1	D1	D1
Ávila	E1	1.054	E1	E1	E1	E1	E1	Melilla	A3	130	B3	B3	C1	C1	D1
Badajoz	C4	168	C3	D1	D1	E1	E1	Murcia	B3	25	C2	C1	D1	D1	E1
Baleares	B3	1	B3	C1	C1	D1	D1	Navarra	D1	456	E1	E1	E1	E1	E1
Barcelona	C2	1	C1	D1	D1	E1	E1	Ourense	C2	327	D1	E1	E1	E1	E1
Burgos	E1	861	E1	E1	E1	E1	E1	Oviedo	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Cáceres	C4	385	D3	D1	E1	E1	E1	Palencia	D1	722	E1	E1	E1	E1	E1
Cádiz	A3	0	B3	B3	C1	C1	D1	Palmas, Las	A3	114	A3	A3	A3	B3	B3
Cantabria	C1	1	C1	D1	D1	E1	E1	Pontevedra	C1	77	C1	D1	D1	E1	E1
Castellón	B3	18	C2	C1	D1	D1	E1	Rioja, La	D2	379	D1	E1	E1	E1	E1
Ceuta	B3	0	B3	C1	C1	D1	D1	Salamanca	D2	770	E1	E1	E1	E1	E1
Ciudad Real	D3	630	D2	E1	E1	E1	E1	S. C. de Tenerife	A3	0	A3	A3	A3	B3	B3
Córdoba	B4	113	C3	C2	D1	D1	E1	Segovia	D2	1.013	E1	E1	E1	E1	E1
Coruña, A.	C1	0	C1	D1	D1	E1	E1	Sevilla	B4	9	B3	C2	C1	D1	E1
Cuenca	D2	975	E1	E1	E1	E1	E1	Soria	E1	984	E1	E1	E1	E1	E1
Girona	C2	143	D1	D1	E1	E1	E1	Tarragona	B3	1	C2	C1	D1	D1	E1
Granada	C3	754	D2	D1	E1	E1	E1	Teruel	D2	995	E1	E1	E1	E1	E1
Guadalajara	D3	708	D1	E1	E1	E1	E1	Toledo	C4	445	D3	D2	E1	E1	E1
Guipúzcoa	C1	5	D1	D1	E1	E1	E1	Valencia	B3	8	C2	C1	D1	D1	E1
Huelva	B4	50	B3	C1	C1	D1	D1	Valladolid	D2	704	E1	E1	E1	E1	E1
Huesca	D2	432	E1	E1	E1	E1	E1	Vizcaya	C1	214	D1	D1	E1	E1	E1
Jaén	C4	436	C3	D2	D1	E1	E1	Zamora	D2	617	E1	E1	E1	E1	E1
León	E1	838	E1	E1	E1	E1	E1	Zaragoza	D3	207	D2	E1	E1	E1	E1

### TRANSMITANCIA TÉRMICA<sup>(2)</sup> MÁXIMA DE CERRAMIENTOS Y PARTICIONES INTERIORES U (W/m² K)

Cerramientos y particiones interiores	Zonas climáticas →				
	A	B	C	D	E
Muros de fachada, particiones interiores en contacto con espacios no habitables, primer metro del perímetro de suelos apoyados sobre el terreno <sup>(3)</sup> y de muros en contacto con él	1,22	1,07	0,95	0,86	0,74
Suelos (y particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como cámaras sanitarias)	0,69	0,68	0,65	0,64	0,62
Cubiertas (y particiones interiores en contacto con espacios no habitables, como desvanes)	0,65	0,59	0,53	0,49	0,46
Vidrios y marcos	5,70	5,70	4,40	3,50	3,10
Medianerías	1,22	1,07	1,00	1,00	1,00

### VALORES LÍMITE DE LAS TRANSMITANCIAS<sup>(2)</sup> CARACTERÍSTICAS MEDIAS

Zonas climáticas y porcentaje de huecos	Transmitancia límite de huecos U <sub>lim</sub> (W/m² K)			Zonas climáticas y porcentaje de huecos	Transmitancia límite de huecos U <sub>lim</sub> (W/m² K)			Zonas climáticas y porcentaje de huecos	Transmitancia límite de huecos U <sub>lim</sub> (W/m² K)		
	N	E/O	S/SE/SO		N	E/O	S/SE/SO		N	E/O	S/SE/SO
<b>Zonas climáticas A3 y A4<sup>(4)</sup>:</b>				<b>Zonas climáticas C1 y C2<sup>(6)</sup>:</b>				<b>Zonas climáticas D1, D2 y D3<sup>(7)</sup>:</b>			
- 0-10% ... 5,7	5,7	5,7	5,7	- 0-10% ... 4,4	4,4	4,4	4,4	- 0-10% ... 3,5	3,5	3,5	3,5
- 11-20% ... 4,7 (5,6)	4,7 (5,6)	5,7	5,7	- 11-20% ... 3,4 (4,2)	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	- 11-20% ... 3,0 (3,5)	3,0 (3,5)	3,5	3,5
- 21-30% ... 4,1 (4,6)	4,1 (4,6)	5,5 (5,7)	5,7	- 21-30% ... 2,9 (3,3)	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	- 21-30% ... 2,5 (2,9)	2,5 (2,9)	2,9 (3,3)	3,5
- 31-40% ... 3,8 (4,1)	3,8 (4,1)	5,2 (5,5)	5,7	- 31-40% ... 2,6 (2,9)	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	- 31-40% ... 2,2 (2,5)	2,2 (2,5)	2,6 (2,9)	3,4 (3,5)
- 41-50% ... 3,5 (3,8)	3,5 (3,8)	5,0 (5,2)	5,7	- 41-50% ... 2,4 (2,6)	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	- 41-50% ... 2,1 (2,2)	2,1 (2,2)	2,5 (2,6)	3,2 (3,4)
- 51-60% ... 3,4 (3,6)	3,4 (3,6)	4,8 (4,9)	5,7	- 51-60% ... 2,2 (2,4)	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	- 51-60% ... 1,9 (2,1)	1,9 (2,1)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)
<b>Zonas climáticas B3 y B4<sup>(5)</sup>:</b>				<b>Zonas climáticas C3 y C4<sup>(6)</sup>:</b>				<b>Zona climática E1<sup>(8)</sup>:</b>			
- 0-10% ... 5,4 (5,7)	5,4 (5,7)	5,7	5,7	- 0-10% ... 4,4	4,4	4,4	4,4	- 0-10% ... 3,1	3,1	3,1	3,1
- 11-20% ... 3,8 (4,7)	3,8 (4,7)	4,9 (5,7)	5,7	- 11-20% ... 3,4 (4,2)	3,4 (4,2)	3,9 (4,4)	4,4	- 11-20% ... 3,1	3,1	3,1	3,1
- 21-30% ... 3,3 (3,8)	3,3 (3,8)	4,3 (4,7)	5,7	- 21-30% ... 2,9 (3,3)	2,9 (3,3)	3,3 (3,8)	4,3 (4,4)	- 21-30% ... 2,6 (2,9)	2,6 (2,9)	3,0 (3,1)	3,1
- 31-40% ... 3,0 (3,3)	3,0 (3,3)	4,0 (4,2)	5,6 (5,7)	- 31-40% ... 2,6 (2,9)	2,6 (2,9)	3,0 (3,3)	3,9 (4,1)	- 31-40% ... 2,2 (2,4)	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,1
- 41-50% ... 2,8 (3,0)	2,8 (3,0)	3,7 (3,9)	5,4 (5,5)	- 41-50% ... 2,4 (2,6)	2,4 (2,6)	2,8 (3,0)	3,6 (3,8)	- 41-50% ... 2,0 (2,2)	2,0 (2,2)	2,4 (2,6)	3,1
- 51-60% ... 2,7 (2,8)	2,7 (2,8)	3,6 (3,7)	5,2 (5,3)	- 51-60% ... 2,2 (2,4)	2,2 (2,4)	2,7 (2,8)	3,5 (3,6)	- 51-60% ... 1,9 (2,0)	1,9 (2,0)	2,3 (2,4)	3,0 (3,1)

### OTRAS TRANSMITANCIAS LÍMITE (W/m² K)

Transmitancia límite	Zonas climáticas →					
	A3 y A4	B3 y B4	C1, C2, C3 y C4	D1, D2 y D3	E1	
De muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno U <sub>Mlim</sub>	0,94	0,82	0,73	0,66	0,57	
De suelos U <sub>slim</sub>	0,53	0,52	0,50	0,49	0,48	
De cubiertas U <sub>clim</sub>	0,50	0,45	0,41	0,38	0,35	

(\*) R.D. 314/2006, de 17-3 (BOE de 28-3-06), modificado por reales decretos 410/2010, de 31-3 (BOE de 22-4-10), 173/2010, de 19-2 (BOE 11-3-10) y 1371/2007, de 19-10 (BOE 23-10-07), y Orden VIV/984/2009, de 15-4 (BOE de 23-4-09). 1. Para desniveles menores, se tomará la misma zona climática de la capital. 2. Es el flujo de calor, en régimen estacionario, dividido por el área y por la diferencia de temperaturas de los medios situados a cada lado del elemento que se considera. 3. Se incluyen las losas o soleras entradas a una profundidad ≤ 0,5 m. 4. Se podrá tomar para U<sub>lim</sub> los valores indicados entre paréntesis cuando la transmitancia media de los muros de fachada U<sub>Mm</sub> sea < 0,67. 5. Ídem, cuando U<sub>Mm</sub> sea < 0,58. 6. Ídem, cuando U<sub>Mm</sub> sea < 0,52. 7. Ídem, cuando U<sub>Mm</sub> sea < 0,47. 8. Ídem, cuando U<sub>Mm</sub> sea < 0,43.

**Eficiencia de las instalaciones de iluminación (HE 3)**

**VALORES LÍMITE DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN VEEI (W/M<sup>2</sup> POR CADA 100 LUX)\***

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite <sup>(9)</sup>
<b>Zonas de no representación<sup>(10)</sup>:</b>	
— Uso administrativo en general	3,5
— Andenes de estaciones de transporte	3,5
— Salas de diagnóstico	3,5
— Pabellones de exposición o ferias	3,5
— Aulas y laboratorios	4,0
— Habitaciones de hospital	4,5
— Zonas comunes <sup>(11)</sup>	4,5
— Almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	5
— Aparcamientos	5
— Espacios deportivos <sup>(12)</sup>	5
— Otros recintos interiores asimilables a este grupo	4,5
<b>Zonas de representación<sup>(13)</sup>:</b>	
— Uso administrativo en general	6
— Espacios destinados al tránsito de viajeros en las estaciones de transporte (andenes excluidos)	6
— Supermercados, hipermercados y grandes almacenes	6
— Bibliotecas, museos y galerías de arte	6
— Zonas comunes en edificios residenciales	7,5
— Centros comerciales <sup>(14)</sup> (tiendas excluidas)	8
— Tiendas y pequeño comercio	10
— Hostelería y restauración <sup>(15)</sup>	10
— Uso religioso en general	10
— Salones de actos, auditorios, salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculos, salas de reuniones y de conferencias <sup>(16)</sup>	10
— Zonas comunes	10
— Habitaciones de hoteles, hostales, etc.	12
— Otros recintos interiores asimilables a este grupo	10

(\* ) La eficiencia energética de una instalación de iluminación por cada 100 lux se determina por la expresión  $VEEI = P \cdot 100 / S \cdot E_m$ , siendo:  
 P = potencia total instalada en lámparas, más los equipos auxiliares, en W.  
 S = superficie iluminada, en m<sup>2</sup>.  
 E<sub>m</sub> = iluminancia media horizontal mantenida, en lux.

**VALORES MÁXIMOS DE LA POTENCIA DEL CONJUNTO LÁMPARA MÁS EQUIPO AUXILIAR**

**Lámparas de descarga<sup>(17)</sup>**

Potencia nominal de la lámpara (W)	Potencia total del conjunto (W)		
	Vapor de mercurio	Vapor de sodio alta presión	Vapor de halogenuros metálicos
50	60	62	—
70	—	84	84
80	92	—	—
100	—	116	116
125	139	—	—
150	—	171	171
250	270	277	270 (2,15 A) o 277 (3 A)
400	425	435	425 (3,5 A) o 435 (4,6 A)

**Lámparas halógenas de baja tensión**

Potencia nominal de la lámpara (W)	Potencia total del conjunto (W)
35	43
50	60
2 x 35	85
3 x 25	125
2 x 50	120

9. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas. 10. Espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación no son preponderantes frente a los criterios de eficiencia energética. 11. Espacios utilizados por cualquier persona o usuario, como recibidor, vestíbulos, pasillos, escaleras, aseos públicos, etc. 12. Incluye las instalaciones de iluminación del terreno de juego y graderíos. 13. Espacios en los que el criterio de diseño, la imagen o el estado anímico que se quiere transmitir al usuario con la iluminación priman sobre los criterios de eficiencia energética. 14. Incluye la iluminación general y de acento de recibidor, recepción, pasillos, escaleras, vestuarios y aseos. 15. Incluye los espacios destinados a las actividades propias del servicio al público. 16. En el caso de cines, teatros, etc., se excluye la iluminación con fines de espectáculo. 17. Estos valores no se aplicarán a los balastos de ejecución especial, tales como secciones reducidas o reactancias de doble nivel. 18. Ver tabla 3.3 del DB HE 4. 19. De la demanda energética anual. 20. Para otros usos se tomarán valores contrastados por la experiencia o recogidos por fuentes de reconocida solvencia. 21. En el uso residencial vivienda, el cálculo del número de personas por vivienda deberá hacerse utilizando como valores mínimos los siguientes, dependiendo del número de dormitorios con que cuente la vivienda: para 1 dormitorio, 1,5 personas; para 2, 3 personas; para 3, 4 personas; para 4, 6 personas; para 5, 7 personas; para 6, 8 personas; para 7, 9 personas; para más de 7 dormitorios, tantas personas como dormitorios haya, con un mínimo de 9.

**Contribución solar mínima de ACS (HE 4)**

**CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE ACS SEGÚN LA ZONA CLIMÁTICA**

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática <sup>(18)</sup>				
	I	II	III	IV	V
Contribución solar mínima (%) <sup>(19)</sup>					
<b>Caso general:</b> suponiendo que la fuente energética de apoyo sea gasóleo, propano, gas natural u otras.					
50- 5.000	30	30	50	60	70
5.000- 6.000	30	30	55	65	70
6.000- 7.000	30	35	61	70	70
7.000- 8.000	30	45	63	70	70
8.000- 9.000	30	52	65	70	70
9.000-10.000	30	55	70	70	70
10.000-12.500	30	65	70	70	70
12.500-15.000	30	70	70	70	70
15.000-17.500	35	70	70	70	70
17.500-20.000	45	70	70	70	70
>20.000	52	70	70	70	70
<b>Caso efecto Joule:</b> suponiendo que la fuente energética de apoyo sea electricidad mediante efecto Joule.					
50-1.000	50	60	70	70	70
1.000-2.000	50	63	70	70	70
2.000-3.000	50	66	70	70	70
3.000-4.000	51	69	70	70	70
4.000-5.000	58	70	70	70	70
5.000-6.000	62	70	70	70	70
>6.000	70	70	70	70	70
<b>Climatización de piscinas cubiertas</b> . . .	30	30	50	60	70

**CÁLCULO DE LA DEMANDA DE ACS**

Para valorar las demandas se tomarán los siguientes valores unitarios:

**Demanda de referencia a 60 °C**

Criterio de demanda<sup>(20)</sup>: litros de ACS/día, a 60 °C

Viviendas unifamiliares: 30/pers. <sup>(21)</sup> .	Vestuarios y duchas colectivas: 15/ servicio.
Viviendas multifamiliares: 22/pers. <sup>(21)</sup> .	Escuelas: 3/alumno.
Hospitales y clínicas: 55/cama.	Cuarteles: 20/persona.
Residencias (de estudiantes, de ancianos, etc.): 55/cama.	Fábricas y talleres: 15/persona.
Hoteles 4 estrellas: 70/cama.	Administrativos: 3/persona.
Hoteles 3 estrellas: 55/cama.	Gimnasios: 20-25/usuario.
Hoteles y hostales 2 estr.: 40/cama.	Lavanderías: 3-5/kilo de ropa.
Hostales y pensiones 1 estr.: 35/cama.	Restaurantes: 5-10/comida.
Campings: 40/emplazamiento.	Cafeterías: 1/almuerzo.

**Temperaturas diferentes de 60 °C**

Para el caso de que se elija una temperatura en el acumulador final diferente de 60 °C, la demanda a considerar a efectos de cálculo será la que se obtenga a partir de las siguientes expresiones:

$$D(T) = \sum_{i=1}^{12} D_i(T) \quad D_i(T) = D_i(60\text{ °C}) \times \left( \frac{60 - T_i}{T - T_i} \right)$$

Siendo:

- D(T) = demanda anual a la temperatura T elegida.
- D<sub>i</sub>(T) = demanda para el mes m<sub>i</sub> a la temperatura T elegida.
- D<sub>i</sub>(60 °C) = demanda para el mes m<sub>i</sub> a la temperatura de 60 °C.
- T = temperatura del acumulador final.
- T<sub>i</sub> = temperatura media del agua fría en el mes m<sub>i</sub>.

Suministro de agua

Condiciones mínimas de suministro

1. La instalación debe suministrar a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico los caudales instantáneos mínimos siguientes:

Aparato	Caudal (dm <sup>3</sup> /s) →	Agua fría	ACS
Lavamanos	0,05	0,03	
Lavabo	0,10	0,065	
Ducha	0,20	0,10	
Bañera < 1,40 m	0,20	0,15	
Bañera ≥ 1,40 m	0,30	0,20	
Bidé	0,10	0,065	
Inodoro con cisterna	0,10	—	
Inodoro con fluxor	1,25	—	
Urinario con grifo tempor.	0,15	—	
Urinario con cisterna (c/u)	0,04	—	
Fregadero doméstico	0,20	0,10	
Fregadero no doméstico	0,30	0,20	
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10	
Lavavajillas industrial <sup>(1)</sup>	0,25	0,20	
Lavadero	0,20	0,10	
Lavadora doméstica	0,20	0,15	
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40	
Grifo aislado	0,15	0,10	
Grifo de garaje	0,20	—	
Vertedero	0,20	—	

2. En los puntos de consumo, la presión mínima debe ser: 100 kPa para grifos comunes; 150 kPa para fluxores y calentadores.

3. La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.

4. La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar entre 50 y 65 °C<sup>(2)</sup>.

Diámetros nominales mínimos

DERIVACIONES A LOS APARATOS

Aparato <sup>(3)</sup>	Ø ramal enlace →	Acero (pulg.)	Cobre o plástico (mm)
Lavamanos	1/2	12	
Lavabo, bidé	1/2	12	
Ducha	1/2	12	
Bañera < 1,40 m	3/4	20	
Bañera ≥ 1,40 m	3/4	20	
Inodoro con cisterna	1/2	12	
Inodoro con fluxor	1-1 1/2	25-40	
Urinario, grifo tempor.	1/2	12	
Urinario con cisterna	1/2	12	
Fregadero doméstico	1/2	12	
Fregadero industrial	3/4	20	
Lavavajillas doméstico	1/2 <sup>(4)</sup>	12	
Lavavajillas industrial	3/4	20	
Lavadora doméstica	3/4	20	
Lavadora industrial	1	25	
Vertedero	3/4	20	

RED DE SUMINISTRO

Tramo considerado	Ø tubo alimentación →	Acero (pulgadas)	Cobre o plástico (mm)
Alimentación a:			
— Cuarto húmedo privado <sup>(5)</sup>	3/4	20	
— Derivación particular <sup>(6)</sup>	3/4	20	
— Equipos de climatización:			
• < 50 kW	1/2	12	
• 50-250 kW	3/4	20	
• 250-500 kW	1	25	
• > 500 kW	1 1/4	32	
Columna <sup>(7)</sup>	3/4	20	
Distribuidor principal	1	25	

Red de evacuación de aguas residuales

Sifones y derivaciones individuales

Tipo de aparato sanitario	Uso →	UDs <sup>(8)</sup>		Ø mínimo <sup>(9)</sup> (mm)		Tipo de aparato sanitario	Uso →	UDs <sup>(8)</sup>		Ø mínimo <sup>(9)</sup> (mm)	
		Privado	Público	Privado	Público			Privado	Público	Privado	Público
Lavabo		1	2	32	40	Lavadero		3	—	40	—
Bidé		2	3	32	40	Vertedero		—	8	—	100
Ducha		2	3	40	50	Fuente para beber		—	0,5	—	2,5
Bañera (con o sin ducha)		3	4	40	50	Sumidero sifónico		1	3	40	50
Inodoro con cisterna		4	5	100	100	Lavavajillas		3	6	40	50
Inodoro con fluxómetro		8	10	100	100	Lavadora		3	6	40	50
Urinario de pedestal		—	4	—	50	Cuarto de baño <sup>(10)</sup> :					
Urinario suspendido		—	2	—	40	— Inodoro con cisterna		7	—	100	—
Urinario en batería		—	3,5	—	—	— Inodoro con fluxómetro		8	—	100	—
Fregadero:						— Inodoro con cisterna		6	—	100	—
— De cocina		3	6	40	50	— Inodoro con fluxómetro		8	—	100	—
— De restaurante, etc.		—	2	—	40						

Ramales colectores<sup>(12)</sup>

Pendiente del ramal			Ø (mm)
1%	2%	4%	
—	1	1	32
—	2	3	40
—	6	8	50
—	11	14	63
—	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Bajantes<sup>(13)</sup>

Altura de bajante (plantas)				Ø (mm)
≤ 3	> 3	≤ 3	> 3	
—	—	—	—	50
10	25	6	6	63
19	38	11	9	75
27	53	21	13	90
135	280	70	53	110
360	740	181	134	125
540	1.100	280	200	160
1.208	2.240	1.120	400	200
2.200	3.600	1.680	600	250
3.800	5.600	2.500	1.000	315
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Colectores horizontales

Pendiente del colector			Ø (mm)
1%	2%	4%	
—	20	25	50
—	24	29	63
—	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.200	315
8.300	10.000	12.000	350

Red de evacuación de aguas pluviales

Sumideros

Superficie <sup>(14)</sup> de cubierta S (m <sup>2</sup> )	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m <sup>2</sup>

Bajantes

Superficie <sup>(14)</sup> servida S <sup>(15)</sup> (m <sup>2</sup> )	Ø bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Canalones

Pendiente del canalón				Ø nominal del canalón (mm)
0,5%	1%	2%	4%	
Máxima superficie de cubierta en proy. horizontal S <sup>(15)</sup> (m <sup>2</sup> )				
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

**Observación:** estos valores corresponden a un canalón de evacuación de sección semicircular, y a un régimen pluviométrico de 100 mm/h: — Para secciones no semicirculares, la sección cuadrangular equivalente será un 10% superior. — Para otros regímenes pluviométricos, se aplicará el factor de corrección  $f = i/100$ , siendo  $i$  la intensidad pluviométrica considerada.

Colectores

Pendiente del colector			Ø nominal del colector (mm)
1%	2%	4%	
Sup. proyectada S (m <sup>2</sup> )			
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

**Observación:** en los colectores de tipo mixto, el diámetro se obtendrá de la tabla, transformando previamente las UDs correspondientes a las aguas residuales en superficies equivalentes de recogida de aguas<sup>(16)</sup>, y sumándolas a las correspondientes a las aguas pluviales.

(\*) R.D. 314/2006, de 17-3 (BOE de 28-3-06), modificado por reales decretos 410/2010, de 31-3 (BOE de 22-4-10), 173/2010, de 19-2 (BOE 11-3-10) y 1371/2007, de 19-10 (BOE 23-10-07), y Orden VIV/984/2009, de 15-4 (BOE de 23-4-09). 1. 20 servicios. 2. Excepto en las instalaciones ubicadas en edificios dedicados a uso exclusivo vivienda, siempre que éstas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios. 3. O punto de consumo. 4. Rosca a 3/4. 5. Baño, aseo, cocina. 6. Vivienda, apartamento, local comercial. 7. Montante o descendente. 8. Unidades de desagüe: 1 UD = 0,47 dm<sup>3</sup>/s. 9. Valores válidos para ramales de longitud ≤ 1,5 m; para ramales mayores debe efectuarse un cálculo en función de la longitud, la pendiente y el caudal a evacuar. 10. Lavabo, inodoro, bañera y bidé. 11. Lavabo, inodoro y ducha. 12. Entre los aparatos sanitarios y la bajante. 13. El diámetro será el mayor de los valores obtenidos considerando los dos criterios establecidos en la tabla. 14. En proyección horizontal. 15. Para un régimen pluviométrico de 100 mm/h; en otros casos se aplicará a S un factor de corrección  $f = i/100$ , siendo  $i$  la intensidad pluviométrica considerada. 16. Dicha transformación se efectuará como se indica en el art. 4.3 del DB HS.

Previsión de cargas\*

PREVISIÓN DE POTENCIA

El promotor, propietario o usuario del edificio fijará la potencia a prever<sup>(1)</sup>, la cual, para nuevas construcciones, no será inferior a:

- 5.750 W a 230 V en cada vivienda, independientemente de la potencia a contratar por el usuario.
- 9.200 W en las viviendas con grado electrificación elevada.

CARGA TOTAL EN UN EDIFICIO<sup>(2)</sup>

Resultará de la suma de las cargas correspondientes a:

1. El conjunto de viviendas: que se obtendrá multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda por el coeficiente de simultaneidad siguiente:

Nº de viviendas (n)	Coefficiente de simultaneidad <sup>(3)</sup>	Nº de viviendas (n)	Coefficiente de simultaneidad <sup>(3)</sup>
1 ...	1	12 ...	9,9
2 ...	2	13 ...	10,6
3 ...	3	14 ...	11,3
4 ...	3,8	15 ...	11,9
5 ...	4,6	16 ...	12,5
6 ...	5,4	17 ...	13,1
7 ...	6,2	18 ...	13,7
8 ...	7	19 ...	14,3
9 ...	7,8	20 ...	14,8
10 ...	8,5	21 ...	15,3
11 ...	9,2	>21 ..	(4)

2. Los servicios generales: será la suma de la potencia prevista en ascensores, centrales de calor y frío, grupos de presión, alumbrado de espacios comunes y en todo el servicio eléctrico general del edificio; no se aplicará el factor de reducción por simultaneidad.

3. Los locales comerciales y oficinas: se calculará considerando un mínimo de 100 W por m<sup>2</sup> y planta, con un mínimo por local de 3450 W a 230 V; no se aplicará el factor de reducción por simultaneidad.

4. Los garajes: se calculará considerando un mínimo de 10 W por m<sup>2</sup> y planta para garajes de ventilación natural y 20 W para los de ventilación forzada, con un mínimo de 3450 W a 230 V; no se aplicará el factor de reducción por simultaneidad.

(\*) Según ITC-BT-10, aprobada por R.D. 842/2002, de 2-8 (BOE n° 224, de 18-9), que aprueba el REBT. 1. Potencia que en todos los casos se corresponderá con la capacidad máxima de la instalación, definida por la intensidad asignada del interruptor general automático. 2. Destinado preferentemente a viviendas. 3. Para edificios cuya instalación esté prevista para la aplicación de la tarifa nocturna, no se aplicará el factor de reducción por simultaneidad. 4. Se aplicará el coeficiente resultante de la siguiente fórmula: 15,3 + (n - 21) · 0,5.

Instalaciones interiores\*

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS CIRCUITOS<sup>(1)</sup>

Circuito de utilización	Potencia prevista por toma (W)	Factor de simultaneidad (Fs)	Factor de utilización (Fu)	Tipo de toma (PL = punto de luz; BE = base de enchufe)	Interruptor automático (A)	Máximo número de puntos o tomas por circuito <sup>(2)</sup>	Sección mínima de los conductores <sup>(3)</sup> (mm <sup>2</sup> )	Diámetro del tubo o conducto (mm)
C <sub>1</sub> : Puntos de iluminación . . . . .	200	0,75	0,5	PL <sup>(4)</sup>	10	30	1,5	16
C <sub>2</sub> : Tomas de uso general <sup>(5)</sup> . . . . .	3.450	0,2	0,25	BE 16A 2p + T	16	20	2,5	20
C <sub>3</sub> : Cocina y horno . . . . .	5.400	0,5	0,75	BE 25A 2p + T	25	2	6	25
C <sub>4</sub> : Lavadora, lavavajillas y termo . . . . .	3.450	0,66	0,75	BE 16A 2p + T <sup>(6)</sup>	20	3	4 <sup>(7)</sup>	20
C <sub>5</sub> : Baño, cuarto de cocina . . . . .	3.450	0,4	0,5	BE 16A 2p + T	16	6	2,5	20
C <sub>8</sub> : Calefacción eléctrica . . . . .	(8)	—	—	—	25	—	6	25
C <sub>9</sub> : Aire acondicionado . . . . .	(8)	—	—	—	25	—	6	25
C <sub>10</sub> : Secadora independiente . . . . .	3.450	1	0,75	BE 16A 2p + T	16	1	2,5	20
C <sub>11</sub> : Sistema de automatización . . . . .	(9)	—	—	—	10	—	1,5	16

Intensidad de corriente I prevista en cada circuito: se calculará según la fórmula:  $I = N \cdot I_a \cdot F_s \cdot F_u$ ; siendo:

N = número de tomas o receptores.  $F_s$  = relación de receptores conectados simultáneamente sobre el total.  
 $I_a$  = intensidad prevista por toma o receptor.  $F_u$  = factor medio de utilización de la potencia máxima del receptor.

PUNTOS DE UTILIZACIÓN POR ESTANCIA

Estancia	Circuito	Número mínimo de puntos de utilización
Acceso	C <sub>1</sub>	1 pulsador del timbre.
Vestíbulo	C <sub>1</sub>	1 punto de luz. 1 interruptor de 10 A.
	C <sub>2</sub>	1 base 16 A 2p + T.
Sala de estar, salón	C <sub>1</sub>	1 punto de luz hasta 10 m <sup>2</sup> (dos, si S > 10 m <sup>2</sup> ). 1 interruptor 10 A por cada punto de luz.
	C <sub>2</sub>	3 bases <sup>(10)</sup> 16 A 2p + T (una por cada 6 m <sup>2</sup> , redondeado al entero superior).
	C <sub>8</sub>	1 toma de calefacción hasta 10 m <sup>2</sup> (dos, si S > 10 m <sup>2</sup> ).
	C <sub>9</sub>	1 toma de aire acondicionado hasta 10 m <sup>2</sup> (dos, si S > 10 m <sup>2</sup> ).
Dormitorios	C <sub>1</sub>	1 punto de luz hasta 10 m <sup>2</sup> (dos, si S > 10 m <sup>2</sup> ). 1 interruptor 10 A por cada punto de luz.
	C <sub>2</sub>	3 bases <sup>(10)</sup> 16 A 2p + T (una por cada 6 m <sup>2</sup> , redondeando al entero superior).
	C <sub>8</sub>	1 toma de calefacción.
	C <sub>9</sub>	1 toma de aire acondicionado.
Baños	C <sub>1</sub>	1 punto de luz. 1 interruptor de 10 A.
	C <sub>5</sub>	1 base 16 A 2p + T.
	C <sub>8</sub>	1 toma de calefacción.
Pasillos o distribuidores	C <sub>1</sub>	1 punto de luz cada 5 m de longitud. 1 interruptor/conmutador 10 A en cada acceso.
	C <sub>2</sub>	1 base 16 A 2p + T hasta 5 m de longitud (dos, si L > 5 m).
	C <sub>8</sub>	1 toma de calefacción.
Cocina	C <sub>1</sub>	1 punto de luz hasta 10 m <sup>2</sup> (dos, si S > 10 m <sup>2</sup> ). 1 interruptor 10 A por cada punto de luz.
	C <sub>2</sub>	2 bases 16 A 2p + T (extractor y frigorífico).
	C <sub>3</sub>	1 base 25 A 2p + T (cocina/horno).
	C <sub>4</sub>	3 bases 16 A 2p + T (lavadora, lavavajillas y termo).
	C <sub>5</sub>	3 bases 16 A 2p + T encima del plano de trabajo <sup>(11)</sup> .
	C <sub>8</sub>	1 toma de calefacción.
C <sub>10</sub>	1 base 16 A 2p + T (secadora).	
Terrazas y vestidores	C <sub>1</sub>	1 punto de luz hasta 10 m <sup>2</sup> (dos, si S > 10 m <sup>2</sup> ). 1 interruptor 10 A por cada punto de luz.
Garajes <sup>(12)</sup> y otros	C <sub>1</sub>	1 punto de luz hasta 10 m <sup>2</sup> (dos, si S > 10 m <sup>2</sup> ). 1 interruptor 10 A por cada punto de luz.
	C <sub>2</sub>	1 base 16 A 2p + T hasta 10 m <sup>2</sup> (dos, si S > 10 m <sup>2</sup> ).

(\*) R.D. 842/2002, de 2-8 (BOE n° 224, de 18-9), que aprueba el REBT, modificado por R.D. 560/2010, de 7-5 (BOE n° 125, de 22-5). 1. La tensión considerada es de 230 V entre fase y neutro. 2. De aumentarse el número de puntos de utilización o tomas, será necesaria la instalación de circuitos adicionales. 3. Este valor corresponde a una instalación de dos conductores y tierra con aislamiento de PVC bajo tubo empotrado en obra. Se pueden requerir secciones distintas para otro tipo de cable u otras condiciones de instalación. 4. El punto de luz incluirá un conductor de protección. 5. Y frigorífico. 6. Combinadas con fusibles o interruptores automáticos de 16 A; estos no serán necesarios si se dispone de circuitos independientes para cada aparato, con interruptor automático de 16 A en cada circuito. 7. En este circuito exclusivamente, cada toma individual puede conectarse mediante un conductor de sección de 2,5 mm<sup>2</sup> que parta de una caja de derivación del circuito de 4 mm<sup>2</sup>. 8. La potencia máxima permisible por circuito será de 5.750 W. 9. La potencia máxima permisible por circuito será de 2.300 W. 10. En donde se prevea la instalación de una toma para el receptor de TV, la base correspondiente deberá ser múltiple, y se considerará como una sola base a los efectos del número máximo de tomas por circuito. 11. Se colocarán fuera de un volumen delimitado por los planos verticales situados a 0,5 m del fregadero y de la encimera de cocción o cocina. 12. Unifamiliares.

## Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción\*

### Ámbito de aplicación

Las disposiciones mínimas de seguridad y salud establecidas en el R.D. 1627/1997 se aplicarán a cualquier obra pública o privada en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil, como:

- Excavación.
- Movimiento de tierras.
- Construcción.
- Montaje y desmontaje de elementos prefabricados.
- Acondicionamiento o instalaciones.
- Transformación.
- Rehabilitación.
- Reparación.
- Desmantelamiento.
- Derribo.
- Mantenimiento.
- Conservación-trabajos de pintura y de limpieza.
- Saneario.

No serán exigibles, sin embargo, en las industrias extractivas a cielo abierto, subterráneas o por sondeos, que se regularán por sus normas específicas.

### Coordinadores

- Cuando en la elaboración del proyecto de obra intervengan varios proyectistas, el promotor<sup>(1)</sup> designará un *coordinador* en materia de seguridad y salud *durante la elaboración del proyecto*.
- Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa y/o trabajadores autónomos, el promotor<sup>(1)</sup> designará un *coordinador* en materia de seguridad y salud *durante dicha ejecución*.
- Ambos coordinadores podrán ser la misma persona.

### Estudio de Seguridad y Salud (ESS)

**Obligatoriedad:** se elaborará un ESS en los proyectos de obras en que se dé alguna de las siguientes circunstancias:

- Importe del presupuesto de ejecución  $\geq 450.759$  euros.
- Duración estimada  $> 30$  días laborables, cuando durante algún momento se empleen  $> 20$  trabajadores simultáneamente.
- Suma de los días de trabajo de todos los trabajadores en la obra  $> 500$ .
- Que se trate de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

En los demás proyectos de obras será obligatoria la elaboración de un Estudio Básico de Seguridad y Salud (EBSS).

**Contenido:** el ESS contendrá, al menos, estos documentos:

- *Memoria descriptiva* de:
  - Procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares a utilizar.
  - Identificación de los riesgos laborales que pueden ser evitados, indicando las medidas necesarias para evitarlos.
  - Relación de los riesgos que no puedan eliminarse, especificando las medidas para controlarlos y reducirlos.
  - Descripción de los servicios sanitarios y comunes de los que deberá estar dotado el centro de trabajo.
- *Pliego de condiciones particulares*, en el que se tendrán en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables.
- *Planos*, en los que se desarrollarán los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la Memoria.
- *Mediciones* de todas aquellas unidades o elementos de seguridad que hayan sido definidos.
- *Presupuesto* que cuantifique el conjunto de los gastos previstos para la aplicación y ejecución del ESS, tanto por lo que se refiera a la suma total como a la valoración unitaria de los elementos. Sólo podrán figurar partidas alzadas en los casos en que los elementos o las operaciones sean de difícil previsión.

### Otras disposiciones:

- El ESS será elaborado por el técnico competente designado por el promotor. Cuando exista un coordinador en materia de seguridad durante el proyecto será él el responsable de su elaboración.
- Deberá formar parte del proyecto<sup>(2)</sup>, ser coherente con su contenido y recoger las medidas preventivas adecuadas a los riesgos previstos.
- Deberá tener en cuenta, en su caso, cualquier tipo de actividad que se lleve a cabo en la obra, debiendo estar localizadas e identificadas las zonas en las que se presten trabajos que impliquen riesgos especiales<sup>(3)</sup>, así como sus correspondientes medidas específicas.
- También contemplará las previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día los previsibles trabajos posteriores.

### Estudio Básico de Seguridad y Salud (EBSS)

- Será elaborado por el técnico competente designado por el promotor, y deberá formar parte del proyecto<sup>(2)</sup>.
- Deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables en la obra. A tal efecto identificará los riesgos laborales que pueden evitarse y los que no, indicando las medidas de seguridad adecuadas para cada caso.
- También deberá tener en cuenta lo expuesto en los dos últimos puntos del apartado anterior («Otras disposiciones»).

### Plan de Seguridad y Salud (PSS)

- En aplicación del ESS o, en su caso, EBSS, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en dichos estudios.
- En el PSS se podrán incluir, previa justificación técnica, propuestas de medidas alternativas de protección, siempre que ello no suponga disminución del importe total del presupuesto contenido en el estudio de seguridad ni de los niveles de protección contemplados en el mismo.
- El PSS deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador<sup>(4)</sup> en materia de seguridad durante la ejecución de la obra, o, en su caso, y previo informe del citado coordinador<sup>(4)</sup>, por la administración pública que haya adjudicado la obra. Podrá ser modificado por el contratista en función de la evolución de los trabajos, pero con la autorización expresa indicada en el punto anterior.
- Quienes intervengan en la ejecución de la obra y los representantes de los trabajadores podrán presentar por escrito las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el PSS estará en la obra a disposición permanente de los mismos y de la dirección facultativa.

### Principios generales de prevención

Los principios generales de prevención previstos en el art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (en adelante, LPRL) se aplicarán:

**Durante la elaboración del proyecto**, y en particular:

- Al adoptar las decisiones constructivas, técnicas y de organización para planificar los distintos trabajos.
- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos trabajos, o de las fases del trabajo.

**Durante la ejecución de la obra**, y en particular en:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, y la determinación de las zonas o vías de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de materiales y el empleo de medios auxiliares.
- El mantenimiento y control periódico de las instalaciones.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito, en particular en caso de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento, eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del período de tiempo efectivo dedicado a los distintos trabajos o fases del trabajo.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otra actividad que se realice en la obra o en sus inmediaciones.

### Obligaciones en materia de seguridad y salud

**Del coordinador durante la ejecución de la obra:**

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención<sup>(5)</sup>.
- Coordinar las actividades de la obra, para garantizar que los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos apliquen los principios preventivos<sup>(5)</sup>, en particular en las actividades mencionadas en el apartado anterior.
- Aprobar el PSS y, en su caso, las modificaciones del mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales<sup>(6)</sup>.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

(\*) R.D. 1627/1997, de 24-10 (BOE de 25-10), modificado por los reales decretos 337/2010 (BOE de 23-3), 1109/2007 (BOE de 25-8), 604/2006 (BOE de 29-5) y 2177/2004 (BOE de 13-11). 1. Sin que ello le exima de sus responsabilidades. 2. Requisito necesario para su visado. 3. Ver Anexo II de la Norma. 4. La dirección facultativa, caso de no existir éste. 5. Ver art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales. 6. Prevista en el art. 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

## Disposiciones mínimas de seguridad y salud (cont.)

### De los contratistas y subcontratistas:

- Aplicar los principios de la acción preventiva<sup>(5)</sup>.
- Cumplir y hacer cumplir al personal lo establecido en el PSS.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, así como las disposiciones mínimas de seguridad y salud<sup>(7)</sup>.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre las medidas a adoptar en materia preventiva.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador durante la ejecución de la obra.
- Los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el PSS en lo relativo a sus obligaciones, respondiendo solidariamente de las consecuencias de su incumplimiento, y sin que las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor les eximan de las suyas.

### De los trabajadores autónomos:

- Aplicar los principios de la acción preventiva<sup>(5)</sup>.
- Cumplir lo establecido en el PSS.
- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud<sup>(7)</sup>.
- Cumplir las obligaciones que establecen los arts. 24 y 29 de la LPRL.
- Utilizar equipos de trabajo y de protección individual ajustados a lo dispuesto en los R.D. 1215/1997 y 773/1997, respectivamente.
- Atender las indicaciones e instrucciones del coordinador<sup>(4)</sup> durante la ejecución de la obra.

## Control del PSS

**Libro de incidencias:** en cada centro de trabajo existirá un libro, con fines de control y seguimiento del plan.

- Este libro, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador<sup>(4)</sup> durante la ejecución de ésta.
- A él podrán tener acceso la Dirección facultativa, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como los representantes de los trabajadores y los técnicos de la administración competente, quienes podrán hacer anotaciones en el libro relacionadas con los fines de éste.
- Efectuada una anotación, el coordinador<sup>(4)</sup> durante la ejecución de la obra estará obligado a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo, y a notificar la anotación al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste.

**Paralización de los trabajos:** cuando el coordinador durante la ejecución de la obra, o cualquier persona de la dirección facultativa, observe un incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista de ello y dejará constancia en el libro de incidencias; podrá además, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de los trabajos o, en su caso, de la totalidad de la obra, dando cuenta a los efectos oportunos a la Inspección de Trabajo, a los contratistas y subcontratistas afectados por la paralización y a los representantes de los trabajadores de éstos.

## Derechos de los trabajadores

**Información a los trabajadores:** los contratistas y subcontratistas garantizarán que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas relativas a su seguridad y su salud en la obra.

### Consulta y participación de los trabajadores:

- El ejercicio de este derecho se ajustará a lo dispuesto en el art. 18 de la LPRL, coordinándose, si fuera necesario, la actuación de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la obra.
- El contratista facilitará una copia del PSS y de sus eventuales modificaciones a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo, para su conocimiento y seguimiento.

## Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras<sup>(8)</sup>

**Estabilidad:** deberá procurarse la de todos los materiales y equipos, así como la de cualquier elemento cuyo desplazamiento pueda afectar a la seguridad de los trabajadores.

**Solidez:** el acceso a cualquier superficie que no ofrezca la resistencia suficiente sólo se autorizará si proporcionan equipos y medios seguros.

### Instalaciones de suministro y reparto de energía:

- Se ajustarán a lo dispuesto en su normativa específica.
- No entrañarán peligro de incendio, explosión o electrocución por contacto directo o indirecto.
- En su proyecto y realización se tendrá en cuenta el tipo y potencia de energía suministrada, los factores externos y la competencia de las personas con acceso a las instalaciones.

### Vías y salidas de emergencia:

- Permanecerán expeditas y desembocarán lo más directamente posible en una zona de seguridad.
- Su número, distribución y dimensiones permitirán que los lugares de trabajo puedan evacuarse segura y rápidamente.
- Se señalarán conforme al R.D. 485/1997.
- Tanto estas vías como las de circulación y sus puertas de acceso no estarán obstruidas por ningún objeto.
- Las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación estarán equipadas con iluminación de seguridad.

### Detección y lucha contra incendios:

- Deberá preverse un número suficiente de dispositivos apropiados, y, si fuese necesario, de detectores de incendio y de sistemas de alarma.
- Los dispositivos no automáticos serán de fácil acceso y manipulación y se señalarán conforme al R.D. 485/1997.

**Ventilación:** los trabajadores dispondrán de aire limpio en cantidad suficiente, y no estarán expuestos a corrientes de aire perjudiciales.

### Exposición a riesgos particulares:

- Los trabajadores no estarán expuestos a factores externos nocivos (ruido excesivo, gases, vapores, polvo).
- Si alguno debe penetrar en una atmósfera tóxica, nociva o inflamable, se adoptarán medidas preventivas adecuadas.
- No podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo, debiendo al menos quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior, para que se le pueda prestar auxilio inmediato.

**Iluminación:** los lugares de trabajo, locales y vías de circulación en la obra:

- Dispondrán, en la medida de lo posible, de la suficiente luz natural, y de una iluminación artificial adecuada.
- Sus instalaciones de iluminación estarán colocadas de manera que no suponga riesgo de accidente.
- Cuando existan riesgos en caso de avería de la iluminación artificial, tendrán una iluminación de seguridad suficiente.

### Puertas y portones:

- Las correderas tendrán un sistema de seguridad que les impida salirse de los raíles y caerse; y las que se abran hacia arriba, otro que les impida bajarse.
- Se señalarán las situadas en el recorrido de evacuación.
- En las inmediaciones de los portones destinados a la circulación de vehículos, existirán puertas para los peatones señalizadas y expeditas.
- Las puertas y portones mecánicos tendrán dispositivos de parada de emergencia de fácil acceso, y también se podrán abrir manualmente<sup>(9)</sup>.

### Vías de circulación y zonas peligrosas:

- Las vías de circulación<sup>(10)</sup> deberán estar calculadas y preparadas para que puedan ser utilizadas fácilmente y de forma segura. Sus dimensiones se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.
- Las vías<sup>(10)</sup> se señalarán claramente y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.
- Las destinadas a los vehículos estarán a una distancia suficiente de las puertas, corredores y escaleras.
- En las zonas de acceso limitado habrá dispositivos que impidan la entrada del personal no autorizado. Se tomarán las medidas necesarias para proteger al personal autorizado, y se señalarán adecuadamente.

**Muelles y rampas de carga:** serán adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas. Los muelles tendrán al menos una salida, y las rampas ofrecerán la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

**Espacio de trabajo:** las dimensiones del puesto de trabajo deberán permitir una suficiente libertad de movimientos a los trabajadores, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

### Primeros auxilios:

- Será responsabilidad del empresario garantizar su prestación en todo momento por personal cualificado. Se garantizará asimismo la evacuación de los trabajadores accidentados o indispuestos.

7. Resumidas en ésta y las páginas siguientes. 8. Estas disposiciones se aplicarán a toda la obra, incluidos los puestos de trabajo en el interior y en el exterior de los locales. 9. Excepto si se abren automáticamente en caso de producirse una avería en el sistema de energía. 10. Incluidas las escaleras, escalas fijas y muelles y rampas de carga.

## Disposiciones mínimas de seguridad y salud (cont.)

- Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad así lo requieran, se contará con uno o varios locales para primeros auxilios, que dispondrán de las instalaciones y el material indispensables, tendrán fácil acceso y estarán debidamente señalizados<sup>(11)</sup>.
- Se dispondrá también de material de primeros auxilios en todos los lugares donde las condiciones de trabajo así lo requieran.

### Servicios higiénicos:

- Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo, tendrán a su disposición vestuarios adecuados; si éstos no son necesarios, cada trabajador dispondrá de un espacio para colocar su ropa y sus efectos personales bajo llave.
- Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, los trabajadores dispondrán de duchas apropiadas<sup>(12)</sup> y en número suficiente; si las duchas no son necesarias, deberán existir lavabos cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.
- Se dispondrán también locales especiales equipados con un número suficiente de lavabos y retretes. Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres<sup>(13)</sup>.

### Locales de descanso y de alojamiento:

- Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, éstos dispondrán de lugares de descanso o, en su caso, de alojamiento.
- Cuando no exista este tipo de locales, se deberá poner a su disposición otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante las interrupciones del trabajo.

### Disposiciones varias:

- Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse para que sean claramente identificables.
- Los trabajadores deberán disponer de agua potable<sup>(14)</sup>, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.
- Los trabajadores deberán también disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

## Disposiciones mínimas específicas de los puestos de trabajo en el exterior de los locales

### Estabilidad y solidez:

- Los puestos de trabajo situados encima o debajo del nivel del suelo serán sólidos y estables, teniendo en cuenta: el número de trabajadores que los ocupen; las cargas máximas a soportar y su distribución; y los factores externos que pudieran afectarlos.
- Dicha estabilidad y solidez se garantizará, en su caso, mediante elementos de fijación apropiados, y se verificará adecuadamente, en especial después de cualquier modificación de la altura del puesto de trabajo.

### Caídas de objetos:

- Se utilizarán, siempre que sea técnicamente posible, medidas de protección colectiva.
- Cuando sea necesario, se establecerán pasos cubiertos o se impedirá el acceso a las zonas peligrosas.
- Los materiales, herramientas y equipos de trabajo se colocarán de forma que se evite su caída.

### Caídas de altura:

- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas, que supongan un riesgo de caída > 2 m, se protegerán mediante barandillas<sup>(15)</sup>. Éstas serán resistentes, tendrán una altura ≥ 90 cm y dispondrán de un reborde de protección, un pasamano y una protección intermedia que impida el paso de trabajadores.
- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse con equipos adecuados o utilizando medios de protección colectiva, como barandillas, plataformas o redes de seguridad<sup>(16)</sup>.
- La estabilidad y solidez de los medios de soporte y protección deberán verificarse periódicamente.

**Factores atmosféricos:** se protegerá a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

### Andamios y escaleras:

- Los andamios deberán construirse y mantenerse convenientemente para evitar su desplome o desplazamiento accidental.

- Sus plataformas, pasarelas y escaleras deberán protegerse y utilizarse de forma que se evite la caída tanto de personas como de objetos.
- Los andamios se inspeccionarán: antes de su utilización, periódicamente y después de cualquier circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.
- Los andamios móviles se asegurarán contra los desplazamientos involuntarios; las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones señaladas en el R.D. 486/1997<sup>(17)</sup>.

### Aparatos elevadores y accesorios de izado<sup>(18, 19)</sup>:

- Deberán estar bien proyectados y contruidos, utilizarse correctamente<sup>(20)</sup>, mantenerse en buen estado de funcionamiento y ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.
- Llevarán visible la indicación del valor de su carga máxima.

### Vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales<sup>(19)</sup>:

- Deberán cumplir lo consignado en el primer punto del apartado anterior.
- Se adoptarán medidas preventivas para evitar su caída en las excavaciones o, en su caso, en el agua.
- Cuando sea adecuado, estarán equipados con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento en caso de vuelco y contra la caída de objetos.

**Instalaciones, máquinas y equipos<sup>(19)</sup>:** cumplirán lo consignado en el primer punto del apartado «Aparatos elevadores y accesorios de izado».

### Movimientos de tierras, excavaciones, pozos, trabajos subterráneos, túneles:

- Antes de comenzar los trabajos, se tomarán medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.
- Se tomarán las precauciones adecuadas para:
  - Prevenir los riesgos de sepultamiento y caída de personas y objetos, mediante sistemas de entibación, blindaje, apeo, taludes y otras medidas adecuadas.
  - Prevenir la irrupción accidental de agua.
  - Garantizar una ventilación suficiente en todos los lugares de trabajo.
  - Permitir la puesta a salvo de los trabajadores en caso de incendio, irrupción de agua o caída de materiales.
- Existirán vías seguras para entrar y salir de la excavación.
- Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales y los vehículos en movimiento deberán mantenerse alejados de las excavaciones, o deberán tomarse las medidas adecuadas<sup>(21)</sup> para evitar su caída en las mismas o el derrumbamiento del terreno.

### Instalaciones de distribución de energía:

- Las presentes en la obra, y en particular las que estén sometidas a factores externos, se verificarán y mantendrán regularmente.
- Las existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.
- Las líneas aéreas de tendido eléctrico que entrañen riesgo se desviarán fuera de la obra o se dejarán sin tensión<sup>(22)</sup>.

### Estructuras<sup>(23)</sup>, encofrados y piezas prefabricadas pesadas:

- Tanto estos elementos como los soportes temporales y los apuntalamientos sólo se podrán montar y desmontar bajo control y dirección de una persona competente.
- Los encofrados, soportes y apuntalamientos deberán proyectarse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgos las cargas a que sean sometidos.
- Se adoptarán las medidas necesarias para proteger a los trabajadores de la fragilidad o inestabilidad temporal de la obra.

### Otros trabajos específicos:

- Los trabajos de derribo o demolición que puedan ser peligrosos se planificarán y realizarán con las precauciones apropiadas y la supervisión de una persona competente.
- En los trabajos en tejados se adoptarán las medidas de protección colectiva que sean necesarias para evitar la caída de trabajadores, herramientas o materiales.
- Los trabajos con explosivos cumplirán lo dispuesto en su normativa.
- Las ataguías estarán bien construidas y provistas de un equipamiento adecuado para que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de irrupción de agua o materiales.

11. Incluyendo dirección y número de teléfono del servicio local de urgencia. 12. Que tendrán agua corriente, caliente y fría. 13. O deberá preverse su utilización por separado. 14. Y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica. 15. U otro sistema de protección de seguridad equivalente. 16. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, se dispondrá de medios de acceso seguros y se utilizarán cinturones de seguridad con anclaje. 17. Sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en los lugares de trabajo. 18. Incluidos sus elementos de fijación, anclajes y soportes. 19. Aparte de satisfacer las condiciones reseñadas en este apartado, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. 20. Y sólo en los trabajos para los que hayan sido diseñados. 21. En su caso, mediante la construcción de barreras. 22. Si no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para mantener alejados del tendido a los trabajadores y vehículos. 23. Metálicas o de hormigón.

## Guión tipo para la elaboración de un ESS o un PSS\*

### MEMORIA DESCRIPTIVA

- Identificación de la obra y de los autores del Estudio y del Proyecto.
- Objeto de la Memoria.
- Plan *real* de ejecución de la obra.
- Número previsto de operarios intervinientes en ella.
- Descripción de los siguientes apartados:
  - Fases de la obra de interés para la prevención.
  - Proceso constructivo previsto.
  - Oficios a intervenir.
  - Medios auxiliares y maquinaria a utilizar.
  - Instalación eléctrica provisional de la obra.
- Análisis de riesgos de los apartados anteriores.
- Medios de protección, colectiva y personal, a utilizar en función del análisis de riesgos efectuado.
- Análisis de riesgos, y descripción de su prevención respecto del mantenimiento posterior de lo construido.
- Diseño de un sistema para:
  - La atención de los accidentados.
  - La formación en materia de seguridad y salud.
  - El control del nivel de seguridad de la obra.
  - La puesta en obra y mantenimiento de las protecciones colectivas.
  - La medición y control de la entrega de las prendas de protección personal.
- Documentos de control que deberán cumplimentarse.

### PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

- Identificación de la obra.
- Legislación vigente aplicable a la misma.
- Normas de seguridad y salud de obligado cumplimiento referentes a:
  - Oficios que intervienen.
  - Capítulos de especial ejecución.
  - Empleo correcto de cada medio auxiliar.
  - Empleo correcto de maquinaria y herramientas.
  - Uso de energía eléctrica y su instalación provisional.
- Normas y condiciones a cumplir por los elementos de protección colectiva y por su uso, instalación, mantenimiento, cambio de posición y retirada definitiva.
- Normas técnicas que deben cumplir las prendas de protección personal.
- Condiciones que deben cumplir los elementos de seguridad para el mantenimiento de lo construido.
- Normas de seguridad y salud para el mantenimiento de lo construido.
- Conductas de obligado cumplimiento para determinados trabajadores.
- Método de evaluación de los sistemas preventivos.
- Características técnicas y constructivas de las instalaciones provisionales de obra.
- Procedimiento sancionador de la Propiedad en caso de incumplimiento del ESS.
- Acciones a desarrollar en caso de accidente (notificación, evacuación, asistencia sanitaria, etc.).
- Cronograma de cumplimiento de las listas de control de la seguridad, según el plan de ejecución de obra.
- Cronograma de formación del personal en seguridad.
- Normas de aplicación para el control de la entrega y uso de las prendas de protección personal.
- Perfiles humanos y normas de aceptación del personal para los puestos relacionados con la seguridad.
- Normas para autorizar la utilización de la maquinaria.
- Obligaciones del contratista en materia de seguridad.
- Presencias previstas de la dirección facultativa.

### PLANOS

- De **ordenación general de la obra**, incluyendo:
  - Lugares dedicados a los acopios.
  - Ubicación de la maquinaria fija y ámbito de influencia de la misma.
  - Inicio y sentido obligado para ciertas tareas.
  - Circulación interna de vehículos, personas y máquinas, con las señalizaciones oportunas.
  - Balizamiento luminoso.
  - Accesos y puntos de control. Aparcamientos.
  - Ubicación de instalaciones provisionales de obra.
  - Ubicación de almacenes; y otros.
- De **estructura, arquitectura e instalación de las instalaciones provisionales de obra**, incluyendo retretes, vestuario, aseo, comedor, botiquín, y otros.
- De **instalación de protecciones colectivas**, incluyendo:
  - Redes, andamios, barandillas y pasarelas.
  - Peldaños provisionales de las escaleras.
  - Tapas provisionales de las arquetas o de los huecos en los forjados.
  - Cables y puntos fuertes de seguridad.
  - Ubicación de las centrales de hormigonado y de machaqueo de áridos.
  - Tendido eléctrico provisional de la obra.
  - Viseras de protección; y otros.
- De **interferencias** con líneas de conducciones, aéreas o enterradas, de electricidad; alcantarillado; agua potable; gases; oleoductos; y otros.
- De **distribución de elementos de seguridad para el mantenimiento posterior de lo construido**.
- De **evacuación interna y externa de accidentados**.

### MEDICIONES

- Se deben medir y cuantificar:
- Las protecciones colectivas y sus componentes<sup>(1)</sup>.
  - Los medios auxiliares de protección colectiva.
  - La señalización y balizamiento necesarios<sup>(1)</sup>.
  - Las prendas de protección personal previstas.
  - Las instalaciones provisionales de obra, así como sus servicios<sup>(1)</sup>.
  - El barracón botiquín y sus servicios<sup>(1)</sup>.
  - La ambulancia, la camilla y los botiquines portátiles.
  - La mano de obra dedicada a seguridad y salud, y la dedicada a formación.
  - Las horas dedicadas a formación del personal en materia de seguridad y salud.

### PRESUPUESTO

- Se recomienda cumplir las siguientes premisas:
- Dividir el Presupuesto en los siguientes apartados diferenciados: protección colectiva; protección individual; instalaciones provisionales de obra; instalaciones para primeros auxilios; señalización; mano de obra de seguridad; y salud y formación.
  - Efectuar siempre un cuadro de descomposición de precios: será de gran utilidad en los casos imprevistos.
  - Evitar en lo posible partidas alzadas, debido a la dificultad de su control y administración, especialmente si lo son a *justificar*.
  - Valorar todo aquello que efectivamente se desea que se ejecute.
  - No incluir la «mano de obra de mantenimiento y reposición de protecciones» en el precio unitario de una partida.

## Gestos codificados\*

### GESTOS GENERALES:

**Comienzo: atención, toma de mando.** Los brazos extendidos en cruz, con las palmas de las manos hacia adelante.

**Alto: interrupción, fin del movimiento.** El brazo derecho extendido hacia arriba, con la palma de la mano hacia adelante.

**Fin de las operaciones.** Las dos manos juntas, una sobre la otra, a la altura del pecho.

### EN VERTICAL:

**Izar.** El brazo derecho extendido hacia arriba y describiendo lentamente un círculo, con la palma de la mano hacia adelante.

**Bajar.** El brazo derecho extendido hacia abajo y describiendo lentamente un círculo, con la palma de la mano hacia el interior.

**Distancia vertical.** Las palmas de las manos, separadas y puestas una encima de la otra, indican la distancia.

### EN HORIZONTAL:

**Avanzar.** Los brazos al frente y doblados, con las palmas de las manos hacia el interior. Los antebrazos suben lentamente hacia el cuerpo.

**Retroceder.** Los brazos al frente y doblados, con las palmas de las manos hacia adelante. Los antebrazos bajan lentamente, alejándose del cuerpo.

**Hacia la derecha**<sup>(1)</sup>. El brazo derecho, extendido lateralmente y con la palma de la mano hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.

**Hacia la izquierda**<sup>(1)</sup>. El brazo izquierdo, extendido lateralmente y con la palma de la mano hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.

**Distancia horizontal.** Las palmas de las manos, separadas y puestas una al lado de la otra, indican la distancia.

### PELIGRO<sup>(2)</sup>:

**Peligro: alto o parada de emergencia.** Los dos brazos extendidos hacia arriba, con las palmas de las manos hacia adelante.

(\*) R.D. 485/1997, de 14-4 (BOE nº 97, de 23-4). No se impide que se puedan emplear otros códigos. 1. Con respecto al encargado de las señales, no con respecto al destinatario de las mismas. 2. Si los gestos codificados referidos a los movimientos se hacen con rapidez, significará «Peligro, rápido»; si se hacen muy lentamente, «Peligro, lento».

(\*) El presente guión corresponde a un ESS de una gran obra; para obras de menor entidad bastará con realizar el oportuno ajuste. 1. Incluso su construcción y/o puesta en obra, mantenimiento, cambio de posición y retirada definitiva.

Colores de seguridad\*

Color	Significado	Color	Significado
<b>Rojo</b>	<b>Señal de prohibición:</b> Comportamientos peligrosos. <b>Peligro-alarma:</b> Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evacuación. <b>Material y equipos de lucha contra incendios:</b> Identificación y localización.	<b>Azul</b>	<b>Señal de obligación:</b> Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
<b>Amarillo<sup>(1)</sup></b>	<b>Señal de advertencia:</b> Atención, precaución. Verificación.	<b>Verde</b>	<b>Señal de salvamento o de auxilio:</b> Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales. <b>Situación de seguridad:</b> Vuelta a la normalidad.

Colores de contraste: cuando el color de fondo sobre el que tenga que aplicarse el color de seguridad pueda dificultar la percepción de este último, se utilizarán los siguientes colores de contraste: para rojo, azul o verde: **blanco**; para amarillo o amarillo anaranjado, **negro**.

(\*) R.D. 485/1997, de 14-4 (BOE n° 97, de 23-4). Estos colores podrán formar parte de una señalización de seguridad o constituirlos por sí mismos. 1. O amarillo anaranjado.

Tipos de señales\*

<p><b>DE ADVERTENCIA</b> Forma triangular. Pictograma negro sobre fondo amarillo<sup>(1, 2)</sup>, bordes negros.</p>	<p><b>SOBRE EQUIPOS CONTRA INCENDIOS</b> Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo rojo<sup>(1)</sup>.</p>	<p><b>DE OBLIGACIÓN</b> Forma redonda. Pictograma blanco sobre fondo azul<sup>(1)</sup>.</p>
<p><b>DE PROHIBICIÓN</b> Forma redonda. Pictograma negro sobre fondo blanco, bordes y banda transversal rojos<sup>(3)</sup>.</p>	<p><b>DE SALVAMENTO O SOCORRO</b> Forma rectangular o cuadrada. Pictograma blanco sobre fondo verde<sup>(1)</sup>.</p>	

(\*) R.D. 485/1997, de 14-4 (BOE n° 97, de 23-4). 1. Color que deberá cubrir como mínimo el 50% de la superficie de la señal. 2. Como excepción, el fondo es naranja en la señal sobre materias nocivas o irritantes. 3. El rojo deberá cubrir como mínimo el 35% de la superficie de la señal.

## Fórmulas-tipo de revisión de precios en contratos públicos y privados

### NOTACIÓN EMPLEADA

$K . . . . .$ = Índice de revisión de precios.	$S . . . . .$ = Índice de coste de los productos siderúrgicos.	$Cu . . . . .$ = Índice de coste del cobre.
$H . . . . .$ = Índice de coste de la mano de obra.	$M . . . . .$ = Índice de coste de la madera.	$Al . . . . .$ = Índice de coste del aluminio.
$E . . . . .$ = Índice de coste de la energía.	$Cr . . . . .$ = Índice de coste de los productos cerámicos.	$IPC . . . . .$ = Índice de precios al consumo.
$C . . . . .$ = Índice de coste del cemento.	$L . . . . .$ = Índice de coste de los ligantes bituminosos.	

En general,  $I_{t/o} = I_t / I_o$ , donde:

— El subíndice  $t$  se refiere al mes en que se va a calcular la revisión.

— El subíndice  $o$  se refiere al mes de origen de la revisión, que será fijado por acuerdo entre las partes, si bien, como norma general, deberá corresponder al mes en que se presentó la oferta económica válida para la formalización del contrato.

El coeficiente superior que precede a cada índice es el aplicable en el caso de contratos públicos, mientras que el inferior es el aplicable a los contratos privados según la Confederación Nacional de Constructores (CNC).

### FÓRMULAS-TIPO

1. Explanación en general. Firmes en general con tratamientos superficiales. Obra completa de nueva carretera con explanación y pavimentos de hormigón. Túneles de gran sección. Canales.

$$K_t = \frac{0,34}{0,37} H_{t/o} + \frac{0,26}{0,30} E_{t/o} + \frac{0,05}{0,05} C_{t/o} + \frac{0,18}{0,10} S_{t/o} + \frac{0,02}{0,03} L_{t/o} + (1)$$

2. Explanación con explosivos. Nivelaciones y movimientos de tierras mecanizadas. Escolleras naturales. Rellenos consolidados. Dragados sin roca.

$$K_t = \frac{0,31}{0,34} H_{t/o} + \frac{0,37}{0,42} E_{t/o} + \frac{0,17}{0,09} S_{t/o} + (1)$$

3. Túneles de pequeña sección. Obras de pozos, galerías, desagües subterráneos en obras de minería, etc.

$$K_t = \frac{0,32}{0,36} H_{t/o} + \frac{0,15}{0,18} E_{t/o} + \frac{0,17}{0,19} C_{t/o} + \frac{0,13}{0,07} S_{t/o} + \frac{0,08}{0,05} M_{t/o} + (1)$$

4. Obras de fábrica en general. Obras con predominio de las fábricas. Obras de hormigón armado. Firmes con pavimentos de hormigón hidráulico. Obras accesorias. Infraestructura con obras de fábrica normales. Obras de riego con sus instalaciones y servicios.

$$K_t = \frac{0,34}{0,37} H_{t/o} + \frac{0,18}{0,21} E_{t/o} + \frac{0,18}{0,19} C_{t/o} + \frac{0,13}{0,07} S_{t/o} + \frac{0,02}{0,01} M_{t/o} + (1)$$

5. Firmes con pavimentos bituminosos. Obras completas con explanación y pavimentos bituminosos.

$$K_t = \frac{0,31}{0,30} H_{t/o} + \frac{0,25}{0,26} E_{t/o} + \frac{0,13}{0,07} S_{t/o} + \frac{0,16}{0,22} L_{t/o} + (1)$$

6. Caminos y desagües rurales.

$$K_t = \frac{0,38}{0,39} H_{t/o} + \frac{0,25}{0,27} E_{t/o} + \frac{0,15}{0,15} C_{t/o} + \frac{0,07}{0,04} S_{t/o} + (1)$$

7. Pistas de hormigón hidráulico.

$$K_t = \frac{0,34}{0,34} H_{t/o} + \frac{0,29}{0,30} E_{t/o} + \frac{0,22}{0,21} C_{t/o} + (1)$$

8. Pistas de pavimentos bituminosos.

$$K_t = \frac{0,34}{0,30} H_{t/o} + \frac{0,29}{0,27} E_{t/o} + \frac{0,22}{0,28} L_{t/o} + (1)$$

9. Abastecimientos y distribución de agua. Saneamientos. Estaciones depuradoras. Estaciones elevadoras. Redes de alcantarillado. Obras de desagüe. Drenajes. Zanjas de telecomunicación.

$$K_t = \frac{0,33}{0,36} H_{t/o} + \frac{0,16}{0,19} E_{t/o} + \frac{0,20}{0,21} C_{t/o} + \frac{0,16}{0,09} S_{t/o} + (1)$$

10. Grandes canales. Presas de tierra y escollera.

$$K_t = \frac{0,27}{0,31} H_{t/o} + \frac{0,21}{0,25} E_{t/o} + \frac{0,12}{0,14} C_{t/o} + \frac{0,25}{0,15} S_{t/o} + (1)$$

11. Obras con gran volumen de hormigón.

$$K_t = \frac{0,28}{0,31} H_{t/o} + \frac{0,11}{0,13} E_{t/o} + \frac{0,32}{0,34} C_{t/o} + \frac{0,14}{0,07} S_{t/o} + (1)$$

12. Obras de hormigón armado con fuerte cuantía. Obras de ferrocarriles en general.

$$K_t = \frac{0,30}{0,37} H_{t/o} + \frac{0,08}{0,10} E_{t/o} + \frac{0,13}{0,16} C_{t/o} + \frac{0,34}{0,22} S_{t/o} + (1)$$

13. Superestructura de ferrocarriles.

$$K_t = \frac{0,25}{0,34} H_{t/o} + \frac{0,09}{0,13} E_{t/o} + \frac{0,05}{0,07} C_{t/o} + \frac{0,46}{0,31} S_{t/o} + (1)$$

14. Dragados en terrenos con predominio de roca.

$$K_t = \frac{0,34}{0,37} H_{t/o} + \frac{0,33}{0,38} E_{t/o} + \frac{0,18}{0,10} S_{t/o} + (1)$$

15. Obras metálicas: compuertas y tuberías de desagüe de fondo, tomas de agua y vertederos de presas. Puentes metálicos. Construcciones y estructuras metálicas no urbanas. Hangares. Instalaciones de maquinaria.

$$K_t = \frac{0,28}{0,36} H_{t/o} + \frac{0,11}{0,15} E_{t/o} + \frac{0,07}{0,09} C_{t/o} + \frac{0,39}{0,25} S_{t/o} + (1)$$

16. Edificios con muros de fábrica y presupuesto de instalaciones inferior al 20 por 100 del presupuesto total.

$$K_t = \frac{0,37}{0,40} H_{t/o} + \frac{0,07}{0,08} E_{t/o} + \frac{0,10}{0,11} C_{t/o} + \frac{0,09}{0,05} S_{t/o} + \frac{0,16}{0,18} Cr_{t/o} + \frac{0,06}{0,03} M_{t/o} + (1)$$

17. Edificios con muros de fábrica y presupuesto de instalaciones superior al 20 por 100 del presupuesto total.

$$K_t = \frac{0,35}{0,39} H_{t/o} + \frac{0,09}{0,11} E_{t/o} + \frac{0,08}{0,09} C_{t/o} + \frac{0,15}{0,08} S_{t/o} + \frac{0,12}{0,14} Cr_{t/o} + \frac{0,06}{0,04} M_{t/o} + (1)$$

18. Edificios con estructura de hormigón armado y presupuesto de instalaciones inferior al 20 por 100 del presupuesto total.

$$K_t = \frac{0,36}{0,40} H_{t/o} + \frac{0,10}{0,09} E_{t/o} + \frac{0,12}{0,13} C_{t/o} + \frac{0,12}{0,07} S_{t/o} + \frac{0,10}{0,12} Cr_{t/o} + \frac{0,07}{0,04} M_{t/o} + (1)$$

19. Edificios con estructura de hormigón armado y presupuesto de instalaciones superior al 20 por 100 del presupuesto total.

$$K_t = \frac{0,34}{0,39} H_{t/o} + \frac{0,10}{0,12} E_{t/o} + \frac{0,10}{0,11} C_{t/o} + \frac{0,17}{0,10} S_{t/o} + \frac{0,08}{0,09} Cr_{t/o} + \frac{0,06}{0,04} M_{t/o} + (1)$$

20. Edificios con estructura metálica y presupuesto de instalaciones inferior al 20 por 100 del presupuesto total.

$$K_t = \frac{0,35}{0,40} H_{t/o} + \frac{0,09}{0,11} E_{t/o} + \frac{0,07}{0,08} C_{t/o} + \frac{0,19}{0,11} S_{t/o} + \frac{0,09}{0,11} Cr_{t/o} + \frac{0,06}{0,04} M_{t/o} + (1)$$

1. En los contratos públicos, 0,15; en los contratos privados, 0,15  $IPC_{t/o}$ .

Fórmulas-tipo de revisión de precios (cont.)

21. Edificios con estructura metálica y presupuesto de instalaciones superior al 20 por 100 del presupuesto total.

$$K_t = \frac{0,33}{0,39} H_{t/o} + \frac{0,11}{0,14} E_{t/o} + \frac{0,06}{0,07} C_{t/o} + \frac{0,23}{0,14} S_{t/o} + \frac{0,07}{0,08} Cr_{t/o} + \frac{0,05}{0,03} M_{t/o} + (1)$$

22. Edificios con estructura mixta metálica-hormigón y presupuesto de instalaciones menor que el 20 por 100 del presupuesto total.

$$K_t = \frac{0,35}{0,40} H_{t/o} + \frac{0,08}{0,09} E_{t/o} + \frac{0,09}{0,10} C_{t/o} + \frac{0,17}{0,10} S_{t/o} + \frac{0,10}{0,12} Cr_{t/o} + \frac{0,06}{0,04} M_{t/o} + (1)$$

23. Edificios con estructura mixta metálica-hormigón y presupuesto de instalaciones mayor que el 20 por 100 del presupuesto total.

$$K_t = \frac{0,33}{0,39} H_{t/o} + \frac{0,10}{0,12} E_{t/o} + \frac{0,08}{0,09} C_{t/o} + \frac{0,22}{0,13} S_{t/o} + \frac{0,07}{0,09} Cr_{t/o} + \frac{0,05}{0,03} M_{t/o} + (1)$$

24. Jardinería y plantaciones.

$$K_t = \frac{0,47}{0,47} H_{t/o} + \frac{0,28}{0,30} E_{t/o} + \frac{0,05}{0,05} Cr_{t/o} + \frac{0,05}{0,03} M_{t/o} + (1)$$

25. Líneas de transporte de energía eléctrica de tensión igual o superior a 45 kV.

$$K_t = \frac{0,27}{0,37} H_{t/o} + \frac{0,05}{0,07} C_{t/o} + \frac{0,38}{0,26} S_{t/o} + \frac{0,15}{0,15} Al_{t/o} + (1)$$

26. Líneas de transporte de energía eléctrica de tensión hasta 45 kV.

$$K_t = \frac{0,30}{0,47} H_{t/o} + \frac{0,02}{0,03} C_{t/o} + \frac{0,23}{0,19} S_{t/o} + \frac{0,30}{0,16} Cu_{t/o} + (1)$$

27. Subestaciones de transformación.

$$K_t = \frac{0,29}{0,42} H_{t/o} + \frac{0,09}{0,13} C_{t/o} + \frac{0,25}{0,19} S_{t/o} + \frac{0,22}{0,11} Cu_{t/o} + (1)$$

28. Instalaciones aéreas de electrificación en baja tensión, incluida transformación y conexión en alta tensión en zonas urbanas y rurales.

$$K_t = \frac{0,25}{0,41} H_{t/o} + \frac{0,04}{0,06} C_{t/o} + \frac{0,17}{0,14} S_{t/o} + \frac{0,06}{0,05} M_{t/o} + \frac{0,33}{0,19} Cu_{t/o} + (1)$$

29. Instalaciones subterráneas de electrificación en baja tensión, incluida transformación y conexión en alta tensión en zonas urbanas.

$$K_t = \frac{0,24}{0,38} H_{t/o} + \frac{0,12}{0,18} C_{t/o} + \frac{0,09}{0,07} S_{t/o} + \frac{0,40}{0,22} Cu_{t/o} + (1)$$

30. Instalaciones eléctricas y electrónicas: instalaciones de ayuda a la navegación. Centros emisores y receptores.

$$K_t = \frac{0,26}{0,37} H_{t/o} + \frac{0,11}{0,17} E_{t/o} + \frac{0,26}{0,19} S_{t/o} + \frac{0,02}{0,02} M_{t/o} + \frac{0,20}{0,10} Cu_{t/o} + (1)$$

31. Instalaciones eléctricas y electrónicas: montaje de líneas.

$$K_t = \frac{0,23}{0,30} H_{t/o} + \frac{0,15}{0,20} E_{t/o} + \frac{0,10}{0,07} S_{t/o} + \frac{0,12}{0,09} M_{t/o} + \frac{0,15}{0,14} Al_{t/o} + \frac{0,10}{0,05} Cu_{t/o} + (1)$$

32. Instalaciones eléctricas y electrónicas: instalaciones de balizamiento de pistas.

$$K_t = \frac{0,20}{0,31} H_{t/o} + \frac{0,12}{0,20} E_{t/o} + \frac{0,20}{0,16} S_{t/o} + \frac{0,33}{0,18} Cu_{t/o} + (1)$$

33. Instalaciones eléctricas y electrónicas: instalaciones de centrales eléctricas.

$$K_t = \frac{0,24}{0,34} H_{t/o} + \frac{0,10}{0,15} E_{t/o} + \frac{0,40}{0,29} S_{t/o} + \frac{0,01}{0,01} M_{t/o} + \frac{0,02}{0,02} Al_{t/o} + \frac{0,08}{0,04} Cu_{t/o} + (1)$$

34. Instalaciones eléctricas y electrónicas: instalaciones de centrales telegráficas y telefónicas.

$$K_t = \frac{0,25}{0,36} H_{t/o} + \frac{0,11}{0,16} E_{t/o} + \frac{0,36}{0,26} S_{t/o} + \frac{0,13}{0,07} Cu_{t/o} + (1)$$

35. Instalaciones eléctricas y electrónicas: fabricación de equipos electrónicos.

$$K_t = \frac{0,27}{0,40} H_{t/o} + \frac{0,06}{0,09} E_{t/o} + \frac{0,37}{0,28} S_{t/o} + \frac{0,15}{0,08} Cu_{t/o} + (1)$$

36. Instalaciones eléctricas y electrónicas: fabricación de equipos eléctricos.

$$K_t = \frac{0,22}{0,34} H_{t/o} + \frac{0,06}{0,10} E_{t/o} + \frac{0,39}{0,31} S_{t/o} + \frac{0,18}{0,10} Cu_{t/o} + (1)$$

37. Instalaciones eléctricas para la iluminación artística de monumentos o conjuntos monumentales.

$$K_t = \frac{0,22}{0,31} H_{t/o} + \frac{0,05}{0,07} C_{t/o} + \frac{0,16}{0,11} S_{t/o} + \frac{0,28}{0,29} Al_{t/o} + \frac{0,14}{0,07} Cu_{t/o} + (1)$$

38. Mástiles radiantes y torres metálicas soporte de antenas.

$$K_t = \frac{0,35}{0,44} H_{t/o} + \frac{0,08}{0,11} E_{t/o} + \frac{0,05}{0,06} C_{t/o} + \frac{0,35}{0,23} S_{t/o} + \frac{0,02}{0,01} M_{t/o} + (1)$$

39. Entretienimiento y conservación de obras e instalaciones en general.

$$K_t = \frac{0,81}{0,82} H_{t/o} + \frac{0,02}{0,02} E_{t/o} + \frac{0,02}{0,01} S_{t/o} + (1)$$

40. Afirmado y pavimentación, con firme flexible, dotado de base granular. (Con pavimento de mezcla bituminosa.)

$$K_t = \frac{0,31}{0,30} H_{t/o} + \frac{0,19}{0,19} E_{t/o} + \frac{0,13}{0,14} S_{t/o} + \frac{0,22}{0,22} L_{t/o} + (1)$$

41. Afirmado y pavimentación, con firme flexible, dotado de base granular. (Con pavimento constituido por doble tratamiento superficial.)

$$K_t = \frac{0,34}{0,32} H_{t/o} + \frac{0,22}{0,23} E_{t/o} + \frac{0,13}{0,14} S_{t/o} + \frac{0,16}{0,16} L_{t/o} + (1)$$

42. Afirmado y pavimentación, con firme flexible, dotado de base bituminosa. (Sin sub-base.)

$$K_t = \frac{0,26}{0,25} H_{t/o} + \frac{0,15}{0,15} E_{t/o} + \frac{0,10}{0,11} S_{t/o} + \frac{0,34}{0,34} L_{t/o} + (1)$$

43. Afirmado y pavimentación, con firme flexible, dotado de base bituminosa. (Con suelo-cemento.)

$$K_t = \frac{0,30}{0,28} H_{t/o} + \frac{0,16}{0,16} E_{t/o} + \frac{0,10}{0,11} S_{t/o} + \frac{0,24}{0,24} L_{t/o} + \frac{0,05}{0,06} C_{t/o} + (1)$$

44. Afirmado y pavimentación, con firme flexible, dotado de base bituminosa. (Con sub-base granular.)

$$K_t = \frac{0,28}{0,27} H_{t/o} + \frac{0,18}{0,18} E_{t/o} + \frac{0,12}{0,13} S_{t/o} + \frac{0,27}{0,27} L_{t/o} + (1)$$

45. Afirmado y pavimentación, con firme flexible<sup>(2)</sup>.

$$K_t = \frac{0,30}{0,28} H_{t/o} + \frac{0,17}{0,17} E_{t/o} + \frac{0,11}{0,12} S_{t/o} + \frac{0,20}{0,20} L_{t/o} + \frac{0,07}{0,08} C_{t/o} + (1)$$

46. Pavimento bituminoso constituido por una o varias capas de mezclas asfálticas, sobre base no asfáltica.

$$K_t = \frac{0,22}{0,21} H_{t/o} + \frac{0,11}{0,11} E_{t/o} + \frac{0,10}{0,11} S_{t/o} + \frac{0,42}{0,42} L_{t/o} + (1)$$

47. Pavimento bituminoso constituido por una o varias capas de mezclas asfálticas, incluida base asfáltica.

$$K_t = \frac{0,26}{0,25} H_{t/o} + \frac{0,14}{0,14} E_{t/o} + \frac{0,10}{0,11} S_{t/o} + \frac{0,35}{0,35} L_{t/o} + (1)$$

48. Tratamientos superficiales con productos bituminosos.

$$K_t = \frac{0,19}{0,19} H_{t/o} + \frac{0,08}{0,08} E_{t/o} + \frac{0,04}{0,04} S_{t/o} + \frac{0,54}{0,54} L_{t/o} + (1)$$

1. En los contratos públicos, 0,15; en los contratos privados, 0,15 IPC<sub>t/o</sub>. 2. Dotado de base de grava-cemento.

Índices mensuales de revisión de precios\*

Años	Meses	Mano de obra	Energía	Cemento	Acero	Ligantes	Cerámica	Madera	Aluminio	Cobre	Fecha de publicación en el BOE
		H	E	C	S	L	Cr	M	Al	Cu	
2006	Enero	339,16	2.536,0	1.473,6	978,2	2.305,6	1.332,3	1.572,2	868,7	1.381,4	5-07-06
	Febrero	339,16	2.586,7	1.552,2	978,6	2.420,4	1.345,4	1.579,4	896,2	1.473,9	30-01-07
	Marzo	341,18	2.586,5	1.561,6	1.006,9	2.538,6	1.349,3	1.582,5	916,5	1.498,4	30-01-07
	Abril	345,24	2.587,8	1.563,2	1.016,0	2.608,7	1.360,4	1.586,0	895,2	1.838,3	30-01-07
	Mayo	346,42	2.657,9	1.563,9	1.030,7	2.622,9	1.365,1	1.592,4	922,4	2.246,0	30-01-07
	Junio	347,00	2.568,2	1.562,4	1.045,6	2.575,6	1.374,9	1.595,8	954,5	2.009,1	30-01-07
	Julio	345,23	2.605,3	1.563,5	1.060,0	2.582,2	1.376,8	1.600,7	886,6	2.147,1	7-03-07 <sup>(1)</sup>
	Agosto	345,82	2.631,1	1.561,2	1.083,4	2.584,3	1.377,0	1.603,1	885,7	2.121,4	7-03-07 <sup>(1)</sup>
	Septiembre	345,23	2.504,9	1.564,9	1.099,9	2.363,7	1.379,2	1.605,3	877,9	2.109,5	7-03-07 <sup>(1)</sup>
	Octubre	346,41	2.381,4	1.565,4	1.102,8	2.195,5	1.396,8	1.607,3	868,5	2.100,2	29-05-07
	Noviembre	347,00	2.370,1	1.572,0	1.091,5	2.137,8	1.411,2	1.611,9	894,3	1.927,1	29-05-07
	Diciembre	347,88	2.335,6	1.577,9	1.073,0	2.108,7	1.411,2	1.615,6	889,9	1.784,1	29-05-07
2007	Enero	345,81	2.291,5	1.634,3	1.079,6	2.035,3	1.431,3	1.638,1	884,6	1.540,4	2-08-07
	Febrero	346,11	2.280,7	1.683,9	1.082,0	2.053,8	1.465,5	1.661,3	885,6	1.533,4	2-08-07
	Marzo	348,46	2.320,5	1.692,4	1.121,9	2.209,2	1.466,7	1.666,4	888,7	1.720,8	16-01-08
	Abril	352,61	2.395,8	1.694,2	1.155,0	2.444,1	1.467,8	1.670,1	889,5	2.029,2	16-01-08
	Mayo	353,50	2.452,4	1.691,2	1.172,4	2.586,5	1.471,4	1.675,1	879,3	2.008,0	16-01-08
	Junio	354,11	2.496,1	1.698,4	1.170,5	2.691,0	1.471,5	1.680,6	891,2	1.967,4	16-01-08
	Julio	352,00	2.589,2	1.693,8	1.147,1	2.828,8	1.471,2	1.687,0	865,4	2.053,1	16-01-08
	Agosto	352,30	2.595,4	1.694,5	1.130,1	2.967,1	1.471,9	1.694,6	838,6	1.947,9	29-05-08
	Septiembre	353,20	2.595,9	1.693,5	1.120,3	3.009,3	1.472,0	1.700,3	805,9	1.943,9	29-05-08
	Octubre	357,10	2.682,5	1.684,9	1.105,2	3.200,4	1.476,4	1.706,1	794,8	1.987,9	29-05-08
	Noviembre	359,22	2.804,2	1.678,6	1.091,9	3.569,6	1.474,9	1.711,0	794,0	1.675,5	29-05-08
	Diciembre	360,44	2.824,3	1.675,5	1.071,4	3.226,1	1.474,5	1.715,3	779,1	1.596,7	29-05-08
2008	Enero	358,61	2.912,3	1.691,8	1.094,9	3.161,1	1.483,4	1.724,7	775,5	1.694,2	6-08-08
	Febrero	359,22	2.826,3	1.739,0	1.132,4	3.331,1	1.492,9	1.726,3	811,2	1.888,7	6-08-08
	Marzo	361,96	2.934,5	1.737,4	1.178,3	3.174,3	1.496,3	1.727,4	842,6	1.919,4	6-08-08
	Abril	365,35	3.020,0	1.722,1	1.233,5	3.232,1	1.503,3	1.729,8	819,8	1.947,2	13-11-08
	Mayo	367,52	3.248,3	1.730,7	1.295,5	3.525,6	1.499,4	1.732,2	824,9	1.902,9	13-11-08
	Junio	369,40	3.453,1	1.725,2	1.368,8	3.871,8	1.500,0	1.732,2	818,6	1.875,7	13-11-08
	Julio	367,83	3.726,5	1.716,0	1.446,5	4.196,8	1.498,8	1.734,1	843,0	1.884,2	18-06-09
	Agosto	367,20	3.446,5	1.720,6	1.455,4	4.318,7	1.499,9	1.737,1	817,4	1.800,5	18-06-09
	Septiembre	367,20	3.160,6	1.706,6	1.430,1	4.273,2	1.489,6	1.734,6	795,8	1.718,0	18-06-09
	Octubre	368,14	2.945,6	1.693,9	1.327,4	3.245,0	1.472,6	1.733,4	764,8	1.305,7	18-06-09
	Noviembre	366,89	2.501,6	1.710,7	1.201,0	2.120,1	1.470,9	1.732,6	729,8	1.031,0	18-06-09
	Diciembre	365,33	2.190,3	1.707,7	1.173,7	1.697,7	1.460,9	1.730,5	657,9	806,7	18-06-09
2009	Enero	361,60	2.179,8	1.712,1	1.102,9	2.018,3	1.462,9	1.735,4	628,7	859,1	29-12-09
	Febrero	361,60	2.199,0	1.705,0	1.099,3	2.205,0	1.460,5	1.736,4	609,5	915,6	29-12-09
	Marzo	362,22	2.169,8	1.685,6	1.030,5	2.237,4	1.458,8	1.735,6	605,9	1.014,7	29-12-09
	Abril	365,29	2.259,0	1.663,8	983,3	2.540,3	1.457,6	1.734,5	622,9	1.179,8	29-12-09
	Mayo	365,29	2.314,1	1.657,9	958,6	2.885,9	1.458,2	1.731,1	631,0	1.182,0	29-12-09
	Junio	366,54	2.455,3	1.659,8	954,0	3.215,2	1.455,9	1.728,8	637,1	1.263,3	29-12-09
	Julio	363,73	2.498,1	1.630,9	951,0	3.364,0	1.454,4	1.727,7	643,3	1.309,4	10-04-10
	Agosto	364,66	2.563,2	1.647,2	951,6	3.633,7	1.452,3	1.724,2	684,4	1.519,4	10-04-10
	Septiembre	364,04	2.513,9	1.635,9	946,4	3.478,4	1.457,0	1.723,0	679,8	1.498,7	10-04-10
	Octubre	366,21	2.528,3	1.629,8	954,8	3.502,3	1.441,8	1.723,9	689,7	1.487,0	15-06-10
	Noviembre	367,76	2.596,6	1.618,7	926,4	3.729,4	1.433,6	1.723,8	700,8	1.578,4	15-06-10
	Diciembre	367,76	2.575,3	1.632,1	909,9	3.684,0	1.431,4	1.724,4	739,2	1.680,8	15-06-10
2010	Enero	364,64	2.669,9	1.612,6	942,1	3.896,2	1.432,7	1.725,0	765,5	1.818,3	7-09-10
	Febrero	364,02	2.680,9	1.620,4	941,8	4.239,0	1.441,8	1.726,0	757,4	1.756,2	7-09-10
	Marzo	366,18	2.754,5	1.609,0	968,8	4.171,0	1.434,1	1.726,1	777,3	1.925,7	7-09-10
	Abril	369,61	2.862,2	1.593,4	1.048,6	4.463,8	1.432,7	1.724,3	820,5	2.036,6	14-12-10
	Mayo	370,23	2.884,8	1.590,3	1.089,3	4.466,7	1.430,8	1.725,4	787,9	1.912,1	14-12-10
	Junio	370,86	2.866,2	1.572,3	1.075,6	4.477,1	1.431,2	1.724,7	778,9	1.877,4	14-12-10
	Julio	369,60	2.864,3	1.571,6	1.051,6	4.365,4	1.433,1	1.724,9	770,4	1.850,2	26-04-11
	Agosto	370,55	2.864,2	1.570,0	1.081,4	4.397,1	1.430,0	1.729,9	788,7	1.985,0	26-04-11
	Septiembre	370,86	2.847,2	1.560,0	1.094,3	4.285,3	1.427,3	1.730,2	781,2	2.074,8	26-04-11
	Octubre	373,70	2.831,3	1.550,3	1.068,4	4.236,3	1.426,8	1.727,6	791,7	2.096,0	3-08-11
	Noviembre	375,29	2.865,4	1.572,1	1.036,9	4.366,4	1.425,7	1.727,1	807,2	2.178,6	3-08-11
	Diciembre	377,20	2.974,2	1.567,6	1.052,3	4.494,9	1.425,3	1.727,3	809,9	2.427,6	3-08-11

(\* Índices aplicables a la revisión de precios de los contratos celebrados por las Administraciones Públicas en la Península y las islas Baleares (el índice de la mano de obra, en toda España). Base: para el índice de la mano de obra, julio de 1980 = 100; para los demás índices, enero de 1964 = 100. 1. Para el índice de la energía, 29-05-07.

## Ámbito de aplicación

- La Ley se aplica a las edificaciones cuyo uso principal esté comprendido en alguno de los siguientes grupos:
  - a) Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.
  - b) Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de la ingeniería de las telecomunicaciones; del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene; y accesorio de las obras de ingeniería y su explotación.
  - c) Los usos no relacionados en los grupos anteriores.
- Tendrán la consideración de edificación:
  - Las obras de edificación de nueva construcción, salvo aquellas construcciones de escasa entidad constructiva y sencillez técnica que no tengan carácter residencial ni público y sean de una sola planta.
  - Las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación que alteren la configuración arquitectónica de los edificios.
  - Las obras que tengan el carácter de intervención total<sup>(1)</sup> en edificaciones catalogadas o que dispongan de alguna protección de tipo medioambiental o histórico.
- Se consideran comprendidas en la edificación sus instalaciones fijas, el equipamiento propio y los elementos de urbanización adscritos al edificio.

## Exigencias técnicas y administrativas

### REQUISITOS BÁSICOS DE LA EDIFICACIÓN

#### Relativos a la funcionalidad:

- Utilización, de tal forma que se facilite la adecuada realización de las funciones previstas en el edificio.
- Accesibilidad, en especial para las personas con movilidad reducida.
- Acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información.

#### Relativos a la seguridad: seguridad estructural; seguridad en caso de incendio; seguridad de utilización.

#### Relativos a la habitabilidad:

- Higiene, salud y protección del medio ambiente.
- Protección contra el ruido.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico.
- Otros aspectos funcionales que permitan un uso satisfactorio del edificio.

### RECEPCIÓN DE LA OBRA

- Podrá realizarse con o sin reservas, y abarcará toda la obra, o fases completas y terminadas de la misma cuando así lo acuerden las partes.
- En el acta de recepción se hará constar:
  - Las partes que intervienen (constructor y promotor).
  - La fecha del certificado final de la obra<sup>(2)</sup>.
  - El coste final de la ejecución material de la obra.
  - La declaración de la recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva, y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados<sup>(3)</sup>.
  - Las garantías que, en su caso, se exijan al constructor.
- El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que no está terminada o que no se adecúa a las condiciones contractuales. El rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.
- La recepción de la obra<sup>(4)</sup> tendrá lugar dentro de los 30 días siguientes a la fecha de su terminación<sup>(5)</sup>, entendiéndose como tácitamente producida si transcurrido ese plazo el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

### OTRAS EXIGENCIAS

#### Proyecto:

- El proyecto habrá de justificar técnicamente las soluciones propuestas, de acuerdo con la normativa aplicable.
- Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales, se mantendrá entre todos ellos la necesaria coordinación.

#### Documentación de la obra ejecutada:

- Finalizada la obra, el director de obra facilitará el proyecto al promotor para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.
- A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, y las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa aplicable.
- Toda esta documentación, que constituirá el Libro del Edificio, será entregada a los usuarios finales del edificio.

## Agentes de la edificación

**PROMOTOR.** Es cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación, para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

#### Obligaciones del promotor:

- Estar facultado para construir en el solar.
- Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- Gestionar y obtener las preceptivas licencias, y suscribir el acta de recepción de obra.
- Suscribir los seguros previstos en la Ley de Ordenación de la Edificación.
- Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de la obra ejecutada.

**PROYECTISTA.** Es el agente que, por encargo del promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

#### Obligaciones del proyectista:

- Estar en posesión de la siguiente titulación<sup>(6)</sup>:
  - En edificios para los usos del grupo a)<sup>(7)</sup>: arquitecto.
  - En edificios para los usos del grupo b)<sup>(7)</sup>: ingeniero, ingeniero técnico o arquitecto.
  - En edificios para los usos del grupo c)<sup>(7)</sup>: arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico.
- Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato, y entregarlo con los visados preceptivos.
- Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

**CONSTRUCTOR.** Es el agente que asume contractualmente ante el promotor el compromiso de ejecutar, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al proyecto y al contrato.

#### Obligaciones del constructor:

- Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra.
- Tener la titulación o capacitación profesional exigibles para actuar como tal.
- Designar al jefe de obra, que asumirá su representación en la obra y deberá tener la capacitación adecuada.
- Asignar a la obra los medios humanos y materiales que la importancia de la misma requiera.
- Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- Suscribir las garantías previstas en la Ley de Ordenación de la Edificación.

**DIRECTOR DE OBRA.** Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales<sup>(8)</sup>, de conformidad con el proyecto, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar la adecuación de la obra al fin propuesto.

#### Obligaciones del director de obra:

- Estar en posesión de la titulación especificada anteriormente para el proyectista.
- Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno.
- Resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra, siempre que se respete la normativa contemplada en el proyecto.
- Suscribir el acta de replanteo y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados preceptivos.
- Elaborar y suscribir la documentación de la obra ejecutada, para entregarla al promotor.
- Las relacionadas en el apartado siguiente, en el caso de que coincidan en una misma persona el director de obra y el director de la ejecución de la obra.

**DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.** Es el agente que, formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado.

(\*) Ley 38/1999, de 5-11 (BOE de 6-11), modificada por leyes 25/2009 (BOE de 23-12-09), 53/2002 (BOE de 31-12-02) y 24/2001 (BOE de 31-12-01). 1. O parcial, si afecta a los elementos o partes protegidos. 2. De su totalidad, o de una fase completa y terminada. 3. Una vez subsanados se hará constar tal circunstancia en un acta aparte. 4. Salvo pacto expreso en contrario. 5. Plazo que se contará a partir de la notificación escrita al promotor. 6. Y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. 7. Ver el apartado «Ámbito de aplicación». 8. Podrán dirigir las obras de los proyectos parciales otros técnicos, bajo su coordinación.

## Agentes de la edificación (cont.)

### Obligaciones del director de la ejecución de la obra:

- Estar en posesión de la siguiente titulación: en edificios para los usos del grupo a)<sup>(7)</sup>, así como los del grupo b)<sup>(7)</sup> en los que el director de obra fuera arquitecto: arquitecto técnico; en los demás casos: arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico.
- Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de los ensayos y pruebas precisos.
- Dirigir la ejecución material de la obra, comprobando los replanteos, los materiales y la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.
- Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.
- Suscribir el acta de replanteo y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- Colaborar en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

**ENTIDADES Y LABORATORIOS DE CONTROL DE CALIDAD.** Son entidades de control de calidad de la edificación las capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, los materiales y la ejecución, de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable, y laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica mediante ensayos o pruebas de servicio.

### Obligaciones de dichas entidades y laboratorios:

- Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al responsable técnico de la recepción y aceptación de los resultados de la asistencia.
- Justificar que tienen implantado un sistema de gestión de la calidad que define los procedimientos y métodos de ensayo o inspección a utilizar, y que cuentan con capacidad, personal, medios y equipos adecuados.

**SUMINISTRADORES DE PRODUCTOS.** Los fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción<sup>(9)</sup>.

### Obligaciones de los suministradores de productos:

- Entregar los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que establezca la normativa técnica aplicable.
- Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

**PROPIETARIOS.** Deberán conservar en buen estado la edificación, mediante un adecuado uso y mantenimiento, y recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que cuente.

**USUARIOS.** Sean o no propietarios, deberán utilizar adecuadamente los edificios, de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento contenidas en la documentación de obra ejecutada.

## Responsabilidades y garantías

### RESPONSABILIDAD CIVIL DE LOS AGENTES

- Sin perjuicio de sus responsabilidades contractuales, las personas físicas o jurídicas que intervengan en la edificación responderán frente a los propietarios y los terceros adquirentes de los edificios o parte de los mismos:
  - a) Durante 10 años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que tengan su origen o que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.
  - b) Durante 3 años, de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad<sup>(10)</sup>.
  - c) Durante un año, de los daños causados por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras.
- La responsabilidad será exigible en forma personal e individualizada, tanto por los actos u omisiones propios como por los de las personas por las que, con arreglo a la Ley de Ordenación de la Edificación, se deba responder.
- No obstante, cuando no pudiera individualizarse la causa de los daños, la responsabilidad se exigirá solidariamente. En todo caso, el promotor<sup>(11)</sup> responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes.

## Responsabilidades y garantías (cont.)

- Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un proyectista, los mismos responderán solidariamente. Los proyectistas que contraten estudios o informes con otros profesionales responderán directamente de los daños que puedan derivarse de su incorrección<sup>(12)</sup>.
- El constructor responderá directamente:
  - De los daños derivados de la impericia o negligencia del jefe de obra y demás personas que de él dependan.
  - De los daños por vicios o defectos en la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra subcontratadas con otras personas<sup>(12)</sup>.
  - De los daños causados por deficiencias de los productos de construcción adquiridos o aceptados por él<sup>(12)</sup>.
- El director de obra y el director de la ejecución de la obra que suscriban el documento final de obra serán responsables de su veracidad y exactitud.
- Quien acepte la dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo asumirá las responsabilidades derivadas de las deficiencias del proyecto<sup>(12)</sup>.
- Cuando la dirección de obra se contrate de manera conjunta con más de un técnico, los mismos responderán solidariamente.
- Las responsabilidades expuestas en este apartado no serán exigibles si se prueba que los daños fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor o acto de terceros, o por el propio perjudicado por el daño.

### PLAZOS DE PRESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES

- Las acciones para exigir la responsabilidad por daños prescribirán a los 2 años de producidos los mismos<sup>(13)</sup>.
- La acción de repetición que pudiese corresponder a cualquiera de los agentes contra los demás, o a los aseguradores contra ellos, prescribirá en el plazo de 2 años desde la firmeza de la resolución judicial que condene al responsable a indemnizar los daños<sup>(14)</sup>.

### GARANTÍAS POR DAÑOS MATERIALES

#### Régimen de garantías:

- a) Seguro de daños materiales o seguro de caución para garantizar, durante un año, el resarcimiento de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras, que podrá ser sustituido por la retención por el promotor de un 5% del importe de la ejecución de la obra.
- b) Seguro de daños materiales o seguro de caución para garantizar, durante 3 años, el resarcimiento de los daños causados por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad<sup>(10)</sup>.
- c) Seguro de daños materiales o seguro de caución para garantizar, durante 10 años, el resarcimiento de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

#### Obligatoriedad de las garantías:

- La garantía a que se refiere el punto c) del apartado anterior será exigible a los edificios cuyo destino principal sea el de vivienda.
- Mediante real decreto podrá establecerse la obligatoriedad de suscribir las garantías previstas en los puntos a) y b) del apartado anterior<sup>(15)</sup>.

#### Importe mínimo del capital asegurado<sup>(16)</sup>:

- El 5% para las garantías del punto a)<sup>(17)</sup>.
- El 30% para las garantías del punto b)<sup>(17)</sup>.
- El 100% para las garantías del punto c)<sup>(17)</sup>.

#### Estas garantías no cubrirán, salvo pacto en contrario:

- Los daños corporales u otros perjuicios económicos distintos de los daños materiales relacionados anteriormente.
- Los daños ocasionados a inmuebles contiguos o adyacentes al edificio, o a bienes muebles situados en el mismo.
- Los daños ocasionados por modificaciones u obras realizadas en el edificio después de la recepción, salvo las de subsanación de los defectos observados en la misma.
- Los daños ocasionados por mal uso o falta de mantenimiento adecuado del edificio.
- Los gastos necesarios para el mantenimiento del edificio del que ya se haya hecho la recepción.
- Los daños que tengan su origen en un incendio o explosión, salvo por vicios o defectos de las instalaciones propias del edificio.
- Los daños que fueran ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor o acto de tercero, o por el propio perjudicado.
- Los siniestros que tengan su origen en partes de la obra sobre las que haya reservas recogidas en el acta de recepción, mientras tales reservas no hayan sido subsanadas<sup>(18)</sup>.

9. Que son los que se fabrican para su incorporación permanente en una obra, incluyendo materiales, elementos semielaborados, componentes y obras o parte de las mismas, tanto terminadas como en ejecución. 10. Ver el apartado «Requisitos básicos de la edificación». 11. O las personas físicas o jurídicas que actúen como tal bajo la forma de promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios, u otras figuras análogas. 12. Sin perjuicio de la repetición a que hubiera lugar. 13. Sin perjuicio de las acciones que puedan subsistir por incumplimiento contractual. 14. O a partir de la fecha en la que se hubiera procedido a la indemnización de forma extrajudicial. 15. Y la prevista en el punto c), para edificios destinados a cualquier uso distinto del de vivienda. 16. En porcentaje del coste final de ejecución de la obra, incluidos los honorarios profesionales. 17. Ver el apartado «Régimen de garantías». 18. Y en tanto las subsanaciones no queden reflejadas en una nueva acta suscrita por los firmantes del acta de recepción.

## COLEGIOS PROFESIONALES\*

Localidad	Dirección	C.P.	Teléfono	Fax	Localidad	Dirección	C.P.	Teléfono	Fax
<b>Colegios de Arquitectos</b>									
Consejo Superior	Pº Castellana, 12. Madrid	28046	914 352 200	915 753 839	Soria	Caballeros, 23	42002	975 221 586	975 222 699
	<i>www.cscae.com</i>				Tarragona	Sant Llorenç, 20-22	43003	977 249 367	977 236 503
Albacete	Martínez Villena, 7	02001	967 211 643	967 214 890	Terrassa	Colom, 114, 1º	08222	937 313 411	937 316 134
Alicante	Pza. Gabriel Miró, 2	03001	965 218 400	965 140 455	Teruel	San Francisco, 31	44001	978 618 181	978 617 113
Almería	Martínez Campos, 29	04001	950 231 255	950 262 265	Toledo	Av. de Europa, 5, 1º	45003	925 224 242	925 214 997
Arrecife	Ruperto Glez. Negrín, 10, 3º	35500	928 800 369	928 800 798	Tortosa	Berenguer IV, 26, pral.	43500	977 441 972	977 441 404
Ávila	Brieva, 2	05001	920 352 750	920 352 771	Valencia	Hernán Cortés, 6	46004	963 516 737	963 511 320
Badajoz	Pza. de España, 4	06002	924 207 113	924 223 307	Valladolid	Santiago, 9, 5º	47001	983 344 244	983 344 577
Barcelona	Pça. Nova, 5	08002	933 015 000	933 186 029	Vic	Pça. Bisbe Oliba, 2	08500	938 892 691	938 892 816
Bilbao	Alda. Mazarredo, 71, bajo	48009	944 244 474	944 236 343	Vigo	Marqués de Valladares, 27	36201	986 439 633	986 438 770
Burgos	Av. de la Paz, 24 D	09004	947 234 800	947 211 831	Vitoria	General Álava, 22, 1º	01005	945 230 412	945 142 720
Cáceres	General Ezponda, 9	10003	927 226 000	927 214 020	Zamora	Poeta Claudio Rodríguez, 1	49014	980 535 280	980 532 344
Cádiz	Pza. de la Mina, 16	11004	956 807 052	956 223 902	Zaragoza	San Voto, 7	50003	976 203 661	976 291 474
Cartagena	Mayor, 26, 2º	30201	968 505 294	968 505 294	<b>Colegios de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos</b>				
Castellón	Enseñanza, 4	12001	964 723 535	964 229 400	Sede Nacional	Almagro, 42, 1º. Madrid	28010	913 081 988	913 081 995
Ceuta	Juan I de Portugal, 1, bajo	51001	956 514 555	956 516 783		<i>www.ciccp.es</i>			
Ciudad Real	Carlos López Bustos, 3	13003	926 212 115	926 212 285	Alicante	Av. Federico Soto, 14, 1º B	03001	965 144 392	965 144 632
Córdoba	Av. Gran Capitán, 32	14001	957 475 212	957 487 452	Badajoz	Av. Juan Carlos I, 6, 3º H	06002	924 223 740	924 221 044
Coruña, A	Federico Tapia, 64, baixo	15005	981 122 255	981 122 344	Barcelona	Dels Vergós, 16	08017	932 043 412	932 802 924
Cuenca	Bajada de San Martín, 5	16001	969 241 166	969 229 841	Bilbao	Juan de Ajuriaguerra, 35	48009	944 356 830	944 356 834
Eivissa	Pere Tur, 3. Dalt Vila	07800	971 398 003	971 398 004	Cáceres	Amberes, 11, 2º A	10005	927 629 408	927 629 407
Ferrol	Real, 14-16, baixo	15402	981 371 545	981 318 565	Castellón	Enmedio, 116, 3º	12001	964 221 066	964 221 066
Figueres	Pça. de l'Església, 6	17600	972 505 033	972 678 726	Coruña, A	Pza. de la Milagrosa, 2, bajo	15008	981 248 355	981 248 645
Girona	Pça. de la Catedral, 8	17004	972 412 727	972 214 151	Girona	Ultònia, 10, 2º, 2ª	17002	972 218 702	972 216 512
Gijón	Recoletas, 4	33201	985 355 446	985 355 551	Granada	Pza. Mariana Pineda, 1, 2º D	18009	958 221 500	958 227 709
Granada	Pza. San Agustín, 3, 2º	18001	958 806 025	958 209 175	Jaén	Pza. Coca de la Piñera, 3, 7º B	23003	953 220 189	953 220 138
Guadalajara	Teniente Figueroa, 14	19001	949 247 560	949 216 147	León	Sampiro, 22, 1º, B2	24001	987 220 800	987 271 314
Huelva	Puerto, 37	21001	959 541 185	959 246 680	Lleida	Av. Rovira Roure, 24, entl. D	25006	973 235 085	—
Huesca	Av. del Parque, 16	22002	974 222 544	974 241 633	Logroño	Gral. Vara del Rey, 44, 1º B	26002	941 243 105	941 235 099
Jaén	Almenas, 1	23001	953 234 731	953 191 121	Madrid	Almagro, 42, 2º	28010	913 081 999	913 910 617
León	Conde Luna, 6	24003	987 875 902	987 875 903	Málaga	Juan Sebastián Elcano, 125	29017	952 201 826	952 202 238
Lleida	Carrer del Canyeret, 2	25007	973 234 051	973 230 735	Murcia	Av. Gutiérrez Mellado, 3	30008	968 230 683	968 236 970
Logroño	Barriocepo, 40	26001	941 220 108	941 220 579	Ourense	Barros Sibelo, 1	32004	988 212 146	988 212 146
Lugo	Puro Cora Xornalistas, 1	27002	982 230 011	982 245 557	Oviedo	Sacramento, 17, 1º C	33008	985 212 549	985 214 491
Madrid	Barquillo, 12	28004	915 951 500	915 951 527	Palma de Mall.	Convent Sant Francesc, 10, 1º	07001	971 715 978	971 719 341
Málaga	Las Palmeras del Limonar, 31	29016	952 224 206	952 210 560	Palmas, Las	T. Quevedo Ramírez, s/n	35008	928 243 848	928 248 567
Manresa	Arq. Oms, 5. Torre Lluvià	08242	938 751 800	938 751 750	Pamplona	García Castañón, 8, 1º izda.	31002	948 210 606	948 211 620
Maó	Cos de Gràcia, 38	07702	971 362 990	971 356 051	Sta. C. Tenerife	Poeta Rodríguez Herrera, 9	38006	922 278 515	922 289 153
Melilla	Tre. Aguilar de Mera, s/n, 2º	52001	952 690 389	952 683 168	Santander	Av. Pantejos, 29, bajo	39005	942 392 100	942 392 064
Murcia	Jara Carrillo, 5	30004	968 213 268	968 220 983	Sevilla	Tramontana, 5	41012	954 643 188	954 635 708
Olot	Pça. Clarà, 12, 1r	17800	972 272 700	972 273 008	Tarragona	Rambla Nova, 104, 3º, 1ª	43001	977 236 752	977 244 680
Ourense	Sáez Díez, 7, bajo	32003	988 210 553	988 210 873	Toledo	Pza. Amador de los Ríos, 7	45001	925 251 084	925 251 192
Oviedo	Marqués de Gastañaga, 3	33009	985 232 316	985 273 946	Valencia	Luis Vives, 3	46003	963 526 961	963 510 160
Palencia	Pza. de San Francisco, 1	34001	979 706 016	979 706 136	Valladolid	Las Mieses, 76	47015	983 340 300	983 370 762
Palma de Mall.	Portella, 14	07001	971 229 311	971 718 511	Zaragoza	Pza. de los Sitios, 18, entlo.	50001	976 225 548	976 225 535
Palmas, Las	Luis Doreste Silva, 2	35004	928 248 844	928 245 246	<b>Colegios de Aparejadores, Arquitectos Técnicos e Ingenieros de Edificación</b>				
Pamplona	Av. del Ejército, 2, 7ª	31002	948 206 080	948 206 073	Consejo General	Pº Castellana, 155. Madrid	28046	915 705 588	915 712 842
Pontevedra	Riestra, 11, 1º. Villa Pilar	36001	986 859 158	986 845 126		<i>www.arquitectura-tecnica.org</i>			
Pto. del Rosario	Fernández Castañeira, 4, 1º	35600	928 852 323	928 530 264	Albacete	Av. Isabel la Católica, 19	02005	967 216 307	967 240 605
Salamanca	Av. de Mirat, 12	37005	923 250 261	923 229 330	Alicante	Catedrático Ferré Vidiella, 7	03005	965 924 840	965 124 404
San Sebastián	Av. de Francia, 11	20012	943 320 194	943 283 339	Almería	Antonio González Egea, 11	04001	950 621 200	950 240 374
Sta. C. Palma	Virgen de la Luz, 11	38700	922 420 457	922 415 219	Arrecife	José Antonio, 102, loc. 21	35500	928 815 192	928 811 649
Sta. C. Tenerife	Pza. Arq. Alberto Sartoris, 1	38001	822 010 200	922 246 131	Ávila	San Juan de la Cruz, 11	05001	920 226 000	920 226 518
Santander	San José, 11	39003	942 211 347	942 223 316	Badajoz	Pza. de España, 16	06002	924 254 811	924 247 377
Santiago	Praza da Quintana, 1, 1º	15704	981 595 898	981 594 720					
Segovia	Marqués del Arco, 5	40003	921 466 026	921 466 135					
Seu d'Urgell, la	Pg. Joan Brudieu, 20	25700	973 353 600	973 353 603					
Sevilla	Pza. del Cristo de Burgos, 35	41003	955 051 200	955 051 203					

(\*) Cuando una misma ciudad alberga las sedes de un Colegio de ámbito provincial o local y otro de ámbito regional, se dan los datos correspondientes al primero de ellos.

Localidad	Dirección	C.P.	Teléfono	Fax	Localidad	Dirección	C.P.	Teléfono	Fax
Barcelona	Bon Pastor, 5	08021	932 402 060	934 143 434	Málaga	Conde de Ureña, 22	29012	952 210 492	952 216 965
Bilbao	Alda. de Mazarredo, 47, 4º	48009	944 247 900	944 233 421	Murcia	Av. D. Juan de Borbón, 20	30007	968 200 987	968 271 474
Burgos	Pza. de los Aparejadores, s/n	09004	947 256 629	947 256 630	Oviedo	González Besada, 16, 1º A	33007	985 236 977	985 236 977
Cáceres	San Antón, 6	10003	927 241 251	927 211 303	Palma de Mall.	Rubí, 7, 3º B	07002	971 727 572	971 727 572
Cádiz	Av. Ana de Viya, 5, 3º	11009	956 272 566	956 254 756	Palmas, Las	Carlos M. Blandy, 29	35011	928 382 886	928 380 127
Castellón	Mealla, 20	12001	964 223 390	964 227 970	Pamplona	Miguel Astrain, 18, 1º H	31006	948 235 036	948 235 036
Ciudad Real	General Aguilera, 13	13001	926 221 999	926 223 820	Sta. C. Tenerife	La Marina, 35, 5º	38001	922 249 699	922 287 711
Córdoba	Av. del Brillante, 16	14006	957 496 900	957 481 730	Santander	Burgos, 11, 8º, puerta 6	39008	942 371 921	—
Coruña, A	Pza. Mqués. S. Martín, 5, bajo	15001	981 206 214	981 205 312	Santiago	Pza. Europa, 15 A, 6º B	15703	981 577 737	981 578 179
Cuenca	Pza. del Romero, 2	16004	969 213 461	969 228 921	Sevilla	Juan Seb. Elcano, 16, 6º	41011	954 284 197	—
Eivissa	Ignasi Wallis, 29, 3º	07800	971 314 312	971 315 551	Toledo	Rda. Buenavista, 33, 1º C	45005	925 254 450	925 254 398
Girona	Santa Eugenia, 19	17005	972 211 854	972 215 216	Valencia	Llosa de Ranes, 4, bajo dcha.	46021	963 392 154	963 390 388
Granada	San Matías, 19	18009	958 229 988	958 220 267	Valladolid	Morena, 21, bajo	47009	983 351 853	983 351 853
Guadalajara	Capitán Arenas, 8	19003	949 248 500	949 230 270	Zaragoza	Pº de Sagasta, 41, of. 2	50007	976 386 677	976 386 195
Huelva	Vázquez López, 19	21001	959 541 314	959 257 476					
Huesca	Rafael Gil, 5 y 7	22003	974 220 903	974 221 225					
Jaén	Pº de la Estación, 25, 5º	23008	953 220 434	953 266 408					
León	Rep. Argentina, 32, 3º	24004	987 206 198	987 207 165					
Lleida	Enric Granados, 5	25006	973 249 100	973 230 658					
Logroño	Herrerías, 39	26001	941 244 611	941 256 245					
Lugo	Ribadeo, 6 y 8, bajo	27002	982 231 011	982 244 807					
Madrid	Maestro Victoria, 3	28013	917 014 500	915 322 407					
Málaga	Pº del Limonar, 41	29016	952 225 180	952 223 356					
Maó	Av. Fort de l'Eau, 26	07701	971 363 495	971 369 641					
Murcia	Av. Alfonso X el Sabio, 2	30008	968 274 411	968 281 354					
Ourense	Av. de la Habana, 41	32003	988 372 600	988 372 666					
Oviedo	Principado, 8, entrpl.	33007	985 208 303	985 221 302					
Palencia	La Cestilla, 2, 1º	34001	979 747 659	979 706 972					
Palma de Mall.	Federico García Lorca, 10	07014	971 452 401	971 283 414					
Palmas, Las	Alde. R. de Bethencourt, 17	35004	928 243 943	928 230 751					
Pamplona	Arrieta, 11 bis, 6ª planta	31002	948 228 364	948 221 661					
Pontevedra	Enfesta de San Telmo, 23	36002	986 434 066	986 223 234					
Pro. del Rosario	Rep. Ecuador, 5	35600	928 852 472	928 531 382					
Salamanca	Prado, 5	37002	923 260 977	923 264 847					
San Sebastián	Pº del Árbol de Gernika, 21	20006	943 471 616	943 455 776					
Sta. C. Tenerife	Rambla Santa Cruz, 151	38001	922 276 550	922 244 506					
Santander	Fco. Tomás y Valiente, 17	39011	942 366 400	942 212 459					
Segovia	C/ de los Coches, 5, 1º	40002	921 426 611	921 429 667					
Sevilla	Pº de la Palmera, 28 A	41012	954 296 800	954 296 860					
Soria	Aduana Vieja, 23, 1ª ptal., 1º	42002	975 221 699	975 225 089					
Tarragona	Rbla. President Macià, 6	43005	977 212 799	977 224 152					
Teruel	Ronda Ambeles, 30, 1º	44001	978 617 187	978 617 186					
Toledo	Venancio González, 1	45001	925 224 015	925 285 173					
Tortosa	Ronda dels Docs, 6	43500	977 443 780	977 440 317					
Valencia	Colón, 42, 1º	46004	963 536 000	963 940 047					
Valladolid	Divina Pastora, 1	47004	983 361 173	983 361 175					
Vitoria	Senda J. L. G. Bilbao, 1	01008	945 222 866	945 241 857					
Zamora	Santa Teresa, 12	49013	980 523 712	980 511 356					
Zaragoza	Coso, 100, 2ª plta.	50001	976 239 501	976 223 243					

### Colegios de Ingenieros Industriales

Consejo General	Gral. Arrando, 38. Madrid	28010	915 210 070	915 315 917					
	<i>www.ingenierosindustriales.es</i>								
Albacete	Salamanca, 2, 1º B	02001	967 218 820	967 218 820					
Badajoz	Eladio S. de los Santos, 1	06011	924 222 931	924 241 506					
Barcelona	Via Laietana, 39	08003	933 192 300	933 100 681					
Bilbao	Alda. Mazarredo, 69	48009	944 237 566	944 234 461					
Burgos	Madrid, 17	09002	947 269 263	947 277 830					
Cáceres	Gómez Becerra, 20, 1º A	10001	927 225 993	927 211 594					
Coruña, A	Alameda, 30, 8º	15003	981 225 826	981 228 203					
Granada	Gran Vía, 21	18001	958 274 304	958 274 354					
León	Gran V. S. Marcos, 23, 4º	24001	987 232 016	987 235 010					
Logroño	Caballerías, 37, 1º	26001	941 251 537	941 254 096					
Madrid	Carrera de S. Jerónimo, 5, 3º	28014	915 214 041	915 310 028					
Murcia	Alfonso X el Sabio, 13	30008	968 232 376	968 201 922					
Oviedo	Asturias, 11, entlo.	33004	985 236 586	985 273 720					
Palma de Mall.	Jesús, 3 B	07003	971 208 111	971 759 180					
Palmas, Las	León y Castillo, 213	35004	828 012 888	828 012 777					
Pamplona	Emilio Arrieta, 11 bis, 5ª	31002	948 228 600	948 229 532					
San Sebastián	Zubieta, 38, bajo	20007	943 423 918	943 423 919					
S. C. de Tenerife	Pza. Ing. Ind. Arrate, 1	38001	922 244 992	922 249 349					
Santander	Hernán Cortés, 49, entlo.	39003	942 318 001	942 228 312					
Sevilla	Dr. A. Cortés Lladó, 6	41004	954 416 111	954 416 300					
Valencia	Av. de Francia, 55, bajo	46023	963 516 835	963 514 963					
Vitoria	Bizkaia, 2	01006	945 150 555	945 132 154					
Zaragoza	Coso, 31, 4º	50003	976 239 702	976 212 670					

### Otros colegios oficiales

#### Consejo General de Colegios de Peritos e Ingenieros Técnicos Industriales

Av. Pablo Iglesias, 2, 2º. 28003 Madrid  
Tel. 915 541 806. Fax 915 537 566. *www.cogiti.es*

#### Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas

Ríos Rosas, 19. 28003 Madrid  
Tel. 914 414 611. Fax 914 426 109. *www.ingenierosdeminas.org*

#### Consejo General de Colegios de Ingenieros Técnicos de Minas

D. Ramón de la Cruz, 88, of. 5-6. 28006 Madrid  
Tel. 914 025 025. Fax 914 025 063. *www.consejominas.org*

#### Colegio de Ingenieros Técnicos en Topografía

Av. Reina Victoria, 66, 2º C. 28003 Madrid  
Tel. 915 538 965. Fax 915 334 632. *www.coit-topografia.es*

#### Colegio de Ingenieros de Montes

Cristóbal Bordiú, 19-21. 28003 Madrid  
Tel. 915 346 005. Fax 915 346 104. *www.ingenierosdemontes.org*

### Colegios de Ingenieros Técnicos de Obras Públicas

Consejo General	J. Abascal, 20, 1º. Madrid	28003	914 516 920	914 516 922
	<i>www.citop.es</i>			
Alicante	París, 4, oficinas 6 y 9	03003	965 927 862	965 227 281
Barcelona	Numància, 95-99, local 5	08029	934 398 754	933 630 012
Bilbao	Alameda Recalde, 76	48012	944 166 094	944 166 094
Burgos	Hornillos, 21, bajo izda.	09001	947 202 054	947 209 132
Cáceres	Mario Roso de Luna, 25	10003	927 217 714	927 217 714
Logroño	Gran Vía, 55, entplta.	26005	941 200 088	941 286 724
Madrid	Ayala, 88, 1º	28001	915 746 100	915 738 769

## VALOR ADQUISITIVO DE LA MONEDA

Valdría en: ← En España, un euro (o una peseta) del año...

	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
1965 .....	1,211	1,133	<b>1,000</b>	0,941	0,885	0,843	0,825	0,780	0,721	0,666	0,598	0,517
1970 .....	1,552	1,452	1,282	1,206	1,134	1,080	1,057	<b>1,000</b>	0,924	0,853	0,766	0,662
1975 .....	2,741	2,563	2,263	2,130	2,002	1,908	1,867	1,766	1,632	1,507	1,353	1,170
1980 .....	6,428	6,011	5,307	4,995	4,695	4,474	4,379	4,141	3,826	3,534	3,174	2,745
1985 .....	11,445	10,710	9,451	8,895	8,361	7,966	7,797	7,376	6,815	6,294	5,655	4,890
1990 .....	15,659	14,652	12,930	12,170	11,439	10,898	10,667	10,091	9,324	8,611	7,736	6,690
1995 .....	20,141	18,853	16,633	15,654	14,715	14,017	13,721	12,982	11,994	11,078	9,954	8,609
2000 .....	22,921	21,452	18,928	17,813	16,744	15,951	15,614	14,772	13,648	12,606	11,326	9,796
2005 .....	26,979	25,250	22,279	20,968	19,709	18,776	18,379	17,388	16,065	14,838	13,332	11,530
2008 .....	29,879	27,970	24,675	23,222	21,829	20,793	20,355	19,259	17,793	16,434	14,767	12,772
2009 .....	29,793	27,889	24,604	23,155	21,766	20,733	20,296	19,203	17,742	16,387	14,726	12,737
2010 .....	30,327	28,385	25,044	23,569	22,155	21,105	20,660	19,546	18,059	16,680	14,987	12,961

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
1965 .....	0,442	0,376	0,302	0,252	0,218	0,188	0,164	0,144	0,128	0,115	0,106	0,097
1970 .....	0,566	0,481	0,386	0,323	0,279	0,241	0,211	0,184	0,164	0,148	0,136	0,125
1975 .....	<b>1,000</b>	0,850	0,683	0,570	0,493	0,426	0,372	0,325	0,290	0,261	0,239	0,220
1980 .....	2,345	1,996	1,605	1,337	1,156	<b>1,000</b>	0,873	0,763	0,680	0,611	0,561	0,516
1985 .....	4,178	3,556	2,860	2,382	2,060	1,782	1,555	1,359	1,211	1,088	<b>1,000</b>	0,919
1990 .....	5,716	4,865	3,913	3,259	2,818	2,437	2,128	1,859	1,657	1,489	1,368	1,258
1995 .....	7,354	6,260	5,037	4,194	3,625	3,136	2,737	2,392	2,132	1,915	1,760	1,618
2000 .....	8,368	7,123	5,730	4,772	4,125	3,568	3,115	2,722	2,426	2,180	2,003	1,841
2005 .....	9,850	8,384	6,744	5,617	4,855	4,201	3,660	3,204	2,856	2,565	2,357	2,166
2008 .....	10,910	9,287	7,472	6,221	5,378	4,652	4,061	3,549	3,163	2,841	2,611	2,400
2009 .....	10,879	9,261	7,451	6,204	5,363	4,639	4,049	3,539	3,153	2,833	2,603	2,393
2010 .....	11,073	9,425	7,582	6,314	5,458	4,721	4,121	3,602	3,210	2,884	2,650	2,436

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1965 .....	0,092	0,088	0,083	0,077	0,073	0,069	0,066	0,063	0,060	0,058	0,057	0,056
1970 .....	0,118	0,113	0,106	0,099	0,094	0,088	0,084	0,081	0,077	0,074	0,073	0,072
1975 .....	0,209	0,200	0,187	0,175	0,165	0,156	0,149	0,142	0,136	0,131	0,129	0,127
1980 .....	0,491	0,468	0,438	0,410	0,388	0,366	0,350	0,334	0,319	0,308	0,302	0,297
1985 .....	0,873	0,833	0,780	0,731	0,690	0,651	0,623	0,595	0,568	0,549	0,538	0,528
1990 .....	1,195	1,140	1,067	<b>1,000</b>	0,944	0,891	0,852	0,814	0,777	0,751	0,736	0,723
1995 .....	1,537	1,466	1,373	1,286	1,214	1,146	1,096	1,047	<b>1,000</b>	0,966	0,947	0,930
2000 .....	1,749	1,668	1,562	1,464	1,382	1,304	1,247	1,191	1,138	1,099	1,078	1,058
2005 .....	2,059	1,964	1,839	1,723	1,626	1,535	1,468	1,402	1,340	1,294	1,268	1,246
2008 .....	2,280	2,175	2,037	1,908	1,801	1,701	1,626	1,553	1,483	1,432	1,405	1,379
2009 .....	2,273	2,169	2,031	1,903	1,796	1,696	1,622	1,548	1,479	1,428	1,401	1,376
2010 .....	2,314	2,207	2,067	1,937	1,828	1,726	1,651	1,576	1,506	1,454	1,426	1,400

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1965 .....	0,055	0,053	0,051	0,049	0,048	0,046	0,045	0,043	0,042	0,041	0,041	0,040
1970 .....	0,070	0,068	0,065	0,063	0,061	0,059	0,058	0,056	0,054	0,052	0,052	0,051
1975 .....	0,124	0,120	0,115	0,112	0,108	0,105	0,102	0,098	0,095	0,092	0,092	0,090
1980 .....	0,290	0,280	0,271	0,262	0,254	0,246	0,238	0,230	0,224	0,215	0,216	0,212
1985 .....	0,517	0,499	0,482	0,466	0,452	0,439	0,424	0,410	0,399	0,383	0,384	0,377
1990 .....	0,707	0,683	0,660	0,637	0,618	0,600	0,580	0,561	0,545	0,524	0,525	0,516
1995 .....	0,909	0,879	0,848	0,819	0,795	0,772	0,747	0,721	0,702	0,674	0,676	0,664
2000 .....	1,034	<b>1,000</b>	0,965	0,932	0,905	0,878	0,850	0,821	0,799	0,767	0,769	0,756
2005 .....	1,218	1,177	1,136	1,098	1,065	1,034	<b>1,000</b>	0,966	0,940	0,903	0,905	0,890
2008 .....	1,348	1,304	1,258	1,215	1,180	1,145	1,107	1,070	1,041	<b>1,000</b>	1,003	0,985
2009 .....	1,344	1,300	1,255	1,212	1,176	1,142	1,104	1,067	1,038	0,997	<b>1,000</b>	0,982
2010 .....	1,369	1,323	1,277	1,234	1,197	1,162	1,124	1,086	1,056	1,015	1,018	<b>1,000</b>

Nota: esta tabla ofrece los coeficientes de actualización de la moneda española en función de su valor adquisitivo en el mercado español durante el período 1963-2010. Si los cálculos se realizan en euros se obtendrá como resultado euros, mientras que, si se realizan en pesetas, se obtendrá pesetas. Si luego se desea convertir las pesetas en euros, el resultado se deberá dividir por 166,386, o multiplicar por la misma cifra (166,386) si se quiere convertir los euros en pesetas.

Ejemplos: para convertir una cantidad de pesetas de 1963 en euros de 2010, multiplicarla por 30,327 (en la tabla, el coeficiente que figura en la intersección de la columna de 1963 y la fila de 2010), y luego dividir el resultado por 166,386. Para convertir una cantidad de euros de 2010 en pesetas de 1963, dividirla por el mismo coeficiente (30,327), y luego multiplicar el resultado por 166,386.

Fuente: datos obtenidos según el índice de precios de consumo (IPC) de cada año, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística (INE).

Más información: los datos de esta página se refieren al IPC medio anual de cada año, así como al conjunto del territorio del Estado y de los grupos de artículos que integran la «cesta de la compra». Si desea obtener el coeficiente de actualización monetaria entre dos meses determinados, o para una provincia o comunidad autónoma, o para un grupo de la «cesta de la compra», o bien calcular el valor de una cantidad en euros de 2011 o 2012, acceda a la página «¿Cuánto ha variado el IPC desde...?» del INE, en [www.ine.es/varipclindex.do](http://www.ine.es/varipclindex.do).

Salidas y puestas del sol en Madrid en 2012\*\*

Día	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
1	8:38/17:59	8:25/18:33	7:48/19:07	7:58/20:40	7:14/21:11	6:47/21:39	6:48/21:49	7:12/21:29	7:42/20:46	8:11/19:57	7:45/18:12	8:19/17:49
2	8:38/18:00	8:24/18:34	7:46/19:08	7:56/20:41	7:12/21:12	6:46/21:40	6:49/21:49	7:13/21:28	7:43/20:45	8:12/19:55	7:46/18:10	8:20/17:49
3	8:38/18:01	8:23/18:35	7:45/19:09	7:55/20:42	7:11/21:13	6:46/21:41	6:49/21:49	7:14/21:27	7:44/20:43	8:13/19:53	7:47/18:09	8:21/17:49
4	8:38/18:01	8:22/18:36	7:43/19:10	7:53/20:43	7:10/21:14	6:45/21:41	6:50/21:48	7:15/21:26	7:45/20:42	8:14/19:52	7:48/18:08	8:22/17:49
5	8:38/18:02	8:21/18:37	7:42/19:11	7:52/20:44	7:09/21:15	6:45/21:42	6:51/21:48	7:16/21:25	7:46/20:40	8:15/19:50	7:49/18:07	8:23/17:49
6	8:38/18:03	8:20/18:39	7:40/19:12	7:50/20:45	7:08/21:16	6:45/21:43	6:51/21:48	7:17/21:24	7:47/20:38	8:16/19:49	7:51/18:06	8:23/17:48
7	8:38/18:04	8:19/18:40	7:39/19:14	7:48/20:46	7:06/21:17	6:45/21:43	6:52/21:48	7:18/21:22	7:48/20:37	8:17/19:47	7:52/18:05	8:24/17:48
8	8:38/18:05	8:17/18:41	7:37/19:15	7:47/20:47	7:05/21:18	6:44/21:44	6:52/21:47	7:19/21:21	7:49/20:35	8:18/19:45	7:53/18:04	8:25/17:48
9	8:38/18:06	8:16/18:42	7:35/19:16	7:45/20:48	7:04/21:19	6:44/21:44	6:53/21:47	7:20/21:20	7:50/20:33	8:20/19:44	7:54/18:03	8:26/17:49
10	8:37/18:07	8:15/18:43	7:34/19:17	7:44/20:49	7:03/21:20	6:44/21:45	6:54/21:46	7:21/21:19	7:51/20:32	8:21/19:42	7:55/18:02	8:27/17:49
11	8:37/18:08	8:14/18:45	7:32/19:18	7:42/20:50	7:02/21:21	6:44/21:45	6:55/21:46	7:22/21:17	7:52/20:30	8:22/19:41	7:56/18:01	8:28/17:49
12	8:37/18:09	8:13/18:46	7:31/19:19	7:41/20:51	7:01/21:22	6:44/21:46	6:55/21:45	7:23/21:16	7:53/20:28	8:23/19:39	7:58/18:00	8:29/17:49
13	8:37/18:10	8:12/18:47	7:29/20:20	7:39/20:52	7:00/21:23	6:44/21:46	6:56/21:45	7:24/21:15	7:54/20:27	8:24/19:38	7:59/17:59	8:29/17:49
14	8:36/18:11	8:10/18:48	7:27/19:21	7:37/20:53	6:59/21:24	6:44/21:47	6:57/21:44	7:25/21:13	7:55/20:25	8:25/19:36	8:00/17:58	8:30/17:49
15	8:36/18:12	8:09/18:50	7:26/19:22	7:36/20:54	6:58/21:25	6:44/21:47	6:58/21:44	7:26/21:12	7:56/20:23	8:26/19:35	8:01/17:58	8:31/17:50
16	8:36/18:14	8:08/18:51	7:24/19:23	7:34/20:55	6:57/21:26	6:44/21:47	6:58/21:43	7:27/21:11	7:57/20:22	8:27/19:33	8:02/17:57	8:31/17:50
17	8:35/18:15	8:06/18:52	7:23/19:24	7:33/20:56	6:56/21:27	6:44/21:48	6:59/21:43	7:28/21:09	7:58/20:20	8:28/19:32	8:03/17:56	8:32/17:50
18	8:35/18:16	8:05/18:53	7:21/19:25	7:31/20:57	6:56/21:28	6:44/21:48	7:00/21:42	7:29/21:08	7:59/20:18	8:29/19:30	8:05/17:55	8:33/17:51
19	8:34/18:17	8:04/18:54	7:19/19:26	7:30/20:58	6:55/21:29	6:44/21:48	7:01/21:41	7:30/21:06	8:00/20:17	8:30/19:29	8:06/17:55	8:33/17:51
20	8:34/18:18	8:02/18:55	7:18/19:27	7:29/21:00	6:54/21:29	6:45/21:49	7:02/21:40	7:31/21:05	8:01/20:15	8:31/19:27	8:07/17:54	8:34/17:52
21	8:33/18:19	8:01/18:57	7:16/19:28	7:27/21:01	6:53/21:30	6:45/21:49	7:02/21:40	7:32/21:03	8:02/20:13	8:32/19:26	8:08/17:53	8:34/17:52
22	8:32/18:20	8:00/18:58	7:14/19:30	7:26/21:02	6:52/21:31	6:45/21:49	7:03/21:39	7:33/21:02	8:03/20:12	8:33/19:25	8:09/17:53	8:35/17:53
23	8:32/18:22	7:58/18:59	7:13/19:31	7:24/21:03	6:52/21:32	6:45/21:49	7:04/21:38	7:34/21:00	8:03/20:10	8:35/19:23	8:10/17:52	8:35/17:53
24	8:31/18:23	7:57/19:00	7:11/19:32	7:23/21:04	6:51/21:33	6:46/21:49	7:05/21:37	7:35/20:59	8:04/20:08	8:36/19:22	8:11/17:52	8:36/17:54
25	8:30/18:24	7:55/19:01	8:09/20:33	7:22/21:05	6:50/21:34	6:46/21:49	7:06/21:36	7:36/20:57	8:05/20:07	8:37/19:20	8:12/17:51	8:36/17:54
26	8:30/18:25	7:54/19:02	8:08/20:34	7:21/21:06	6:50/21:35	6:46/21:49	7:07/21:35	7:37/20:56	8:06/20:05	8:38/19:19	8:13/17:51	8:36/17:55
27	8:29/18:26	7:52/19:04	8:06/20:35	7:19/21:07	6:49/21:35	6:47/21:49	7:08/21:34	7:37/20:54	8:07/20:03	8:39/19:18	8:15/17:50	8:37/17:56
28	8:28/18:28	7:51/19:05	8:05/20:36	7:17/21:08	6:49/21:36	6:47/21:49	7:09/21:34	7:38/20:53	8:08/20:02	7:40/18:17	8:16/17:50	8:37/17:56
29	8:27/18:29	7:49/19:06	8:03/20:37	7:16/21:09	6:48/21:37	6:47/21:49	7:10/21:33	7:39/20:51	8:09/20:00	7:41/18:15	8:17/17:50	8:37/17:57
30	8:26/18:30		8:01/20:38	7:15/21:10	6:47/21:38	6:48/21:49	7:11/21:31	7:40/20:50	8:10/19:58	7:42/18:14	8:18/17:49	8:37/17:58
31	8:26/18:31		8:00/20:39		6:47/21:39		7:11/21:30	7:41/20:48		7:44/18:13		8:38/17:59

Otros fenómenos en 2012

Día	Fase lunar	Hora	Día	Fase lunar	Hora
1-01	Creciente	07:14	3-07	Llena	20:52
9-01	Llena	08:30	11-07	Menguante	03:48
16-01	Menguante	10:08	19-07	Nueva	06:24
23-01	Nueva	08:39	26-07	Creciente	10:56
31-01	Creciente	05:09	2-08	Llena	05:27
7-02	Llena	22:53	9-08	Menguante	20:55
14-02	Menguante	18:04	17-08	Nueva	17:54
21-02	Nueva	23:35	24-08	Creciente	15:53
1-03	Creciente	02:21	31-08	Llena	15:58
8-03	Llena	10:39	8-09	Menguante	15:15
15-03	Menguante	02:25	16-09	Nueva	04:10
22-03	Nueva	15:37	22-09	Creciente	21:41
30-03	Creciente	21:40	30-09	Llena	05:18
6-04	Llena	21:19	8-10	Menguante	09:33
13-04	Menguante	12:49	15-10	Nueva	14:02
21-04	Nueva	09:18	22-10	Creciente	05:32
29-04	Creciente	11:57	29-10	Llena	20:49
6-05	Llena	05:35	7-11	Menguante	01:36
12-05	Menguante	23:46	13-11	Nueva	23:08
21-05	Nueva	01:47	20-11	Creciente	15:31
28-05	Creciente	22:16	28-11	Llena	15:46
4-06	Llena	13:11	6-12	Menguante	16:31
11-06	Menguante	12:41	13-12	Nueva	09:41
19-06	Nueva	17:02	20-12	Creciente	06:19
27-06	Creciente	05:30	28-12	Llena	11:21

Comienzo de las estaciones:  
Primavera: 20-03, 6:14 h  
Verano: 21-06, 1:08 h  
Otoño: 22-09, 16:49 h  
Invierno: 21-12, 12:11 h

Eclipses visibles en España:  
No hay en 2012

Otros datos (en Madrid):  
Día más largo: 21-06  
Día más corto: 21-12  
Día en que el sol sale:  
- Más tarde: 5-01  
- Más temprano: 14-06  
Día en que el sol se pone:  
- Más tarde: 27-06  
- Más temprano: 7-12

Calendario perpetuo

Tabla A. AÑOS			Tabla B. MESES																
1901-2000			2001-2100			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
25	53	81	09	37	65	93	4	0	0	3	5	1	3	6	2	4	0	2	
26	54	82	10	38	66	94	5	1	1	4	6	2	4	0	3	5	1	3	
27	55	83	11	39	67	95	6	2	2	5	0	3	5	1	4	6	2	4	
28	56	84	12	40	68	96	0	3	4	0	2	5	0	3	6	1	4	6	
01	29	57	85	13	41	69	97	2	5	1	3	6	1	4	0	2	5	0	
02	30	58	86	14	42	70	98	3	6	6	2	4	0	2	5	1	3	6	1
03	31	59	87	15	43	71	99	4	0	0	3	5	1	3	6	2	4	0	2
04	32	60	88	16	44	72		5	1	2	5	0	3	5	1	4	6	2	4
05	33	61	89	17	45	73		0	3	3	6	1	4	6	2	5	0	3	5
06	34	62	90	18	46	74		1	4	4	0	2	5	0	3	6	1	4	6
07	35	63	91	19	47	75		2	5	5	1	3	6	1	4	0	2	5	0
08	36	64	92	20	48	76		3	6	0	3	5	1	3	6	2	4	0	2
09	37	65	93	21	49	77	00	5	1	1	4	6	2	4	0	3	5	1	3
10	38	66	94	22	50	78		6	2	2	5	0	3	5	1	4	6	2	4
11	39	67	95	23	51	79		0	3	3	6	1	4	6	2	5	0	3	5
12	40	68	96	24	52	80		1	4	5	1	3	6	1	4	0	2	5	0
13	41	69	97	25	53	81		3	6	6	2	4	0	2	5	1	3	6	1
14	42	70	98	26	54	82		4	0	0	3	5	1	3	6	2	4	0	2
15	43	71	99	27	55	83		5	1	1	4	6	2	4	0	3	5	1	3
16	44	72	00	28	56	84		6	2	3	6	1	4	6	2	5	0	3	5
17	45	73		01	29	57	85	1	4	4	0	2	5	0	3	6	1	4	6
18	46	74		02	30	58	86	2	5	5	1	3	6	1	4	0	2	5	0
19	47	75		03	31	59	87	3	6	6	2	4	0	2	5	1	3	6	1
20	48	76		04	32	60	88	4	0	1	4	6	2	4	0	3	5	1	3
21	49	77		05	33	61	89	5	1	2	5	0	3	5	1	4	6	2	4
22	50	78		06	34	62	90	0	3	3	6	1	4	6	2	5	0	3	5
23	51	79		07	35	63	91	1	4	4	0	2	5	0	3	6	1	4	6
24	52	80		08	36	64	92	2	5	6	2	4	0	2	5	1	3	6	1

Tabla C. DÍAS

Domingo	1	8	15	22	29	36
Lunes	2	9	16	23	30	37
Martes	3	10	17	24	31	
Miércoles	4	11	18	25	32	
Jueves	5	12	19	26	33	
Viernes	6	13	20	27	34	
Sábado	7	14	21	28	35	

E