

antonio solé dÍaz,
arquitecto

ELEMENTO ESTRUCTURAL DINTEL PREFABRICADO GECOPRE

Cálculo, dimensionado y fichas de características mecánicas



30 de SEPTIEMBRE de 2019

Comercializador del producto: Gestión Comercial de
Prefabricados S.L. (GECOPRE)

Y EN SU REPRESENTACIÓN, TOMÁS RUANO ALMEIDA

Indice

TS190919

I MEMORIA	3
1 INTRODUCCIÓN	4
1.1 AGENTES	4
1.2 OBJETIVO	4
2 DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ELEMENTO	5
2.1 DEFINICIÓN DEL ELEMENTO	5
2.2 SECCIONES TIPO	6
2.3 JUSTIFICACIÓN	8
3 FICHAS DE CÁLCULO	11
II PLIEGO DE CONDICIONES	12
EXTRACTO DEL PLIEGO DE CONDICIONES PARA EL DINTEL PREFABRICADO GECOPRE	13
III ANEXOS.....	23
ANEXO 1 CÁLCULO	24
A1.1 CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA ESPECÍFICA	24
A1.2 MATERIALES ESTRUCTURALES BÁSICOS	24
A1.2.1 HORMIGÓN	24
A1.2.2 ACERO ESTRUCTURAL BARRAS CORRUGADAS	27
A1.2.3 EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y RECUBRIMIENTO DE ARMADURAS	28
A1.3 MÉTODO DE CÁLCULO	32
A1.4 COMPROBACIÓN ESTADO LÍMITE ÚLTIMO	36
A1.4.1 SECCIONES TIPO G1. COMPROBACIÓN A ESTADO LÍMITE ÚLTIMO	37
A1.4.2 SECCIONES TIPO G2. COMPROBACIÓN A ESTADO LÍMITE ÚLTIMO	43
A1.5 COMPROBACIÓN A ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO	49
A1.5.1 DEFORMACIONES EN DINTELES G1	49
A1.5.2 DEFORMACIONES EN DINTELES G2	54
A1.5.3 FISURACIÓN	59
A1.6 ANCLAJE DE ARMADURAS	60
ANEXO 2 FICHAS DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	62
A2.1 FICHA DINTEL GECOPRE TIPO G1	62
A2.2 FICHA DINTEL GECOPRE TIPO G2	63
IV PLANO.....	64

I MEMORIA

1 INTRODUCCIÓN

TS190919

1.1 AGENTES

El encargo del presente Expediente lo realiza Gestión Comercial de Prefabricados S.L. (GECOPRE) y en su representación, Tomás Ruano Almeida, con NIF/CIF 77802679G y B91591982, respectivamente, en calidad de fabricante comercializador del producto.

El trabajo ha sido realizado en el Estudio de Arquitectura situado en C/Cruz Verde nº 17, 41003 Sevilla, siendo su autor D. Antonio Solé Díaz, arquitecto colegiado Nº 335, en el Colegio Oficial de Arquitectos de Huelva.

1.2 OBJETIVO

El objeto del documento es realizar el cálculo, dimensionado y fichas de características mecánicas del Elemento estructural Dintel Prefabricado GECOPRE

2 DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL ELEMENTO

TS190919

2.1 DEFINICIÓN DEL ELEMENTO

El dintel objeto de cálculo, en adelante Dintel GECOPRE, es un elemento prefabricado de Hormigón Armado para dejar visto, concebido de forma prismática para su adaptación a los formatos habituales de huecos en fachadas de ladrillo.

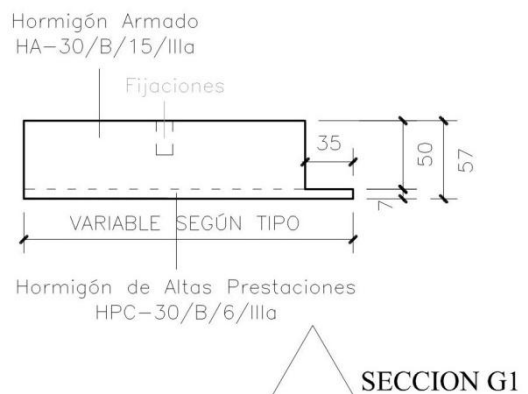
La sección del elemento se ha diseñado para resolver el emparchado de la fábrica de ladrillo hasta el mismo borde del dintel. Para ello la sección resuelve el apoyo del emparchado mediante un ala inferior de 0,7cm de grosor que, a modo de bandeja, sobresale hasta la línea de fachada.

Este detalle hace el Dintel GECOPRE, especialmente útil para resolver huecos en fachadas de fábrica de ladrillo visto, evitando las habituales soluciones adicionales mediante pletinas metálicas a descolgar de los forjados.

2.2 SECCIONES TIPO

Se prevé realizar 2 tipos de sección, dimensionadas para coincidir con los espesores habituales de la fábrica de ladrillo, a emparchar con 1 ó 2 hiladas, respectivamente:

Dintel tipo G1 (para 1 hilada)



Dimensionado para que el canto de la pieza $h=5.7\text{cm}$ coincida con las dimensiones de 1 hilada de fábrica de ladrillo visto, y la base se pueda adaptar a las dimensiones habituales de los elementos de fachada escogiendo entre los subtipos:

- G1-12,
- G1-16
- G1-24

con anchuras de base 12, 16 y 24cm respectivamente.

Dintel tipo G2 (para 2 hiladas)



Dimensionado para que el canto de la pieza $h=11,5$ cm coincida con las dimensiones de 2 hilada de fábrica de ladrillo visto, y la base se pueda adaptar a las dimensiones habituales de los elementos de fachada escogiendo asimismo entre los subtipos:

- G2-12,
- G2-16
- G2-24

con anchuras de base 12, 16 y 24cm respectivamente.

En ambos casos el proceso de fabricación requiere 2 tipos de hormigón a realizar consecutivamente:

Una capa de Hormigón de Altas Prestaciones (UHPC) en formación de la hoja inferior y una capa de Hormigón Armado (HA-30) para el resto de la pieza, hormigonada de manera que su contacto con la hoja inferior pueda considerarse continuo a nivel de adherencia y transmisiones mecánicas.

2.3 JUSTIFICACIÓN

Las dos secciones objeto de cálculo difieren en la variable de mayor incidencia en su comportamiento mecánico, el canto h y el canto útil d , que en el dintel tipo G1 es de 5,7cm (para una hilada de emparchado) y en el dintel tipo G2 es de 11.4cm (para dos hiladas de emparchado)

Con la geometría de armado uniforme para ambos tipos, con redondos de acero corrugado de $\varnothing 12$, la capacidad resistente entre ambos tipos es muy dispar, siendo el momento último para los tipo G2 del orden de 10 veces del momento último para los tipos G1

Ello lleva para el tipo G1 a limitar para cargas de hasta 1,4KN/m las luces a menos de 1m, $L < 1m$, y a establecer mecanismos de suspensión del forjado previendo en las piezas elementos de anclaje a cada 120cm para luces mayores a 1m, $L > 1m$

En los dinteles de tipo G2 la necesidad de disponer mecanismos de suspensión, para cargas de hasta 2KN/m aparece a partir de huecos con luces mayores a 3m, $L > 3m$

En ambos casos se prevén anclajes embebidos en la pieza para fijar la suspensión. Los mecanismos de suspensión deberán ser de acero de características galvánicas similares a las armaduras estructurales para evitar que en caso de que haya puntos de contacto con ellas exista par galvánico.

En cualquier caso debe mantenerse el conjunto aislado de otros metales de diferente potencial galvánico, que pudiera provocar su oxidación.

Se establece en 25cm la longitud de apoyo mínima de dintel en las
mochetas de fábrica de ladrillo para cumplimiento de longitudes de anclaje de
la armadura según

A1.6 ANCLAJE DE ARMADURAS (pag. 60).

En los casos especiales en que no sea posible deberá preverse la realización de piezas especiales con la armadura anclada con patillas en las zonas de apoyo.

TS190919

3 FICHAS DE CÁLCULO

Se incluye en el Anexo 2 las Fichas de Características Técnicas para cada tipo de sección, G1 y G2, las cuales resumen las variables mecánicas obtenidas en el cálculo de cada subtipo de dintel: para el dintel GECOPRE TIPO G1, con los subtipos: G1-12, G1-16, G1-24 (Pag. 62), y para el dintel GECOPRE TIPO G2, con los subtipos G2-12, G2-16, G2-24 (Pag. 63)

Las fichas se han diseñado como documento de referencia para servir de ayuda en el cálculo estructural al proyectista/calculista del Proyecto para la selección en cada caso del tipo de DINTEL más adecuado.

FIRMADO
DIGITAL

En Sevilla a 30 de SEPTIEMBRE de 2019

Antonio Solé Díaz,

Arquitecto

II PLIEGO DE CONDICIONES

EXTRACTO DEL PLIEGO DE CONDICIONES PARA EL DINTEL PREFABRICADO GECOPRE

A modo de Pliego Particular, en esta sección se extrae del Pliego de Condiciones de la Construcción una relación no exhaustiva de contenidos a tener en cuenta en la fabricación del dintel prefabricado GECOPRE

Del texto oficial se han eliminado artículos fuera de objeto del expediente o bien se han señalado con el color del carácter: **suavizado**

CAPITULO IV

PRESCRIPCIONES SOBRE MATERIALES

PLIEGO PARTICULAR

EPÍGRAFE 1.º

CONDICIONES GENERALES

Artículo 1.- Calidad de los materiales.

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Artículo 2.- Pruebas y ensayos de materiales.

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

Artículo 3.- Materiales no consignados en proyecto.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Artículo 4.- Condiciones generales de ejecución.

Condiciones generales de ejecución. Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, dé acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones de la Edificación de la Dirección General de Arquitectura de 1960, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

TS190919

EPÍGRAFE 2.º

CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES

Artículo 5.- Materiales para hormigones y morteros.

5.1. Áridos.

5.1.1. Generalidades.

Generalidades. La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón, así como las restantes características que se exijan a éste en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arenas y gravas existentes en yacimientos naturales, machacados u otros productos cuyo empleo se encuentre sancionado por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en un laboratorio oficial. En cualquier caso cumplirá las condiciones de la EHE.

Cuando no se tengan antecedentes sobre la utilización de los áridos disponibles, o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas de las ya sancionadas por la práctica, se realizarán ensayos de identificación mediante análisis mineralógicos, petrográficos, físicos o químicos, según convengan a cada caso.

En el caso de utilizar escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos. Esta comprobación se efectuará con arreglo al método de ensayo UNE 7.243.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

Se entiende por "arena" o "árido fino" el árido fracción del mismo que pasa por un tamiz de 5 mm. de luz de malla (tamiz 5 UNE 7050); por "grava" o "árido grueso" el que resulta detenido por dicho tamiz; y por "árido total" (o simplemente "árido" cuando no hay lugar a confusiones), aquel que, de por sí o por mezcla, posee las proporciones de arena y grava adecuadas para fabricar el hormigón necesario en el caso particular que se considere.

5.1.2. Limitación de tamaño.

Cumplirá las condiciones señaladas en la instrucción EHE.

5.2. Agua para amasado.

Habrà de cumplir las siguientes prescripciones:

- Acidez tal que el pH sea mayor de 5. (UNE 7234:71).
- Sustancias solubles, menos de quince gramos por litro (15 gr./l.), según NORMA UNE 7130:58.
- Sulfatos expresados en SO₄, menos de un gramo por litro (1 gr./l.) según ensayo de NORMA 7131:58.
- Ión cloro para hormigón con armaduras, menos de 6 gr./l., según NORMA UNE 7178:60.
- Grasas o aceites de cualquier clase, menos de quince gramos por litro (15 gr./l.). (UNE 7235).
- Carencia absoluta de azúcares o carbohidratos según ensayo de NORMA UNE 7132:58.
- Demàs prescripciones de la EHE.

5.3. Aditivos.

Se definen como aditivos a emplear en hormigones y morteros aquellos productos sólidos o líquidos, excepto cemento, áridos o agua que mezclados durante el amasado modifican o mejoran las características del mortero u hormigón en especial en lo referente al fraguado, endurecimiento, plasticidad e incluso de aire.

Se establecen los siguientes límites:

- Si se emplea cloruro cálcico como acelerador, su dosificación será igual o menor del dos por ciento (2%) en peso del cemento y si se trata de hormigonar con temperaturas muy bajas, del tres y medio por ciento (3.5%) del peso del cemento.
- Si se usan aireantes para hormigones normales su proporción será tal que la disminución de residentes a compresión producida por la inclusión del aireante sea inferior al veinte por ciento (20%). En ningún caso la proporción de aireante será mayor del cuatro por ciento (4%) del peso en cemento.
- En caso de empleo de colorantes, la proporción será inferior al diez por ciento del peso del cemento. No se emplearán colorantes orgánicos.
- Cualquier otro que se derive de la aplicación de la EHE.

5.4. Cemento.

Se entiende como tal, un aglomerante, hidráulico que responda a alguna de las definiciones del pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos R.C. 03. B.O.E. 16.01.04.

Podrá almacenarse en sacos o a granel. En el primer caso, el almacén protegerá contra la intemperie y la humedad, tanto del suelo como de las paredes. Si se almacenara a granel, no podrán mezclarse en el mismo sitio cementos de distintas calidades y procedencias.

Se exigirá al contratista la realización de ensayos que demuestren de modo satisfactorio que los cementos cumplen las condiciones exigidas. Las partidas de cemento defectuoso serán retiradas de la obra en el plazo máximo de 8 días. Los métodos de ensayo serán los detallados en el citado "Pliego General de Condiciones para la Recepción de Conglomerantes Hidráulicos." Se realizarán en laboratorios homologados.

Se tendrá en cuenta prioritariamente las determinaciones de la Instrucción EHE.

Artículo 6.- Acero.

6.1. Acero de alta adherencia en redondos para armaduras.

Se aceptarán aceros de alta adherencia que lleven el sello de conformidad CIETSID homologado por el M.O.P.U.

Estos aceros vendrán marcados de fábrica con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo. No presentarán ovalaciones, grietas, sopladuras, ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

El módulo de elasticidad será igual o mayor de dos millones cien mil kilogramos por centímetro cuadrado (2.100.000 kg./cm²). Entendiendo por límite elástico la mínima tensión capaz de producir una deformación permanente de dos décimas por ciento (0.2%). Se prevé el acero de límite elástico 4.200 kg./cm², cuya carga de rotura no será inferior a cinco mil doscientos cincuenta (5.250 kg./cm²) Esta tensión de rotura es el valor de la ordenada máxima del diagrama tensión deformación.

Se tendrá en cuenta prioritariamente las determinaciones de la Instrucción EHE.

6.2. Acero laminado.

El acero empleado en los perfiles de acero laminado será de los tipos establecidos en la norma UNE EN 10025 (Productos laminados en caliente de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general) , también se podrán utilizar los aceros establecidos por las normas UNE EN 10210-1:1994 relativa a perfiles huecos para la construcción, acabados en caliente, de acero no aleado de grano fino, y en la UNE EN 10219-1:1998, relativa a secciones huecas de acero estructural conformadas en frío.

En cualquier caso se tendrán en cuenta las especificaciones del artículo 4.2 del DB SE-A Seguridad Estructural Acero del CTE.

Los perfiles vendrán con su correspondiente identificación de fábrica, con señales indelebles para evitar confusiones. No presentarán grietas, ovalaciones, sopladuras ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%).

Artículo 7.- Materiales auxiliares de hormigones.

7.1. Productos para curado de hormigones.

Se definen como productos para curado de hormigones hidráulicos los que, aplicados en forma de pintura pulverizada, depositan una película impermeable sobre la superficie del hormigón para impedir la pérdida de agua por evaporización.

El color de la capa protectora resultante será claro, preferiblemente blanco, para evitar la absorción del calor solar. Esta capa deberá ser capaz de permanecer intacta durante siete días al menos después de una aplicación.

7.2. Desencofrantes.

Se definen como tales a los productos que, aplicados en forma de pintura a los encofrados, disminuyen la adherencia entre éstos y el hormigón, facilitando la labor de desmoldeo. El empleo de éstos productos deberá ser expresamente autorizado sin cuyo requisito no se podrán utilizar.

Artículo 8.- Encofrados y cimbras.

8.1. Encofrados en muros.

Podrán ser de madera o metálicos pero tendrán la suficiente rigidez, latiguillos y puntales para que la deformación máxima debida al empuje del hormigón fresco sea inferior a un centímetro respecto a la superficie teórica de acabado. Para medir estas deformaciones se aplicará sobre la superficie desencofrada una regla metálica de 2 m. de longitud, recta si se trata de una superficie plana, o curva si ésta es reglada.

Los encofrados para hormigón visto necesariamente habrán de ser de madera.

8.2. Encofrado de pilares, vigas y arcos.

Podrán ser de madera o metálicos pero cumplirán la condición de que la deformación máxima de una arista encofrada respecto a la teórica, sea menor o igual de un centímetro de la longitud teórica. Igualmente deberá tener el confrontado lo suficientemente rígido para soportar los efectos dinámicos del vibrado del hormigón de forma que el máximo movimiento local producido por esta causa sea de cinco milímetros.

Artículo 9 ...

...Artículo 21

Artículo 21.- Hormigones.

21.1. Dosificación de hormigones.

Corresponde al contratista efectuar el estudio granulométrico de los áridos, dosificación de agua y consistencia del hormigón de acuerdo con los medios y puesta en obra que emplee en cada caso, y siempre cumpliendo lo prescrito en la EHE.

21.2. Fabricación de hormigones.

En la confección y puesta en obra de los hormigones se cumplirán las prescripciones generales de la INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE). REAL DECRETO 2661/1998, de 11-DIC, del Ministerio de Fomento.

Los áridos, el agua y el cemento deberán dosificarse automáticamente en peso. Las instalaciones de dosificación, lo mismo que todas las demás para la fabricación y puesta en obra del hormigón habrán de someterse a lo indicado.

Las tolerancias admisibles en la dosificación serán del dos por ciento para el agua y el cemento, cinco por ciento para los distintos tamaños de áridos y dos por ciento para el árido total. En la consistencia del hormigón admitirá una tolerancia de veinte milímetros medida con el cono de Abrams.

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.

En la hormigonera deberá colocarse una placa, en la que se haga constar la capacidad y la velocidad en revoluciones por minuto recomendadas por el fabricante, las cuales nunca deberán sobrepasarse.

Antes de introducir el cemento y los áridos en el mezclador, este se habrá cargado de una parte de la cantidad de agua requerida por la masa completándose la dosificación de este elemento en un periodo de tiempo que no deberá ser inferior a cinco segundos ni superior a la tercera parte del tiempo de mezclado, contados a partir del momento en que el cemento y los áridos se han introducido en el mezclador. Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará totalmente su contenido.

No se permitirá volver a amasar en ningún caso hormigones que hayan fraguado parcialmente aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos y agua.

21.3. Mezcla en obra.

La ejecución de la mezcla en obra se hará de la misma forma que la señalada para la mezcla en central.

21.4. Transporte de hormigón.

El transporte desde la hormigonera se realizará tan rápidamente como sea posible. En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración.

Al cargar los elementos de transporte no debe formarse con las masas montones cónicos, que favorecerían la segregación.

Cuando la fabricación de la mezcla se haya realizado en una instalación central, su transporte a obra deberá realizarse empleando camiones provistos de agitadores.

21.5. Puesta en obra del hormigón.

Como norma general no deberá transcurrir más de una hora entre la fabricación del hormigón, su puesta en obra y su compactación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a un metro, quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo, o hacerlo avanzar más de medio metro de los encofrados.

Al verter el hormigón se removerá enérgica y eficazmente para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reúne gran cantidad de acero, y procurando que se mantengan los recubrimientos y la separación entre las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará de modo que el avance se realice en todo su espesor.

En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos, llenándolas en toda su altura y procurando que el frente vaya recogido, para que no se produzcan segregaciones y la lechada escurra a lo largo del encofrado.

21.6. Compactación del hormigón.

La compactación de hormigones deberá realizarse por vibración. Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones. Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse longitudinalmente en la tongada subyacente y retirarse también longitudinalmente sin desplazarlos transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá y retirará lentamente, y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los 10 cm./seg., con cuidado de que la aguja no toque las armaduras. La distancia entre los puntos sucesivos de inmersión no será superior a 75 cm., y será la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada una humectación brillante, siendo preferible vibrar en pocos puntos prolongadamente. No se introducirá el vibrador a menos de 10 cm. de la pared del encofrado.

21.7. Curado de hormigón.

Durante el primer período de endurecimiento se someterá al hormigón a un proceso curado según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas del lugar.

En cualquier caso deberá mantenerse la humedad del hormigón y evitarse todas las causas tanto externas, como sobrecarga o vibraciones, que puedan provocar la fisuración del elemento hormigonado. Una vez humedecido el hormigón se mantendrán húmedas sus superficies, mediante arpilleras, esterillas de paja u otros tejidos análogos durante tres días si el conglomerante empleado fuese cemento Portland I-35, aumentándose este plazo en el caso de que el cemento utilizado fuese de endurecimiento más lento.

21.8. Juntas en el hormigonado.

Las juntas podrán ser de hormigonado, contracción ó dilatación, debiendo cumplir lo especificado en los planos.

Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones en el hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión, o donde sus efectos sean menos perjudiciales.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán juntas abiertas durante algún tiempo, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Al reanudar los trabajos se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido que haya quedado suelto, y se humedecerá su superficie sin exceso de agua, aplicando en toda su superficie lechada de cemento antes de verter el nuevo hormigón. Se procurará alejar las juntas de hormigonado de las zonas en que la armadura esté sometida a fuertes tracciones.

21.9. Terminación de los paramentos vistos.

Si no se prescribe otra cosa, la máxima flecha o irregularidad que pueden presentar los paramentos planos, medida respecto a una regla de dos (2) metros de longitud aplicada en cualquier dirección será la siguiente:

- Superficies vistas: seis milímetros (6 mm.).
- Superficies ocultas: veinticinco milímetros (25 mm.).

21.10. Limitaciones de ejecución.

El hormigonado se suspenderá, como norma general, en caso de lluvias, adoptándose las medidas necesarias para impedir la entrada de la lluvia a las masas de hormigón fresco o lavado de superficies. Si esto llegara a ocurrir, se habrá de picar la superficie lavada, regarla y continuar el hormigonado después de aplicar lechada de cemento.

Antes de hormigonar:

- Replanteo de ejes, cotas de acabado..
- Colocación de armaduras
- Limpieza y humedecido de los encofrados

Durante el hormigonado:

El vertido se realizará desde una altura máxima de 1 m., salvo que se utilicen métodos de bombeo a distancia que impidan la segregación de los componentes del hormigón. Se realizará por tongadas de 30 cm.. Se vibrará sin que las armaduras ni los encofrados experimenten movimientos bruscos o sacudidas, cuidando de que no queden coqueras y se mantenga el recubrimiento adecuado.

Se suspenderá el hormigonado cuando la temperatura descienda de 0°C, o lo vaya a hacer en las próximas 48 h. Se podrán utilizar medios especiales para esta circunstancia, pero bajo la autorización de la D.F.

No se dejarán juntas horizontales, pero si a pesar de todo se produjesen, se procederá a la limpieza, rascado o picado de superficies de contacto, vertiendo a continuación mortero rico en cemento, y hormigonando seguidamente. Si hubiesen transcurrido más de 48 h. se tratará la junta con resinas epoxi.

No se mezclarán hormigones de distintos tipos de cemento.

Después del hormigonado:

El curado se realizará manteniendo húmedas las superficies de las piezas hasta que se alcance un 70% de su resistencia

Se procederá al desencofrado en las superficies verticales pasados 7 días, y de las horizontales no antes de los 21 días. Todo ello siguiendo las indicaciones de la D.F.

21.11. Medición y Abono.

El hormigón se medirá y abonará por metro cúbico realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el Cuadro de Precios la unidad de hormigón se exprese por metro cuadrado como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por metro cuadrado realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de la capa inferior. Si en el Cuadro de Precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por metro cúbico o por metro cuadrado. En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de curado de hormigón.

Artículo 22.- Morteros.

22.1. Dosificación de morteros.

Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cual ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.

22.2. Fabricación de morteros.

Los morteros se fabricarán en seco, continuándose el batido después de verter el agua en la forma y cantidad fijada, hasta obtener una plasta homogénea de color y consistencia uniforme sin palomillas ni grumos.

22.3. Medición y abono.

El mortero suele ser una unidad auxiliar y, por tanto, su medición va incluida en las unidades a las que sirve: fábrica de ladrillos, enfoscados, pavimentos, etc. En algún caso excepcional se medirá y abonará por metro cúbico, obteniéndose su precio del Cuadro de Precios si lo hay u obteniendo un nuevo precio contradictorio.

Artículo 23.- Encofrados.

23.1. Construcción y montaje.

Tanto las uniones como las piezas que constituyen los encofrados, deberán poseer la resistencia y la rigidez necesarias para que con la marcha prevista de hormigonado y especialmente bajo los efectos dinámicos producidos por el sistema de compactación exigido o adoptado, no se originen esfuerzos anormales en el hormigón, ni durante su puesta en obra, ni durante su periodo de endurecimiento, así como tampoco movimientos locales en los encofrados superiores a los 5 mm.

Los enlaces de los distintos elementos o planos de los moldes serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje se verifique con facilidad.

Los encofrados de los elementos rectos o planos de más de 6 m. de luz libre se dispondrán con la contra flecha necesaria para que, una vez encofrado y cargado el elemento, este conserve una ligera cavidad en el intrados.

Los moldes ya usados, y que vayan a servir para unidades repetidas serán cuidadosamente rectificadas y limpiados.

Los encofrados de madera se humedecerán antes del hormigonado, a fin de evitar la absorción del agua contenida en el hormigón, y se limpiarán especialmente los fondos dejándose aberturas provisionales para facilitar esta labor.

Las juntas entre las distintas tablas deberán permitir el entumecimiento de las mismas por la humedad del riego y del hormigón, sin que, sin embargo, dejen escapar la plasta durante el hormigonado, para lo cual se podrá realizar un sellado adecuado.

Planos de la estructura y de despiece de los encofrados

Confección de las diversas partes del encofrado

Montaje según un orden determinado según sea la pieza a hormigonar: si es un muro primero se coloca una cara, después la armadura y , por último la otra cara; si es en pilares, primero la armadura y después el encofrado, y si es en vigas primero el encofrado y a continuación la armadura.

No se dejarán elementos separadores o tirantes en el hormigón después de desencofrar, sobretodo en ambientes agresivos.

Se anotará la fecha de hormigonado de cada pieza, con el fin de controlar su desencofrado

El apoyo sobre el terreno se realizará mediante tablonos/durmientes

Si la altura es excesiva para los puntales, se realizarán planos intermedios con tablonos colocados perpendicularmente a estos; las líneas de puntales inferiores irán arriostrados.

Se vigilará la correcta colocación de todos los elementos antes de hormigonar, así como la limpieza y humedecido de las superficies

El vertido del hormigón se realizará a la menor altura posible

Se aplicarán los desencofrantes antes de colocar las armaduras

Los encofrados deberán resistir las acciones que se desarrollen durante la operación de vertido y vibrado, y tener la rigidez necesaria para evitar deformaciones, según las siguientes tolerancias:

Espesores en m.	Tolerancia en mm.
Hasta 0.10	2
De 0.11 a 0.20	3
De 0.21 a 0.40	4
De 0.41 a 0.60	6
De 0.61 a 1.00	8
Más de 1.00	10
- Dimensiones horizontales o verticales entre ejes	
Parciales	20
Totales	40
- Desplomes	
En una planta	10
En total	30

23.2. Apeos y cimbras. Construcción y montaje.

Las cimbras y apeos deberán ser capaces de resistir el peso total propio y el del elemento completo sustentado, así como otras sobrecargas accidentales que puedan actuar sobre ellas (operarios, maquinaria, viento, etc.).

Las cimbras y apeos tendrán la resistencia y disposición necesaria para que en ningún momento los movimiento locales, sumados en su caso a los del encofrado sobrepasen los 5 mm., ni los de conjunto la milésima de la luz (1/1.000).

23.3. Desencofrado y descimbrado del hormigón.

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto podrá efectuarse a un día de hormigonada la pieza, a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas y otras cosas capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto no deberán retirarse antes de los dos días con las mismas salvedades apuntadas anteriormente a menos que se emplee curado a vapor.

El descimbrado podrá realizarse cuando, a la vista de las circunstancias y temperatura del resultado; las pruebas de resistencia, elemento de construcción sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descimbrar. El descimbrado se hará de modo suave y uniforme, recomendándose el empleo de cunas, gatos; cajas de arena y otros dispositivos, cuando el elemento a descimbrar sea de cierta importancia.

Condiciones de desencofrado:

No se procederá al desencofrado hasta transcurridos un mínimo de 7 días para los soportes y tres días para los demás casos, siempre con la aprobación de la D.F.

Los tableros de fondo y los planos de apeo se desencofrarán siguiendo las indicaciones de la NTE-EH, y la EHE, con la previa aprobación de la D.F. Se procederá al alojamiento de las cuñas, dejando el elemento separado unos tres cm. durante doce horas, realizando entonces la comprobación de la flecha para ver si es admisible

Cuando el desencofrado sea dificultoso se regará abundantemente, también se podrá aplicar desencofrante superficial.

Se apilarán los elementos de encofrado que se vayan a reutilizar, después de una cuidadosa limpieza

TS190919

23.4. Medición y abono.

Los encofrados se medirán siempre por metros cuadrados de superficie en contacto con el hormigón, no siendo de abono las obras o excesos de encofrado, así como los elementos auxiliares de sujeción o apeos necesarios para mantener el encofrado en una posición correcta y segura contra esfuerzos de viento, etc. En este precio se incluyen además, los desencofrantes y las operaciones de desencofrado y retirada del material. En el caso de que en el cuadro de precios esté incluido el encofrado la unidad de hormigón, se entiende que tanto el encofrado como los elementos auxiliares y el desencofrado van incluidos en la medición del hormigón.

Artículo 24.- Armaduras.

24.1. Colocación, recubrimiento y empalme de armaduras.

Todas estas operaciones se efectuarán de acuerdo con los artículos de la INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE). REAL DECRETO 2661/1998, de 11-DIC, del Ministerio de Fomento.

24.2. Medición y abono.

De las armaduras de acero empleadas en el hormigón armado, se abonarán los kg. realmente empleados, deducidos de los planos de ejecución, por medición de su longitud, añadiendo la longitud de los solapes de empalme, medida en obra y aplicando los pesos unitarios correspondientes a los distintos diámetros empleados.

En ningún caso se abonará con solapes un peso mayor del 5% del peso del redondo resultante de la medición efectuada en el plano sin solapes.

El precio comprenderá a la adquisición, los transportes de cualquier clase hasta el punto de empleo, el pesaje, la limpieza de armaduras, si es necesario, el doblado de las mismas, el izado, sustentación y colocación en obra, incluido el alambre para ataduras y separadores, la pérdida por recortes y todas cuantas operaciones y medios auxiliares sean necesarios.

Artículo 25 Estructuras de acero....

CAPITULO IV

CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

PLIEGO PARTICULAR ANEXOS

EHE- CTE DB HE-1 - CA 88 – CTE DB SI - ORD. MUNICIPALES

ANEXOS PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

EPÍGRAFE 1.º

ANEXO 1

INSTRUCCIÓN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN EHE

1) CARACTERÍSTICAS GENERALES -

Ver A1.2 MATERIALES ESTRUCTURALES BÁSICOS en pag 24 cuadro en planos de estructura.

2) ENSAYOS DE CONTROL EXIGIBLES AL HORMIGÓN, AL ACERO Y A LOS COMPONENTES DEL HORMIGÓN -

Cono de Abrams para control de plasticidad y rotura de familias de probetas para control de resistencia para nivel de control normal y determinaciones en el correspondiente Plan de Control de Calidad.

CEMENTO:

ANTES DE COMENZAR EL HORMIGONADO O SI VARÍAN LAS CONDICIONES DE SUMINISTRO.

Se realizarán los ensayos físicos, mecánicos y químicos previstos en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la recepción de cementos RC-03.

DURANTE LA MARCHA DE LA OBRA

Cuando el cemento este en posesión de un Sello o Marca de conformidad oficialmente homologado no se realizarán ensayos.

Cuando el cemento carezca de Sello o Marca de conformidad se comprobará al menos una vez cada tres meses de obra; como mínimo tres veces durante la ejecución de la obra; y cuando lo indique el Director de Obra, se comprobará al menos; perdida al fuego, residuo insoluble, principio y fin de fraguado. resistencia a compresión y estabilidad de volumen, según RC-03.

AGUA DE AMASADO

Antes de comenzar la obra si no se tiene antecedentes del agua que vaya a utilizarse, si varían las condiciones de suministro, y cuando lo indique el Director de Obra se realizarán los ensayos del Art. correspondiente de la Instrucción EHE.

ÁRIDOS

Antes de comenzar la obra si no se tienen antecedentes de los mismos, si varían las condiciones de suministro o se vayan a emplear para otras aplicaciones distintas a los ya sancionados por la práctica y siempre que lo indique el Director de Obra. se realizarán los ensayos de identificación mencionados en los Art. correspondientes a las condiciones fisicoquímicas, fisicomecánicas y granulométricas de la INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL (EHE):.

III ANEXOS

ANEXO 1 CÁLCULO

TS190919

A1.1 CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA ESPECÍFICA

- EHE-08, Instrucción de Hormigón Estructural
- DB-SE, Seguridad Estructural
- DB-SE-AE. Acciones en la edificación.
- NCSE-02 Norma de Construcción Sismorresistente. Parte general y edificación
- CTE DB SI 6 Resistencia al fuego de la estructura y Anexos C, D, E, F

A1.2 MATERIALES ESTRUCTURALES BÁSICOS

A1.2.1 HORMIGÓN

Se definen los 2 tipos de hormigón, Hormigón Armado y Hormigón de Altas Prestaciones (UHPC) con características mecánicas:

Hormigón de Armado

- HA-30/B/15/IIIa
 - Resistencia característica: $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
 - Consistencia: Blanda
 - Tamaño máximo del árido: 15 mm
 - Exposición ambiental: IIIa Aérea marina, con cemento CEM IVa
- (Ver A1.2.3 EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y RECUBRIMIENTO DE ARMADURAS, pag 28)
- Deformabilidad del hormigón (diagrama tensión deformación: parábola rectángulo)

Hormigón de Altas Prestaciones

- UHPC-30/B/6/IIIa
- Resistencia característica: $f_{ck} = 30 \text{ N/mm}^2$
- Consistencia: Blanda
- Tamaño máximo del árido: 6 mm
- Exposición ambiental: IIIa Aérea marina, con cemento CEM IVa
(Ver A1.2.3 EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y RECUBRIMIENTO DE ARMADURAS, pag 28)
- Deformabilidad del hormigón (diagrama tensión deformación: parábola rectángulo)

Datos mecánicos de ambos tipos de hormigón

- Módulo de deformación longitudinal considerado

$$E_c = 27264 \text{ N/mm}^2$$

- Retracción del hormigón

Datos

Coefficiente básico de retracción

$f_{ck}: 30 \text{ N/mm}^2$	$\epsilon_{650} = -427 \cdot 10^{-6}$
HR: 70%	

- Fluencia del hormigón

Datos

Coefficiente de fluencia

Fluencia a los 10.000 días	$j(t, t_0) = 1,45\%$
Espesor medio 400 mm	

Puesta en carga a los 90 días	
Humedad Relativa media: 70%	

- Dilatación térmica: 10^{-5}
- Coeficiente de Poisson: 0,2

A1.2.2 ACERO ESTRUCTURAL BARRAS CORRUGADAS

TS190919

Acero. Armaduras pasivas

- Tipo de acero: B400S
- Clase de acero: Soldable
- Límite elástico: $f_y \geq 400 \text{ N/mm}^2$
- Carga unitaria de rotura: $f_s \geq 440 \text{ N/mm}^2$
- Alargamiento de rotura: $\epsilon_u = 14\%$
- Relación $f_s / f_y \geq 1,05$
- Módulo de deformación longitudinal: $E_s = 200.000 \text{ N/mm}^2$

(diagrama tensión-deformación bilineal)

- Valores de la tensión de adherencia con el hormigón (N/mm^2)

Barras	$\varnothing < 8\text{mm}$	$8\text{mm} < \varnothing < 32\text{mm}$
Tensión media	$T_{bm} \geq 6,88$	$T_{bm} \geq 7,84 - 0,12\varnothing$
Tensión de rotura	$T_{bu} \geq 11,22$	$T_{bm} \geq 12,74 - 0,19\varnothing$

a cumplir en el ensayo UNE. 36740: 98

A1.2.3 EXPOSICIÓN AMBIENTAL Y RECUBRIMIENTO DE ARMADURAS

TS190919

Las clases de exposición ambiental se definen en la tabla 8.2.2 según EHE-08:

Tabla 8.2.2
Clases generales de exposición relativas a la corrosión de las armaduras

CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN			DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS
Clase	Subclase	Designación		
No agresiva				
Normal	Humedad alta	I	– Interiores de edificios, no sometidos a condensaciones. – Elementos de hormigón en masa.	– Elementos estructurales de edificios, incluido los forjados, que estén protegidos de la intemperie. – Elementos estructurales en sótanos no ventilados. – Cimentaciones. – Estribos, pilas y tableros de puentes en zonas, sin impermeabilizar con precipitación media anual superior a 600 mm. – Tableros de puertas impermeabilizados, en zonas con sales de deshielo y precipitación media anual superior a 600 mm. – Elementos de hormigón, que se encuentren a la intemperie o en las cubiertas de edificios en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm. – Forjados en cámara sanitaria, o en interiores en cocinas y baños, o en cubierta no protegida.
		IIa	– 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.	– Elementos estructurales de edificaciones en las proximidades de la costa. – Puentes en las proximidades de la costa. – Zonas aéreas de diques, pantales y otras obras de defensa litoral. – Instalaciones portuarias.
		IIb	– Exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm.	– Zonas sumergidas de diques, pantales y otras obras de defensa litoral. – Cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar.
Marina	Humedad media	IIIa	– Elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar. – Elementos exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km).	– Zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantales y otras obras de defensa litoral. – Zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea.
		IIIb	– Elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar.	– Piscinas e interiores de los edificios que las albergan. – Pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve. – Estaciones de tratamiento de agua.
		IIIc	– Elementos de estructuras marinas situadas en la zona de salpicaduras o en zona de carrera de mareas.	
Con cloruros de origen diferente del medio marino	En zona de carrera de mareas y en zonas de salpicaduras	IV	– Instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino. – Superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas.	

Los recubrimientos para la clase de exposición Normal se definen en:

Tabla 37.2.4.1.a Recubrimientos mínimos (mm)
para las clases generales de exposición I y II

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm ²]	Vida útil de proyecto (t ₀), (años)	
			50	100
I	Cualquiera	$f_{ck} \geq 25$	15	25
II a	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	15	25
		$f_{ck} \geq 40$	10	20
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
II b	CEM I	$25 \leq f_{ck} < 40$	20	30
		$f_{ck} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ck} < 40$	25	35
		$f_{ck} \geq 40$	20	30

Se analiza la idoneidad de la aplicación del dintel para ambiente IIIa Marina Aérea con los recubrimientos se definidos en:

Tabla 37.2.4.1.b Recubrimiento mínimo (mm)
para las clases generales de exposición III y IV

Hormigón	Cemento	Vida útil de proyecto (t ₀) (años)	Clase general de exposición			
			IIIa	IIIb	IIIc	IV
Armado	CEM III/A, CEM III/B, CEM IV, CEM III/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsilíce superior al 6% o de	50	25	30	35	35
		100	30	35	40	40
	Resto de cementos utilizables	50	45	40	*	*
		100	65	*	*	*
Pretensado	CEM II/A-D o bien con adición de humo de sílice superior al 6%	50	30	35	40	40
		100	35	40	45	45
	Resto de cementos utilizables, según el Artículo 26º	50	65	45	*	*
		100	*	*	*	*

Tabla 37.2.4.1.c Recubrimientos mínimos para las clases específicas de exposición

Clase de exposición	Tipo de cemento	Resistencia característica del hormigón [N/mm²]	Vida útil de proyecto (t), (años)	
			50	100
H	CEM III	$25 \leq f_{ak} < 40$	25	50
		$f_{ak} \geq 40$	15	25
	Otros tipos de cemento	$25 \leq f_{ak} < 40$	20	35
		$f_{ak} \geq 40$	10	20
F	CEM I I/A-D	$25 \leq f_{ak} < 40$	25	50
		$f_{ak} \geq 40$	15	35
	CEM III	$25 \leq f_{ak} < 40$	40	75
		$f_{ak} \geq 40$	20	40
	Otros tipos de cementos o en el caso de empleo de adiciones al hormigón	$25 \leq f_{ak} < 40$	20	40
		$f_{ak} \geq 40$	10	20
E ⁽¹⁾	Cualquiera	$25 \leq f_{ak} < 40$	40	80
		$f_{ak} \geq 40$	20	35
Qa	CEM III, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsilíce superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%	-	40	55
	Resto de cementos utilizables	-	*	*
Qb, Qc	Cualquiera	-	(2)	(2)

(1) Estas situaciones obligarían a unos recubrimientos excesivos

(1) Estos valores corresponden a condiciones moderadamente duras de abrasión. En el caso de que se prevea una fuerte abrasión, será necesario realizar un estudio detallado.

(2) El Autor del proyecto deberá fijar estos valores de recubrimiento mínimo y, en su caso, medidas adicionales, al objeto de que se garantice adecuadamente la protección del hormigón y de las armaduras frente a la agresión química concreta de que se trate.

La geometría de los dinteles tipo G1 con un canto $h=57\text{mm}$ y con la armadura prefijada por el proceso de fabricación de redondos $\varnothing 12\text{mm}$ permite un recubrimiento de 25mm para mantener la armadura en una posición que proporcione un canto útil aceptable para la pieza, $d=26\text{mm}$.

Con ello, la sección cumple con los recubrimientos preconizados por EHE 08 para ambiente IIIa, marina aérea, para vida útil 50 años utilizando CEM III/A, CEM III/B, CEM IV, CEM II/B-S, B-P, B-V, A-D u hormigón con adición de microsilíce superior al 6% o de cenizas volantes superior al 20%.

De ellos es recomendable el CEM IVa según tablas A4.2 y A4.5 (EHE 08, Anejo 4 Recomendaciones para la selección del tipo de cemento a emplear en hormigones estructurales):

TABLA A.4.2 Tipos de cementos en función de la aplicación del hormigón

APLICACIÓN	CEMENTOS RECOMENDADOS
Hormigón en masa	Todos los cementos comunes, excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM III/A-W, CEM II/B-W, CEM III/A-T, CEM II/B-T y CEM III/C Cementos para usos especiales ESP VI-1 (*)
Hormigón armado	Todos los cementos comunes excepto los tipos CEM II/A-Q, CEM II/B-Q, CEM II/A-W, CEM II/B-W, CEM III/A-T, CEM II/B-T, CEM III/C, CEM V/B
Hormigón pretensado incluidos los prefabricados estructurales	Cementos comunes (**) de los tipos CEM I, CEM III/A-D, CEM III/A-V, CEM III/A-P y CEM III/A-M (V-P) (***)
Elementos estructurales prefabricados de hormigón armado	Resultan muy adecuados los cementos comunes (**) de los tipos CEM I, CEM III/A y adecuado el cemento común tipo CEM IV/A cuando así se deduzca de un estudio experimental específico.
Hormigón en masa y armado en grandes volúmenes	Resultan muy adecuados los cementos comunes CEM III/B y CEM IV/B y adecuados los cementos comunes tipo CEM II/B, CEM III/A, CEM IV/A y CEM V/A, Cementos para usos especiales ESP VI-1 (*) Es muy recomendable la característica adicional de bajo calor de hidratación (LH) y de muy bajo calor de hidratación (VLH), según los casos
Hormigón de alta resistencia	Muy adecuados los cementos comunes tipo CEM I y adecuados los cementos comunes tipo CEM II/A-D y CEM III/A 42,5 R. El resto de cementos comunes tipo CEM II/A pueden resultar adecuados cuando así se deduzca de un estudio experimental específico.
Hormigones para reparaciones rápidas de urgencia	Los cementos comunes tipo CEM I, CEM II/A-D, y el cemento de aluminato de calcio (CAC).
Hormigones para desencofrado y descimbrado rápido	Los cementos comunes (**) tipo CEM I, y CEM II,
Hormigón proyectado	Los cementos comunes tipo CEM I, y CEM III/A
Hormigones con áridos potencialmente reactivos (****)	Resultan muy adecuados los cementos comunes tipo CEM III, CEM IV, CEM V, CEM II/A-D, CEM II/B-S y CEM II/B-V, y adecuados los cementos comunes tipo CEM II/B-P y CEM II/B-M

(*) En el caso de grandes volúmenes de hormigón en masa

(**) Dentro de los indicados son preferibles los de alta resistencia inicial

(***) La inclusión de los cementos CEM III/A-V, CEM III/A-P y CEM III/A-M (V-P) como utilizables para la aplicación de hormigón pretensado, es coherente con la posibilidad, contemplada en el articulado de esta Instrucción, de utilización de adición al hormigón pretensado de cenizas volantes en una cantidad no mayor del 20 % del peso de cemento

(****) Para esta aplicación son recomendables los cementos con bajo contenido en alcalinos o aquellos citados en la tabla

TABLA A4.5. Tipos de cementos en función de las clases de exposición

CLASE DE EXPOSICIÓN	TIPO DE PROCESO (agresividad debida a)	CEMENTOS RECOMENDADOS
I	Ninguno	Todos los recomendados según la aplicación prevista
II	Corrosión de las armaduras de origen diferente de los cloruros	CEM I, cualquier CEM II (preferentemente CEM II/A), CEM III/A, CEM IV/A.
III (*)	Corrosión de las armaduras por cloruros de origen marino	Muy adecuados los cementos CEM II/S, CEM II/V (preferentemente los CEM II/B-V), CEM II/P (preferentemente los CEM II/B-P), CEM III/A-D, CEM III, CEM IV (preferentemente los CEM IV/A) y CEM V/A
IV	Corrosión de las armaduras por cloruros de origen no marino	Preferentemente, los CEM I y CEM II/A y, además, los mismos que para la clase de exposición III.
Q (**)	Ataque al hormigón por sulfatos	Los mismos que para la exposición III
Q	Lixiviación del hormigón por aguas puras, ácidas, o con CO2 agresivo	Los cementos comunes de los tipos CEM II/P, CEM II/V, CEM II/A-D, CEM II/S, CEM III, CEM IV y CEM V
Q	Reactividad álcali-árido	Cementos de bajo contenido en alcalinos (****)(óxidos de sodio y de potasio) en los que $(Na_2O)_{eq} = Na_2O (\%) + 0,658 K_2O (\%) < 0,60$

(*) En esta clase de exposición es necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia al agua de mar (MR), tal y como establece la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

(**) En esta clase de exposición es necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia a los sulfatos (SR), en el caso de la clase específica Qb o Qc, tal y como establece el articulado de esta Instrucción. En los casos en que el elemento esté en contacto con agua de mar será necesario cumplir las prescripciones relativas al empleo de la característica adicional de resistencia al agua de mar (MR).

(***) También son recomendables los cementos citados en la tabla A4.2. para hormigones con áridos potencialmente reactivos (que necesitarían cementos con bajo contenido en alcalinos)

A1.3 MÉTODO DE CÁLCULO

TS190919

Se adopta el Método de cálculo de los Estados Límites para determinar las solicitaciones últimas y de servicio de la sección objeto de cálculo:

- Los Estados Límites Últimos para alcanzar la exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad
- Los Estados Límites de Servicio para alcanzar la exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio

Para el cálculo de esfuerzos en el elemento biapoyado se aplican las leyes de la estática y de la resistencia de materiales en el caso de hiperestatismo del elemento continuo suspendido del forjado se idealiza la estructura en modelo planos (pórticos) para resolución de solicitaciones con programa matricial.

VERIFICACIONES BASADAS EN COEFICIENTES PARCIALES

Capacidad portante y Estados Límite Últimos

Se escoge el valor más desfavorable de Momento Flector y Esfuerzo Cortante de la envolvente de solicitaciones más desfavorables del cálculo basado en coeficientes parciales:

Verificaciones

- Estabilidad del conjunto ó de las partes

$$Ed, dst \leq Ed, stb$$

siendo

Ed, dst : valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras

Ed, stb : valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizador

- Resistencia de estructura, elementos, secciones, puntos ó uniones

$$Ed \leq Rd$$

siendo

Ed valor de cálculo del efecto de las acciones

Rd valor de cálculo de la resistencia correspondiente

Combinaciones de acciones para estados de límite últimos

Situaciones persistentes ó transitorias

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Situaciones extraordinarias

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_p \cdot P + A_d + \gamma_{Q,1} \cdot \Psi_{1,1} \cdot Q_{k11} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{2,i} \cdot Q_{k1i}$$

Situaciones accidentales (sismo)

$$\sum_{j \geq 1} G_{k1j} + P + A_d + \sum_{i > 1} \Psi_{2,i} \cdot Q_{k1i}$$

Valor de cálculo de la resistencia (fd).

Se expresa como cociente entre la resistencia característica (fk) y el coeficiente de seguridad de cada material:

- Hormigón armado

Se establece para la ejecución del hormigón armado un nivel de control normal con los siguientes coeficientes de seguridad del material:

MINORACIÓN DE RESISTENCIA EN ELEMENTOS DE HORMIGON	
HORMIGON	$\gamma_c = 1,5$
Acero (barras corrugadas)	$\gamma_s = 1,1$

Coeficientes de simultaneidad (Ψ) a utilizar

ACCION	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Sobrecarga de uso. Zona residencial	0,7	0,5	0,3
Nieve. Altitud < 1000m	0,5	0,2	0

Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acción variable del terreno	0,7	0,7	0,7

TS190919

Tabla resumen de Combinaciones de acciones para estados límites últimos

Situación	Casuística	Combinación	Coefficientes de simultaneidad
Situación Persistente (SE)	SP1	$\gamma_g \cdot G + \gamma_q Q + \gamma_q W \psi_{oi}$ $1,35G + 1,5Q + 0,9W$	$\psi_{oi} = 0,6$
	SP2	$\gamma_g \cdot G + \gamma_q W + \gamma_q \cdot Q \cdot \psi_{oi}$ $1,35G + 1,5W + 1,05Q$	$\psi_{oi} = 0,7$
Situación Extraordinaria(SE)	SE1	$\gamma_g \cdot G + A_d + \gamma_q \psi_{q1} Q + \gamma_q \psi_{q2} W$ $1,35G + A_d + 0,75Q$	$\psi_{q1} = 0,5$ $\psi_{q2} = 0$
	SE2	$\gamma_g G + A_d + \gamma_q \psi_{q1} W + \gamma_q \psi_{q2} Q$ $1,35G + A_d + 0,75W + 0,5Q$	$\psi_{q1} = 0,5$ $\psi_{q2} = 0,3$
Situación Accidental (SA)	SA1	$G + A_d + \gamma_q \psi_{2i} (w + Q)$ $1, G + A_d + 0,5 Q$	$\psi_{q2} = 0,3$ $\psi_{q2} = 0$

Aptitud al servicio

Verificaciones

Se verifica que no se superan los siguientes valores límite:

Flecha relativa máxima	$L / 400$	$L = \text{luz}$
------------------------	-----------	------------------

Combinación de acciones para estados límite de servicio

Combinación característica

$$\sum G_{k1j} + P + Q_{k11} + \sum \psi_{01i} \cdot Q_{ki}$$

$$j \geq 1 \quad i > 1$$

Combinación frecuente

$$\sum G_{k1j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k11} + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{ki}$$

$$j \geq 1$$

Combinación casi permanente

$$\sum G_{k1j} + P + \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{ki}$$

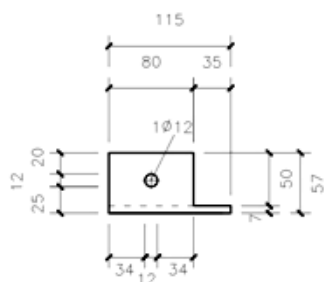
$$j \geq 1 \quad i \geq 1$$

Tabla resumen de combinaciones de acciones para estados límites de servicio

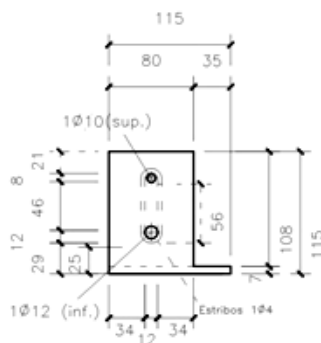
Combinación	Casuística	Combinación	Coeficientes de simultaneidad
Características (efectos irreversibles)	CC1	$G + Q + \psi_{0i} W$ $G + Q + 0,6W$	$\psi_{0i} = 0,6$
	CC2	$G + W + \psi_{0i} Q$ $G + W + 0,7Q$	$\psi_{0i} = 0,7$
Frecuente (efectos reversibles)	CF1	$G + \psi_{q1} \cdot Q_1 + \psi_{w2} W$ $G + 0,5Q$	$\psi_{q1} = 0,5$ $\psi_{w2} = 0$
	CF2	$G + \psi_{w2} \cdot W + \psi_{q2} \cdot Q$ $G + 0,5W + 0,3Q$	$\psi_{w1} = 0,5$ $\psi_{q2} = 0,3$
Casi permanente	Cc1	$G + \psi_{q,2} \cdot Q$ $G + 0,3 \cdot Q$	$\psi_{q2} = 0,3$

A1.4 COMPROBACIÓN ESTADO LÍMITE ULTIMO

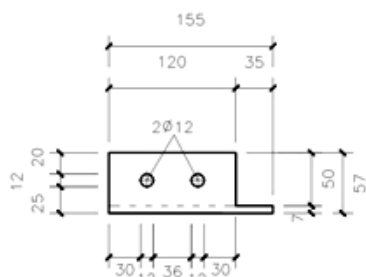
SECCIONES OBJETO DE COMPROBACIÓN



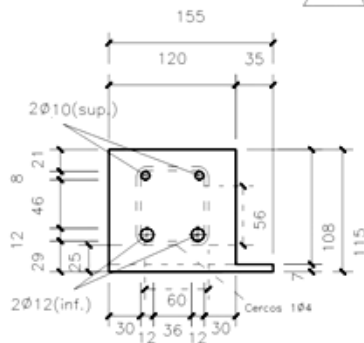
G1 SECCION G1
Base: 12cm



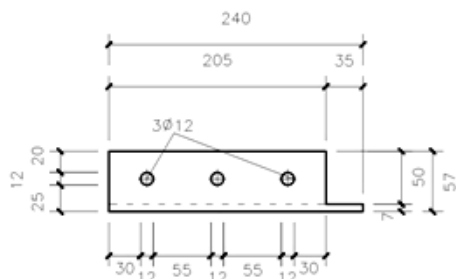
G2 SECCION G2
Base: 12cm



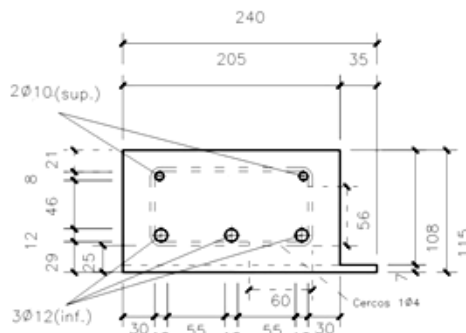
G1 SECCION G1
Base: 16cm



G2 SECCION G2
Base: 16cm

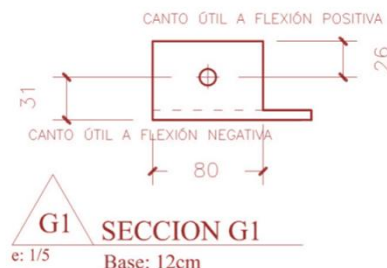


G1 SECCION G1
Base: 24cm



G2 SECCION G2
Base: 24cm

A1.4.1 SECCIONES TIPO G1. COMPROBACIÓN A ESTADO LÍMITE ÚLTIMO



Viga:

DINTEL PREFABRICADO G1-12

MOMENTO ULTIMO POSITIVO

$$M_u = b \cdot y \cdot \left(h - \frac{y}{2}\right) \cdot \sigma_b + A' \cdot \sigma'_s \cdot h$$

Sección	Base	b	8,00 cm
	Canto total	h_t	5,70 cm
	Canto útil	h	2,60 cm

Fibra neutra de tensiones	Profundidad con diagrama rectangular	y	0,702 cm
	$y \leq 0,45 \cdot h$		

Resistencia de cálculo	Horrigón	σ'_b	200,0 kg/cm ²
	Acero	σ'_s	3478,3 kg/cm ²

Momento último	Para $y=0,45 \cdot h$	M_u	2526,1 cmxkg
----------------	-----------------------	-------	--------------

COMPROBACIÓN ARMADURA

Solicitaciones	Momento flector	Mk	0,25 mxKN
----------------	-----------------	----	-----------

Cálculo	Momento flector	Md	0,40 mxKN
	$\mu = M_d / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd}) \leq 0,375$	μ	0,37
	Relación de capacidades (flexión)		
	$\omega = \mu(1 + \mu)$	ω	0,51
	Capacidad mec. acero		
	$U = \omega(bd \cdot f_{cd})$	U	2,14 T
	Cuantía mínima longitudinal = $0,02 f_{cd} bd$		0,00
	$A_{fyd} = U$ ó $0,02 f_{cd} bd$ (cuantía mínima longitudinal)		2,14 T
	Armadura		1Ø12
	Capacidad mec. ARMADURA		3,93 T

(*) Método simplificado de cálculo en flexión-compresión por el Momento Tope (Eduardo Torroja)

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE ÚLTIMO EN SECCION

Contribución del horrigón	$F_{cv} = 0,5 \sqrt{f_{cd}} =$		707,11 KN/m2
	$V_{cu} = f_{cv} \cdot x \cdot b \cdot d$	Vcu	1,47 KN

Viga:

DINTEL PREFABRICADO G1-12

TS190919

MOMENTO ULTIMO NEGATIVO

$$M_u = b \cdot y \cdot \left(h - \frac{y}{2} \right) \cdot \sigma'_b + A' \cdot \sigma'_a \cdot h$$

Sección	Base	b	8,00 cm
	Canto total	h _t	5,70 cm
	Canto útil	h	3,10 cm

Fibra neutra de tensiones	Profundidad con diagrama rectangular	y	0,837 cm
	$y \leq 0,45 \cdot h$		

Resistencia de cálculo	Hormigón	σ'_b	200,0 kg/cm ²
	Acero	σ'_a	3478,3 kg/cm ²

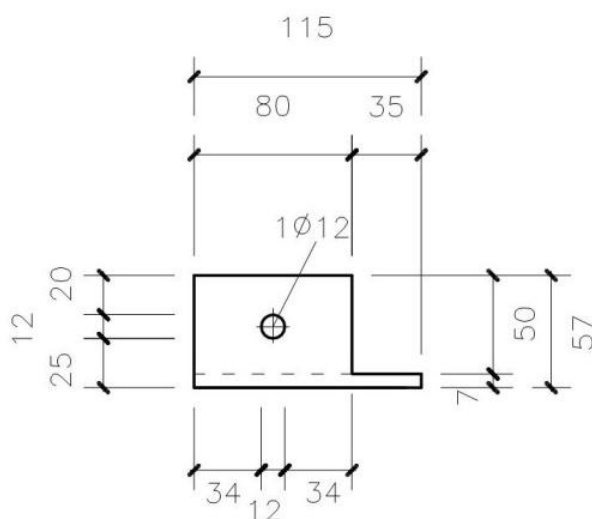
Momento último	Para y=0,45·h	M _u	3591,1 cmxkg
----------------	---------------	----------------	--------------

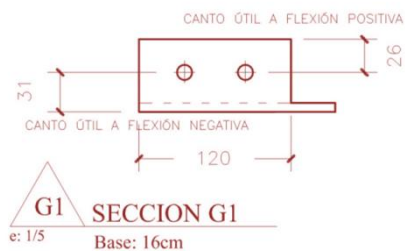
COMPROBACION ARMADURA

Solicitaciones	Momento flector	M _k	0,36 mxKN
----------------	-----------------	----------------	-----------

Cálculo	Momento flector	M _d	0,57 mxKN
	$\mu = M_d / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd}) \leq 0,375$	μ	0,37
	Relación de capacidades (flexion)		
	$\omega = \mu(1 + \mu)$	ω	0,51
	Capacidad mec. acero		
	$U = \omega(bd \cdot f_{cd})$	U	2,55 T
	Cuantía mínima longitudinal = 0,02f _{cd} bd		0,00
	Af _{yd} =U ó 0,02f _{cd} bd (cuantía mínima longitudinal)		2,55 T
	Armadura		1Ø12
	Capacidad mec. ARMADURA		3,93 T

(*) Método simplificado de cálculo en flexión-compresión por el Momento Tope (Eduardo Torroja)





Viga:

DINTEL PREFABRICADO G1-16

MOMENTO ULTIMO POSITIVO

$$M_u = b \cdot y \cdot \left(h - \frac{y}{2} \right) \cdot \sigma_s + A' \cdot \sigma_s' \cdot h$$

Sección

Base	b	12,00 cm
Canto total	h_t	5,70 cm
Canto útil	h	2,60 cm

Fibra neutra de tensiones

Profundidad con diagrama rectangular $\gamma \leq 0,45 \cdot h$	y	0,702 cm
--	---	----------

Resistencia de cálculo

Hormigón	σ'_b	200,0 kg/cm ²
Acero	σ'_a	3478,3 kg/cm ²

Momento último

Para $\gamma=0,45 \cdot h$	M_u	3789,1 cmxkg
----------------------------	-------	--------------

COMPROBACIÓN ARMADURA

Solicitaciones

Momento flector	Mk	0,38 mxKN
-----------------	----	-----------

Cálculo

Momento flector	Md	0,61 mxKN
$\mu = M_d / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd}) \leq 0,375$	μ	0,37
Relación de capacidades (flexión)		
$\omega = \mu(1 + \mu)$	ω	0,51
Capacidad mec. acero		
$U = \omega(bd \cdot f_{cd})$	U	3,20 T
Cuantía mínima longitudinal = $0,02 f_{cd} bd$		0,00
$A_{fyd} = U$ ó $0,02 f_{cd} bd$ (cuantía mínima longitudinal)		3,20 T
Armadura		2Ø12
Capacidad mec. ARMADURA		7,87 T

(*) Método simplificado de cálculo en flexión-compresión por el Momento Tope (Eduardo Torroja)

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE ÚLTIMO EN SECCION

Contribución del hormigón

$F_{cv} = 0,5 \sqrt{f_{cd}} =$		707,11 KN/m ²
$V_{cu} = f_{cv} \cdot b \cdot x \cdot d$	Vcu	2,21 KN

TS190919

Viga:

DINTEL PREFABRICADO G1-16

MOMENTO ULTIMO NEGATIVO

$$M_u = b \cdot y \cdot \left(h - \frac{y}{2} \right) \cdot \sigma_s^2 + A' \cdot \sigma_s^2 \cdot h'$$

Sección	Base	b	12,00 cm
	Canto total	h _t	5,70 cm
	Canto útil	h	3,10 cm

Fibra neutra de tensiones	Profundidad con diagrama rectangular		y	0,837 cm
	$y \leq 0,45 \cdot h$			

Resistencia de cálculo	Homigón	σ'_b	200,0 kg/cm ²
	Acero	σ'_a	3478,3 kg/cm ²

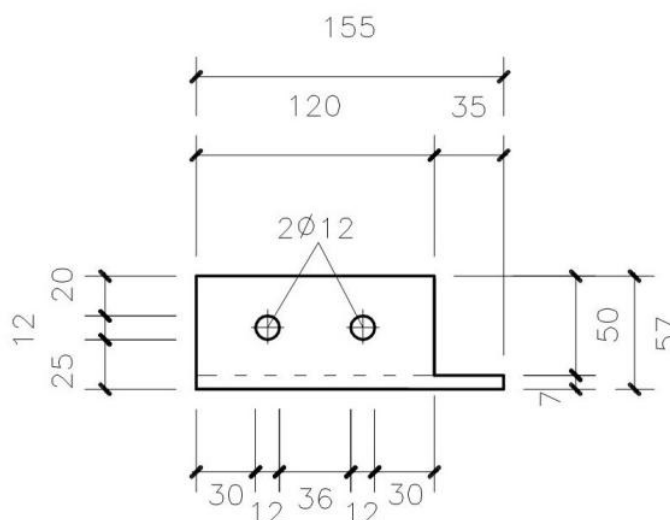
Momento último	Para y=0,45·h	M _u	5386,6 cmxkg
----------------	---------------	----------------	--------------

COMPROBACION ARMADURA

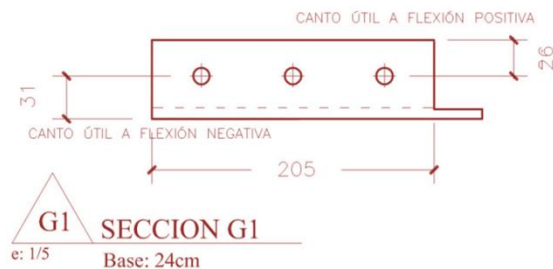
Solicitaciones	Momento flector	M _k	0,54 mxKN
----------------	-----------------	----------------	-----------

Cálculo	Momento flector	M _d	0,86 mxKN
	$\mu = M_d / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd}) \leq 0,375$	μ	0,37
	Relación de capacidades (flexion)		
	$\omega = \mu(1 + \mu)$	ω	0,51
	Capacidad mec. acero		
	$U = \omega(b \cdot d \cdot f_{cd})$	U	3,82 T
	Cuantía mínima longitudinal= 0,02f _{cd} bd		0,00
	A _{fyd} =U ó 0,02f _{cd} bd (cuantía mínima longitudinal)		3,82 T
Armadura		2Ø12	
Capacidad mec. ARMADURA		7,87 T	

(*) Método simplificado de cálculo en flexión-compresión por el Momento Tope (Eduardo Torroja)



TS190919



Viga:

DINTEL PREFABRICADO G1-24

MOMENTO ULTIMO POSITIVO

$$M_u = b \cdot y \cdot \left(h - \frac{y}{2} \right) \cdot \sigma_s + A_s' \cdot \sigma_s' \cdot h$$

Sección

Base	b	20,50 cm
Canto total	h _t	5,70 cm
Canto útil	h	2,60 cm

Fibra neutra de tensiones

Profundidad con diagrama rectangular $y \leq 0,45 \cdot h$	y	0,702 cm
---	---	----------

Resistencia de cálculo

Hormigón	σ'_b	200,0 kg/cm ²
Acero	σ'_s	3478,3 kg/cm ²

Momento último

Para y=0,45·h	M _u	6473,1 cmxkg
---------------	----------------	--------------

COMPROBACION ARMADURA

Solicitaciones

Momento flector	M _k	0,65 mxKN
-----------------	----------------	-----------

Cálculo

Momento flector	M _d	1,04 mxKN
$\mu = M_d / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd}) \leq 0,375$	μ	0,37
Relación de capacidades (flexión)		
$\omega = \mu(1 + \mu)$	ω	0,51
Capacidad mec. acero		
$U = \omega(bd \cdot f_{cd})$	U	5,47 T
Cuantía mínima longitudinal= 0,02f _{cd} bd		0,00
Afyd=U ó 0,02f _{cd} bd (cuantía mínima longitudinal)		5,47 T
Armadura		3Ø12
Capacidad mec. ARMADURA		11,80 T

(*) Método simplificado de cálculo en flexión-compresión por el Momento Tope (Eduardo Torroja)

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE ÚLTIMO EN SECCION

Contribución del hormigón

F _{cv} = 0,5√f _{cd} =		707,11 KN/m ²
V _{cu} = f _{cv} x b x d	V _{cu}	3,77 KN

Viga:

DINTEL PREFABRICADO G1-24

TS190919

MOMENTO ULTIMO NEGATIVO

$$M_u = b \cdot y \cdot \left(h - \frac{y}{2} \right) \cdot \sigma_c^2 + A' \cdot \sigma_s^2 \cdot h$$

Sección	Base	b	20,50 cm
	Canto total	h _t	5,70 cm
	Canto útil	h	3,10 cm

Fibra neutra de tensiones	Profundidad con diagrama rectangular	y	0,837 cm
	$y \leq 0,45 \cdot h$		

Resistencia de cálculo	Hormigón	σ'_b	200,0 kg/cm ²
	Acero	σ'_a	3478,3 kg/cm ²

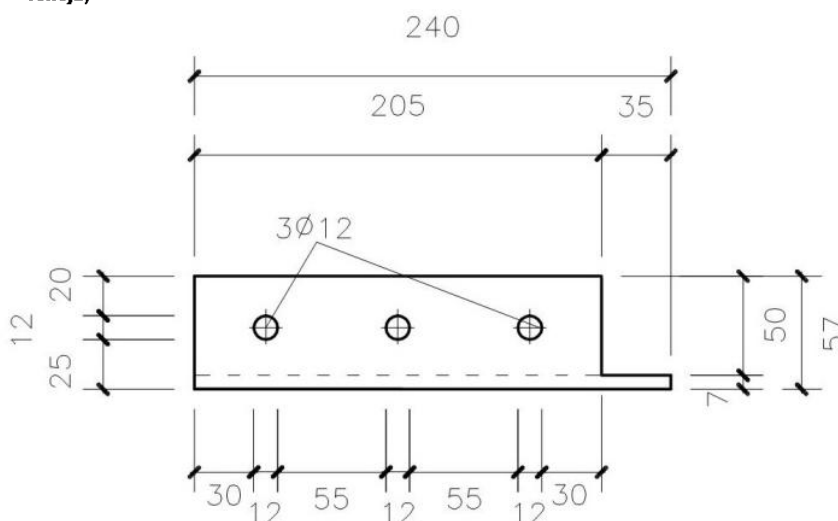
Momento último	Para y=0,45·h	M _u	9202,1 cmxkg
----------------	---------------	----------------	--------------

COMPROBACION ARMADURA

Solicitaciones	Momento flector	M _k	0,92 mxKN
----------------	-----------------	----------------	-----------

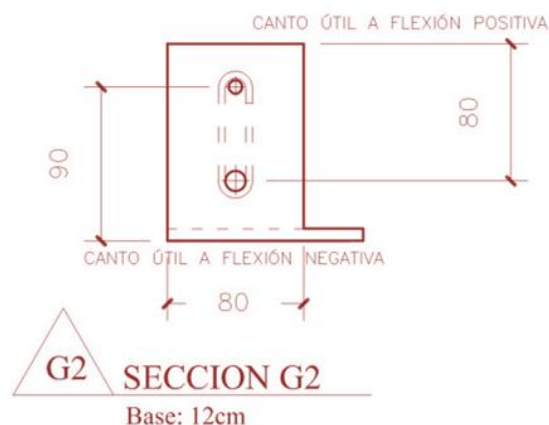
Cálculo	Momento flector	M _d	1,47 mxKN
	$\mu = M_d / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd})$	μ	0,37
	Relación de capacidades (flexion)		
	$\omega = \mu(1 + \mu)$	ω	0,51
	Capacidad mec. acero		
	$U = \omega(bd \cdot f_{cd})$	U	6,52 T
	Cuantía mínima longitudinal = 0,02f _{cd} bd		0,00
	Af _{yd} =U ó 0,02f _{cd} bd (cuantía mínima longitudinal)		6,52 T
	Armadura		3Ø12
	Capacidad mec. ARMADURA		11,80 T

(*) Método simplificado de cálculo en flexión-compresión por el Momento Tope (Eduardo Torroja)



A1.4.2 SECCIONES TIPO G2. COMPROBACIÓN A ESTADO LÍMITE ÚLTIMO

TS190919



CALCULO DE VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO

Viga:	DINTEL G2 12	
Geometría	Luz	L 3,00 m
	Base	b 8,00 cm
Sección	Canto	h 11,40 cm
Solicitaciones	Carga lineal	1,40 kN/ml
	Esfuerzo cortante $V_k = q \cdot L/2$	2,10 kN
	Momentos $M_k = q \cdot L^2/12^*$ y $q \cdot L^2/8$	1,05 mxkN
Solicitaciones consideradas	Esfuerzo cortante $V_k = q \cdot L/2$	V_k 2,10 kN
	Momentos $M_k = q \cdot L^2/12^*$ y $q \cdot L^2/8$	M_k 1,05 mxkN
Cálculo armadura transversal	Contribución del hormigón	
	Canto útil a Negativos	9,00 cm
	Canto útil a positivos	8,00 cm
	$F_{cd} = 0,5 \cdot f_{cd}$	707,00 kN/m2
	$V_{cu} = f_{td} \cdot b \cdot x \cdot d$	V_{cu} 4,52 kN
	Esfuerzo cortante de calculo	V_d 3,15 kN
	Cuantía mínima transversal $0,02f_{cd}$	0,48 T
	Contribución armadura $V_{su} = V_d - V_{cu}$	No precisa
	Separación armadura transversal: s	s 15,00 cm
	$A_{fyd} = V_{su} \cdot s / 0,9d$	-- T
Cálculo armadura longitudinal (*)	Armadura Transversal:	2Ø4
	Momento flector	M_d 1,68 mxkN
	$\mu = M_d / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd}) \leq 0,31$	μ 0,13
	Relación de capacidades (flexion simple)	
	$\omega = \mu / (1 + \mu)$	ω 0,15
	Capacidad mec. acero	
	$U = \omega \cdot (b \cdot d \cdot f_{cd})$	U 2,11 T
	Cuantía mínima longitudinal $= 0,02f_{cd}$	0,29
	$A_{fyd} = U$ ó $0,02f_{cd} \cdot b \cdot d$ (cuantía mínima longitudinal)	2,11 T
	Armadura básica Longitudinal	SUPERIOR: 1Ø10
Cálculo armadura longitudinal (*)	Capacidad mec. ARMADURA BÁSICA	2,73 T
	Capacidad mec. REFUERZO	0,00 T
	Armadura de refuerzo Longitudinal	SUPERIOR: No precisa
		INFERIOR: 1Ø12
Cálculo armadura longitudinal (*)		INFERIOR: No precisa

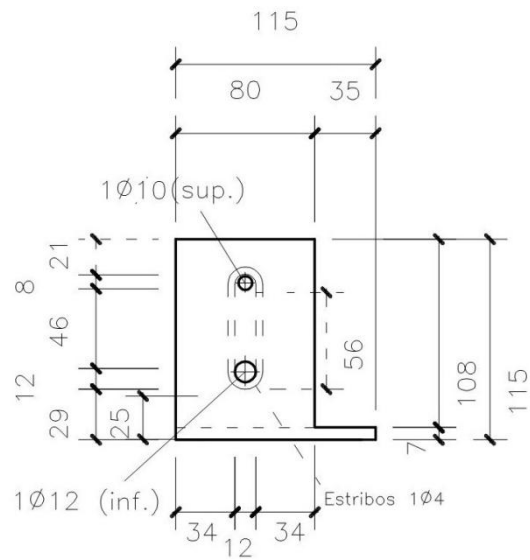
(*) Método simplificado de cálculo en flexión-compresión por el Momento Tope (Eduardo Torroja)

Viga:

DINTEL PREFABRICADO G2-12

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE ÚLTIMO EN SECCION

Contribución del hormigón	$F_{cv} = 0,5\sqrt{f_{cd}} =$	707,11 KN/m2
	$V_{cu} = f_{cv} \times b \times d$ Vcu	4,53 KN

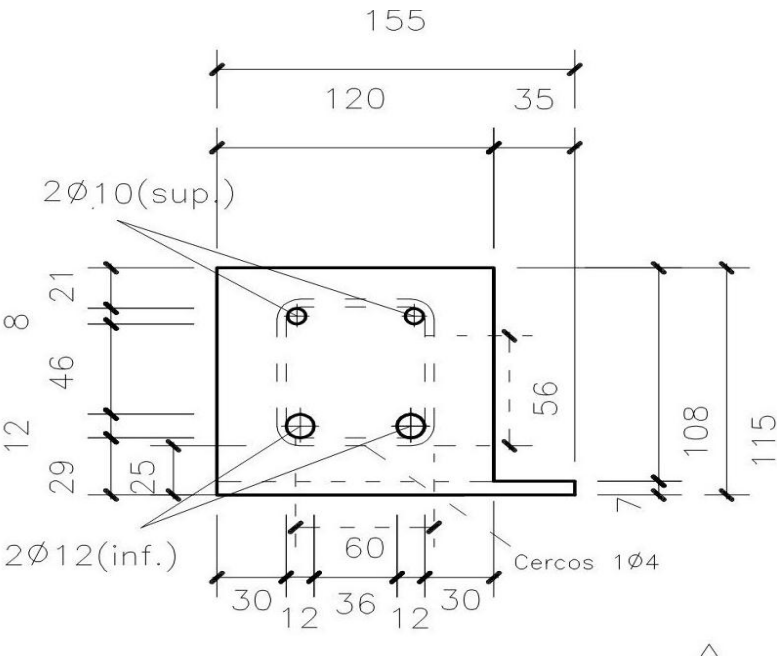


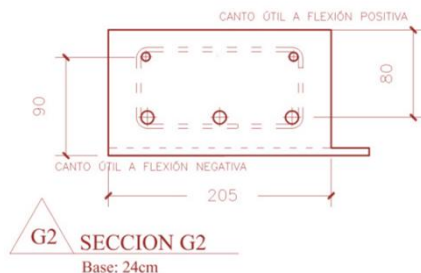
Viga:

DINTEL PREFABRICADO G2-16

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE ÚLTIMO EN SECCION

Contribución del hormigón	$F_{cv} = 0,5\sqrt{f_{cd}} =$	707,11 KN/m2
	$V_{cu} = f_{cv} \times b \times d$	6,79 KN





CALCULO DE VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO

Viga: DINTEL G2 24			
Geometría	NEGATIVOS Y TRANSVERSAL		POSITIVOS
	Luz	L	3,00 m
Sección	Base	b	20,50 cm
	Canto	h	11,40 cm
Solicitaciones	Carga lineal		3,00 KN/ml
	Esfuerzo cortante $V_k = q \cdot L/2$		4,50 KN
	Momentos $M_k = q \cdot L^2/12^*$ y $q \cdot L^2/8$		2,25 mxKN
			3,38 mxKN
Solicitaciones consideradas	Esfuerzo cortante $V_k = q \cdot L/2$	Vk	4,50 KN
	Momentos $M_k = q \cdot L^2/12^*$ y $q \cdot L^2/8$	Mk	2,25 mxKN
			3,38 mxKN
Cálculo armadura transversal	Contribución del hormigón		
	Canto útil a Negativos		9,00 cm
	Canto útil a positivos		8,00 cm
	$F_{td} = 0,5 \sqrt{f_{cd}}$		707,00 KN/m2
	$V_{cu} = f_{td} \times b \times d$	Vcu	11,59 KN
	Esfuerzo cortante de calculo	Vd	6,75 KN
	Cuántia mínima transversal $0,02 f_{cd}$		1,23 T
	$b s =$		
	Contribución armadura $V_{su} = V_d - V_{cu}$	Vsu	No precisa
	Separación armadura transversal: s	s	15,00 cm
	$A_{fyd} = V_{su} \times s / 0,9 d =$		-- T
	$A_{fyd} = V_{su} \times s / 0,9 d \geq 0,02 f_{cd}$		1,23 T
Cálculo armadura longitudinal (*)	Armadura Transversal:		2Ø4
	Momento flector	Md	3,60 mxKN
	$\mu = M_d / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd}) \leq 0,31$	μ	0,11
	Relación de capacidades (flexion simple)		
	$\omega = \mu (1 + \mu)$	ω	0,12
	Capacidad mec. acero		
	$U = \omega (b d f_{cd})$	U	4,43 T
	Cuántia mínima longitudinal $= 0,02 f_{cd}$		0,74
	$A_{fyd} = U$ ó $0,02 f_{cd} b d$ (cuántia mínima longitudinal)		4,43 T
	Armadura básica Longitudinal	SUPERIOR:	2Ø10
		INFERIOR:	3Ø12
Cálculo armadura longitudinal (*)	Capacidad mec. ARMADURA BÁSICA		5,46 T
			11,80 T
	Capacidad mec. REFUERZO		0,00 T
			0,00 T
	Armadura de refuerzo Longitudinal	SUPERIOR:	No precisa
		INFERIOR:	No precisa

(*) Método simplificado de cálculo en flexión-compresión por el Momento Tope (Eduardo Torroja)

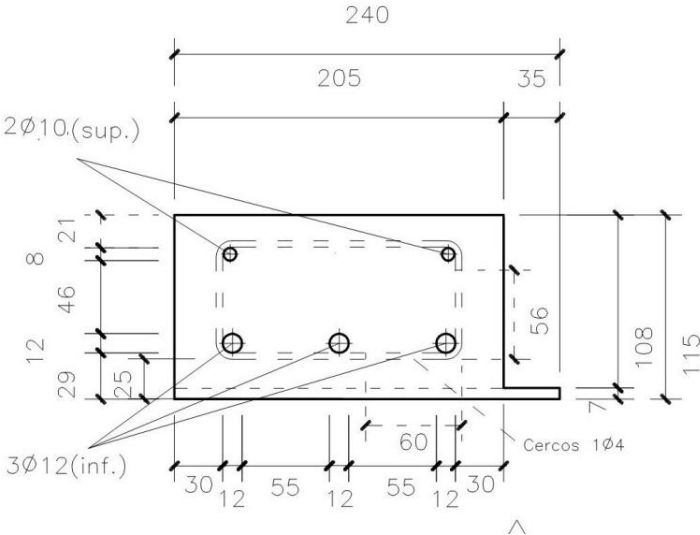
TS190919

Viga:

DINTEL PREFABRICADO G2-24

CALCULO DE ESFUERZO CORTANTE ÚLTIMO EN SECCION

Contribución del hormigón	$F_{cv} = 0,5\sqrt{f_{cd}} =$	707,11 KN/m2
	$V_{cu} = f_{cv} \times b \times d$	11,60 KN



A1.5 COMPROBACIÓN A ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO

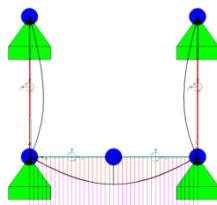
A1.5.1 DEFORMACIONES EN DINTELES G1

DIMENSIONADO DE BARRAS					
MATERIAL	SECCION	AREA	INERCI	MÓDULO N _x cm ²	RIGIDEZ N _x m ²
Hormigón	2,6 x 20,5	53,3	30,0	2726400	8186,19776
Acero	1 Ø 12	1,1	0,0108	20000000	21,6

DISTRIBUCIÓN DE TIRANTES SEGÚN CARGAS Y LUCES

Para $q < 1,4 \text{ kN/ml}$

Luz máxima sin tirantes 1,0m



ED-Tridim -- Resultados del problema 01 DINTEL G1 SEMIEMPOTRADO 2kn luz 120cm.tri

Coordenadas:

Nudo	x [m]	y [m]	z [m]
1	0.000	0.000	0.000
2	0.600	0.000	0.000
3	1.200	0.000	0.000
4	0.000	1.000	0.000
5	1.200	1.000	0.000

Desplazamientos:

Nudo	x [m]	y [m]	z [m]	Ox [rad]	Oy [rad]	Oz [rad]
1	0	0	-	-	-	-0.0123
2	0	-0.005	-	-	-	-3.7e-019
3	0	0	-	-	-	0.0123
4	0	0	-	-	-	0.00613
5	0	0	-	-	-	-0.00613

Reacciones:

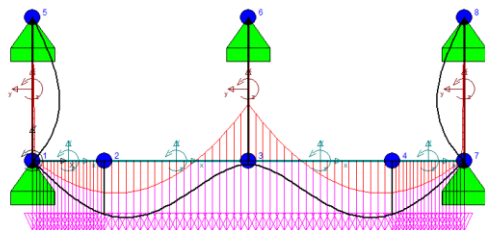
Nudo	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]
1	0.736	1.2e+003	-	-	-	5.68e-014
3	-0.736	1.2e+003	-	-	-	-7.11e-014
4	-0.736	0	-	-	-	0
5	0.736	0	-	-	-	0

Esfuerzos internos:

Viga	Nudo	Sx [N]	Sy [N]	Sz [N]	S0x [Nm]	S0y [Nm]	S0z [Nm]
1	1	0	-0.736	-	-	-	-0.736
	4	0	0.736	-	-	-	0
2	3	0	0.736	-	-	-	0.736
	5	0	-0.736	-	-	-	0
3	1	0	1.2e+003	-	-	-	72.7
	2	0	0	-	-	-	287
4	2	0	0	-	-	-	-287
	3	0	1.2e+003	-	-	-	-72.7

Se considera un empotramiento en apoyos de un 30% que respecto al Momento de empotramiento perfecto MEP arroja un Momento negativo de 72 Nm

Separación tirantes para luces mayores: 1,2m



ED-Tridim -- Resultados del problema 03 DINTEL GI 2kn 1 Y MEDIO M.tri

Coordenadas:

Nudo	x [m]	y [m]	z [m]
1	0.000	0.000	0.000
2	0.500	0.000	0.000
3	1.500	0.000	0.000
4	2.500	0.000	0.000
5	0.000	1.000	0.000
6	1.500	1.000	0.000
7	3.000	0.000	0.000
8	3.000	1.000	0.000

Desplazamientos:

Nudo	x [m]	y [m]	z [m]	Ox [rad]	Oy [rad]	Oz [rad]
1	0	0	-	-	-	-0.0173
2	2.03e-025	-0.00644	-	-	-	-0.00526
3	6.08e-025	-0.000187	-	-	-	7.93e-019
4	3.58e-025	-0.00644	-	-	-	0.00526
5	0	0	-	-	-	0.00866
6	0	0	-	-	-	0
7	0	0	-	-	-	0.0173
8	0	0	-	-	-	-0.00866

Reacciones:

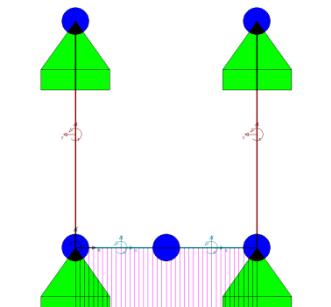
Nudo	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]
1	1.04	1.13e+003	-	-	-	1.85e-013
5	-1.04	0	-	-	-	0
6	0	3.75e+003	-	-	-	0
7	-1.04	1.13e+003	-	-	-	2.13e-013
8	1.04	0	-	-	-	0

Esfuerzos internos:

Viga	Nudo	Sx [N]	Sy [N]	Sz [N]	S0x [Nm]	S0y [Nm]	S0z [Nm]
1	1	0	-1.04	-	-	-	-1.04
	5	0	1.04	-	-	-	0
2	3	-3.75e+003	0	-	-	-	0
	6	3.75e+003	0	-	-	-	0
3	1	0	1.13e+003	-	-	-	1.04
	2	0	-127	-	-	-	313
4	2	0	127	-	-	-	-313
	3	0	1.87e+003	-	-	-	-560
5	4	0	-127	-	-	-	-313
	7	0	1.13e+003	-	-	-	-1.04
6	7	0	1.04	-	-	-	1.04
	8	0	-1.04	-	-	-	0
7	3	0	1.87e+003	-	-	-	560
	4	0	127	-	-	-	313

Para $1.4\text{KN/ml} < q < 2.8\text{KN/ml}$

Luz máxima sin tirantes 0,7m



ED-Tridim -- Resultados del problema 02 DINTEL G1 4kn luz 90cm.tri

Coordenadas:

Nudo	x [m]	y [m]	z [m]
1	0.000	0.000	0.000
2	0.450	0.000	0.000
3	0.900	0.000	0.000
4	0.000	1.000	0.000
5	0.900	1.000	0.000

Desplazamientos:

Nudo	x [m]	y [m]	z [m]	Ox [rad]	Oy [rad]	Oz [rad]
1	0	0	-	-	-	-0.0104
2	0	-0.00316	-	-	-	3.76e-020
3	0	0	-	-	-	0.0104
4	0	0	-	-	-	0.00518
5	0	0	-	-	-	-0.00518

Reacciones:

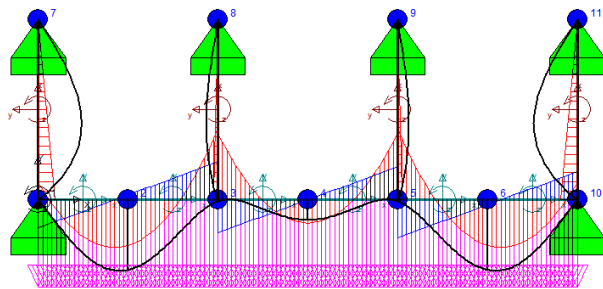
Nudo	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]
1	0.621	1.8e+003	-	-	-	-5.68e-014
3	-0.621	1.8e+003	-	-	-	5.68e-014
4	-0.621	0	-	-	-	0
5	0.621	0	-	-	-	0

Esfuerzos internos:

Viga	Nudo	Sx [N]	Sy [N]	Sz [N]	SOx [Nm]	SOy [Nm]	SOz [Nm]
1	1	0	-0.621	-	-	-	-0.621
	4	0	0.621	-	-	-	0
2	3	0	0.621	-	-	-	0.621
	5	0	-0.621	-	-	-	0
3	1	0	1.8e+003	-	-	-	81.6
	2	0	0	-	-	-	323
4	2	0	0	-	-	-	-323
	3	0	1.8e+003	-	-	-	-81.6

Se considera un empotramiento en apoyos de un 30% que respecto al Momento de empotramiento perfecto MEP arroja un Momento negativo de 81 Nm

Separación tirantes para luces mayores: 1,0 m



ED-Tridim -- Resultados del problema 04 DINTEL G1 4kn 1 m.tri

Coordenadas:

Nudo	x [m]	y [m]	z [m]
1	0.000	0.000	0.000
2	0.500	0.000	0.000
3	1.000	0.000	0.000
4	1.500	0.000	0.000
5	2.000	0.000	0.000
6	2.500	0.000	0.000
7	0.000	1.000	0.000
8	1.000	1.000	0.000
9	2.000	1.000	0.000
10	3.000	0.000	0.000
11	3.000	1.000	0.000

Desplazamientos:

Nudo	x [m]	y [m]	z [m]	Ox [rad]	Oy [rad]	Oz [rad]
1	0	0	-	-	-	-0.0124
2	2.71e-010	-0.00342	-	-	-	0.00182
3	5.42e-010	-0.0002	-	-	-	0.00394
4	-1.72e-025	-0.000488	-	-	-	5.22e-019
5	-5.42e-010	-0.0002	-	-	-	-0.00394
6	-2.71e-010	-0.00342	-	-	-	-0.00182
7	0	0	-	-	-	0.00621
8	0	0	-	-	-	-0.00197
9	0	0	-	-	-	0.00197
10	0	0	-	-	-	0.0124
11	0	0	-	-	-	-0.00621

Reacciones:

Nudo	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]
1	0.667	1.6e+003	-	-	-	-4.26e-014
7	-0.746	0	-	-	-	0
8	0.236	4.4e+003	-	-	-	0
9	-0.236	4.4e+003	-	-	-	0
10	-0.667	1.6e+003	-	-	-	-9.95e-014
11	0.746	0	-	-	-	0

Esfuerzos internos:

Viga	Nudo	Sx [N]	Sy [N]	Sz [N]	S0x [Nm]	S0y [Nm]	S0z [Nm]
1	1	0	-0.746	-	-	-	-0.746
	7	0	0.746	-	-	-	0
2	3	-4.4e+003	0.236	-	-	-	0.236

	8	4.4e+003	-0.236	-	-	-	0
3	5	-4.4e+003	-0.236	-	-	-	-0.236
	9	4.4e+003	0.236	-	-	-	0
4	1	-0.0787	1.6e+003	-	-	-	0.746
	2	0.0787	397	-	-	-	301
5	2	-0.0787	-397	-	-	-	-301
	3	0.0787	2.4e+003	-	-	-	-398
6	3	0.157	2e+003	-	-	-	398
	4	-0.157	0	-	-	-	102
7	4	0.157	0	-	-	-	-102
	5	-0.157	2e+003	-	-	-	-398
8	5	-0.0787	2.4e+003	-	-	-	398
	6	0.0787	-397	-	-	-	301
9	6	-0.0787	397	-	-	-	-301
	10	0.0787	1.6e+003	-	-	-	-0.746
10	10	0	0.746	-	-	-	0.746
	11	0	-0.746	-	-	-	0

A1.5.2 DEFORMACIONES EN DINTELES G2

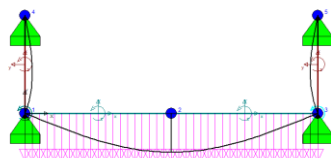
TS190919

DIMENSIONADO DE BARRAS						
MATERIAL	SECCION	AREA	INERCI	MÓDULO Nxcm2	RIGIDEZ Nxm2	
Hormigón	11,5 x 20,5	235,8	2598,2	2726400	708362,74	
Acero	1 Ø 12	1,1	0,0108	20000000	21,6	

DISTRIBUCIÓN DE TIRANTES SEGÚN CARGAS Y LUCES

Para $q < 2 \text{ KN/ml}$

Luz máxima sin tirantes 2,4m



ED-Tridim -- Resultados del problema 01 DINTEL G2 SEMIEMPOTRADO 2kn luz 300cm - copia.tri

Coordenadas:

Nudo	x [m]	y [m]	z [m]
1	0.000	0.000	0.000
2	1.500	0.000	0.000
3	3.000	0.000	0.000
4	0.000	1.000	0.000
5	3.000	1.000	0.000

Desplazamientos:

Nudo	x [m]	y [m]	z [m]	Ox [rad]	Oy [rad]	Oz [rad]
1	0	0	-	-	-	-0.19
2	0	-0.194	-	-	-	-2.19e-018
3	0	0	-	-	-	0.19
4	0	0	-	-	-	0.0952
5	0	0	-	-	-	-0.0952

Reacciones:

Nudo	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]
1	11.4	3e+003	-	-	-	-3.41e-013
3	-11.4	3e+003	-	-	-	1.25e-012
4	-11.4	0	-	-	-	2.66e-015
5	11.4	0	-	-	-	-1.78e-015

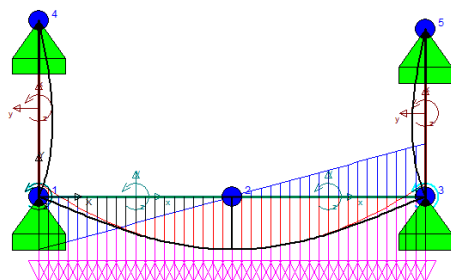
Esfuerzos internos:

Viga	Nudo	Sx [N]	Sy [N]	Sz [N]	S0x [Nm]	S0y [Nm]	S0z [Nm]
1	1	0	-11.4	-	-	-	-11.4
	4	0	11.4	-	-	-	0
2	3	0	11.4	-	-	-	11.4
	5	0	-11.4	-	-	-	0
3	1	0	3e+003	-	-	-	461
	2	0	0	-	-	-	1.79e+003
4	2	0	0	-	-	-	-1.79e+003
	3	0	3e+003	-	-	-	-461

Se considera un empotramiento en apoyos de un 30% que respecto al Momento de empotramiento perfecto MEP arroja un Momento negativo de 450 Nm

Para $2\text{KN/ml} < q < 4\text{KN/ml}$

Luz máxima sin tirantes 1,8m



ED-Tridim -- Resultados del problema 02 DINTEL G2 4kn luz 220cm - copia.tri

Coordenadas:

Nudo	x [m]	y [m]	z [m]
1	0.000	0.000	0.000
2	1.100	0.000	0.000
3	2.200	0.000	0.000
4	0.000	1.000	0.000
5	2.200	0.950	0.000

Desplazamientos:

Nudo	x [m]	y [m]	z [m]	Ox [rad]	Oy [rad]	Oz [rad]
1	0	0	-	-	-	-0.151
2	0	-0.113	-	-	-	5.33e-006
3	0	0	-	-	-	0.151
4	0	0	-	-	-	0.0755
5	0	0	-	-	-	-0.0755

Reacciones:

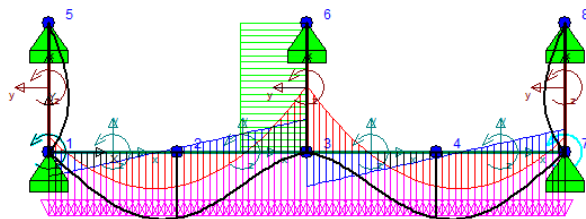
Nudo	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]
1	9.06	4.4e+003	-	-	-	-1.42e-012
3	-10	4.4e+003	-	-	-	-1.14e-013
4	-9.06	0	-	-	-	1.78e-015
5	10	0	-	-	-	0

Esfuerzos internos:

Viga	Nudo	Sx [N]	Sy [N]	Sz [N]	S0x [Nm]	S0y [Nm]	S0z [Nm]
1	1	0	-9.06	-	-	-	-9.06
	4	0	9.06	-	-	-	0
2	3	0	10	-	-	-	9.54
	5	0	-10	-	-	-	0
3	1	0	4.4e+003	-	-	-	489
	2	0	0.216	-	-	-	1.93e+003
4	2	0	-0.216	-	-	-	-1.93e+003
	3	0	4.4e+003	-	-	-	-490

Se considera un empotramiento en apoyos de un 30% que respecto al Momento de empotramiento perfecto MEP arroja un Momento negativo de 490 Nm

Separación tirantes para luces mayores: 2,0m



ED-Tridim -- Resultados del problema 03 DINTEL G2 2kn 1 Y MEDIO M - copia.tri

Coordenadas:

Nudo	x [m]	y [m]	z [m]
1	0.000	0.000	0.000
2	1.000	0.000	0.000
3	2.000	0.000	0.000
4	3.000	0.000	0.000
5	0.000	1.000	0.000
6	2.000	1.000	0.000
7	4.000	0.000	0.000
8	4.000	1.000	0.000

Desplazamientos:

Nudo	x [m]	y [m]	z [m]	Ox [rad]	Oy [rad]	Oz [rad]
1	0	0	-	-	-	-0.028
2	-1.04e-024	-0.0173	-	-	-	0.00682
3	-2.08e-024	-0.000234	-	-	-	-3.32e-018
4	-1.02e-024	-0.0173	-	-	-	-0.00682
5	0	0	-	-	-	0.014
6	0	0	-	-	-	7.76e-019
7	0	0	-	-	-	0.028
8	0	0	-	-	-	-0.014

Reacciones:

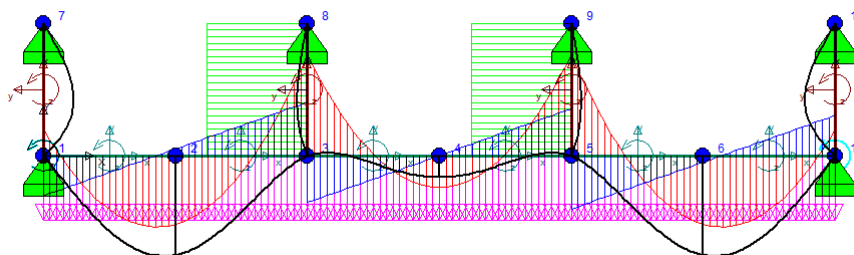
Nudo	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]
1	1.68	1.66e+003	-	-	-	-2.84e-014
5	-1.68	0	-	-	-	0
6	0	4.68e+003	-	-	-	0
7	-1.68	1.66e+003	-	-	-	-5.68e-014
8	1.68	0	-	-	-	0

Esfuerzos internos:

Viga	Nudo	Sx [N]	Sy [N]	Sz [N]	S0x [Nm]	S0y [Nm]	S0z [Nm]
1	1	0	-1.68	-	-	-	-1.68
	5	0	1.68	-	-	-	0
2	3	-4.68e+003	0	-	-	-	0
	6	4.68e+003	0	-	-	-	0
3	1	0	1.66e+003	-	-	-	212
	2	0	341	-	-	-	448
4	2	0	-341	-	-	-	-448
	3	0	2.34e+003	-	-	-	-893
5	4	0	341	-	-	-	-448
	7	0	1.66e+003	-	-	-	-212
6	7	0	1.68	-	-	-	1.68
	8	0	-1.68	-	-	-	0
7	3	0	2.34e+003	-	-	-	893
	4	0	-341	-	-	-	448

Se considera un empotramiento en apoyos de un 30% que respecto al Momento de empotramiento perfecto MEP arroja un Momento negativo de 210 Nm

Separación tirantes para luces mayores: 1,5 m



ED-Tridim -- Resultados del problema 04 DINTEL G2 4kn 2 m - copia.tri

Coordenadas:

Nudo	x [m]	y [m]	z [m]
1	0.000	0.000	0.000
2	1.000	0.000	0.000
3	2.000	0.000	0.000
4	3.000	0.000	0.000
5	4.000	0.000	0.000
6	5.000	0.000	0.000
7	0.000	1.000	0.000
8	2.000	1.000	0.000
9	4.000	1.000	0.000
10	6.000	0.000	0.000
11	6.000	1.000	0.000

Desplazamientos:

Nudo	x [m]	y [m]	z [m]	Ox [rad]	Oy [rad]	Oz [rad]
1	0	0	-	-	-	-0.0683
2	3.1e-009	-0.0433	-	-	-	0.0112
3	6.2e-009	-0.000389	-	-	-	0.0225
4	-2.92e-024	-0.00949	-	-	-	-1.51e-018
5	-6.2e-009	-0.000389	-	-	-	-0.0225
6	-3.1e-009	-0.0433	-	-	-	-0.0112
7	0	0	-	-	-	0.0342
8	0	0	-	-	-	-0.0113
9	0	0	-	-	-	0.0113
10	0	0	-	-	-	0.0683
11	0	0	-	-	-	-0.0342

Reacciones:

Nudo	Fx [N]	Fy [N]	Fz [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]
1	3.65	3.44e+003	-	-	-	-2.27e-013
7	-4.1	0	-	-	-	0
8	1.35	8.56e+003	-	-	-	0
9	-1.35	8.56e+003	-	-	-	0
10	-3.65	3.44e+003	-	-	-	5.68e-013
11	4.1	0	-	-	-	1.33e-015

Esfuerzos internos:

Viga	Nudo	Sx [N]	Sy [N]	Sz [N]	S0x [Nm]	S0y [Nm]	S0z [Nm]
1	1	0	-4.1	-	-	-	-4.1
	7	0	4.1	-	-	-	0
2	3	-8.56e+003	1.35	-	-	-	1.35
	8	8.56e+003	-1.35	-	-	-	0
3	5	-8.56e+003	-1.35	-	-	-	-1.35
	9	8.56e+003	1.35	-	-	-	0
4	1	-0.45	3.44e+003	-	-	-	404
	2	0.45	557	-	-	-	1.04e+003
5	2	-0.45	-557	-	-	-	-1.04e+003
	3	0.45	4.56e+003	-	-	-	-1.52e+003
6	3	0.901	4e+003	-	-	-	1.52e+003
	4	-0.901	0	-	-	-	482
7	4	0.901	0	-	-	-	-482
	5	-0.901	4e+003	-	-	-	-1.52e+003
8	5	-0.45	4.56e+003	-	-	-	1.52e+003
	6	0.45	-557	-	-	-	1.04e+003
9	6	-0.45	557	-	-	-	-1.04e+003
	10	0.45	3.44e+003	-	-	-	-404
10	10	0	4.1	-	-	-	4.1
	11	0	-4.1	-	-	-	0

Se considera un empotramiento en apoyos de un 30% que respecto al Momento de empotramiento perfecto MEP arroja un Momento negativo de 400 Nm

A1.5.3 FISURACIÓN

Expresión de la máxima anchura de las fisuras en piezas sometidas a tracción, flexión simple o compuesta (JIMÉNEZ MONTOYA, P / Hormigón Armado, Tomo I)

$$w_{max} = 0,8 \gamma_f \left(1,5 d + k \frac{\phi}{\omega_f} \right) \left(\sigma_a - \frac{k'}{\omega_f} \right) 10^{-6}, \quad \omega_f \geq 1 \text{‰}$$

Con los significados:

d = Recubrimiento superficial de la armadura, en mm.

ϕ = Diámetro de las barras, en mm.

σ_a = Tensión de trabajo del acero, en kg/cm².

γ_f = Coeficiente de seguridad (1,1 a 1,3).

Con los valores de k , k' y ω :

CONSTANTES DE FISURACION CON ARMADURAS DE ALTA ADHERENCIA

Tipo de elemento y esfuerzo	Determinación de la cuantía	k	k'
Vigas rectangulares y T, sometidas a flexión simple	$\omega_f = \frac{A}{b_0 h}$ (1)	0,04	7,5
Vigas rectangulares y T, sometidas a flexión compuesta	$\omega_f = \frac{A}{b_0 (h - x)}$ (2)	0,07	12
Tirantes, o vigas con talón	$\omega_f = \frac{A}{B_t}$ (3)	0,16	30

(1) Referida a la sección útil del alma.

(2) Referida a la zona en tracción del alma.

(3) Referida al área total del tirante o al área del talón.

Resultado:

$W_{max}=0,16\text{mm} < 0,2\text{mm}$ (límite para exposición I, IIa, IIb, IIc y IIIa)

Tabla 5.1.1.2

Clase de exposición, según artículo 8°	w_{max} [mm]	
	Hormigón armado (para la combinación cuasipermanente de acciones)	Hormigón pretensado (para la combinación frecuente de acciones)
I	0,4	0,2
IIa, IIb, H	0,3	0,2 ⁽¹⁾
IIIa, IIIb, IV, F, Qa ⁽²⁾	0,2	Descompresión
IIIc, Qb ⁽²⁾ , Qc ⁽²⁾	0,1	

⁽¹⁾ Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección, bajo la combinación cuasipermanente de acciones.

⁽²⁾ 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 correspondiente a la clase general correspondiente.

A1.6 ANCLAJE DE ARMADURAS

TS190919

La fabricación de la pieza con armadura de $\varnothing$ 12mm requiere la comprobación a nivel mecánico del cumplimiento de la longitud de anclaje relacionada con el diámetro de las barras

Para en cumplir con el anclaje por prolongación recta se establece una longitud mínima para el apoyo del dintel en las mochetas de la fábrica de ladrillo.

La longitud de apoyo debe ser igual a la longitud de anclaje la cual según figura 69.8.1.1. expresión:

$$l_{bl} = m \varnothing^2 \frac{f_{yk}}{20} \varnothing$$

y tablas del EHE 08:

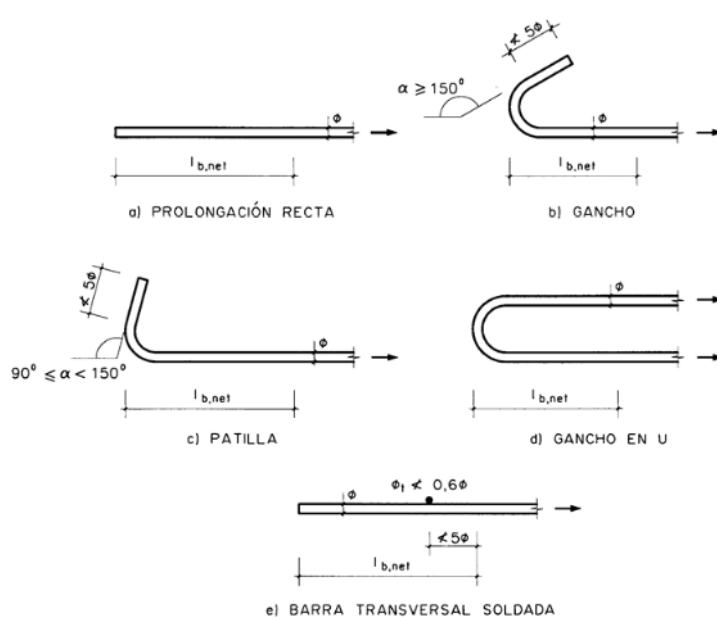


Figura 69.5.1.1

Tabla 69.5.1.2.a

Resistencia característica del hormigón (N/mm ²)	m	
	B 400 S	B 500 S
	B400SD	B 500SD
25	1,2	1,5
30	1,0	1,3
35	0,9	1,2
40	0,8	1,1
45	0,7	1,0
≥50	0,7	1,0

- Para barras en posición I:

$$l_{bl} = m \cdot \varnothing^2 \cdot \frac{f_{yk}}{20} \cdot \varnothing$$

donde:

$\varnothing$ Diámetro de la barra, en mm.

m Coeficiente numérico, con los valores indicados en la tabla 69.5.1.2.a en función del tipo de acero, obtenido a partir de los resultados experimentales realizados con motivo del ensayo de adherencia de las barras.

f_{yk} Límite elástico garantizado del acero, en N/mm².

l_{bl} y l_{bII} Longitudes básicas de anclaje en posiciones I y II, respectivamente, en mm.

Resulta una longitud de anclaje de 25 centímetros $l=25\text{cm}$

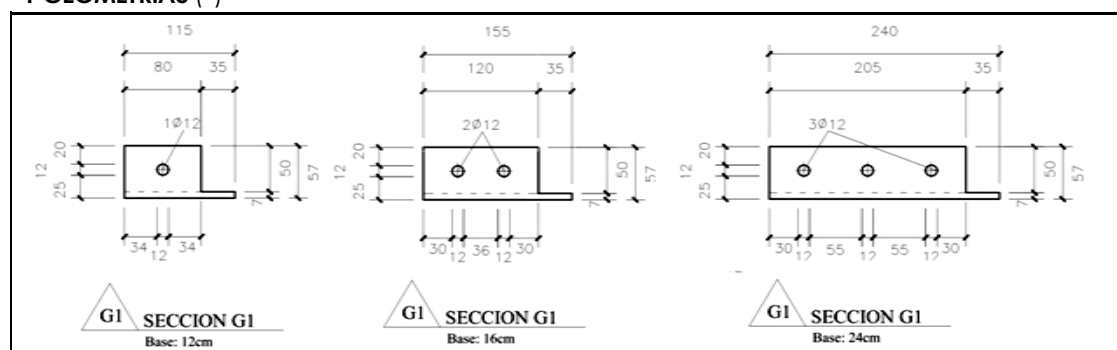
ANEXO 2 FICHAS DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

TS190919

A2.1 FICHA DINTEL GECOPRE TIPO G1

TIPO:	DINTEL PREFABRICADO TIPO G1
FABRICANTE:	
Nombre:	Gestión Comercial de Prefabricados S.L. (GEOPRE)
FABRICA	
Dirección:	C/Montecarmelo nº 8 41807 Espartinas (Sevilla)
TECNICO AUTOR DE LA MEMORIA	
Nombre:	ANTONIO SOLE DIAZ Arquitecto

1 GEOMETRIAS (*)



2 MATERIALES

ACERO	Armadura	Designación	f_{max} (N/mm ²)	f_y (N/mm ²)	γ
	Pasiva	B400S	450	400	$\gamma_s=1,15$
HORMIGON	Nivel superior (50mm)	HA-30/B/15/IIIa	37,2	30	$\gamma_s=1,5$
	Nivel inferior (7mm)	UHPC-30/B/6/IIIa	37,2	30	$\gamma_s=1,5$
	Clases de exposición soportadas		I, IIa, IIb, IIc, IIIa		

3 ESTADOS LÍMITE

DINTEL (SUBTIPOS):	ESTADOS LIMITE ULTIMOS			ESTADOS LIMITE DE SERVICIO	
	MOMENTO ULTIMO (KN*m)		CORTANTE ULTIMO (KN*m)	FISURACIÓN	DEFORMACIONES
	POSITIVOS	NEGATIVOS			
G1-12	0,25	0,35	1,47	W<0,2 mm	LIMITACIÓN A FLECHA $d<L/400$ (L=luz o distancia entre tirantes)
G1-16	0,38	0,54	2,21		
G1-24	0,65	0,92	3,77		

4 CRITERIOS DE DIMENSIONADO ELEMENTOS DE SUSPENSIÓN SEGÚN LUZ/ESTADO DE CARGA

Carga en dintel	Luz máxima sin tirantes (m)	1 tirante	Separación de tirantes para luces mayores (*)	
$q<1,4\text{KN/ml}$	$L<1,0\text{m}$	$1,0\text{m}<L<2,4\text{m}$	$L>2,4\text{m}$	1 TIRANTE CADA 1,2m
$1,4<q<2,4\text{KN/ml}$	$L<0,7\text{m}$	$0,7\text{m}<L<2,0\text{m}$	$L>2,0\text{m}$	1 TIRANTE CADA 1,0m

NOTAS:

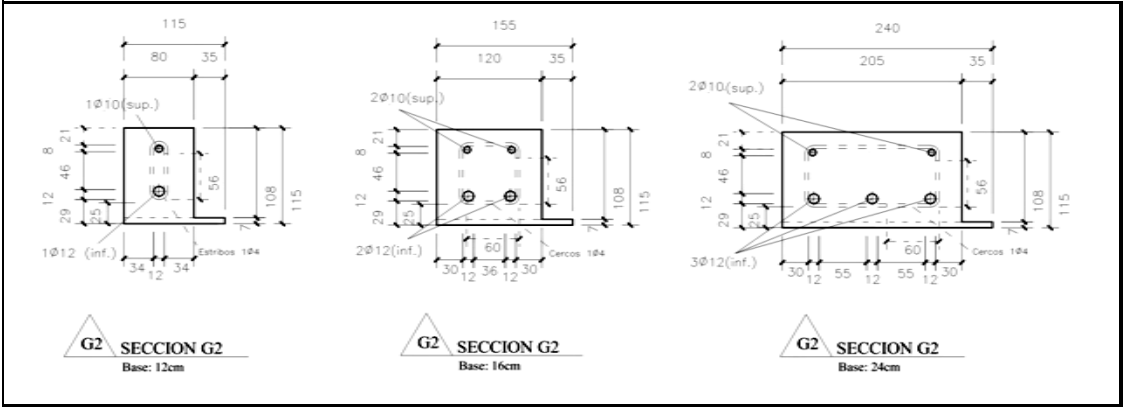
(*) Tirantes de barra roscada Ø12mm de acero estructural. Para separaciones mayores realizar cálculo específico

(**) Longitud de apoyo de dintel en fábrica de ladrillo $l=25\text{cm}$ ($l<25\text{cm}$ requiere dintel con armado especial)

A2.2 FICHA DINTEL GECOPRE TIPO G2

TIPO:	DINTEL PREFABRICADO TIPO G2
FABRICANTE:	
Nombre:	Gestión Comercial de Prefabricados S.L. (GEOPRE)
FABRICA	
Dirección:	C/Montecarmelo nº 8 41807 Espartinas (Sevilla)
TECNICO AUTOR DE LA MEMORIA	
Nombre:	ANTONIO SOLE DIAZ
	Arquitecto

1 GEOMETRIAS (*)



2 MATERIALES

ACERO	Armadura	Designación	f_{max} (N/mm ²)	f_y (N/mm ²)	γ
	Pasiva	B400S	450	400	$\gamma_s=1,15$
HORMIGON	Nivel superior (50mm)	HA-30/B/15/IIIa	37,2	30	$\gamma_s=1,5$
	Nivel inferior (7mm)	UHPC-30/B/6/IIIa	37,2	30	$\gamma_s=1,5$
	Clases de exposición soportadas		I, IIa, IIb, IIC, IIIa		

3 ESTADOS LÍMITE

DINTEL (SUBTIPOS):	ESTADOS LIMITE ULTIMOS			ESTADOS LIMITE DE SERVICIO	
	MOMENTO ULTIMO (KN*m)		CORTANTE ULTIMO (KN*m)	FISURACIÓN	DEFORMACIONES
	POSITIVOS	NEGATIVOS			
G2-12	2,52	2,80	4,53	W<0,2 mm	LIMITACIÓN A FLECHA d<L/400 (L=luz o distancia entre tirantes)
G2-16	3,60	4,00	6,79		
G2-24	5,40	6,00	11,60		

4 CRITERIOS DE DIMENSIONADO ELEMENTOS DE SUSPENSIÓN SEGÚN LUZ/ESTADO DE CARGA

Carga en dintel	Luz máxima sin tirantes (m)	1 tirante	Separación de tirantes para luces mayores
q<2KN/ml	L<2,4m	2,4m<L<4,0m	L>4,0m 1 TIRANTE CADA 2,0m
2KN/ml<q<4KN/ml	L<1,8m	1,8m<L<3,0m	L>3,0m 1 TIRANTE CADA 1,5m

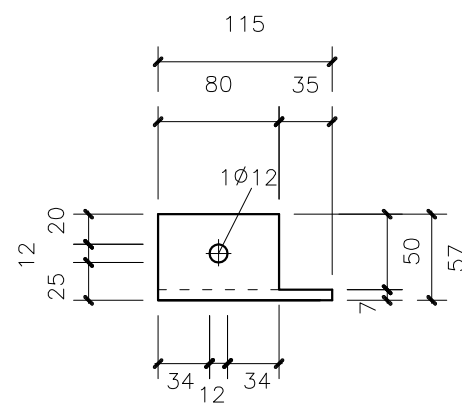
NOTAS:

(*) Tirantes de barra roscada Ø12mm de acero estructural. Para separaciones mayores realizar cálculo específico

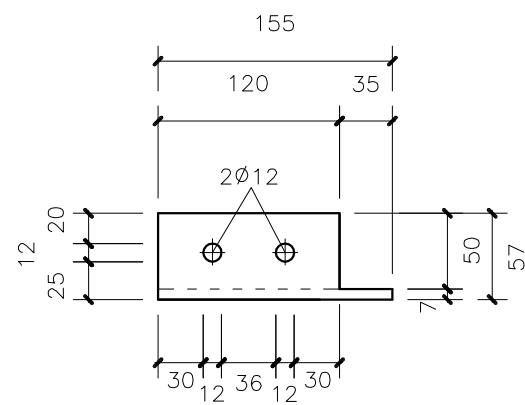
(**) Longitud de apoyo de dintel en fábrica de ladrillo l=25cm (l<25cm requiere dintel con armado especial)



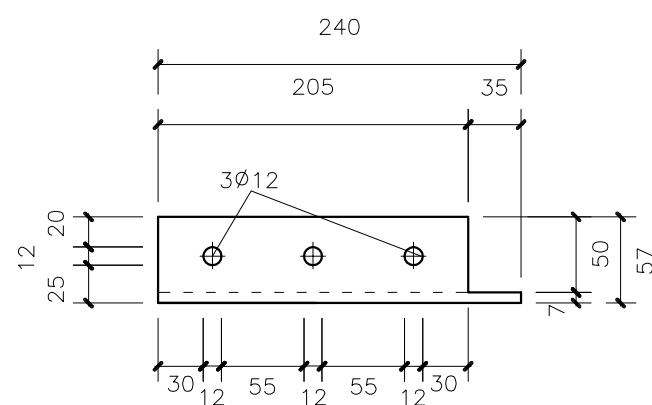
IV PLANO



G1 SECCION G1-12
e: 1/5

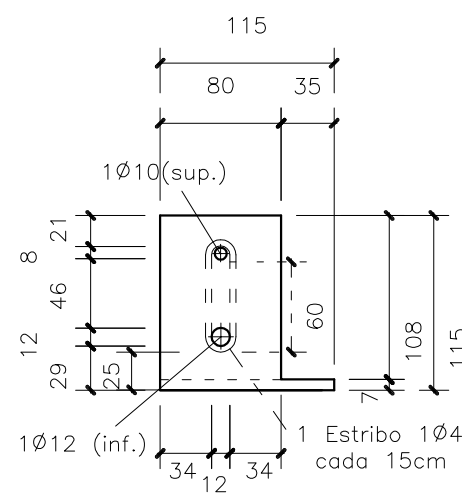


G1 SECCION G1-16
e: 1/5

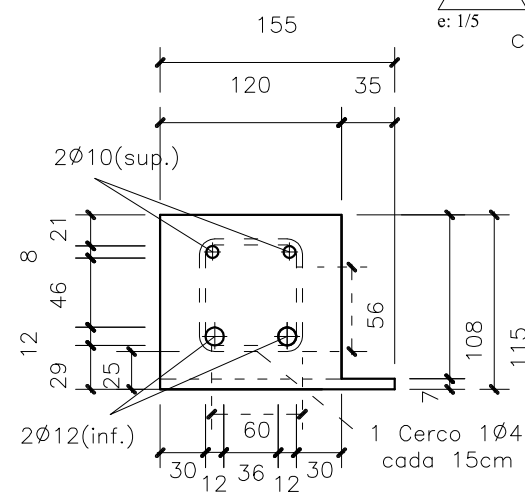


G1 SECCION G1-24
e: 1/5

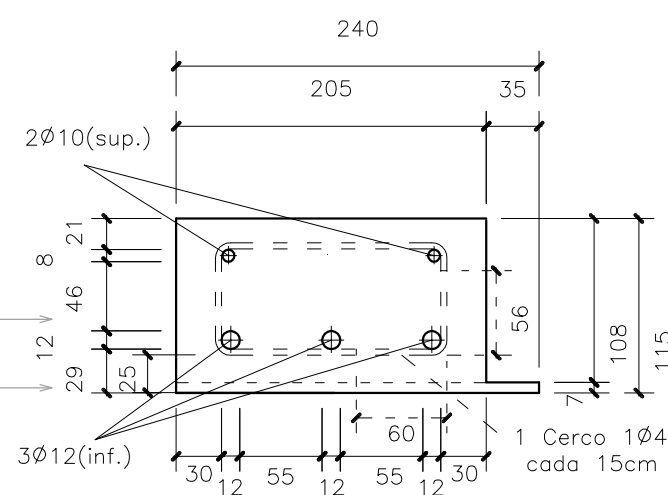
Hojas superiores: Hormigón Armado HA-30/B/15/IIIa, ACERO B400S
Hojas inferiores: Hormigón de Altas Prestaciones HPC-30/B/6/IIIa



G2 SECCION G2-12
e: 1/5 cotas en mm



G2 SECCION G2-16
e: 1/5



G2 SECCION G2-24
e: 1/5