



# normas y manuales

del  
INSTITUTO EDUARDO TORROJA  
de la construcción y del cemento

*directrices para la  
coordinación dimensional*

Dr. Arquitecto  
Dr. Arquitecto  
Dr. Arquitecto

115-88



*normas  
y manuales  
del  
Instituto Eduardo Torroja  
de la construcción y del cemento*

*directrices para la coordinación dimensional*

Estas Directrices, cuyo documento de trabajo fue preparado por el Ponente General, D. Fernando Aguirre de Yraola, han sido sancionadas por la Comisión de Expertos constituida por las siguientes personalidades:

D. Javier Lahuerta Vargas, Dr. Arquitecto,  
Jefe de la Sección de Economía, en representación de la Dirección General de Arquitectura, Economía y Técnica de la Construcción del Ministerio de la Vivienda.

D. Francisco García de Paredes, Arquitecto,  
Jefe de la Sección de Prefabricación de EXCO, en representación de la Dirección General de Arquitectura, Economía y Técnica de la Construcción del Ministerio de la Vivienda.

D. Rafael María Guitart y de Gregorio, Dr. Ingeniero de Caminos,  
Jefe del Gabinete de Organización y Normas Técnicas, en representación de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Obras Públicas.

D. Juan González Uña, Ingeniero Industrial,  
en representación de la Dirección General de Industrias para la Construcción del Ministerio de Industria.

D. Antonio Vallejo Acevedo, Dr. Arquitecto,  
en representación del Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid.

115-88



mico.

Director de la Cerámica Lafort, de Alcalá de Henares, en representación del Sindicato Nacional de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

D. Virgilio Oñate Gil, Dr. Ingeniero de Caminos. Director General de PRECON, S. A.

D. Manuel Marín Martínez, Presidente del Grupo Nacional del Sindicato de Fabricantes de Yeso y Escayola, en representación de "Industrias Modernas de Yesos y Escayolas".

D. Manuel Aumente Villaseca, Ingeniero de Minas.

Jefe del Servicio Técnico de CIMUR (Centro de Información para el desarrollo de los paneles de fachada y muros-cortina), en representación de dicha entidad.

D. Luis Moya Blanco, Dr. Arquitecto. Director de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, en representación de la misma.

D. Carlos Uribarri Díaz, Ingeniero de Caminos, en representación de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

SIGMA

27-12-67

5800.-

En representación del Instituto Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento:

D. Jaime Nadal Aixalá, Dr. Ingeniero de Caminos. Director.

D. Gonzalo Echegaray Comba, Dr. Arquitecto. Secretario General.

D. Fernando Cassinello Pérez, Dr. Arquitecto. Jefe del Departamento de Construcción.

D. José María Jenaro Garrido, Dr. Arquitecto. Jefe de la Sección de Prefabricación.

D. Fernando Aguirre de Yraola, Dr. Arquitecto. Ponente General. Jefe de la Sección de Estudios Especiales de la Edificación.

D. Antonio Ruiz Duerto, Dr. Arquitecto. Jefe de la Sección de Calidad, que actuó como Secretario de la Comisión.

797

*índice*

	<i>Págs.</i>
1. GENERALIDADES .....	7
2. OBJETO DEL DOCUMENTO .....	9
3. CAMPO DE APLICACION .....	9
4. TERMINOLOGIA .....	9
4.1. Coordinación dimensional .....	10
4.2. Coordinación modular .....	10
4.3. Industrialización de la construcción .....	10
4.4. Prefabricación .....	10
4.4.1. PREFABRICACION ABIERTA .....	10
4.4.2. PREFABRICACION CERRADA .....	10
4.4.3. PREFABRICACION LIGERA .....	10
4.4.4. PREFABRICACION PESADA .....	11
4.5. Elemento .....	11
4.5.1. ELEMENTO SIMPLE .....	11
4.5.2. ELEMENTO COMPUESTO .....	11
4.6. Gran elemento .....	11
5. TERMINOLOGIA MODULAR .....	11
5.1. Módulo base .....	11
5.2. Submódulo .....	11
5.3. Multimódulo .....	12
5.4. Sistema de referencia modular .....	12
5.5. Plano modular .....	12
5.6. Red especial modular .....	12
5.7. Recta modular .....	12
5.8. Punto modular .....	12
5.9. Red plana modular .....	12
5.10. Dimensiones .....	12
5.10.1. DIMENSION .....	12
5.10.2. DIMENSION MODULAR .....	12

115-88



	<i>Págs.</i>
5.10.3. DIMENSION MULTIMODULAR ...	13
5.10.4. DIMENSION SUBMODULAR ... ..	13
5.10.5. DIMENSION AMODULAR ... ..	13
5.10.6. DIMENSION NOMINAL ... ..	13
5.10.7. DIMENSION EFECTIVA ... ..	13
5.10.8. DIMENSION DE COORDINACION.	13
5.10.9. DIMENSION MAXIMA ADMISIBLE.	13
5.10.10. DIMENSION MINIMA ADMISIBLE.	13
5.10.11. DIMENSIONES DE DESIGNACION.	14
5.11. Incremento ... ..	14
5.12. Incremento modular ... ..	14
5.13. Detalle modular ... ..	14
5.14. Conjunto de obra determinante ... ..	14
5.4 ERRORES Y TOLERANCIAS ... ..	14
6.1. Errores ... ..	14
6.1.1. ERROR DIMENSIONAL ... ..	14
6.1.2. ERROR DE POSICION ... ..	14
6.1.2.1. Error de posición topográ- fico ... ..	15
6.1.2.2. Error de posición de con- junto ... ..	15
6.1.2.3. Error de posición de deta- lle según un eje vertical ...	15
6.1.2.4. Error de posición de deta- lle según un eje oblicuo ...	15
6.1.3. ERROR DE CURVATURA ... ..	16
6.2. Tolerancias ... ..	16
6.2.1. TOLERANCIAS DIMENSIONALES.	16
6.2.1.1. Tolerancia superior ... ..	16
6.2.1.2. Tolerancia inferior ... ..	16
6.2.2. TOLERANCIA DE POSICION ... ..	16
6.2.3. TOLERANCIA DE FABRICACION ...	16
6.2.4. TOLERANCIA DE CURVATURA ...	16
DIRECTRICES PARA LA COORDINACION MODULAR.	17
7.1. Dimensiones de coordinación ... ..	17
7.2. Dimensiones de coordinación horizontales de grandes elementos ... ..	17



	<i>Págs.</i>
7.3. Dimensiones de coordinación verticales de grandes elementos ... ..	17
7.4. Elección de las dimensiones de coordinación ...	17
7.5. Modulación de elementos ... ..	18
7.6. Relación entre dimensiones de coordinación y dimensiones nominales ... ..	19
7.7. Tolerancias ... ..	19
7.7.1. <i>ELEMENTOS</i> ... ..	19
7.7.2. <i>CONJUNTOS DE OBRA</i> ... ..	19
 ANEJO I	
Datos más importantes referentes a las decisiones adoptadas por los Organismos internacionales en la evolución de la coordinación modular ... ..	33
 ANEJO II	
Coordinación dimensional de alturas en viviendas ...	35
 ANEJO III	
Convenciones adoptadas por la reunión del Grupo Internacional de Estudios Modulares, celebrada en Varsovia en septiembre de 1963 ... ..	41

115-88

## *directrices para la coordinación dimensional*

### 1. GENERALIDADES

La coordinación dimensional tiene como objetivo primordial la normalización de las series de dimensiones que deben tener los diferentes elementos constructivos con objeto de facilitar su montaje.

Las normas dimensionales determinan los valores que pueden admitirse para las diferentes dimensiones de un elemento. Para cada dimensión de éste, esas normas admiten la gama de valores correspondiente, y si el elemento posee  $n$  dimensiones, el número de elementos normalizados posibles aumenta a medida que lo hace  $n$ , constituyendo este hecho un inconveniente para el industrial y disminuyendo entonces las ventajas de la industrialización. Para remediar dicho inconveniente, se emplean normas preferentes que reducen el número de dimensiones a elegir y conducen a la tipificación de elementos.

Sin embargo, para que los elementos normalizados puedan ser utilizados simultáneamente, es preciso que se coordinen sus dimensiones nominales y que sus formas de detalle permitan su simultánea utilización, es decir, su unión entre sí. La coordinación modular es toda aquella coordinación dimensional basada en el empleo de un módulo. No toda coordinación dimensional ha de ser necesariamente modular, y de hecho en la construcción existen dimensiones basadas en una coordinación modular, mientras que otras no guardan ninguna relación directa con el módulo y así, para el desarrollo de una industrialización de la construcción, es necesario aceptar una convención referente a la elección de las dimensiones de los elementos y unidades de obra, a la vez por proyectistas y fabricantes.

El autor del proyecto utilizará la convención establecida para fijar dimensiones moduladas para las unidades de obra que desee realizar por procedimientos industrializados.

El fabricante, por su parte, construirá elementos cuyas di-



dimensiones de fabricación, diferentes de las dimensiones de coordinación, permitan realizar la unidad de construcción. La adaptación de las dimensiones de fabricación a las dimensiones moduladas es tarea del fabricante, quien deberá prever los detalles necesarios para el montaje, así como las disposiciones necesarias para la compensación de las imperfecciones de la obra gruesa.

Para terminar estas breves consideraciones, que pretenden destacar los puntos más característicos de los problemas que plantea la coordinación dimensional, abordaremos los conceptos de precisión y tolerancia, en cuanto se refiere a la yuxtaposición de elementos.

Las dificultades que entraña la coordinación modular absoluta, es decir, la necesidad de elegir un módulo pequeño y la de modular todas las dimensiones de acuerdo con él, conducen a no coordinar más que aquellas que sea útil y posible hacerlo.

Proceder así, dará como resultado un sistema en el que ciertos elementos resultarán modulados (según un módulo de dimensión suficiente), y otros, en cambio, quedarán sin modular. La habilidad consistirá en reservar estas dimensiones no moduladas a los elementos que llamaremos de recuperación o compensación y que desempeñan esta función debido a la propia naturaleza de la misma (elementos que se horningonan o se tallan in situ, por ejemplo). También resulta lógico considerar la posibilidad de establecer coordinaciones distintas para grupos diferentes de elementos.

De lo anteriormente expuesto deducimos que la noción de dimensión modulada puede adquirir una mayor generalidad mediante la introducción de varios módulos no incompatibles, y también mediante el aumento del valor del módulo, que permite reducir considerablemente el número de dimensiones admitidas para un elemento constructivo dado, y, por tanto, facilitar el establecimiento de normas preferentes, la tipificación, y en último término, la industrialización.

Al ser la precisión algo costosa, no se debe buscar más que cuando sea necesaria. Una de las ventajas de la construcción tradicional consiste en entrañar múltiples posibilidades de recuperación o compensación en la yuxtaposición y ensambladura de elementos, y no requerir, por tanto, una gran precisión. No podemos olvidar, por otra parte, que cada material y cada técnica tienen sus propias tolerancias: el metal, la madera, la albañilería poseen las suyas, a escala diferente; se-



ría absurdo pretender la misma escala de tolerancias para todas ellas.

Por otra parte, toda indicación sobre las dimensiones, cualquier definición de forma deben ir acompañadas de la aproximación con la que deben realizarse la forma y las dimensiones del elemento.

Los presentes conceptos tratan de determinar cuáles son los elementos a los que se deben aplicar las exigencias de tolerancias; siendo los profesionales y los industriales los responsables de la elección. Un primer paso para una determinación tan delicada será, seguramente, fijar la naturaleza de las tolerancias, basándose en las exigencias constructivas de las diferentes fases de la construcción. Una segunda etapa sería la fijación de los valores de estas tolerancias.

Es de importancia destacar que en la redacción de este documento se han respetado, en lo posible, los conceptos y criterios ya aceptados internacionalmente. Con ello se pretende que su contenido corresponda y quede en la línea seguida por los principales países europeos (\*).

A continuación se pasa a plantear los conceptos específicos que pudieran estructurar en parte la futura Norma de Coordinación Dimensional en España.

## 2. OBJETO DEL DOCUMENTO

Este documento tiene por objeto formular las reglas generales para establecer una coordinación modular en la construcción de edificios, afectando a sus etapas: proyecto, fabricación de elementos, transporte y montaje, que en una construcción industrializada no son independientes, sino muy condicionadas entre sí.

## 3. CAMPO DE APLICACION

Estas Directrices se refieren a la coordinación dimensional de edificios de cualquier tipo, exceptuando la restauración de los de carácter histórico-artístico.

## 4. TERMINOLOGIA

### 4.1. Coordinación dimensional

Coordinación dimensional es un sistema racional para

(\*) Para la redacción y ordenación de la ponencia que ha servido de base a este Documento se ha seguido la norma francesa NF P 01-101.

establecer y coordinar las dimensiones y disposiciones de los elementos que intervienen en una construcción.

#### 4.2. Coordinación modular

Es un sistema de coordinación dimensional basado en el empleo de un módulo.

#### 4.3. Industrialización de la construcción

Industrialización de la construcción y en sentido general, dentro de ésta, es el empleo en forma racional y mecanizada de materiales, medios de transporte y técnicas constructivas, para conseguir una mayor productividad.

#### 4.4. Prefabricación

Procedimiento industrializado de construcción que utiliza, en gran medida, elementos fabricados en serie, previamente a su colocación en obra.

##### 4.4.1. PREFABRICACION ABIERTA (\*)

Prefabricación que utiliza elementos fabricados en serie de distinta procedencia, que se prestan al montaje según combinaciones muy variables, y por consiguiente, intercambiables en cierto grado.

##### 4.4.2. PREFABRICACION CERRADA

Prefabricación que utiliza elementos fabricados en serie, no previstos para la posibilidad de intercambiarlos con otros de procedencia ajena al propio sistema, y que exigen una coordinación estricta en las fases de proyecto, fabricación, transporte y montaje de los elementos.

##### 4.4.3. PREFABRICACION LIGERA

Prefabricación que precisa de maquinaria de manejo, para elementos cuyo peso no sobrepasa los 500 kg, con independencia de su volumen.

(\*) Se llama también prefabricación "según catálogo".

4.4.4. *PREFABRICACION PESADA*

Prefabricación que precisa de maquinaria de manejo, para elementos cuyo peso sobrepasa los 500 kg, con independencia de su volumen.

4.5. **Elemento**

Objeto fabricado en taller, incorporable a una construcción.

4.5.1. *ELEMENTO SIMPLE*

Elemento de una sola pieza fabricado con uno o varios materiales.

4.5.2. *ELEMENTO COMPUESTO*

Elemento fabricado por unión de elementos simples.

4.6. **Gran elemento**

Elemento simple o compuesto que tiene una de sus dimensiones de coordinación (ver apartado 5.10.8) igual o mayor que la correspondiente a una habitación de vivienda, o unidad análoga, si se trata de otro tipo de edificación (edificios industriales, hospitales, escuelas, etcétera).

5. **TERMINOLOGIA MODULAR**

5.1. **Módulo de base**

Longitud adoptada como unidad fundamental de medida para una coordinación modular.

5.2. **Submódulo**

Fracción del módulo de denominador entero sencillo. Se aceptan preferentemente los denominadores 2 y 4 (\*).

(\*) Estos números son los de empleo lógico cuando se tome como valor del módulo base 10 cm, que es el hasta ahora aceptado internacionalmente. Sin embargo, dada la generalidad de estas Directrices, debe incluirse el denominador 3.

115-88

5.3. **Multimodulo**

Múltiplo entero sencillo del módulo base. Se aceptan preferentemente los factores 2, 3 y 6.

5.4. **Sistema de referencia modular (fig. 1)**

Sistema trirrectangular de planos, con equidistancia igual al módulo, que sirve para referir en el espacio las partes constitutivas de la construcción.

5.5. **Plano modular**

Plano del sistema de referencia. Cualquier plano modular puede servir de plano coordenado.

5.6. **Red espacial modular (fig. 2)**

Conjunto de las rectas de intersección de los planos modulares, entre sí.

5.7. **Recta modular**

Toda recta de la red espacial modular. Cualquier recta modular puede servir de eje de coordenadas.

5.8. **Punto modular**

Punto de intersección de rectas modulares.

5.9. **Red plano modular**

Conjunto de rectas modulares de un plano modular.

5.10. **Dimensiones**

5.10.1. **DIMENSION**

Medida lineal de un elemento tomada entre dos límites correspondientes, y expresada en función de una unidad métrica.

5.10.2. **DIMENSION MODULAR**

Longitud igual a un múltiplo entero del módulo.



- Longitud igual a un múltiplo entero de un multimódulo.
- 5.10.4. *DIMENSION SUBMODULAR*
- Longitud igual a un múltiplo entero de un submódulo. (En general no es modular.)
- 5.10.5. *DIMENSION AMODULAR*
- Longitud que no es modular, ni submodular, ni multimodular.
- 5.10.6. *DIMENSION NOMINAL (N)* (fig. 4)
- Dimensión teórica de un elemento especificada en el proyecto o en una norma dimensional.
- 5.10.7. *DIMENSION EFECTIVA*
- Dimensión obtenida por medición directa sobre un objeto. (Esta dimensión no debe diferir de la nominal en más de la tolerancia.)
- 5.10.8. *DIMENSION DE COORDINACION*
- Dimensión determinante para la unión de un elemento con otros. (Las dimensiones de coordinación son función en cada caso, de la colocación en obra y de las dimensiones nominales de los elementos.)
- 5.10.9. *DIMENSION MAXIMA ADMISIBLE (MAX)*
- Máximo valor que puede alcanzar una dimensión efectiva. (Es igual a la dimensión nominal más su tolerancia superior considerada con su signo correspondiente.—Ver definición de tolerancia superior 6.2.1.1.)
- 5.10.10. *DIMENSION MINIMA ADMISIBLE (MIN)*
- Mínimo valor que puede alcanzar una dimensión efectiva. (Es igual a la dimensión nominal más su tolerancia inferior considerada

115-88

13

con su signo correspondiente. — ver definición de tolerancia inferior 6.2.1.2.)

#### 5.10.11. *DIMENSIONES DE DESIGNACION*

Dimensión o conjunto de dimensiones de un elemento elegidas convencionalmente para su designación.

#### 5.11. *Incremento*

Diferencia entre dos dimensiones homólogas de elementos de la misma clase, de tamaño sucesivo (en una serie de tamaños).

#### 5.12. *Incremento modular*

Incremento dimensional múltiplo del módulo.

#### 5.13. *Detalle modular (fig. 3.)*

Dibujo de detalle que determina las cotas de posición y de dimensión de un elemento o de la unión de varios elementos constructivos, en relación a la red modular.

#### 5.14. *Conjunto de obra determinante*

Conjunto de obra determinante de un elemento «E», es el conjunto de elementos cuyas dimensiones de coordinación condicionan las dimensiones del referido elemento «E».

### ERRORES Y TOLERANCIAS

#### 6.1. *Errores*

##### 6.1.1. *ERROR DIMENSIONAL*

Diferencia algebraica, en más o en menos, entre una dimensión efectiva de un elemento o conjunto de obra y su correspondiente dimensión nominal.

##### 6.1.2. *ERROR DE POSICION (fig. 5)*

Distancia definida por las medidas de sus componentes en un sistema de referencia modular,

ción ideal de referencia de este punto.

Según cual sea la posición ideal que se considere, se obtienen los siguientes tipos de errores:

6.1.2.1. *Error de posición topográfico (a)*

Error de posición de un punto real de una construcción, cuando la posición ideal de referencia es la prevista en el proyecto.

6.1.2.2. *Error de posición de conjunto (b)*

Error de posición de un punto real de una construcción, cuando la posición ideal de referencia del punto corresponde a una construcción completa imaginaria, según el proyecto, transportada por traslación y rotación alrededor de un eje vertical, a la posición que hace mínimo el mayor error de posición de todos los puntos de la construcción.

6.1.2.3. *Error de posición de detalle según un eje vertical (c)*

Es el error de posición de un punto real de un conjunto de obra, cuando el punto ideal de referencia pertenece a un conjunto de obra parcial imaginario, según el proyecto, transportado por traslación y rotación alrededor de un eje vertical a la posición que hace mínimo el mayor de los errores de posición de todos los puntos del conjunto de obra parcial.

6.1.2.4. *Error de posición de detalle según un eje oblicuo (d)*

Es el error de posición de un punto real de un conjunto de obra, cuando el punto ideal de referencia correspondiente pertenece a un conjunto de obra parcial imaginario, según el proyecto,

transportado por traslación y rotación alrededor de un eje cualquiera a la posición que hace mínimo el mayor de todos los errores de posición del conjunto de obra parcial.

#### 6.1.3. *ERROR DE CURVATURA*

Es la diferencia entre la curvatura en un punto de la superficie de un elemento o conjunto de obra, y la curvatura en el punto correspondiente del proyecto.

Se caracteriza por la diferencia de flechas medidas sobre bases de longitud dada.

### 6.2. *Tolerancias*

#### 6.2.1. *TOLERANCIAS DIMENSIONALES* (fig. 4)

##### 6.2.1.1. *Tolerancia superior*

Error dimensional en más, máximo admisible según Norma o Especificaciones.

Notación: TS (sobre huecos)  
ts (sobre macizos)

##### 6.2.1.2. *Tolerancia inferior*

Error dimensional en menos, máximo admisible según Norma o Especificaciones:

Notación: TI (sobre huecos)  
ti (sobre macizos)

#### 6.2.2. *TOLERANCIA DE POSICION*

Error de posición máximo admisible en la colocación de un elemento, según Norma o Especificación.

#### 6.2.3. *TOLERANCIA DE FABRICACION*

Tolerancia especificada para la fabricación de un elemento.

#### 6.2.4. *TOLERANCIA DE CURVATURA*

Error de curvatura máximo admisible, según Norma o Especificación.



*directrices*

**7. DIRECTRICES PARA LA COORDINACION MODULAR**

**7.1. Dimensiones de coordinación**

Las dimensiones de coordinación serán modulares siempre que sea posible.

**7.2. Dimensiones de coordinación horizontales de grandes elementos**

Las dimensiones de coordinación horizontales de los grandes elementos se eligen preferentemente entre las multimodulares 6 M, o al menos entre las multimodulares 3 M.

**7.3. Dimensiones de coordinación verticales de grandes elementos**

Las dimensiones de coordinación verticales de los grandes elementos se eligen entre las multimodulares de multimódulo 2 M. En algunos casos se admiten dimensiones modulares.

**7.4. Elección de las dimensiones de coordinación (\*)**

La elección de las dimensiones de coordinación generales depende principalmente del procedimiento constructivo que se emplee, de las razones funcionales o de las Normas legales.

Para establecer las dimensiones horizontales, se elegirá preferentemente uno de los criterios siguientes (figura 6):

(\*) Siendo el principal objetivo del presente Documento proponer unas Directrices que sirvan para establecer en el futuro una coordinación dimensional basada en un módulo concreto de valor numérico definido, se ha prescindido voluntariamente de atribuir valores numéricos a las dimensiones de coordinación.

115-88

$L_s$ .—distancia entre ejes de elementos estructurales.

$L_D$ .—distancia entre paramentos interiores sin revestir.

$L_L$ .—distancia entre paramentos interiores revestidos (\*).

Para establecer las dimensiones verticales se elegirá preferentemente uno de los criterios siguientes (fig. 7):

$H_s$ .—distancia de solado acabado a solado acabado.

$H_D$ .—distancia de trasdós a intradós de forjados consecutivos.

$H_L$ .—distancia de solado acabado a techo acabado (\*).

El criterio para la elección de las dimensiones de coordinación particulares de cada conjunto de obra depende de la dimensión nominal de los elementos, disposiciones constructivas, tipos de junta, condiciones de uso, etc.

Al hacer intervenir elementos de construcción cuya dimensión sea de un orden de magnitud inferior al módulo (elemento de sección reducida o especialmente de poco espesor), o cuya dimensión se exija imperativamente por consideraciones distintas a las del módulo (altura de una viga, espesor de un forjado), el autor del plano, al proyectar estos detalles y puntos singulares, deberá esforzarse en recaer lo más rápida y simplemente posible en la serie de dimensiones modulares.

Cuando se utilicen elementos prefabricados de dimensiones determinadas, las dimensiones de coordinación deben elegirse en función de las de los materiales o de los elementos prefabricados (bloques, entrevigados, etc.).

#### 7.5. Moduloción de elementos

Las dimensiones nominales y las tolerancias de los ele-

(\*) Dada la existencia de ordenanzas y reglamentaciones que condicionan esta dimensión, no siempre podrá ser multimodular, pero se recomiendan va-

mentos de construcción serán tales, que permitan dar dimensiones de coordinación modulares a los conjuntos de obra que constituyan o completen.

**7.6. Relación entre dimensiones de coordinación y dimensiones nominales**

Las dimensiones nominales y las tolerancias de los elementos y conjuntos de obra, se fijarán en relación con las dimensiones de coordinación, teniendo en cuenta las disposiciones de las juntas, enlaces, etc.

**7.7. Tolerancias**

Las tolerancias de fabricación de los elementos de construcción son independientes de las tolerancias de ejecución de los conjuntos de obra.

El fabricante de elementos para un conjunto de obra puede elegir soluciones técnicas referentes a la fabricación de elementos, a sus uniones y a sus tolerancias, siempre que se cumplan las Normas respectivas de cada producto. Por el contrario, no podrá influir sobre las tolerancias de los conjuntos de obra con las que sus productos se hallen relacionados.

Por lo cual el presente apartado, dedicado a las tolerancias de los conjuntos de obra, tiene por objeto solamente determinar las tolerancias de ejecución.

**7.7.1. ELEMENTOS**

Las tolerancias admisibles con las cuales se realizan las dimensiones y formas proyectadas en los elementos de construcción, es decir, las tolerancias de fabricación, vendrán precisadas en las Normas relativas a cada producto, o en las especificadas por el proyecto.

**7.7.2. CONJUNTOS DE OBRA**

Las tolerancias de posición para la ejecución de conjuntos de obra se fijarán en el proyecto o, en su defecto, serán las especificadas en las Normas.

115-88



Se expresarán mediante la indicación de un error de posición máximo y por una diferencia de curvatura máxima. Los valores de estas tolerancias para los principales conjuntos de obra deberán fijarse en su momento.

### OBSERVACIONES

En la definición, las dimensiones de coordinación de los conjuntos de obra y las de los elementos de construcción constituyen magnitudes teóricas, que no son forzosamente las dimensiones nominales de los elementos o conjuntos de obra, pero que están directamente o indirectamente relacionadas con ellos.

En consecuencia, las dimensiones de coordinación se expresan siempre sin tolerancias.

Por el contrario, las dimensiones nominales correspondientes a los elementos y conjuntos de obra vendrán, necesariamente, afectadas de tolerancias.

Cuando el conjunto de obra a coordinar está constituido por un único elemento, la dimensión de coordinación de éste es idéntica a la del conjunto de obra determinante.

Cuando se trata de utillaje de fabricación de elementos o de conjuntos de obra (encofrados, cimbras, etc.), las dimensiones de coordinación se fijan por referencia a la dimensión de los proyectos a realizar.

### TERMINOLOGIA MODULAR

Módulo de base "M"

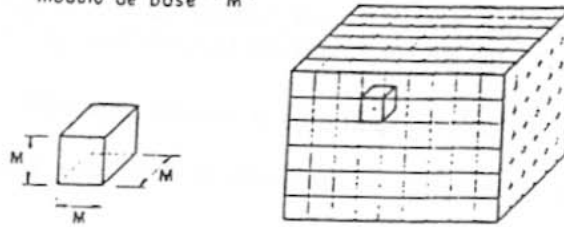


FIG - 1

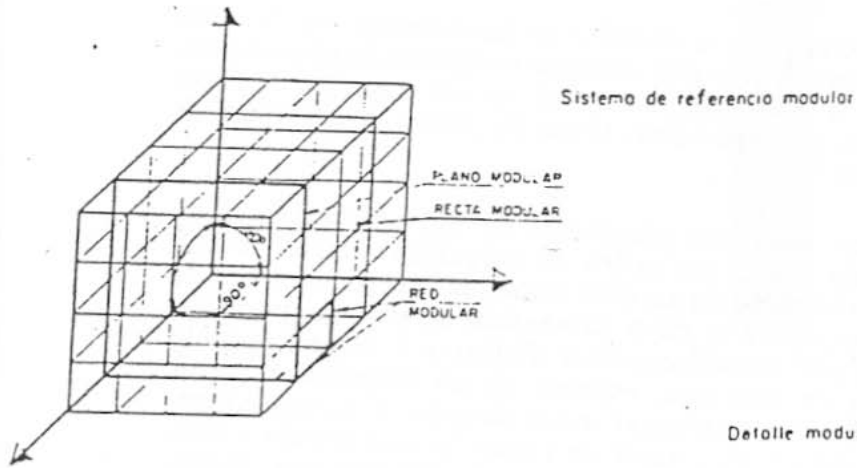
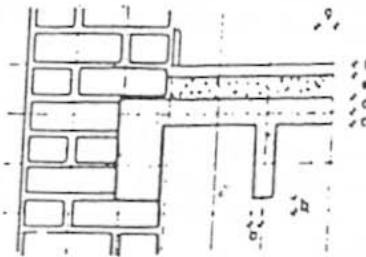


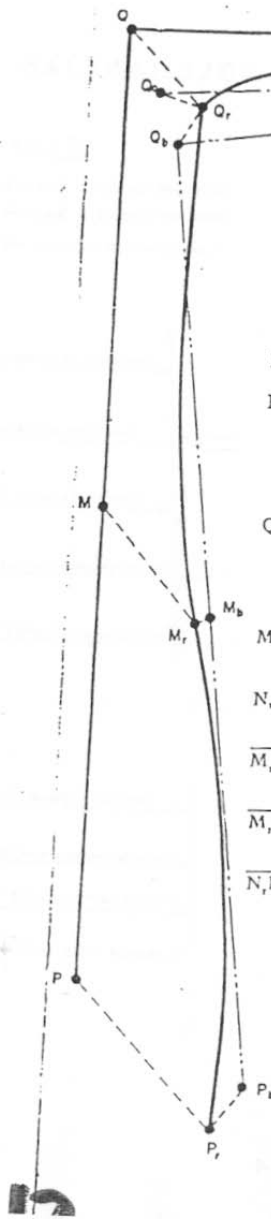
FIG - 2

Detalle modular

FIG 3



1.15-88



ERRORES DE POSICION

- PQR ..... conjunto de obra completo tal como fue provisto en el proyecto
- P<sub>r</sub>Q<sub>r</sub>R<sub>r</sub> ..... conjunto de obra realizado
- P<sub>b</sub>Q<sub>b</sub>R<sub>b</sub> ..... conjunto de obra completo imaginario conforme al proyecto, desplazado por traslación y rotación para reducir a un mínimo los errores respecto del conjunto de obra completo
- Q<sub>r</sub>R<sub>c</sub> ..... conjunto de obra parcial imaginario conforme al proyecto, desplazado por traslación y rotación para reducir a un mínimo los errores respecto de la parte correspondiente del conjunto de obra terminado
- M, M<sub>r</sub>, M<sub>b</sub> ..... mitades de PQ, P<sub>r</sub>Q<sub>r</sub>, P<sub>b</sub>Q<sub>b</sub>, puntos correspondientes
- N, N<sub>r</sub>, N<sub>b</sub>, N<sub>c</sub> ..... mitades de QR, Q<sub>r</sub>R<sub>r</sub>, Q<sub>b</sub>R<sub>b</sub>, Q<sub>r</sub>R<sub>c</sub>, puntos correspondientes
- $\overline{M_r M_b}, \overline{N_r N_c}, \overline{P_r P_b}, \overline{Q_r Q_b}, \overline{R_r R_b}$  ..... errores de posición (a) de M<sub>r</sub>, N<sub>r</sub>, P<sub>r</sub>, Q<sub>r</sub>, y R<sub>r</sub>
- $\overline{M_b M_r}, \overline{N_b N_c}, \overline{P_b P_r}, \overline{Q_b Q_r}, \overline{R_b R_r}$  ..... errores de posición (b) de M<sub>b</sub>, N<sub>b</sub>, P<sub>b</sub>, Q<sub>b</sub>, y R<sub>b</sub>
- $\overline{N_r N_b}, \overline{Q_r Q_b}, \overline{R_r R_b}$  ..... errores de posición (c) de N<sub>r</sub>, Q<sub>r</sub>, y R<sub>r</sub>

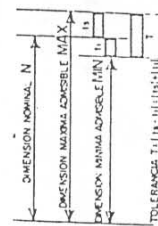
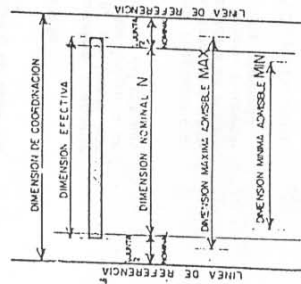
115-88

FIG. 5

**DIMENSIONES Y TOLERANCIAS**

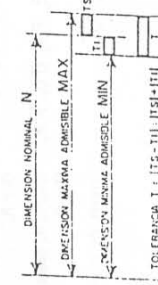
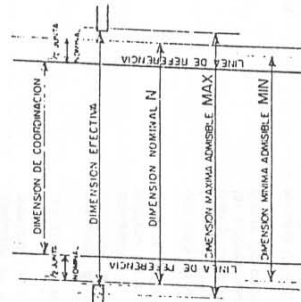
1er Caso

Dimensión nominal < Dimensión de coordinación  
Dimensión efectiva < Dimensión de coordinación  
(Caso general de los mazzos)



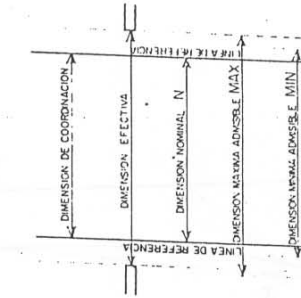
2º Caso

Dimensión nominal > Dimensión de coordinación  
Dimensión efectiva > Dimensión de coordinación  
(Caso general de los huecos)



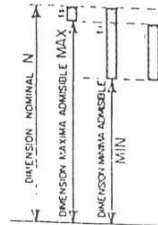
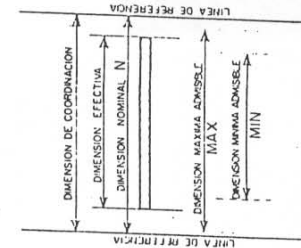
3er Caso

Dimensión nominal = Dimensión de coordinación  
Dimensión efectiva > Dimensión de coordinación  
(Caso general de huecos y mazzos alternados)



4º Caso

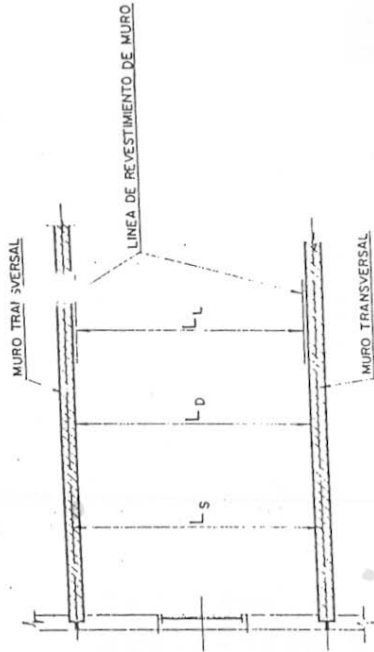
Dimensión nominal = Dimensión de coordinación  
Dimensión efectiva < Dimensión de coordinación  
(Caso general de cerramiento de huecos)



115-88

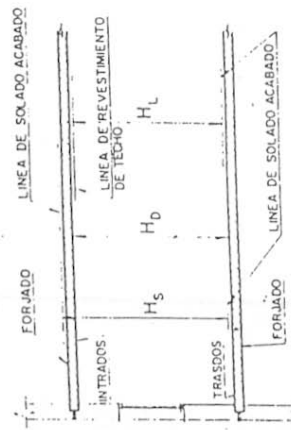
FIG - 4

ESQUEMAS DE DIMENSIONES DE COORDINACION



ESQUEMA DE PLANTA

FIG. - 6



ESQUEMA DE SECCION

FIG. - 7





### ANEJO N.º I

Los datos más importantes referentes a las decisiones adoptadas por los Organismos internacionales en la evolución de la coordinación modular, son los siguientes:

En 1953 se crea la Agencia Europea de Productividad (A. E. P.), como filial de la Organización Europea de Cooperación Económica, que engloban los países de Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Grecia, Irlanda, Islandia, Italia, Luxemburgo, Noruega, Países Bajos, Portugal, Reino Unido, República Federal Alemana, Suecia, Suiza y Turquía.

Esta Asociación inicia en 1954 el estudio de un importante proyecto con objeto de homologar, a escala europea, los datos suministrados por cada país y establecer un sistema modular internacional válido para todos ellos.

La primera fase del proyecto de la A. E. P. terminó en 1956 con la publicación del primer «rapport international», en el cual figuraban los datos y resultados experimentales de cada país, en unión de un enunciado de teoría modular elaborado a partir de dichos resultados.

La segunda fase dio origen al segundo «rapport» del proyecto A. E. P. 174, aprobado en Londres en 1960.

Como consecuencia inmediata, y en dicha ciudad, se fundó el Grupo Internacional Modular (I. M. G.), que se convirtió posteriormente en Grupo de Trabajo del C. I. B. (Conseil International du Bâtiment), en reunión celebrada en París en 1962 y con el nombre de Comité de Trabajo W 24.

Por otra parte, en la ciudad de Praga, en octubre de 1959, se reunieron los Secretariados de la I. S. O. (International Standards Organisation), del Comité de la Vivienda en Ginebra y una representación de los países del Este. En esta reunión, se redactó un texto, en el cual se acordaba que las dimensiones de los grandes elementos deberían elegirse entre los múltiplos de 10 cm, adoptándose los multimódulos 3M = 30 cm y 6M = 60 cm para elementos menores que 3,60 m y 6,00 m, respectivamente.

115-88

33



En 1963 tuvo lugar una sesión plenaria del Grupo Internacional de Estudios Modulares en Varsovia, a la que siguió otra mixta C. I. B. - I. M. G. (Comité Técnico «B»), en febrero de 1964, en París, en la que se preparó un texto que resumía los acuerdos adoptados.

Por último, el Congreso de Ginebra de noviembre de 1964 (Grupo de Trabajo de la Industria de la Construcción, perteneciente a la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas), ha supuesto un avance en el esclarecimiento y adopción de normas para el dimensionamiento y tipificación de elementos.

Según los acuerdos adoptados por el Grupo Internacional Modular, se puede afirmar que toda Europa, excepto el Reino Unido y la República Federal Alemana, ha adoptado ya unánimemente el módulo básico de 10 cm.

En estas condiciones, sobre todo en lo referente a la prefabricación abierta, el Reino Unido podrá mantener unas directrices paralelas al resto de Europa. Queda, pues, el problema de la República Federal Alemana, donde seguramente se impondrá la sustitución de un sistema octamétrico, que dificulta su cooperación económica con el resto de la comunidad europea, por una coordinación modular de tipo decimétrico.

ANEJO N.º II

COORDINACION DIMENSIONAL DE  
ALTURAS EN VIVIENDAS

Extracto del documento de trabajo, preparado por el Comité «B», del Grupo Internacional Modular del Consejo Internacional de la Edificación (C. I. B. - I. M. G.) según los acuerdos de París de febrero de 1964, y presentado en el Congreso de Ginebra de noviembre del mismo año. Este documento se basa en el empleo del módulo  $M = 10$  cm.

*Módulos*

Para la coordinación de dimensiones verticales se adopta, como para las horizontales, el módulo de base  $M$ .

Como suplemento de este módulo se deberán considerar también módulos derivados. Dichos derivados serán, o bien múltiplos enteros del módulo de base,  $n \cdot M$  (multimódulos), o bien submúltiplos enteros de éste,  $\frac{M}{n}$  (submódulos).

Los multimódulos para dimensiones verticales no se han convenido aún, debido a que varias de las dimensiones verticales, tales como altura de dinteles, altura de ventanas, etc., han de ser bastante flexibles desde el punto de vista arquitectónico y, por tanto, no pueden ser restringidas por un módulo más amplio que el básico.

Se considera como submódulo  $\frac{M}{4} = 2,5$  cm, que posee la ventaja de ser aproximadamente igual a una pulgada y que constituye un compromiso aceptable entre la necesidad de flexibilidad y la de simplificación.

*Modulación de dimensiones verticales*

Acceptándose que el espesor de forjado —bien sea bruto o acabado— no suele ser modular salvo en casos excepcionales, se establece que la altura de planta (de solado a solado) y la distancia entre trasdós e intradós de forjados (sin solado ni revestimiento de techo) pueden no ser modulares al mismo tiempo.

1 154 88

35

Al fijar para el espesor de forjado —bruto o acabado— una dimensión submodular, se puede conseguir una coordinación dimensional para todas las dimensiones verticales en cuestión:

Son posibles tres alternativas: (ver cuadro siguiente).

*Dimensiones verticales que se recomiendan:*

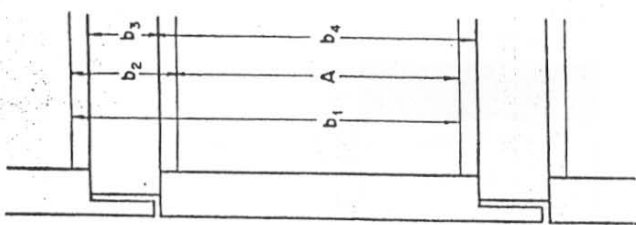
Deberán elegirse entre los siguientes valores:

Altura de planta (de solado a solado).	23 M	} altura libre interior de planta (entre solado y revestimiento de techo).
	24 M	
	<u>25 M</u>	
	26 M	
	<u>27 M</u>	
	<u>28 M</u>	
	30 M	se excluye 29 M

Los valores 25 M (\*) como altura libre interior de planta (entre solado y revestimiento de techo), y 27 M, 28 M como altura de planta (de solado a solado), son las alturas empleadas más frecuentemente en muchos de los países participantes.

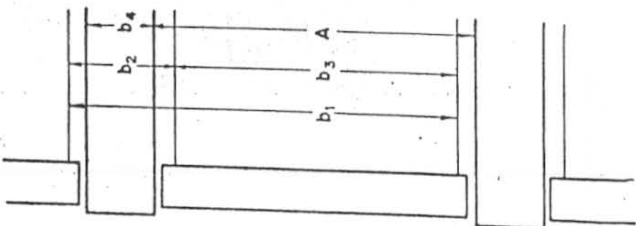
(\*) En la mayoría de los países miembros de la C. E. E., las ordenanzas para la altura libre interior de planta (entre solado y revestimiento de techo) la medida de 2,50 m para numerosos tipos de construcciones subvencionadas por el Estado.

10



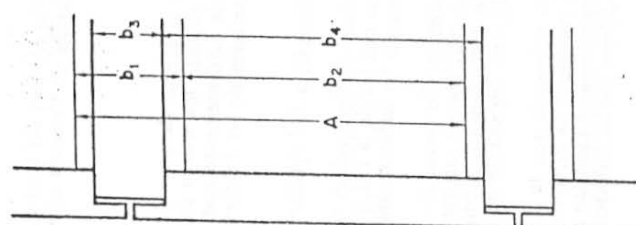
ALTERNATIVA 3

MOD. { Altura libre interior de planta (entre solado y revestimiento de techo).  
SUBM. { Espesor de forjado.  
          { Altura de planta (de solado a solado).  
          { Distancia entre trasdós e intradós de forjados.



ALTERNATIVA 2

MOD. { Distancia entre trasdós e intradós de forjados.  
SUBM. { Espesor de forjado.  
          { Altura de planta (de solado a solado).  
          { Altura libre interior de planta (entre solado y revestimiento de techo).



ALTERNATIVA 1

MODULAR { Altura de planta (de solado a solado).  
SUBMODULAR { Espesor de forjado.  
                  { Distancia entre trasdós e intradós de forjados.  
                  { Altura libre interior de planta (entre solado y revestimiento de techo).

115-88

$A = \text{Dimensiones modulares} = n \cdot M$   
 $b_i = \text{Dimensiones submodulares} = n_i \cdot \frac{M}{m}$



### ANEJO N.º III

Convenciones adoptadas por la reunión del Grupo Internacional de Estudios Modulares, celebrada en Varsovia en septiembre de 1963.

#### *Espesor de los muros*

El espesor de muros no se presta siempre a la modulación en condiciones económicas. Cuando los muros poseen un espesor no modular, es imposible evidentemente que, a la vez, los muros y las dimensiones interiores de las habitaciones se mantengan modulares.

Se puede recurrir, en principio, a los siguientes métodos:

1. Se respeta la red de referencia, haciéndose coincidir las líneas medias de los muros con las de la red, y se aceptan dimensiones no modulares para las habitaciones.
2. Se respeta la red de referencia; los muros se colocan de manera que una de las caras coincida con una recta modular, lo que crea una disposición perfectamente modular a un lado del muro y, del otro lado, una disposición no modular.
3. Se interrumpe la red de referencia por la introducción de una "zona neutra", que compensa la diferencia entre el espesor efectivo del muro y el espesor modular correspondiente; las dimensiones modulares de las habitaciones se respetan plenamente.

#### *Muros de ladrillo*

Los muros de ladrillo son particularmente interesantes a este respecto, ya que, consideradas las dimensiones actuales de los ladrillos en la mayoría de los países, los muros de ladrillo no son modulares. Además, es imposible utilizar un ladrillo completamente modular en los países en que la superficie acabada (guarnecida, enlucida, pintada) del muro sea la superficie de coordinación. La diversidad de dimensiones de los ladrillos conduciría no solamente a espesores de muros no modulares, sino que ocasionaría también huecos no modulares para ventanas, puertas, etcétera.

115-88



Para resolver este problema, se puede proceder según lo indicado en el apartado «Espesor de los muros».

Se podrá realizar un conjunto de obra de albañilería con huecos modulares:

- a) por el empleo de ladrillos que formen un conjunto de obra parcialmente modular, con longitud y altura modulares;
- b) por el empleo de ladrillos que formen un conjunto de obra parcialmente modular, con alturas modulares; las longitudes modulares se obtienen cortando algunos ladrillos.

En los dos casos, puede concebirse el ladrillo de forma que las dimensiones del conjunto de obra de albañilería correspondan a los intervalos modulares o coincidan con determinados múltiplos del módulo de base.

#### *Espesor de forjados*

Como por diversas razones (estructurales, económicas, funcionales, etc.) los forjados no suelen tener un espesor modular, es inevitable que lo que se module sea, bien la altura de solado a solado, bien la altura libre.

Se admite de un modo general que la más importante es la altura de solado a solado y que, por lo tanto, se precisan normas coordinadas internacionalmente a este respecto.

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO  
LA PLATA  
BIBLIOTECA

2482