



**PROCESO SELECTIVO PARA EL INGRESO POR EL SISTEMA GENERAL DE
ACCESO LIBRE EN LA ESCALA DE TÉCNICOS FACULTATIVOS SUPERIORES DE
ORGANISMOS AUTÓNOMOS DEL MINISTERIO DE FOMENTO**

(Convocatoria por Resolución de 19 de enero de 2018, de la Subsecretaría, por la que se convoca proceso selectivo para ingreso, por el sistema general de acceso libre y promoción interna, en la Escala de Técnicos Facultativos Superiores de Organismos Autónomos del Ministerio de Fomento)

CUARTO EJERCICIO: Resolución por escrito de un supuesto práctico

Fecha de celebración: viernes, 14 de septiembre de 2018

**ÁREA TEMÁTICA C: ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN EN ESTRUCTURAS Y
MATERIALES**

PARTE A

1. Se va a construir un canal de hormigón armado para riego en una zona de alta montaña, con toma de agua en el embalse de una presa ubicada en la zona. Se ha encargado a un Laboratorio especializado que redacte un informe justificando la idoneidad de los materiales que deben emplearse en la fabricación del hormigón. El informe contiene errores e imprecisiones que deben señalarse y explicarse (subraye la frase incorrecta, ponga un superíndice numérico y explique la corrección en una hoja aparte) **(18 puntos)**.

La zona en la que se ubica el canal es lluviosa con una precipitación media anual de 800mm y frecuentes heladas en invierno. Existen zonas en las que el canal tendrá cierta pendiente por lo que el agua discurrirá con velocidad y agitación en ciertos tramos del trazado que pueden causar erosión en el hormigón.

Se ha procedido a la realización de un análisis químico del agua del embalse del que se toma el agua, al objeto de determinar su agresividad para el hormigón. Los datos más relevantes obtenidos indican que tiene un pH de 6 y un contenido de ion sulfato de 1000 mg/l.

Por todo lo anterior, se considera adecuada para el canal la utilización de un hormigón armado HP-35/F/20/IIa-Qb-E, con un contenido de cemento de 400 kg/m³ y una relación agua/cemento de 0,45.

Se ha seleccionado como cemento adecuado para su fabricación un CEM II/A-S 42,5 R para mejorar la durabilidad del hormigón. El elevado contenido de escorias



del cemento ayudará a mejorar la resistencia del hormigón al agua débilmente ácida y también a los sulfatos. Si se realiza el hormigonado durante el invierno las escorias permitirán asimismo una rápida ganancia de resistencias.

En el amasado del hormigón se utilizará el agua del embalse.

Para mejorar la resistencia del hormigón se ha seleccionado un árido grueso de machaqueo de tamaño máximo pequeño (12 mm), que se obtendrá de una cantera de granito próxima. El coeficiente de Los Ángeles tiene un valor de 35. La absorción es del 3% por lo que se considera un árido adecuado para resistir heladas.

La arena se obtendrá de la misma fuente, con un equivalente de valor igual a 70 que cumple también el requisito del ensayo del azul de metileno para el ambiente de exposición.

Al tratarse de un árido de naturaleza silíceo se ha hecho un estudio de reactividad potencial del mismo. En primer lugar se ha realizado un estudio petrográfico que ha determinado la presencia de pirita en el árido de la cantera. En consecuencia, se ha comprobado la reactividad álcali-silíceo por el método acelerado en probetas de mortero que ha confirmado la reactividad. Para evitar el desarrollo futuro de la reacción se ha decidido incorporar un 30% de ceniza volante en la dosificación del hormigón, lo cual también ayudará a obtener un hormigón de buena docilidad.

Al tratarse de un hormigón que va a estar sometido a heladas, se va a utilizar un aditivo inclusor de aire en la dosificación, limitando al 3% el volumen de aire ocluido en el hormigón, al objeto de no afectar negativamente a la fluidez del hormigón fresco. Para obtener la consistencia blanda necesaria se utilizará también un aditivo plastificante.

En los ensayos previos de dosificación que se han llevado a cabo en laboratorio se ha comprobado que la penetración máxima de agua da un valor de 40 mm y la media de 30 mm, por lo que el hormigón se considera de durabilidad adecuada.

En cuanto a la puesta en obra, el hormigón del canal se compactará con aguja vibrante y se utilizará un producto filmógeno de curado que proporciona un mejor resultado que el curado con agua y además mejora la resistencia a la helada del hormigón.



PARTE B

Para cruzar una línea existente de ferrocarril, se precisa construir un puente de carretera en una ubicación situada a una distancia de 2 km de la costa. El puente estará formado por tres vanos, siendo el tablero de hormigón pretensado. Las pilas están cimentadas mediante zapatas enterradas. Tanto las pilas como las zapatas serán de hormigón armado. Se dispone de un informe previo a la construcción sobre las características del terreno, que indica que, a la profundidad de la cimentación, tiene un pH de 4,2 y contiene 14.000 mg de ion sulfato por kg de suelo seco.

El pretensado del tablero se realizará mediante cordones de diámetro nominal 16 mm, formados por 7 alambres. Se dispone en la zona de tres suministradores de acero de pretensado (A, B, C), cuyos productos no poseen marcado CE ni distintivo oficialmente reconocido. La cantidad de acero de pretensado a utilizar es de 80 t. Consultados los catálogos de dichos aceros, aparecen, entre otros, los siguientes datos:

Suministrador	A	B	C
Carga unitaria máxima $f_{m\acute{a}x}$ (N/mm ²)	1.880	1.920	1.750
Alargamiento bajo carga máxima sobre base de 550 mm	3,6 %	3,8 %	4,2 %
Relajación a 1.000 h, a temperatura $20^{\circ} \pm 1^{\circ}$, para tensión inicial del 70% de la carga unitaria máxima real	3,0	2,4	2,2
Coefficiente de desviación, en el ensayo de tracción desviada	28	24	26

En la zona próxima a la ubicación del puente se dispone de los siguientes cementos: CEM II/B-V, CEM II/A-Q, CEM II/A-D, CEM III/A, todos ellos de categoría resistente 42,5 y resistencia inicial normal, excepto el CEM II/A-D, que es de alta resistencia inicial. El proyecto especifica que el hormigón del tablero tendrá una resistencia característica a compresión de 35 N/mm², tamaño máximo de árido de 20 mm, y consistencia plástica.

El curado del tablero y de las pilas se realizará mediante riego con agua, siendo la temperatura ambiente media prevista durante el curado de 10 ° C, mientras que la humedad relativa oscilará entre el 70% y el 80%, y el soleamiento y la velocidad del viento tendrán intensidad media.



Para el proyecto, la ejecución y el control de calidad, se seguirán las prescripciones de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE 08)

Se pide contestar, justificando las respuestas, las siguientes cuestiones:

2. Indicar, para cada uno de los tipos de elementos del puente (tablero, pilas, zapatas), el cemento o cementos recomendables (de entre los disponibles indicados en el enunciado). Indicar, en su caso, si el cemento a utilizar en algún elemento debe tener alguna característica adicional **(2 puntos)**.
3. Definir, para cada uno de los tipos de elementos (tablero, pilas, zapatas) del puente, el tipo de ambiente al que estará sometido en servicio, el contenido mínimo de cemento, la máxima relación agua/cemento del hormigón, y la resistencia mínima recomendada para el hormigón, por criterios de durabilidad **(3 puntos)**.
4. Indicar qué variaciones se producirían en las respuestas a las preguntas 1 y 2 anteriores, en el caso de que se compruebe durante la construcción del puente que las características reales del terreno de cimentación no son las que figuraban en el informe previo, sino que tiene realmente un pH de 6,0 y contiene 2.800 mg de ion sulfato por kg de suelo seco **(2 puntos)**.
5. A la vista de los aceros de pretensado disponibles en la zona, indicar cuáles podrían ser empleados en el tablero. Para dichos aceros, detallar el control a efectuar en obra al objeto de comprobar la conformidad del material **(3 puntos)**.
6. Indicar, para el tablero y las pilas, la duración mínima recomendada del curado, en días **(2 puntos)**.
7. El control de calidad del hormigón del tablero se realizará mediante control estadístico. El hormigón no posee ningún distintivo de calidad. El hormigonado del tablero se realiza en 4 semanas. Para cada lote de control, se controlan 4 amasadas. La tabla siguiente indica, para cada amasada controlada, los valores del asiento, en cm, de las dos determinaciones realizadas, y los valores de resistencia a compresión, en N/mm², obtenidos en los dos ensayos realizados.



Lote	Amasada	Asiento (cm)		Resistencia a compresión (N/mm ²)	
1	1	3	5	36,0	35,6
	2	6	5	35,8	35,2
	3	5	7	35,8	36,6
	4	5	4	35,7	35,9
2	5	1	3	36,2	37,0
	6	2	4	35,6	36,8
	7	3	5	37,2	35,8
	8	4	1	38,2	36,4
3	9	1	3	39,2	38,4
	10	3	2	37,6	38,0
	11	2	4	40,1	38,7
	12	5	2	38,6	41,2
4	13	4	2	40,0	38,8
	14	2	3	38,4	37,6
	15	3	2	41,2	39,8
	16	3	4	36,5	37,1
5	17	4	2	34,4	38,2
	18	5	4	35,2	35,6
	19	3	5	35,4	34,8
	20	2	3	38,4	40,0
6	21	7	5	35,8	35,6
	22	4	6	35,6	36,0
	23	5	6	36,6	34,4
	24	6	5	36,8	36,2

Justificar razonadamente si los diferentes lotes son o no aceptables. En caso de no serlo, describir las medidas que debe tomar la Dirección Facultativa de las obras (6 puntos).



PARTE C

8. El proyecto de una importante obra hidráulica incluye una tubería enterrada construida en hormigón pretensado mediante alambres, en la que el agua puede llegar a circular a gran velocidad. Para el proyecto, la ejecución y el control de calidad, se seguirán las prescripciones de la vigente Instrucción de Hormigón Estructural (EHE08).

El proyecto indica, entre otras, las siguientes especificaciones técnicas para dicho canal:

- Resistencia característica del hormigón: 35 N/mm²
- Relación agua/cemento del hormigón: 0,55
- Consistencia blanda
- Tamaño máximo del árido 20 mm
- Contenido de cemento en el hormigón: 375 kg/m³
- Árido fino cuarcítico
- Árido grueso con coeficiente de Los Ángeles de 40
- Contenido total de iones cloruro en el hormigón, aportado por los componentes: no superior a 0,3 % del peso del cemento.

Indicar, justificando las respuestas, cuáles de las mencionadas especificaciones del proyecto son incorrectas (**2 puntos**).

9. En la construcción de la tubería del apartado anterior, se realizan, como parte de los ensayos de comprobación de las características del hormigón a emplear y del acero de pretensado a utilizar, entre otros, los siguientes ensayos:

- ensayo de penetración de agua bajo presión del hormigón (UNE-EN 12390-8), obteniéndose una penetración máxima de 48 mm y una penetración media de 35 mm.
- ensayo de tiocianato amónico del acero de pretensado (UNE 36464) obteniéndose, en 6 probetas, los siguientes tiempos de rotura en horas: 2,5 ; 5,4 ; 2,6 ; 7,2 ; 1,8 ; 6,8.

Indicar, justificando la respuesta, las conclusiones que cabe extraer de estos resultados (**2 puntos**).