



**Juan Roldán Ruiz**

# Solicitaciones en estructuras de edificación

Manual docente

Escuela de Arquitectura e Ingeniería de Edificación UCAM

Cátedra de Estructuras Arquitectónicas

# Solicitaciones en estructuras de edificación

## Solicitaciones en estructuras de edificación

## Solicitaciones en estructuras de edificación

**Juan Roldán Ruiz**

# Solicitaciones en estructuras de edificación

Manual docente

Escuela de Arquitectura e Ingeniería de Edificación UCAM

Cátedra de Estructuras Arquitectónicas

# Solicitaciones en estructuras de edificación

## **Solicitaciones en estructuras de edificación**

© Textos y figuras: Juan Roldán Ruiz

© Esta edición: Fundación Universitaria San Antonio

Créditos foto de portada: Pabellón Mies en Barcelona. Foto del autor

1ª ed.: Murcia 2010

I.S.B.N. :

D.L.:

Impreso en España. Todos los derechos reservados.

Prohibida la reproducción total o parcial sin permiso expreso y por escrito de los titulares del Copyright.

Realización:

# Solicitaciones en estructuras de edificación

A mis alumnos

## Solicitaciones en estructuras de edificación

# Solicitaciones en estructuras de edificación

## Temario general

- Tema 1.- Aspectos generales (DB-SE)
- Tema 2.- Acciones (DB-SE-AE y NCSE)
- Tema 3.- Esfuerzos (N, M, T y  $M_t$ )
- Tema 4.- Análisis general de solicitaciones
- Tema 5.- Métodos iterativos: Cross
- Tema 6.- Métodos aproximados

## Solicitaciones en estructuras de edificación

## Tema 1.- Aspectos generales de la seguridad estructural

### Parte 1ª.- LOE y CTE

1.- La Ley de Ordenación de la Edificación	28
1.1.- LOE. Agentes	28
1.2.- Responsabilidades y garantías	30
1.3.- Exigencias	32
2.- Código Técnico de la Edificación. Dbs	34
3.- Ámbito de aplicación CTE	36
4.- Contenido CTE	38
5.- Registro general CTE	40
6.- Mercado CE	42
7.- Cumplimiento CTE	44
8.- El proyecto	46
8.1.- Control de proyecto	46
8.2.- Proyecto básico	48
8.3.- Proyecto de ejecución	50
9.- Ejecución. Control del proceso	52
10.- Final de obra	54
10.1.- Documentación final de obra	54
10.2.- Documentación seguimiento	56
10.3.- Documentación del control	58
10.4.- Documentación adjunta	60
11.- Terminología CTE	62
12.- Exigencias básicas Seguridad Estructural	64

### Parte 2ª.- Seguridad Estructural. DBs

1.- Generalidades. SE	70
2.- Documentación específica en SE	72
3.- Análisis estructural	74
4.- Capacidad portante. Coeficientes de seguridad	76
4.1.- Coeficientes para vivienda	78
4.2.- Coeficientes para uso comercial	80
4.3.- Coeficientes para uso garaje	82
4.4.- Coeficientes cubierta transitable	84
4.5.- Coeficientes globales	86
5.- Aptitud al servicio.	88
5.1.- Coeficientes para vivienda	88
5.2.- Flechas	90
5.3.- Desplomes	92
5.4.- Asientos	94
5.5.- Fisuración y vibraciones	96
6.- Evaluación de estructuras edificios existentes	98
6.1.- Procedimientos de peritación	100
6.2.- Método determinista	100
6.3.- Método semiprobabilista	102
6.4.- Método probabilista	104
6.5.- Método Indicadores Empíricos	106
6.6.- Esquema evaluación por fases	108

## Tema 2.- Acciones en edificación (DB-SE-AE)

### Parte 1ª.- Acciones permanentes y variables

1.- Generalidades	116
1.1.- Clasificación	116
1.2.- Unidades Sistema Internación	118
1.3.- Conversión MKS / SI	120
<u>2.- Acciones permanentes. Clasificación</u>	122
3.- El peso propio	122
3.1.- Pesos específicos	124
3.2.- Pesos de elementos	126
4.- Acciones del terreno	128
4.1.- Tipos de empujes	128
4.2.- Empuje activo	130
4.3.- Empuje al reposo	132
4.4.- Empuje pasivo	134
4.5.- Tabla de empujes	136
<u>5.- Acciones variables. Clasificación</u>	138
6.- Sobrecargas de uso	140
6.1.- Valores característicos	140
6.2.- Reducción de SU según DB	142
6.3.- SU áreas de influencia (MAI)	144
7.- Acciones sobre barandillas, petos y divisiones	146
8.- Viento	148
9.- Acciones térmicas	150
10.- Nieve	152

### Parte 2ª.- Acciones accidentales y aplicaciones

<u>1.- Acciones accidentales</u>	158
2.- Acción sísmica (NCSE)	160
2.1.- Régimen de aplicación	160
2.2.- Mapas de peligrosidad sísmica	162
2.3.- Aceleración sísmica de cálculo	164
2.4.- Procedimientos de cálculo	166
2.5.- Método de cálculo simplificado	168
2.6.- Fuerzas estáticas equivalentes	170
2.7.- Influencia periodo, terreno y duc	172
2.8.- Periodo fund. y del modo vibrac	174
2.9.- Tabla del coeficiente sísmico	176
2.10.- Recomendaciones frente sismo	178
3.- Acciones por incendio	180
4.- Acciones por impacto	182
5.- Otras acciones accidentales	184
<u>6.- Tablas de acciones aplicadas</u>	186
6.1.- Acciones permanentes usuales	186
6.2.- Acciones (Unidir. 30 cm)	188
6.3.- Acciones (Retic. 30 cm)	190
6.4.- Acciones (Retic. 35 cm)	192
6.5.- Tablas acciones viento y sismo	194

### Tema 3.- Esfuerzos: axil, flector, cortante y torsor (N, M, T y $M_t$ )

#### Parte 1ª.- Esfuerzos y círculo de Mohr

1.- Elasticidad	202
1.1.- Ley de Hooke	202
1.2.- Ley de Hooke generalizada	204
1.3.- Ejemplo de generalización	206
2.- Resistencia de materiales: fundamentos	208
3.- Esfuerzos simples: N, M, T y $M_t$	210
4.- Esfuerzo axil N	212
4.1.- Obtención y signos	212
4.2.- Distribución de tensiones	214
5.- Momento flector M	216
5.1.- Obtención y signos	216
5.2.- Distribución de tensiones	218
6.- Esfuerzo cortante T	220
7.- Momento torsor $M_t$	224
8.- Resumen de esfuerzos	228
9.- Círculo de Mohr	230
9.1.- Utilidad	230
9.2.- Fundamentos	232
9.3.- Construcción directa	234
9.4.- Construcción inversa	236
10.- Gráficas de esfuerzos	238
10.1.- Ejemplo: reacciones	238
10.2.- Ejemplo: representación	240

#### Parte 2ª.- Vigas sometidas a flexión

1.- Vigas a flexión: $M(x)$ y criterio de signos	244
2.- Ecuación diferencial de la línea elástica	246
2.1.- Planteamiento	246
2.2.- Obtención	248
3.- Mohr (finales S. XIX)	250
3.1.- Primer teorema de Mohr	250
3.2.- Segundo teorema de Mohr	252
4.- Vigas isostáticas habituales	254
5.- Estudio analítico de la viga biapoyada con $q(x)$	256
5.1.- Planteamiento	256
5.2.- Reacciones	258
5.3.- Gráfica de cortantes $T(x)$	260
5.4.- Gráfica de flectores $M(x)$	262
5.5.- Deformada $\mu(x)$	264
5.6.- Giros y flechas	266
5.7.- Pirámide diferencial	268
6.- Vigas hiperestáticas habituales	270
7.- Estudio analítico: viga biempotrada con $q(x)$	272
8.- Tablas resumen	282
8.1.- Valores de vigas isostáticas	282
8.2.- Valores de vigas hiperestáticas	284

Solicitaciones estructuras de edificación

Índice pormenorizado

## Tema 4.- Análisis general de solicitaciones

1.- Análisis de solicitaciones: métodos	292
2.- Vigas representativas	294
2.1.- Vigas isostáticas	294
2.2.- Vigas representativas hiperestáticas	296
2.3.- Vigas y desplazamiento	298
3.- Factores elásticos	300
4.- Rigidez al giro	302
5.- Rigidez al desplazamiento	304
6.- Coeficiente de transmisión	306
7.- Método general	308
8.- Planteamiento y solución general	310
9.- Solicitaciones finales	312
10.- Ejemplo de cálculo general	314

**Tema 5.- Métodos de cálculo iterativos: Cross**

1.- Cross intraslacional	322
2.- Análisis del proceso	324
3.- Procedimiento y tabla de Cross	326
4.- Enlaces en extremos y signos	328
5.- Cross traslacional	330
6.- Planteamiento y desplazamiento real	332
7.- Cross con varias plantas	334
8.- Procedimiento del Cross traslacional	336
9.- Graficas finales	338
10.- Ejemplo de cálculo intraslacional	340
11.- Ejemplo de cálculo tralacional	346

Solicitaciones estructuras de edificación

→ Índice pormenorizado

## Tema 6.- Métodos de cálculo aproximados

1.- Métodos aproximados: introducción	358
2.- Acciones verticales: ACI-318-95	360
3.- Acciones verticales: EH-91	362
4.- Acciones verticales: Jiménez Montoya	364
5.- Acciones horizontales: método del pórtico	366
6.- Acciones horizontales: método del voladizo	368
7.- Acciones horizontales: BAEL 83	370
8.- Corrección Bull y Sved	372
9.- Ejemplo de cálculo EH-91	374
10.- Ejemplo de cálculo Jiménez Montoya	376
11.- Ejemplo de cálculo método del pórtico	382
12.- Ejemplo de aplicación Bull y Sved	384

Créditos de figuras, tablas y fotografías	395
Bibliografía básica	397



## Solicitaciones en estructuras de edificación



## Solicitaciones en estructuras de edificación

## Solicitaciones en estructuras de edificación

### Introducción

El análisis completo de estructuras de edificación se suele llevar a cabo una vez evaluadas las acciones que actúan sobre ellas, descartando las irrelevantes y dando preferencia a las que son determinantes para el efecto que provocan. Establecidas las acciones, se suele pasar a la obtención de las solicitaciones que en las distintas partes de la estructura se presentan.

Lo anterior representa una obviedad que enmascara cierto olvido en la primera de las exigencias, es decir, se suele prestar poca dedicación al establecimiento de las acciones por partir generalmente de ellas para obtener las solicitaciones. Igualmente la obtención de solicitaciones no es independiente de la idealización que de la estructura se realiza sobre todo en el comportamiento de los enlaces, en las rigideces de sus barras, y en las consideraciones sobre desplazamientos y giros de sus partes.

Trata esta publicación de generar mecanismos de obtención de las solicitaciones más importantes que actúan en edificaciones habituales así como desmenuzar las bases de partida, esto es, las acciones y la idealización de enlaces, barras y otras zonas.

Juan Roldán

## Solicitaciones en estructuras de edificación

Escuela de Arquitectura e Ingeniería de Edificación UCAM

**Tema 1** Aspectos generales de la seguridad estructural



## Solicitaciones en estructuras de edificación



## Solicitaciones en estructuras de edificación

### Índice general

#### **Tema 1.- Aspectos generales (DB-SE)**

Tema 2.- Acciones (DB-SE-AE y NCSE)

Tema 3.- Esfuerzos (N, M, T y  $M_t$ )

Tema 4.- Análisis general de solicitaciones

Tema 5.- Métodos iterativos: Cross

Tema 6.- Métodos aproximados

<b>TEMA 1</b>										<b>ASPECTOS GENERALES DE LA SE</b>										<b>DB-SE</b>	

**Tema 1**  
**Aspectos generales de la seguridad estructural**

**Parte 1ª**

- 1.- La Ley de Ordenación de la Edificación
  - 2.- El Código Técnico de la Edificación
  - 3.- Ámbito de aplicación del CTE
  - 4.- Contenido del CTE
  - 5.- Registro General CTE
  - 6.- Mercado CE
  - 7.- Cumplimiento del CTE
  - 8.- El proyecto en el CTE
  - 9.- La ejecución y su control
  - 10.- Documentación del seguimiento de obra
  - 11.- Terminología CTE
  - 12.- Exigencias básicas de SE
- 
- 1.- Generalidades SE
  - 2.- Documentación específica SE
  - 3.- Análisis estructural
  - 4.- Verificación de la capacidad portante. Fase de proyecto
  - 5.- Verificaciones de la aptitud de servicio. Fase proyecto
  - 6.- Evaluación estructural de edificios existentes

**LOE y CTE**

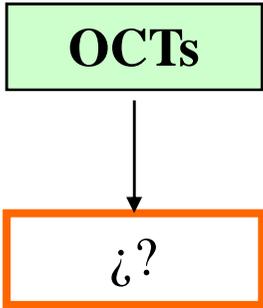


<b>TEMA 1</b>										<b>ASPECTOS GENERALES DE LA SE</b>										<b>DB-SE</b>	

**1.1 LOE : Ley 38/1999 de 5 de noviembre (BOE 266/99 de 6 de nov)**

**Agentes: Arts. 9 a 16**

- 1.- El promotor
- 2.- El constructor
- 3.- **El proyectista**
- 4.- **El director de obra**
- 5.- **El director de la ejecución**
- 6.- Las entidades y los laboratorios de control
- 7.- Los suministradores
- 8.- Los propietarios y los usuarios

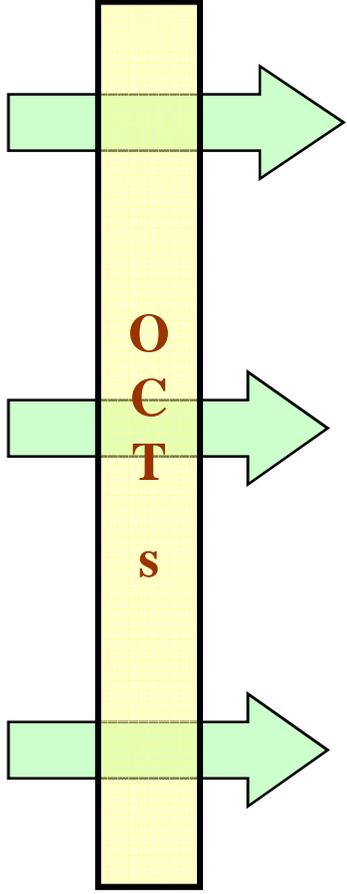




**1.2**      **LOE : Ley 38/1999 de 5 de noviembre (BOE 266/99 de 6 de nov)**

**Responsab: Art. 17 y 18**

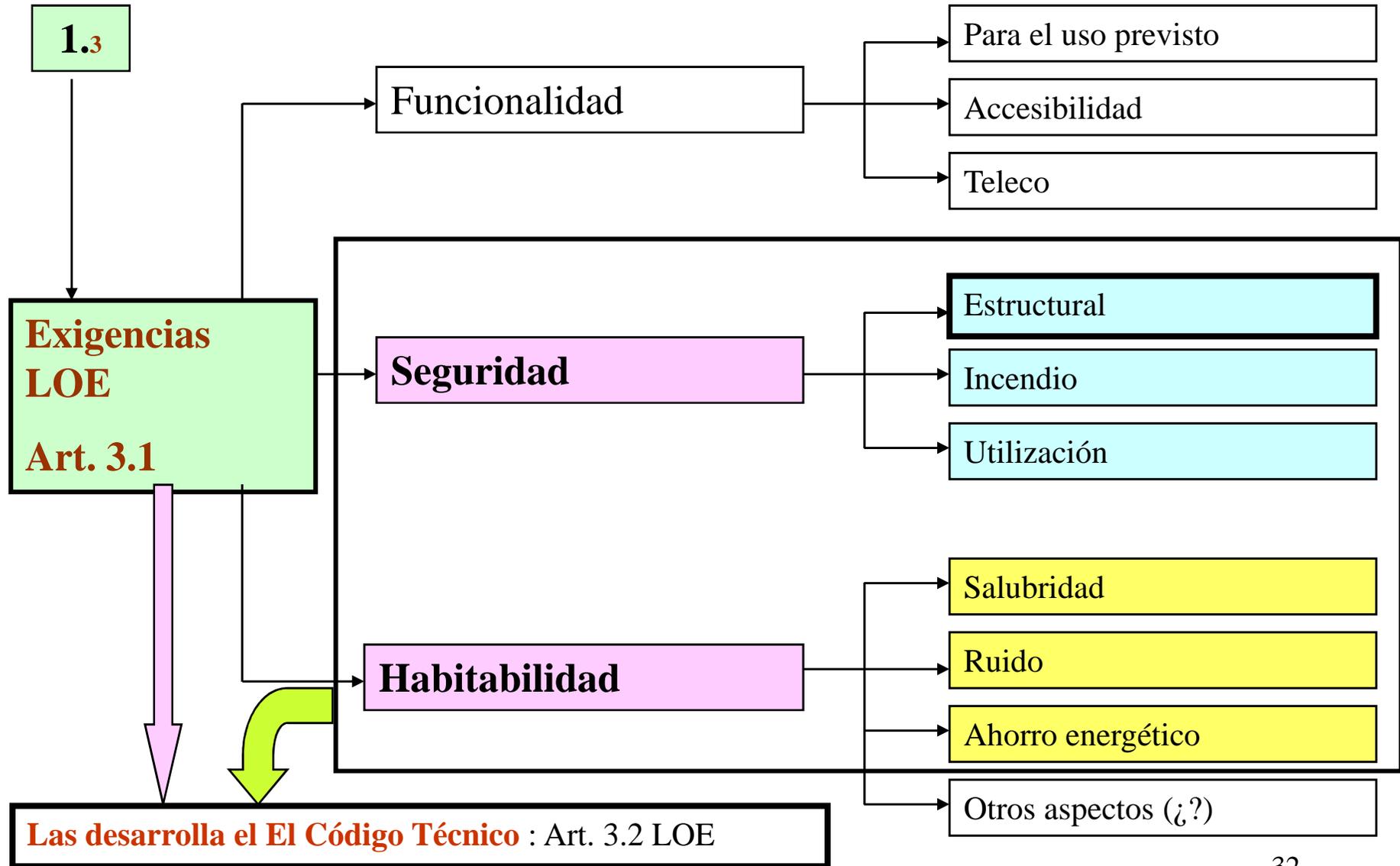
- A.- **10 años**: vicios estructurales: resistencia y estabilidad
  
- B.- **3 años**: vicios constructivos: exigencias de habitabilidad
  
- C.- **1 año**: defectos de acabado: defectos de puesta en obra



**Garantías: Art. 19**

- A.- **Decenal**: vicios estructurales. 100% PG . Promotor
  
- B.- **Trienal**: vicios constructivos: 30% PG. Promotor
  
- C.- **Un año**: defectos de acabado: 5% PG. Constructor





## Solicitaciones en estructuras de edificación

<b>TEMA 1</b>										<b>ASPECTOS GENERALES DE LA SE</b>										<b>DB-SE</b>	

2

**Código Técnico de la Edificación**

RD 314/2006 de 17 de marzo BOE 28 marzo 2006

**1.- DB SEGURIDAD ESTRUCTURAL (SE)**  
 (Aplicación: > 28 marzo 07)

**2.- DB SEGURIDAD A INCENCIO (SI)**  
 (Aplicación: > 28 septiembre 06)

**3.- DB SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN (SU)**  
 (Aplicación: > 28 septiembre 06)

**4.- DB SALUBRIDAD (HS)**  
 (Aplicación: > 28 marzo 07)

**5.- DB EXIGENCIAS FRENTE AL RUIDO (HR)**  
 (Aplicación: > 24 octubre 08)

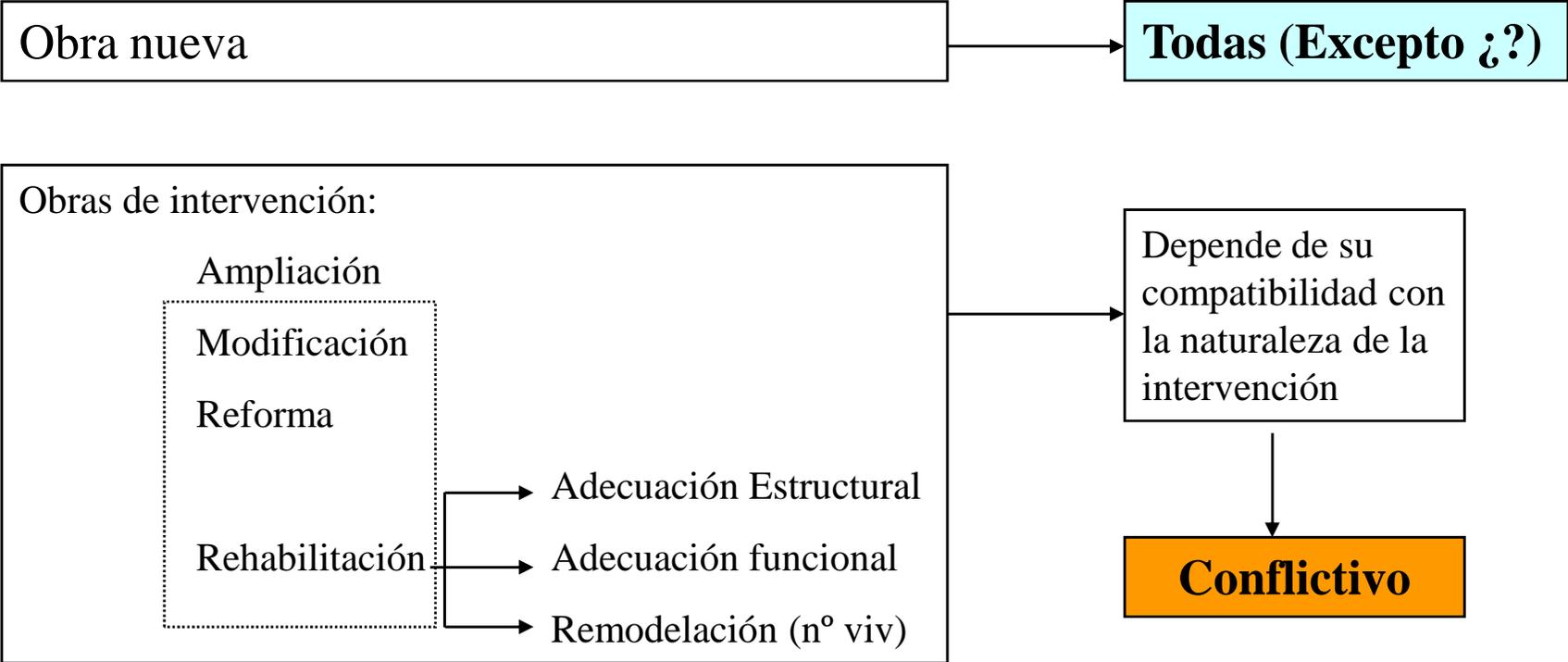
**6.- DB AHORRO DE ENERGÍA (HE)**  
 (Aplicación: > 28 septiembre 06)



<b>TEMA 1</b>										<b>ASPECTOS GENERALES DE LA SE</b>										<b>DB-SE</b>	

**3**

**Ámbito de aplicación CTE. Art. 2**



**El proyecto debe indicar el tipo de intervención** y si hay riesgo de daño estructural (**del tipo recogido en el Art. 17.1.a LOE: Seguro decenal**)



**4**

**Contenido del CTE. Art. 3**

