

**NUEVAS INSTALACIONES DEPORTIVAS DEL IES RAMIRO DE
MAEZTU, EN MADRID****EXP. A. MARCO: A/SER-014719/2019****EXP. BASADO: A/SER-003599/2022**

En fecha 4 de abril de 2022 se emitió un informe de referencia I/LC-22003/EG, en el que se recogían los resultados del reconocimiento y estudio geotécnico realizado para la redacción del proyecto básico y de ejecución para la construcción de las nuevas instalaciones deportivas en el IES RAMIRO DE MAEZTU, en MADRID.

En el momento de emisión de dicho informe no se disponía de suficientes datos respecto a la posición del nivel freático en los sondeos donde se dejó instalada tubería de PVC ranurada (S-1 y S-2), ni se disponía todavía de los resultados de los análisis químicos que se estaban efectuando sobre una muestra de agua procedente del sondeo S-2.

Con posterioridad a la fecha de emisión del informe, se han efectuado nuevas medidas de la posición del nivel freático. En la tabla 1 de la presente Adenda se recogen los resultados de todas las lecturas realizadas hasta la fecha.

Tabla 1

Sondeo	Cota	Fecha y Lectura							
		01/03/2022 (fecha perforación)		04/04/2022		19/04/2022		28/04/2022	
		Prof. (m)	Cota	Prof. (m)	Cota	Prof. (m)	Cota	Prof. (m)	Cota
S-1	682,9	Seco (11 m)	-	Seco (11 m)	-	Seco (11 m)	-	Seco (11 m)	-
S-2	682,9	Seco (12 m)	-	3,23	679,67	6,80	676,10	2,01	680,89

En la tabla anterior se observa que el sondeo S-1 se ha mantenido seco desde el momento de la perforación hasta la última lectura. Sin embargo, en el sondeo S-2 existe un nivel de agua que presenta importantes oscilaciones en cuanto a su posición.

En principio, dado que sólo se observa nivel freático en uno de los sondeos, entendemos que se trata de un nivel colgado, situado entre dos niveles de terreno de diferente granulometría.

En efecto, se comprueba que en el sondeo S-2, cuyo registro se incluye en la figura 1 de esta adenda, bajo una reducida capa de rellenos aparecen arenas gruesas algo arcillosas, con algunas gravillas (material muy permeable), con un espesor de 3,80 m, bajo la que aparece un nivel de arenas arcillosas y muy arcillosas, con un espesor de 5,20 m, y subyacente aparecen 60 cm de arcillas arenosas. Estos dos niveles presentan una permeabilidad inferior a la capa arenosas superficial, lo que propicia la aparición de niveles colgados.



Se observa que los meses de enero y febrero, previos a la perforación del sondeo, fueron muy secos, sin apenas lluvias registradas, lo que pudo motivar que en la fecha de finalización del sondeo (1 de marzo) se encontrara seco. El mes de marzo ha sido bastante lluvioso, lo que explicaría la subida del nivel registrada el 4 de abril. Desde finales de marzo hasta mediados de abril se han producido muy pocas precipitaciones, y la alta permeabilidad del terreno, ha debido propiciar la bajada del nivel freático.

La última lectura efectuada ha sido tras varios días de intensas lluvias, por lo que se ha recargado nuevamente el acuífero.

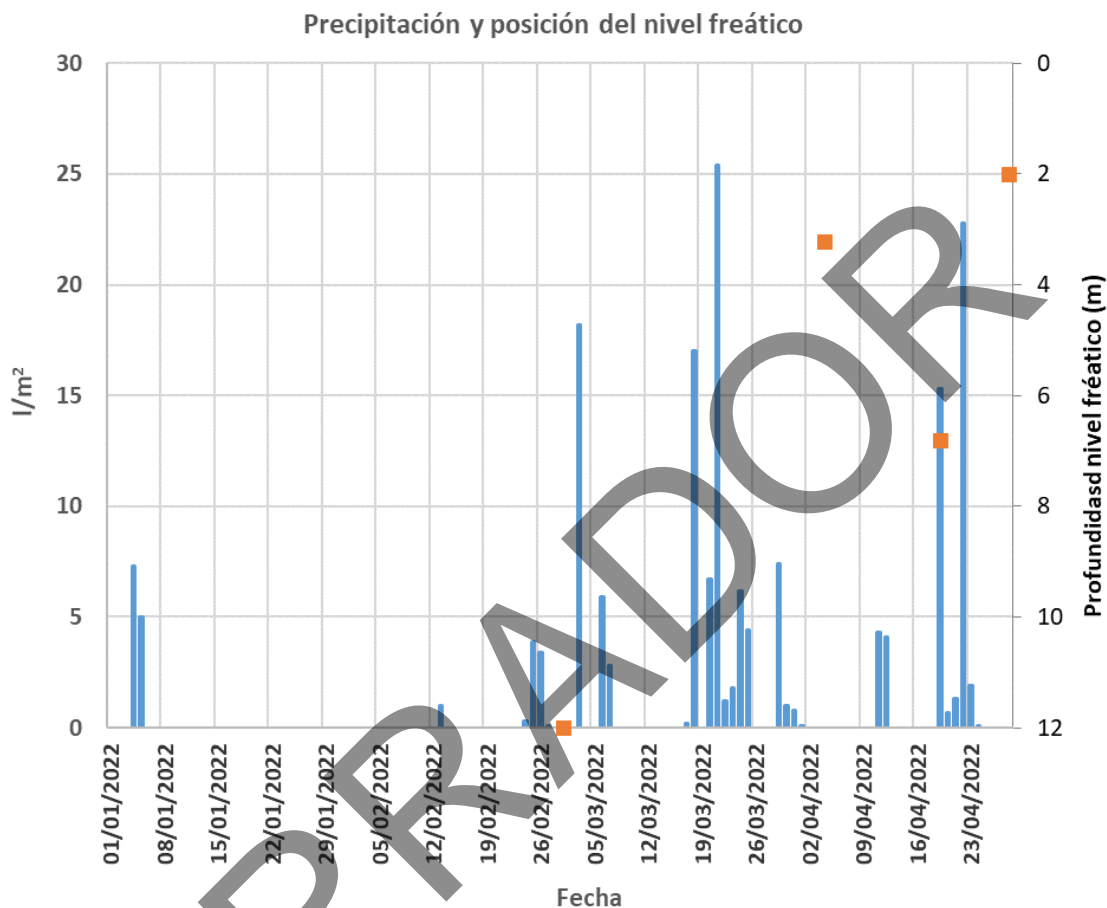


Figura 2. Precipitación y posición del nivel freático

En todo caso, este nivel de agua, que debe de tener un alcance en planta limitado, no deberá tener en principio interferencia con la cimentación, al menos desde el punto de vista de los vaciados, siempre que no se lleven a cabo excavaciones para sótanos, si bien, a largo plazo durante la vida útil dl edificio, no se puede descartar que pudiera llegar a afectar al hormigón de las cimentaciones.

En este sentido, con el objeto de estudiar la agresividad de esta agua subterránea, en una muestra obtenida en este sondeo S-2, se han efectuado diversos análisis químicos.

En la tabla 2 de la presente Adenda se recogen dichos resultados y se interpretan de acuerdo con el artículo 27 del Código Estructural, que define los parámetros aplicables para la clasificación de la agresividad química de las aguas que vayan a estar en contacto con el hormigón.

En el Anejo a esta Adenda se incluyen las actas de laboratorio con los resultados obtenidos.

Tabla 2

Determinación efectuada	Resultados muestra procedente de sondeo S-2	Grado de agresividad (Clase específica de exposición)		
		XA1 Ataque débil	XA2 Ataque medio	XA3 Ataque fuerte
pH	7,4	6,5 - 5,5	5,5 – 4,5	< 4,5
Magnesio (mg Mg ²⁺ /l)	1	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
Sulfato (mg SO ₄ ²⁻ /l)	12	200 - 600	600 - 3000	> 3000
Ion amonio (mg/l)	0	15 - 30	30 - 60	> 60
CO ₂ agresivo (mg/l)	--	15 - 40	40 - 100	> 100
Residuo seco (mg/l)	116	75 - 150	50 - 75	< 50

Los valores del contenido de residuo seco obtenidos en las determinaciones efectuadas son indicativos de que los elementos estructurales en contacto con un agua de características análogas a la ensayada estarían sometidos, como mínimo, a un ambiente con una clase específica de exposición XA1.

Para la fabricación de elementos de hormigón estructural expuestos a la acción de un agua con el contenido de residuo seco que presenta la muestra ensayada, el articulado del vigente Código Estructural impone unos requisitos más exigentes en relación al espesor de recubrimiento de las armaduras (artículo 44.4), y a la dosificación del hormigón (artículo 43.2.1) relación agua/cemento $\leq 0,50$, y contenido de cemento ≥ 275 kg/m³ para hormigón en masa, y ≥ 325 kg/m³ para hormigón armado o pretensado.

Adicionalmente a lo anterior, para las obras en ambientes con una clase específica de exposición XA1, es preceptivo (artículos 43.3.2 y 57.5.7) emplear hormigones cuyas dosificaciones satisfagan los requisitos aplicables en relación a la determinación de profundidad de penetración de agua a presión (profundidad máxima ≤ 50 mm y profundidad media ≤ 30 mm).

Con respecto al tipo de cemento a emplear en la fabricación de elementos de hormigón estructural expuestos a este tipo de exposición, el Código Estructural recomienda en la tabla A6.5 del Anejo 4: Recomendaciones para la selección del tipo de cemento a emplear en hormigones estructurales, que en el caso de lixiviación del hormigón por aguas puras, ácidas o con CO₂ agresivo, como es el caso, se empleen 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.

Este documento consta de cinco páginas numeradas y un anejo.

En Torrejón de Ardoz (Madrid), a 29 de abril de 2022.

Redactado:

D^a. Adelina Ramos Sánchez
Área de Geotecnia
Ingeniera de Minas

D. Alberto Blanco Zorroza
Licenciado en Ciencias Geológicas
Máster en Ingeniería Geológica (UCM)
Director del Área de Geotecnia

BORRADOR

ENSAYOS SOBRE AGUAS PARA DETERMINAR SU GRADO DE AGRESIVIDAD AL HORMIGON

PETICIONARIO: Consejería de educación (C.A.M.). Referencia: E/LC 22 027 / EE
MUESTRA ENSAYADA: Agua " S2 ".
PROCEDENCIA: I.E.S. Ramiro de Maeztu. Madrid.

Determinación nº	1	2
<u>DETERMINACION DEL pH. SEGUN UNE 83952:2008</u>		
Muestra aproximada de agua para ensayo (ml)	100	100
Disoluciones patrón empleadas para la calibración	4-7-9,2	4-7-9,2
Valores individuales del pH (uds)	7,3	7,4
pH (valor medio, uds)		7,4
Temperatura del agua (°C)		24,8

<u>DETERMINACION DE MAGNESIO, SEGUN UNE 83955:2008</u>		
Muestra de agua para ensayo (ml)	50	50
Volumen de EDTA 0,01 M consumido en la valoración del calcio (ml)	4,0	4,0
Volumen de EDTA 0,01 M consumido en la valoración del calcio y magnesio (ml)	4,3	4,2
Contenido de magnesio (en mg/l)	1	1
Contenido de magnesio (valor medio, en mg/l)		1

<u>DETERMINACION DE SULFATOS, SEGUN UNE 83956:2008</u>		
Muestra de agua para ensayo (ml)	100	100
Designación del crisol	J	I
Peso del crisol vacío, calcinado a 950°C (g)	16,7497	16,5919
Peso del crisol con el precipitado de sulfato bórico, calcinado a 950°C (g)	16,7525	16,5945
Contenido de sulfato (SO_4^{2-} , en mg/l)	12	11
Contenido de sulfato (SO_4^{2-}, valor medio, en mg/l)		12

<u>DETERMINACION DEL ION AMONIO, SEGUN UNE 83954:2008</u>		
Muestra de agua para ensayo (ml)	10	10
Ión amonio (mg/l)	0,0	0,0
Ión amonio (valor medio, en mg/l)		0

<u>DETERMINACION DE CO₂ AGRESIVO, SEGUN UNE-EN 13577:2008</u>		
Muestra de agua para ensayo (ml)	-	-
Temperatura de la muestra ensayada (°C)	-	-
Volumen de HCl 0,1 M empleado en la valoración de la muestra (ml)	-	-
Volumen de HCl 0,1 M empleado en la muestra con CaCO ₃ (ml) tras 72 h de reposo	-	-
Contenido de CO ₂ agresivo (en mg/l)	-	-
Contenido de CO₂ agresivo (valor medio, en mg/l)		-

<u>DETERMINACION DEL RESIDUO SECO, SEGUN UNE 83957:2008</u>		
Muestra de agua para ensayo (ml)	100	100
Designación de la cápsula	1	2
Peso de la cápsula vacía, desecada a 110°C (g)	125,4841	115,3016
Peso de la cápsula con el residuo, desecada a 110°C (g)	125,4963	115,3126
Residuo seco (mg/l)	122	110
Residuo seco (valor medio, en mg/l)		116

<u>DETERMINACION DE CLORUROS, SEGUN UNE 83958:2014</u>		
Muestra de agua para ensayo (ml)	50	25
Volumen consumido en la valoración (ml)	0,3	0,2
Factor de la disolución de AgNO ₃		1,000
Contenido de cloruros (en mg/l)		5