ANNEX 3 - MEMÒRIA DESCRIPTIVA

CÀLCUL MARCS DE FORMIGÓ I ARMAT

TUBERÍAS Y PREFABRICADOS PALAU

CE

CÁLCULO DE MARCOS PREFABRICADOS

PROYECTO:

Nombre:

Cliente:

Obra:

Tipo de obra:

Nº Ref.:

Fecha: 07-10-2015

Cálculo de marcos prefabricados de hormigón

ÍNDICE

1-PRESENTACIÓN

1-1 OBJETO
1-2 DESCRIPCIÓN
1-3 CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y GEOMETRIA
1-4 NORMATIVAS APLICADAS

2- MEMORIA DE CÁLCULO

2-1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y CRITERIOS DE DURABILIDAD
2.3. NIVELES DE CONTROL Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS
2.4. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN
2.5. DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS UTILIZADOS

3. CÁLCULO DEL MARCO

3.1. MODELO DE CÁLCULO DEL MARCO
3.2. ACCIONES CONSIDERADAS
3.2.1. Acciones permanentes
3.2.1.1. *Peso propio*
3.2.1.2. *Peso pavimento*
3.2.2. Acciones permanentes de valor no constante
3.2.2.1. *Acciones reológicas*
3.2.2.2. *Acciones debidas al terreno.*
3.2.3. Acciones variables (Q)
3.2.3.1. *Tren de cargas según Eurocódigo 2*
3.2.3.2. *Sobrecarga sobre el terreno adyacente.*
3.2.3.3. *Sobrecarga de nieve*
3.2.3.4. *Presión hidrostática*
3.2.3.5. *Presión interior*
3.2.4. Acciones accidentales
3.2.4.1. *Acciones sísmicas*
3.3. DIMENSIONAMIENTO SECCIÓN TIPO
3.3.1. Comprobación de los Estados Límites Últimos de agotamiento
3.3.1.1. *Combinaciones de cálculo utilizadas*
3.3.1.2. *Envolventes de esfuerzos*
3.3.1.3. *E.L.U. de flexión*
3.3.1.4. *Cuantías mínimas*
3.3.1.5. *E.L.U. de cortante*
3.3.2. Comprobación de los Estados Límites de Servicio
3.3.2.1. *Envolventes de esfuerzos*
3.3.2.2. *E.L.S. de Fisuración*
3.3.2.3. *Tensiones transmitidas al terreno en la base.*

4- ANEXOS

ANEXO I Geometría, simulación apoyo y secciones criticas de cálculo
ANEXO II Guía de instalación de marcos y galerías
ANEXO III Despieces armado

Cálculo de marcos prefabricados de hormigón

1-PRESENTACIÓN

1-1 OBJETO

El objeto de la presente memoria es el cálculo y dimensionado de los marcos de sección 5.500 x 2.000 utilizados como colector de drenaje.

1-2 DESCRIPCIÓN

Los marcos de hormigón armado fabricados por **TUBERIAS Y PREFABRICADOS PALAU S.A**. en su planta de Juneda (Lleida) son estructuras del tipo cajón, formadas por dos losas (dintel y solera) empotradas en muros laterales.

Se fabrican sobre moldes de acero mecanizado por el método de vibro-compresión, garantizando pequeñas tolerancias y una alta compacidad del hormigón.

1-3 CONSIDERACIONES TÉCNICAS Y GEOMETRIA

- Tipo de junta testa-testa para sellado en obra (figura1).
- El hormigón utilizado en nuestra fabricación estándar es del tipo HA-35 y obtiene una resistencia a compresión (fck) de 35 N/mm² (35 Mpa)
- El acero utilizado en los marcos cumple las condiciones exigidas en la Norma EHE-08
- En todas las armaduras se usa acero tipo B-500 de límite elástico (fyk) de 500 N/mm²

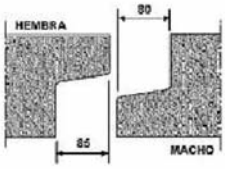


figura 1.

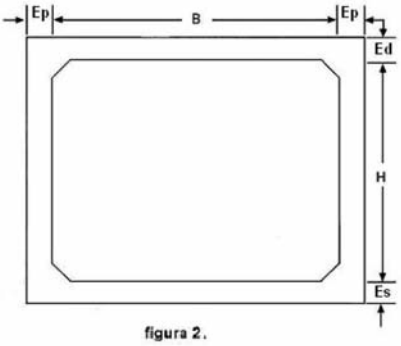


figura 2.

Los diferentes tipos de marcos se han tipificado con la nomenclatura siguiente:

MR HA B*H*E-L significando:

MR = Marco
HA = Hormigón armado
B = Anchura nominal interior (en mm.)
H = Altura nominal interior (en mm.)
E = Espesor nominal de d(dintel) s(solera) p(hastiales) en mm.
L = Longitud útil (en mm.)

(Por ejemplo MR HA 2.000x2000x200-2.000)
Cada marco, de dimensiones determinadas según la nomenclatura anterior se clasifica, según su capacidad frente a las cargas soportadas, mediante la nomenclatura **X HR Z** con los siguientes significados:

X Carga móvil considerada:

0 Peatonal 4kN/m²
1 Vehículos de 30 kN
2 Vehículos de 160 kN o vehículo tráiler de 40t
3 Tren de cargas de 600 kN de la instrucción IAP-11
V Tránsito ferroviario de alta velocidad

EU Modelos de carga LM1 y LM2 (Eurocódigo)
A Tráfico aéreo (Avión de 1,5 M de libras)

Z Después de las siglas HR se indica la altura máxima del relleno que puede soportar en centímetros.

Con esta nomenclatura se marcan en fábrica, juntamente con el logotipo del fabricante, la fecha de fabricación y el número de serie, tanto en el interior como en el exterior. En la losa superior (dintel) se marca la letra T ("Techo").

1-4 NORMATIVAS APLICADAS

EHE-08 (R.D. 1247/2008 de 18 de julio de 2008). INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL

Eurocódigo 1 UNE - EN 1991 Bases de proyecto y acciones sobre las estructuras – Parte 2: Cargas de tráfico en puentes

Eurocódigo 2 UNE- EN 1992-2 Proyecto de estructuras de hormigón – Parte 2: Puentes de hormigón

NORMA UNE-EN 14844 2007

CODIGO TECNICO DE LA EDIFICACIÓN (R.D. 314/2006 de 17 de marzo

Norma de Construcción Sismorresistente (NCSP-07),

Cálculo de marcos prefabricados de hormigón

2- MEMORIA DE CÁLCULO

2-1 DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

La obra consiste en la colocación de marcos prefabricados de diferentes dimensiones interiores, sobre un terreno con coeficiente de balasto de 8.000 t/m³.

Los marcos se colocarán: con una altura de relleno sobre el dintel variable formado por una capa asfáltica de 0,05 m y el resto de relleno a base de zahorras. Consideramos que el relleno de laterales se realiza con zahorras compactadas. Los marcos se calcularan para la carga producida por el paso del carro de la instrucción IAP-11 y los nombraremos:

MR HA 5.500x2.000x300–1.000 3 HR025 (*)

(*) Espesor de pared orientativo, puede variar en el cálculo final.

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y CRITERIOS DE DURABILIDAD

Materiales utilizados:

Hormigones - (Resistencia característica a los 28 días)

Marcos **HA-35/B/20/IIa** fck ≥ 35 N/mm²

Aceros

Armaduras pasivas **B-500-S** fyk ≥ 500 N/mm²

Criterios de durabilidad

-Tipo de elemento: elementos en zona de mareas y salpicaduras, corrosión por cloruros y para una vida útil: 100 años

-Tipo de ambiente: IIa

Mínimo contenido de cemento tipo : 275 Kg/m³
Resistencia mínima por durabilidad 30 N/mm²
Máxima relación agua/cemento: a/c = 0,45
Recubrimiento mínimo para fck > 30 N/mm² y elementos prefabricados tomamos 25 mm
Fisura máxima de 0,3 mm

-Módulo de elasticidad aproximado del hormigón: Ea = 30.000 N/mm².

-Nivel de control de ejecución: INTENSO

2.3. NIVELES DE CONTROL Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD ADOPTADOS

Hormigones: Toda la obra
Nivel de control estadístico γ_C = 1,50

Aceros: Toda la obra
Nivel de control normal γ_S = 1,15

Acciones: CONTROL INTENSO conforme a la EHE-08 y a la IAP
γ_G= 1,35 (acciones permanentes y reológicas)
γ_{G*}= 1,50 (acción del terreno)
γ_F= 1,50 (acciones variables)

2.4. CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO DE CIMENTACIÓN

Se ha considerado 0,2 N/mm² la tensión admisible del terreno de cimentación: La tensión admisible del terreno será comprobada durante la ejecución de la obra. El coeficiente de balasto a adoptado es de 8.000 t/m³ y el ángulo de rozamiento estructura - terreno se considera φ = 30º.

2.5. DESCRIPCIÓN DE LOS PROGRAMAS UTILIZADOS

Se utilizará para el cálculo de los esfuerzos en la estructura un modelo de marco plano de 2,0 m de ancho, que representará la sección de estudio sometida a las solicitaciones más desfavorables.

Una vez realizados los cálculos, se adoptarán como solicitaciones (esfuerzos, movimientos, etc.) de diseño, la envolvente de los obtenidos. Para el dimensionamiento y comprobación de secciones se actuará, en todo momento, de acuerdo con la normativa española EHE-08.

El cálculo se realizará mediante el programa de cálculo WinEva a partir del cual se obtienen los esfuerzos utilizados para el dimensionamiento y comprobación de las distintas secciones del marco. Para la obtención de las armaduras necesarias según los criterios establecidos en la EHE-08, se ha utilizado hoja de cálculo.

3. CÁLCULO DEL MARCO

3.1. MODELO DE CÁLCULO DEL MARCO

Consideramos el marco como una estructura enterrada consistente en un pórtico formado por las paredes laterales, la losa superior (dintel) y la losa inferior (solera) empotrados entre sí. La solera se apoya elásticamente sobre el terreno de cimentación que caracterizamos mediante un coeficiente de balasto K (t/m³). Consideramos que el terreno actúa únicamente en el sentido ascendente, no considerando ninguna presión cuando el marco se despega del terreno.

El comportamiento de este tipo de estructuras es simétrico respecto a su eje vertical, tanto en la geometría como en las acciones y resultados.

3.2. ACCIONES CONSIDERADAS

A continuación se desglosan las cargas utilizadas en el dimensionamiento de la obra.

3.2.1. Acciones permanentes

3.2.1.1. *Peso propio*

La carga se deduce de la geometría teórica de la estructura, considerando para la densidad del hormigón armado el valor 25 kN/m³.

3.2.1.2. *Peso pavimento*

Las cargas debidas a pavimentos se consideraran con un valor mínimo que sale del espesor por la densidad del material del pavimento y un máximo en el que se considera un incremento del 50 % en el espesor del pavimento.

-características de la capa asfáltica, con una densidad de 23,0 kN/m³.

-características de la capa hormigón, con una densidad de 24,0 kN/m³.

3.2.2. Acciones permanentes de valor no constante

3.2.2.1. *Acciones reológicas*

La fluencia y la retracción produce esfuerzos autoequilibrados en el alzado de los muros que no se tienen en cuenta en el cálculo de esfuerzos dado que no tienen ninguna trascendencia en la evaluación de la capacidad última de los muros. Sólo influyen en su comportamiento en servicio dado que producen fisuras verticales que afectan a su aspecto estético pudiendo afectar a la durabilidad de los elementos estructurales. Para lo que se disponen armadura mínima de retracción (Cuantía mínima geométrica).

3.2.2.2. *Acciones debidas al terreno.*

La acción del terreno sobre la estructura es doble: peso sobre elementos horizontales y empuje sobre elementos verticales:

Acciones verticales:

El peso se determinará aplicando al volumen de terreno que gravita sobre la superficie del elemento horizontal, el peso especifico del relleno vertido y compactado. En nuestro caso:

-características de las zahorras con una densidad aparente de 20,0 kN/m³ y un ángulo de rozamiento interno de 30º.

-características del agua con peso específico de 10,0 kN/m³

Acciones horizontales:

Se considerará que las tensiones verticales actuando sobre un plano horizontal ejercen una presión horizontal sobre los hastiales de acuerdo con la teoría de Ranking. Como consideramos el marco muy poco deformable emplearemos el coeficiente de empuje al reposo, para calcular el valor de los empujes.

Ko = 1- sen ϕ (siendo ϕ el ángulo de rozamiento interno del relleno) Ko tiene un valor de:

Ko = 1- sen 30 = 0,5

-Cuando el empuje de tierras en ambos lados se compense, se incrementará el empuje de los rellenos en uno de los lados un 10 % y se reducirá en el otro un 10%.
-En ningún caso, en que su actuación sea desfavorable para el efecto estudiado, el valor del empuje será inferior al equivalente empuje hidrostático de un fluido de peso específico igual a 5 kN/m³.
-En ningún caso se considerará la actuación del empuje de tierras cuando su actuación sea favorable para el efecto en estudio.

No se han tenido en cuenta los empujes producidos por Nivel Freático.

3.2.3. Acciones variables (Q)

Cada una de las acciones variables puede considerarse con los siguientes valores representativos:

• Valor característico Qk: valor de la acción cuando actúa aisladamente.
• Valor de combinación Ψ_0 Qk: valor de la acción cuando actúa en compañía de alguna otra acción variable.
• Valor frecuente Ψ_1 Qk: valor de la acción que es sobrepasado durante un período de corta duración respecto a la vida útil del puente.
• Valor casi-permanente Ψ_2 Qk: valor de la acción que es sobrepasado durante una gran parte de la vida útil del puente.

3.2.3. Acciones variables (Q)

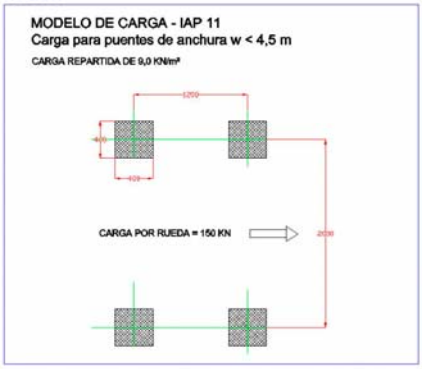
Cada una de las acciones variables puede considerarse con los siguientes valores representativos:

• Valor característico Qk: valor de la acción cuando actúa aisladamente.
• Valor de combinación Ψ_0 Qk: valor de la acción cuando actúa en compañía de alguna otra acción variable.
• Valor frecuente Ψ_1 Qk: valor de la acción que es sobrepasado durante un período de corta duración respecto a la vida útil del puente.
• Valor casi-permanente Ψ_2 Qk: valor de la acción que es sobrepasado durante una gran parte de la vida útil del puente.

Cálculo de marcos prefabricados de hormigón

3.2.3.1. *Tren de cargas carro instrucción IAP-11*

Se considera el tren de cargas de la instrucción IAP-11 (carro de 600kN) cuyos componentes verticales son:



a1) Una sobrecarga uniforme de 9,0 kN/m² extendida en toda la plataforma superior del marco

a2) Un vehículo de 600 kN, formado por 4 cargas de 150 kN. La separación entre cargas en sentido longitudinal será de 1,20 m, y en sentido transversal de 2,0 m y la superficie de apoyo para cada carga será de 0,40 x 0,40 cm.

Si la altura de tierra sobre el cajón es de un metro o más se supone la carga del carro como si fuese una carga distribuida uniforme, que se reparte en profundidad con un ángulo de 35º - 45º, es decir, la superficie de apoyo crece con la profundidad. El método empleado es el descrito en los manuales de la ATHA, considerando los casos de carga a que se refiere la "Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para Tubos de Hormigón Armado o Pretensado".

Para alturas de tierras superiores a 5,0 mts no se tienen en cuenta las cargas debidas al carro de 600 kN dada su pequeña incidencia.

3.2.3.2. *Sobrecarga sobre el terreno adyacente.*

En el cálculo de empujes se ha considerado una sobrecarga de uso de 1,0 t/m² extendida sobre toda su superficie adyacente a la obra. Lo que se traduce en unas cargas verticales uniformemente distribuidas a lo largo de los hastiales del marco.

3.2.3.3. *Sobrecarga de nieve*

No se considera su acción en este proyecto.

3.2.3.5. *Presión hidrostática*
No se considera su acción en este proyecto.

3.2.3.4. *Presión interior*
Se ha tenido en cuenta la presión interior producida por el paso de agua a sección llena sin presión.

3.2.4. Acciones accidentales

3.2.4.1. *Acciones sísmicas*
No se contemplan en la obra objeto del presente proyecto.

3.3. DIMENSIONAMIENTO SECCIÓN TIPO
Como ya se especifico en el procedimiento de cálculo se han obtenido las acciones sobre la sección pésima obteniendo los esfuerzos a partir de un modelo de marco plano, discretizado en barras según lo visto en los apartados anteriores. En cuanto a los empujes sobre los hastíales se han considerado las posibles disimetrías de la sobrecarga sobre el terreno, y sobrecargas de aeronave.

Cálculo de marcos prefabricados de hormigón

A continuación se comprueban tanto los Estado Limites Últimos de Agotamiento y los Estados Limites de Servicio especificados en la Instrucción de Hormigón Estructural vigente, comprobando las limitaciones adicionales impuestas por las normas e instrucciones aplicables para este tipo de estructura.

3.3.1. Comprobación de los Estados Límites Últimos de agotamiento

Se han obtenido las envolventes de los esfuerzos de flexión y cortante.

3.3.1.1. *Combinaciones de cálculo utilizadas*
Se han obtenido las envolventes de esfuerzos para las siguientes combinaciones de acciones:

- Situaciones permanentes:

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\sum_{i\geq 1}\gamma_{G^*,i}G^*_{Q,1}+\gamma_{Q,1}Q_{K,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\Psi_{0,i}Q_{k,i}$$

Los coeficientes de mayoración de acciones (γ^*) y de combinación (Ψ^*) adoptados son los especificados en la EHE-08 y en la IAP, resumidos en el siguiente cuadro:

Concepto	Situaciones persistentes y transitorias		Situaciones accidentales	
	Efecto favorable	Efecto desfavorable	Efecto favorable	Efecto desfavorable
Permanente	$\gamma_G = 1{,}00$	$\gamma_G = 1{,}35$	$\gamma_G = 1{,}00$	$\gamma_G = 1{,}00$
Permanente de valor no constante	$\gamma_{G^*} = 1{,}00$	$\gamma_{G^*} = 1{,}50$	$\gamma_{G^*} = 1{,}00$	$\gamma_{G^*} = 1{,}00$
Variable	$\gamma_Q = 1{,}00$	$\gamma_Q = 1{,}50$	$\gamma_Q = 1{,}00$	$\gamma_Q = 1{,}00$
Accidental			$\gamma_A = 1{,}00$	$\gamma_A = 1{,}00$

Concepto	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Combinación	0,60	0,50	0,20

3.3.1.2. *Envolventes de esfuerzos*

Las envolventes pésimas de momentos flectores para las alturas máximas y mínimas de tierras sobre el dintel, los empuje horizontales y las sobre cargas obtenidas a partir de las combinaciones de cálculo definidas en el apartado anterior son las que se presentan el apéndice resultados del cálculo

3.3.1.3. *E.L.U. de flexión*

Para obtener las armaduras necesarias frente a las acciones normales se ha utilizado una hoja de cálculo basada en la EHE-08

3.3.1.4. *Cuantías mínimas*

Las cuantías mínimas de armado tanto longitudinal como transversal son las especificadas en los artículos 37º, 42º y 44º de la EHE-08.

3.3.1.5. *E.L.U. de cortante*
Se dimensiona cada uno de los elementos del marco para el esfuerzo obtenido en la sección situada a un canto útil de la cara interior del elemento perpendicular. Para obtener las armaduras necesarias frente a los esfuerzos cortantes pésimos se ha utilizado el prontuario informático del hormigón estructural 3.0

3.3.2. Comprobación de los Estados Límites de Servicio
Se han obtenido los esfuerzos, desplazamientos y reacciones de cálculo para las combinaciones de acciones definidas en las normativas ya referidas. En concreto se han calculado las reacciones para la combinación característica, las deformaciones para la combinación frecuente y se ha comprobado el E.L.S. defisuración para la combinación casi permanente.

Cálculo de marcos prefabricados de hormigón

Combinaciones de cálculo utilizadas
Se han obtenido las envolventes de esfuerzos para las siguientes combinaciones de acciones:

- Combinación poco probable o característica:

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\sum_{i\geq 1}\gamma_{G^*,i}G^*_{Q,1}+\gamma_{Q,1}Q_{K,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\Psi_{0,i}Q_{k,i}$$

- Combinación frecuente:

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\sum_{i\geq 1}\gamma_{G^*,i}G^*_{Q,1}+\gamma_{Q,1}\Psi_{1,1}Q_{K,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\Psi_{2,i}Q_{k,i}$$

- Combinación cuasipermanente:

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{G,j}G_{k,j}+\sum_{i\geq 1}\gamma_{G^*,i}G^*_{Q,1}+\sum_{i>1}\gamma_{Q,i}\Psi_{2,i}Q_{k,i}$$

Los coeficientes de mayoración de acciones (γ*) y de combinación (Ψ*) adoptados son los especificados en la EHE-08 y en la IAP según se especifica en el siguiente cuadro.

Concepto	Situaciones persistentes y transitorias	
	Efecto favorable	**Efecto desfavorable**
Permanente	γ_G = 1,00	γ_G = 1,00
Permanente de valor no constante	γ_{G^*} = 1,00	γ_{G^*} = 1,10
Variable	γ_Q = 0,00	γ_Q = 1,00
Accidental		

Concepto	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Combinación	**0,60**	**0,50**	**0,20**

3.3.2.1. *Envolventes de esfuerzos*

Las envolventes pésimas de momentos flectores para las alturas máximas y mínimas de tierras sobre el dintel, los empuje horizontales y las sobre cargas obtenidas a partir de las combinaciones de cálculo definidas en el apartado anterior son las que se presentan el apéndice resultados del cálculo

3.3.2.2. *E.L.S. de Fisuración*
Según se especifica en el artículo 49º de la EHE-08 se debe comprobar que para los esfuerzos obtenidos para la combinación de acciones cuasipermanente la abertura de fisura característica no supera el valor máximo de 0,3 mm dado en la instrucción para el ambiente IIa en el que se encuentra la obra.

Comprobamos que los valores obtenidos al aplicar la combinación casi-permanente no superan en ningún caso el valor del momento de fisuración definido en la EHE-08, calculado en función de la resistencia a tracción media del hormigón, de la inercia bruta de la pieza y del axil concomitante obtenido para la combinación de acciones utilizada.

$$M_{fis}(N_d)=\frac{W_b}{A_b}\cdot(N_d+f_{ct,m}\cdot A_b)\cdot$$

A continuación calculamos las aberturas de fisura característica para cada uno de los elementos del marco para el esfuerzo de la combinación casi-permanente obtenido en la sección situada a un canto útil de la cara interior del elemento perpendicular.

Cálculo de marcos prefabricados de hormigón

3.3.2.3. *Tensiones transmitidas al terreno en la base.*

A partir de las reacciones por apoyo elástico obtenidas del modelo de cálculo se obtienen las tensiones medias equivalentes en el área colindante al nudo del modelo apoyado.
El valor de la tensión máxima de la ley trapecial podrá exceder en un 25% el valor de la tensión media admisible del terreno si dicho valor se produce al paso de la carga de tráfico.

En los anexos siguientes se detallan las cargas, las combinaciones, los cálculos, los resultados y los detalles de armado.

Quedando a su disposición para cualquier aclaración

A 7 de octubre de 2015
Departamento técnico de
Tuberías y Prefabricados Palau s.a.

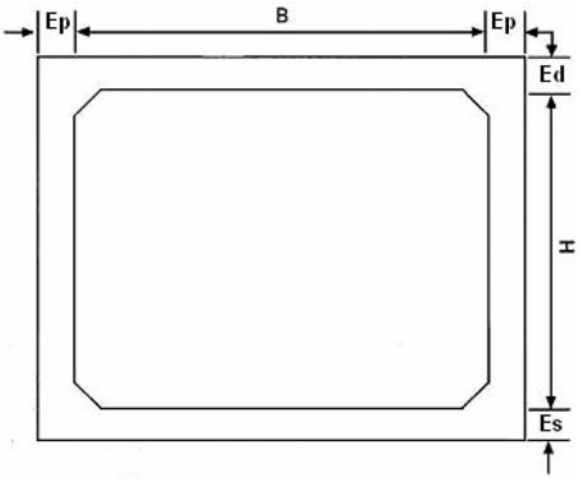
Cálculo de marcos prefabricados de hormigón

ANEXO I

Geometría del marco.
Simulación suelo de apoyo: Método de Balasto
Secciones criticas de cálculo

Geometría del marco

- **B = 5.500 H = 2.000 Ed = Es = 300 y Ep=300 longitud útil = 1.000 (*)**



(*) Espesor de pared orientativo, puede variar en el cálculo final.

Simulación suelo de apoyo: Método de Balasto

Para la simulación del efecto del terreno en elementos que trabajan apoyados sobre el terreno emplearemos el método de Balasto.

El problema consiste en sustituir el efecto del terreno por un conjunto de muelles formados por barras de hormigón de sección muy pequeña (Aeq) , para que solo transmita esfuerzos normales.

- La hipótesis básica del método del Balasto consiste en suponer que, en cualquier punto del apoyo, el asiento es proporcional a la presión que en él se desarrolla, es decir

$$p = \frac{F}{Arep} = K_b\ \delta \quad => \quad \partial = \frac{F}{A_{rep} K_b}$$

siendo:

la presión $p = \frac{F}{Arep}$,

Arep = a .b (ver figura 3),
δ = al asiento
y la constante de proporcionalidad K_b es el coeficiente de Balasto.

La homogeneidad de la fórmula exige que K_b tenga unidades de densidad; por tanto la hipótesis efectuada corresponde a suponer que el elemento flota sobre un líquido de densidad K_b (Geotecnia y Cimientos J.A. Jimenez Salas).

Cálculo de marcos prefabricados de hormigón

- Como el efecto del terreno lo queremos simular por un muelle en forma de barra

Figura 1

tenemos que para un muelle: $F = K_m \ \delta$

siendo:
K_m la constante del muelle (kg/m ó T/m ó kg/cm) (ver figura 1)
δ = la deformación o el asiento

-Considerando la ley de Hooke en una barra tenemos: $\partial = \dfrac{F\ L}{E\ Aeq}$

Figura 2

siendo:
F= fuerza ,
L = longitud de la barra
E= módulo de elasticidad del material (en este caso hormigón)
Aeq = área de reparto del muelle (barra ficticia) (ver figura 2)

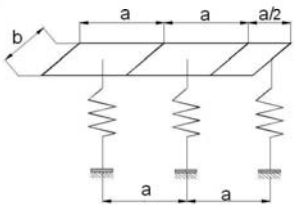


Figura 3

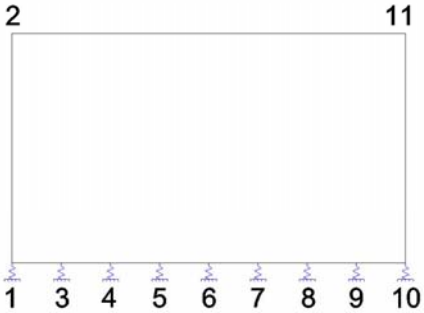
Operando tenemos:

$$K_b\ \partial = \frac{F}{A_{rep}}\ ; \quad K_b\ \partial = \frac{K_m\ \partial}{A_{rep}}\ ; \quad K_b = \frac{K_m}{A_{rep}} \quad \Rightarrow \quad \mathbf{K_m = K_b\ A_{rep}}$$

y

$$\partial = \frac{F}{A_{rep} K_b} \quad y \quad \partial = \frac{F\ L}{E\ Aeq} \quad \Rightarrow \quad A_{eq} = \frac{K_b\ A_{rep}\ L}{E}$$

Cálculo de marcos prefabricados de hormigón



Para:

Kb = 15.000 t/m^3

A_{rep} entre apoyos centrales = (3,20 / 8) x 1,9 = 0,76

A_{rep} entre apoyos extremos = (0,10+ (3,20 / 8) /2) x 1,9 = 0,57

Km centrales (3,4,5,6,7,8 y 9) = 3.600 x 0,76 = 2.736 t/m

Km extremos (1 y 10) = 3.600 x 0,57 = 2.052 t/m

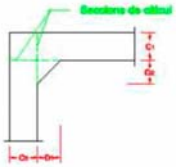
Secciones criticas de cálculo:

Seccions crítiques per el càlcul de moments segons AASHTO 8.8.2

CAS-1

C1+D2 ≤ 1,5 C1
C3+D1 ≤ 1,5 C3

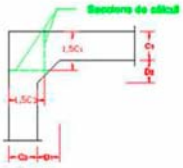
Espessor de dimensionat de la llosa = C1
Espessor de dimensionat de la paret = C3



CAS-2

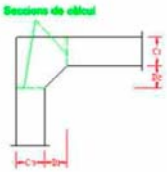
C1+D2 > 1,5 C1
C3+D1 > 1,5 C3

Espessor de dimensionat de la llosa = C1
Espessor de dimensionat de la paret = C3

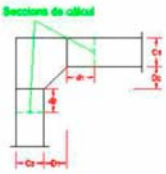


Seccions crítiques per el càlcul de tallans segons EHE08 (44.2.3)

Vu1(bora recolzament)



Vu2(distancia d bora de recolzament)



Cálculo de marcos prefabricados de hormigón

ANEXO II

GUIA DE INSTALACIÓN DE MARCOS Y GALERIAS DE SERVICIO

La comprobada resistencia y durabilidad de los módulos prefabricados de hormigón armado convierten a estos elementos, en una solución ideal en un amplio abanico de soluciones técnicas para la Ingeniería Civil y la Edificación.

RECEPCION

El contratista deberá comprobar que las piezas suministradas corresponden a las solicitadas y también que las piezas no tengan daños que puedan alterar su normal comportamiento, especialmente en los extremos.

PREPARACION DE ZANJAS

En cualquier caso y circunstancia, las labores de preparación de zanjas y zonas de obra deben hacerse de manera que se garantice la seguridad.

Los materiales auxiliares para la instalación tales como elementos de elevación y puesta en obra, bombas de achique (si fueran necesarias), escaleras, elementos de control, etc... deben estar en obra preparados para su uso antes del inicio de la instalación.

Las zanjas deben tener el ancho necesario para poder realizar los rellenos y compactaciones laterales con la seguridad adecuada pero sin sobrepasar los proyectados, ya que si así fuera, nos llevaría a sobre-costes de excavación y mayores cargas sobre los elementos enterrados.

APOYOS

El fondo de la excavación debe estar libre de irregularidades así como de zonas blandas o duras que deben ser retiradas, manteniendo el nivel de fondo de excavación con material granular adecuadamente compactado.

La cama de apoyo de estas piezas puede ser de material granular o de hormigón pobre, si bien, en caso de circunstancias especiales como rellenos no consolidados, terrenos inestables o de baja capacidad portante, etc... habrá que recurrir a soluciones específicas. En cualquier caso, siempre deberá estar bien nivelada, con el espesor preciso y tener la capacidad resistente suficiente para servir de cimentación a los elementos prefabricados.

Los valores de espesor recomendados para circunstancias normales de terrenos y profundidades son:

- Cama granular..... 15 a 20 cm.
- Cama de hormigón..... 7 a 10 cm.

Cuando se utilice cama de hormigón, es conveniente situar una fina capa de regulación, bien arena o mortero, entre esta y la pieza prefabricada (3 a 5 cm).

Importantísimo es también que la cama de apoyo tenga la pendiente proyectada para la instalación.

En el caso de utilizar los módulos como pozo de registro (posición vertical) es importante conocer la resistencia del suelo de apoyo, dada la carga que generalmente pueden transmitir sobre todo a partir de 5 mts de profundidad.

INSTALACION DE LOS MODULOS PREFABRICADOS

Los marcos y galerías se colocan normalmente de abajo hacia arriba, con la boquilla macho si la hubiere situada "aguas abajo" y la boquilla hembra situada "aguas arriba" y preparada para recibir la siguiente pieza a instalar.

Antes de su colocación, se deben revisar las piezas cuidando la limpieza y daños puntuales especialmente en las zonas de unión.

Cálculo de marcos prefabricados de hormigón

Tuberías y Prefabricados Palau especificará como está previsto suspenderse las piezas si con bulones (tipo Deha) ó con pinza.

Deberán bajarse con cuidado a la cama de apoyo, ya preparada con anterioridad, centrando y alineando el extremo macho de la pieza con el extremo hembra de la ya colocada. No es conveniente alinearlos solo por un lado pues no se reparten de forma conveniente las tolerancias.

Hay que cuidar que el material suelto de la cama de apoyo no entre en la zona de unión entre piezas durante su colocación.

Si fuera necesario hacer ajustes de nivel, se debe sacar la pieza, volver a acondicionar la cama de apoyo y acto seguido, volver a colocarla, siendo una mala práctica el relleno puntual para ajuste de nivel, ya que se pierde el apoyo uniforme con el que se ha calculado.

No se debe realizar el montaje con agua en la zanja pues impide una buena nivelación y se pierde asimismo la garantía del apoyo. El agua debe retirarse con bomba o evitar que llegue a la zanja. El uso de geotextiles puede ser adecuado para mejorar las condiciones de apoyo y drenaje.

En el caso de utilizarse como pozo de registro o trabajando en vertical los módulos deberán aplomarse lo máximo posible para evitar descentramientos y movimientos durante la operación de relleno. Deberán colocarse con mortero para evitar descentramientos durante el proceso de compactado, sobre todo en el caso de juntas planas testa-testa.

RELLENO

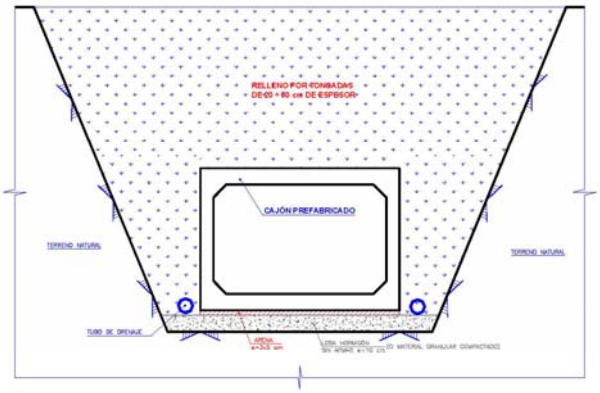
El relleno deberá empezarse tan pronto como sea posible tras la instalación de las piezas, siempre y cuando estas tengan la edad suficiente para garantizar su resistencia.

Se realizará con material seleccionado y de manera que ambos laterales vayan subiendo a la vez en tongadas de 20 a 40 cm. de espesor y con una diferencia de nivel entre ambos laterales no superior a 50 cm. El relleno inicial en la parte superior de la pieza se hará también en tongadas del mismo espesor, evitando bolos y piedras que pudieran dañarla (ver dibujo adjunto).

Se evitará el uso de materiales helados y orgánicos.

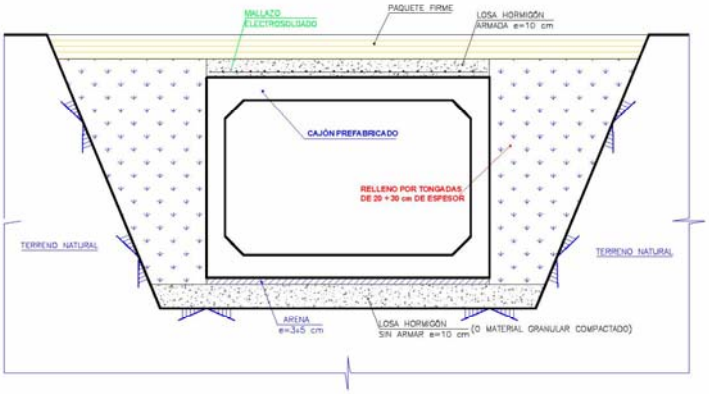
Tanto en el relleno lateral como en el superior de la pieza, se utilizarán medios de compactación ligeros o manuales para evitar posibles daños.

Las cargas debidas a compactadores o vehículos de obra pueden condicionar el diseño de las piezas, por lo que si se espera que estas puedan ser afectadas por dichas cargas, se debe comunicar al fabricante con el fin de que realice las comprobaciones o estudios necesarios.

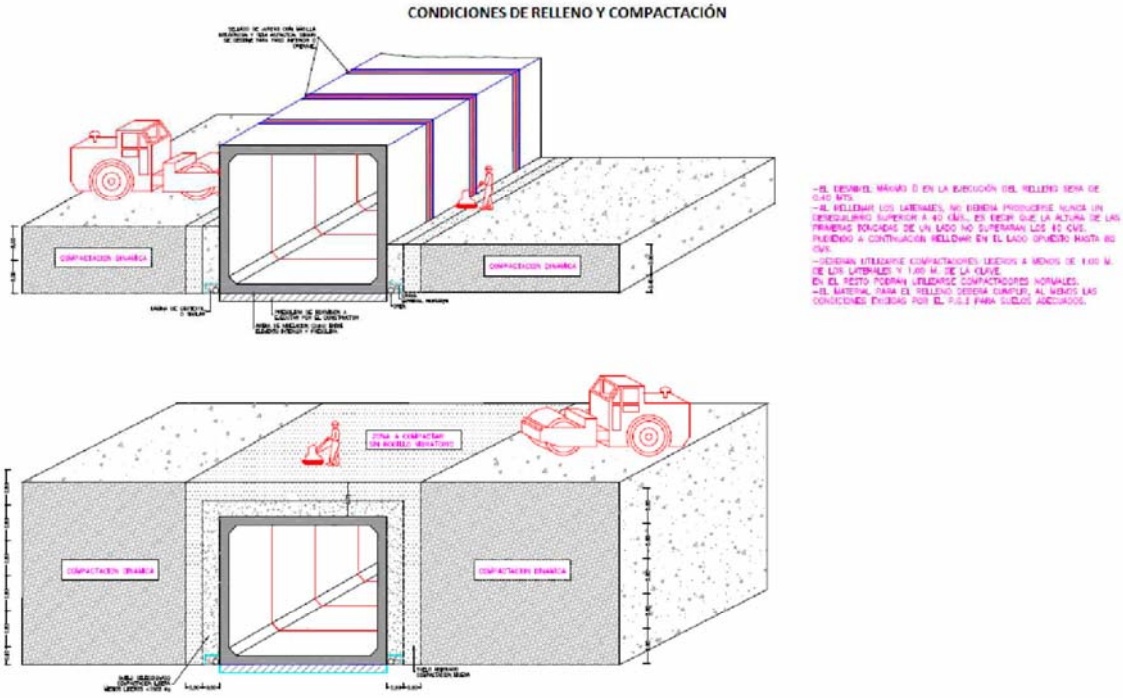


Cálculo de marcos prefabricados de hormigón

Si el marco se ha de colocar con una altura de relleno inferior a 50 cm. Y tiene que soportar el paso de cargas móviles, es conveniente colocar una losa armada para evitar el movimiento relativo entre los distintos elementos. (ver figura adjunta)



Para profundidades grandes u otras condiciones que así lo aconsejen, puede ser necesario un relleno tipo "zanja inducida" que reduce la carga sobre el elemento prefabricado (ver apartado siguiente). Este caso requiere un cálculo especial que realizaría nuestro Departamento Técnico.



EJECUCION DE LAS UNIONES, ACABADOS Y VARIOS

Se recomienda colocar una tubería de drenaje, tal y como se indica en el esquema anterior, y un relleno de material filtrante a cada lado de la canalización. Es recomendable también la colocación de manta drenante y la impermeabilización de las piezas.

Cálculo de marcos prefabricados de hormigón

Se recomienda no empezar el proceso de unión hasta que no este totalmente terminado el proceso de relleno y compactación, sobre todos en obras donde los vehículos de aporte de tierras o montaje pasen por encima de los marcos recién colocados.

Es conveniente colocar un geotextil, una lámina de polietileno ó una banda asfáltica en la de la zona de la junta en contacto con las tierras para evitar que estás penetren en su interior.

El tipo de unión puede ser elástica o rígida según los materiales empleados en el rejuntado y sellado.

Si se dispusiera unión elástica, se recomienda un relleno con cordón elastomérico o de cauchobutilo y una junta final de sellado interior a base de masilla elástica monocomponente de poliuretano con polimerización acelerada y elasticidad permanente como por ejemplo "Sikaflex 11-FC" para uniones en presencia de aguas limpias o su versión de gran resistencia al ataque químico "'Sikaflex Pro3WF" en su empleo con aguas residuales. El sellado externo puede realizarse con banda asfáltica.

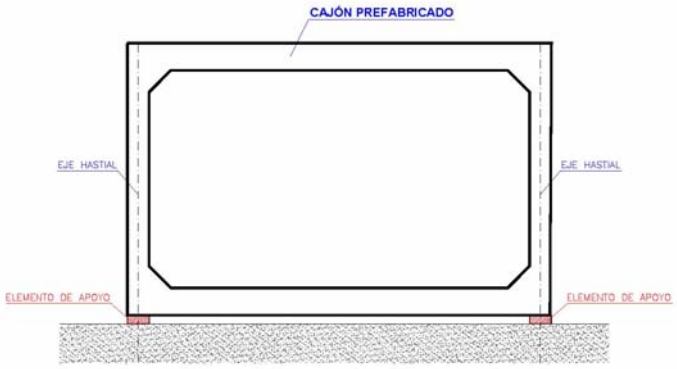
Si se dispusiera unión rígida, el sellado interior y rejuntado debe realizarse con mortero de cemento especial antirretracción. El sellado externo puede realizarse también con banda asfáltica.

En aquellos usos, como en galerías de servicios que estén expuestas a altos niveles freáticos con independencia del drenaje lateral, es conveniente impermeabilizar todos los elementos, ya que si bien estos se fabrican con un hormigón de alta compacidad y baja absorción no son impermeables.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Si los marcos no se colocan directamente desde el camión y es preciso almacenarlos en obra, la forma de apoyo deberá ser igual a la especificada para su posición definitiva o deberán depositarse en terreno firme, sobre dos cabirones de madera de altura mayor de 10 cm y en la posición marcada en la figura.

Para condiciones de almacenamiento distintas de las especificadas, deberá consultarse el departamento técnico de Tuberías y Prefabricados Palau



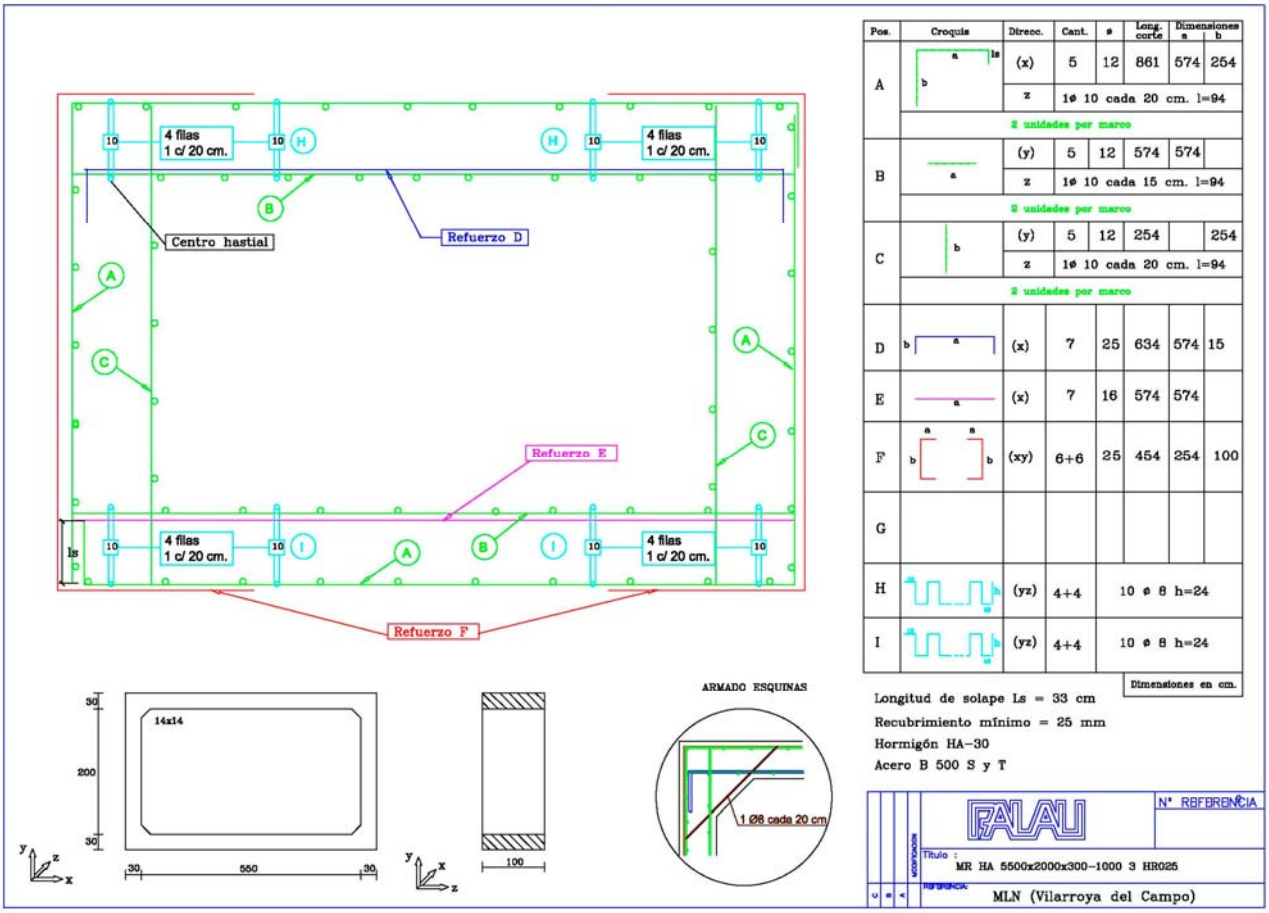
NOTA: LA LONGITUD DE LOS ELEMENTOS DE APOYO DEBERÁ DE SER, COMO MÍNIMO, IGUAL A LA LONGITUD DEL CAJÓN.

SISTEMA de manipulación en hoja a parte T-27-30

Cálculo de marcos prefabricados de hormigón

ANEXO III

DESPIECE ARMADURAS



Pos.	Croquis	Direcc.	Cant.	ø	Long. corte	Dimensiones a	Dimensiones b
A		(x)	5	12	861	574	254
		z	1ø 10 cada 20 cm. l=94				
	2 unidades por marco						
B		(y)	5	12	574	574	
		z	1ø 10 cada 15 cm. l=94				
	2 unidades por marco						
C		(y)	5	12	254		254
		z	1ø 10 cada 20 cm. l=94				
	2 unidades por marco						
D		(x)	7	25	634	574	15
E		(x)	7	16	574	574	
F		(xy)	6+6	25	454	254	100
G							
H		(yz)	4+4	10 ø 8 h=24			
I		(yz)	4+4	10 ø 8 h=24			