

Proyecto LIFE NIRVANA

Jornada Técnica Final del Proyecto LIFE ECOGRANULAR WATER

Métodos biológicos para la eliminación de nitratos y otros compuestos del agua de consume humano

-Granada 28 de septiembre de 2021-

Damián Sánchez García – Responsable de Proyectos (Cetaqua Andalucía)

EL PROYECTO

« In situ nano-enhanced bioremediation for nitrate impaired aquifers due to agricultural activity » – LIFE NIRVANA –



Coordinador

Presupuesto: **1,2 M€**

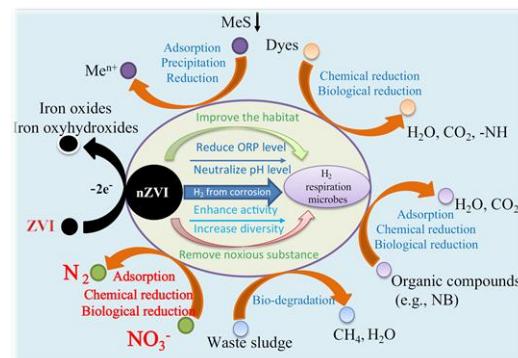
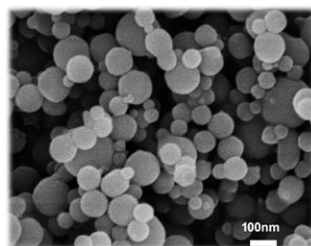
Duración: **3 años**

% Contribución LIFE: **55%**

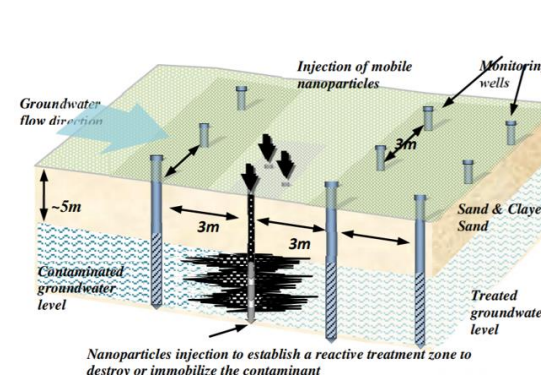
Zonas pilotos: **Murcia**

OBJETIVOS

- **Validar** a escala piloto la **eliminación in situ de nitratos de acuíferos** mediante el uso de **nanopartículas de Fe cero valente (Fe^0)**
- Fomentar una **gestión más sostenible de los recursos hídricos** incrementando el volumen de aguas subterráneas **aptas para el consumo humano**
- Contribuir a la recuperación del «**buen estado**» de las **masas de agua subterránea**



Fuente: Modif. de Xu et al., 2018



Nanopartículas de Fe⁰

Tamaño medio: 50 nm
Superficie reactiva: 20-25 m²/g
Recubrimiento orgánico

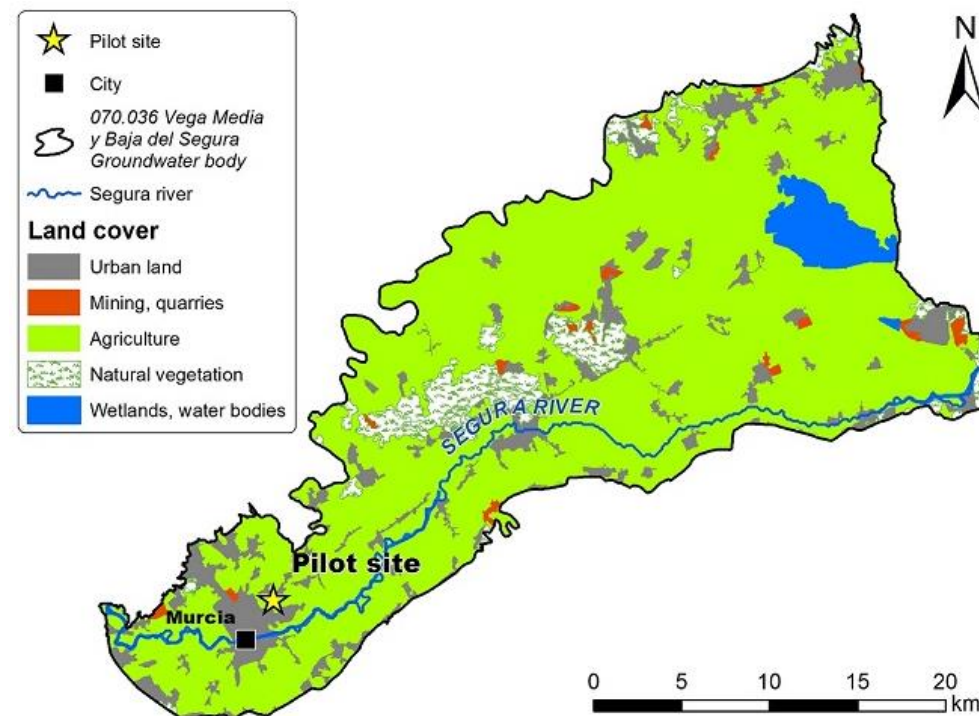
Desnitrificación

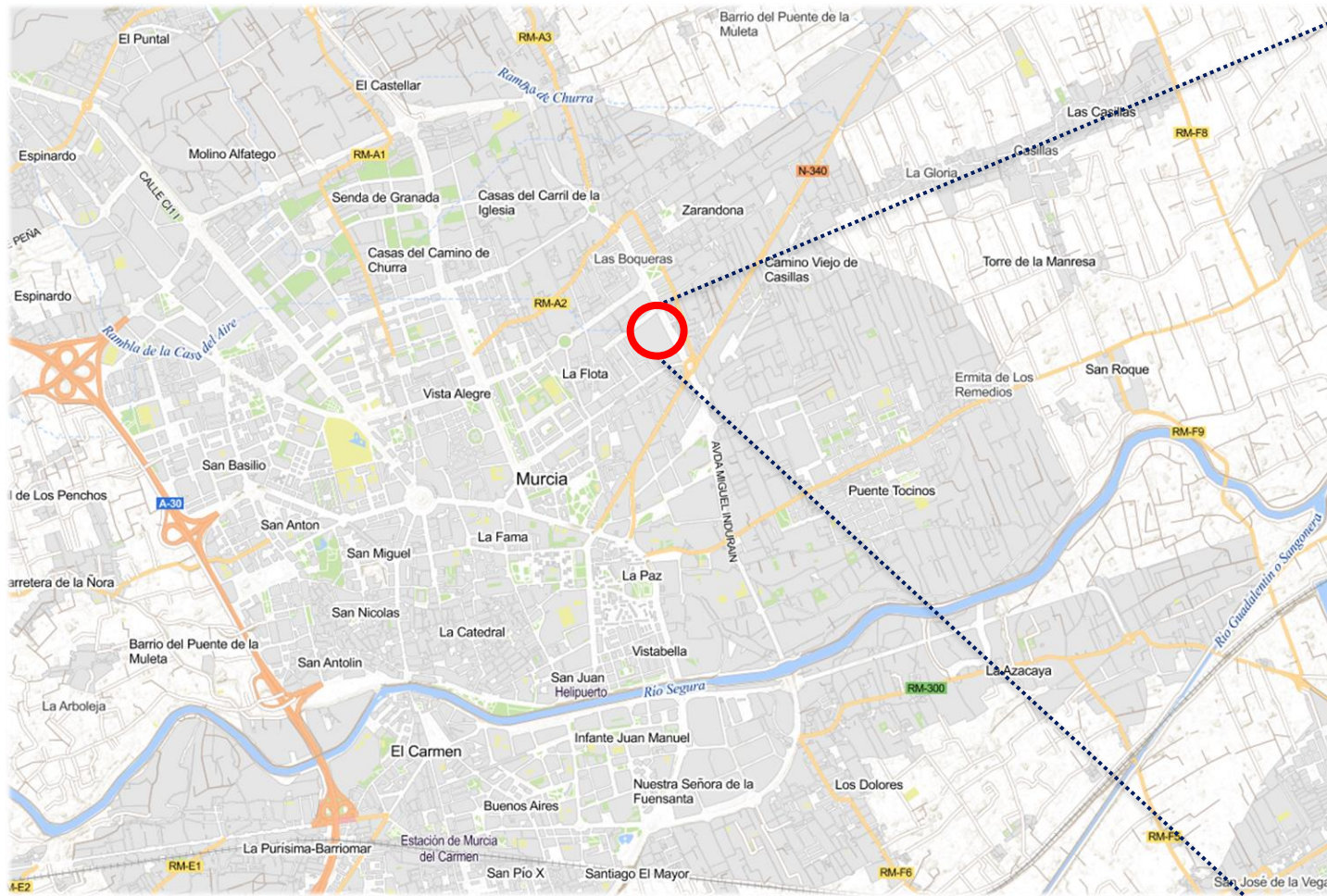
Reducción química (abiótica) de NO₃⁻
Desnitrificación biológica

Zona piloto (condiciones reales)

Vega Media y Baja del Segura (hasta 150 mg/l)
Antiguo pozo de abastecimiento







Pozo de bombeo



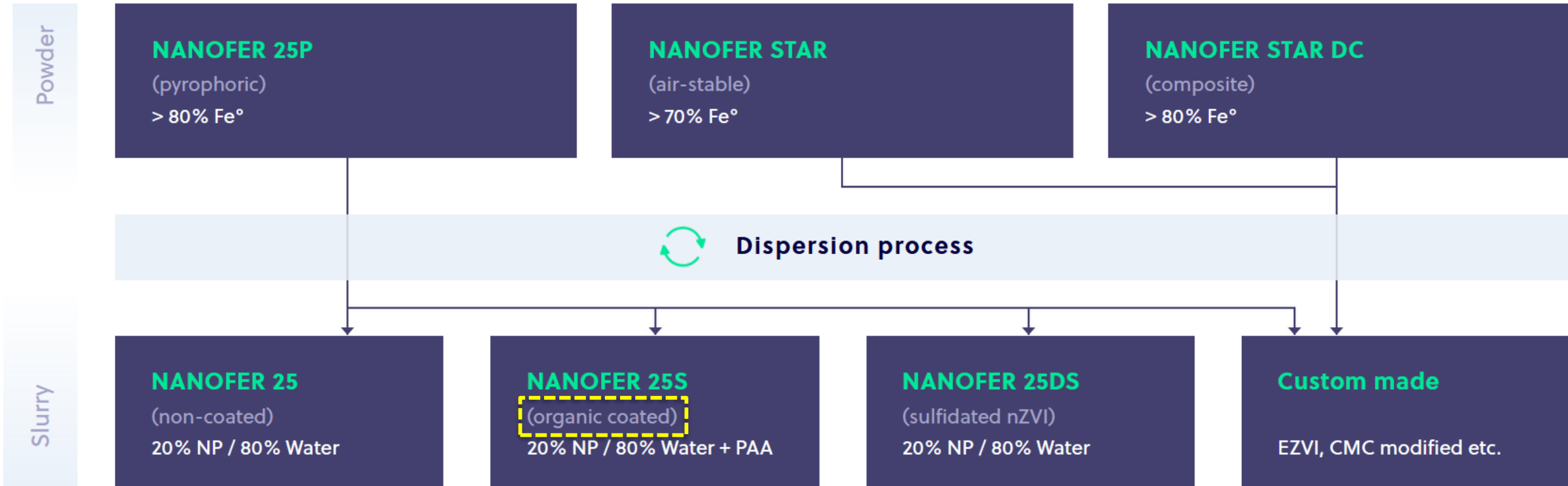
LAS NANOPARTÍCULAS



Nanopartículas de Fe^0 (nZVI, nano-scale zero valent iron particles)

1-100 nm

Material muy reactivo con propiedades reductoras y de adsorción con aplicación en remediación de aguas subterráneas



Fuente: www.nanoiron.cz

Producto disponible comercialmente: Nanoiron, NANOGAP, Applied Nanoparticles, IoLiTec, etc.

Europa → ~**20.000** zonas contaminadas que necesitan remediación.

EE.UU. → ~**250.000**



Pump & treat

Usado hasta 90's
Tecnología cara



Barreras permeables reactivas (PRB)

Pasivo
In situ

Fe⁰ granular

Puede transformar una gran variedad de contaminantes en **compuestos menos tóxicos**: Clorometanos, bromometanos, trihalometanos, cloruro de vinilo, clorobenceno, pesticidas organoclorados...



COMERCIAL

ZVI también puede reducir aniones inorgánicos como:

- ☐ Perclorato
- ☐ Selenato
- ☐ Arsenato
- ☐ **Nitrato**
- ☐ Etc.

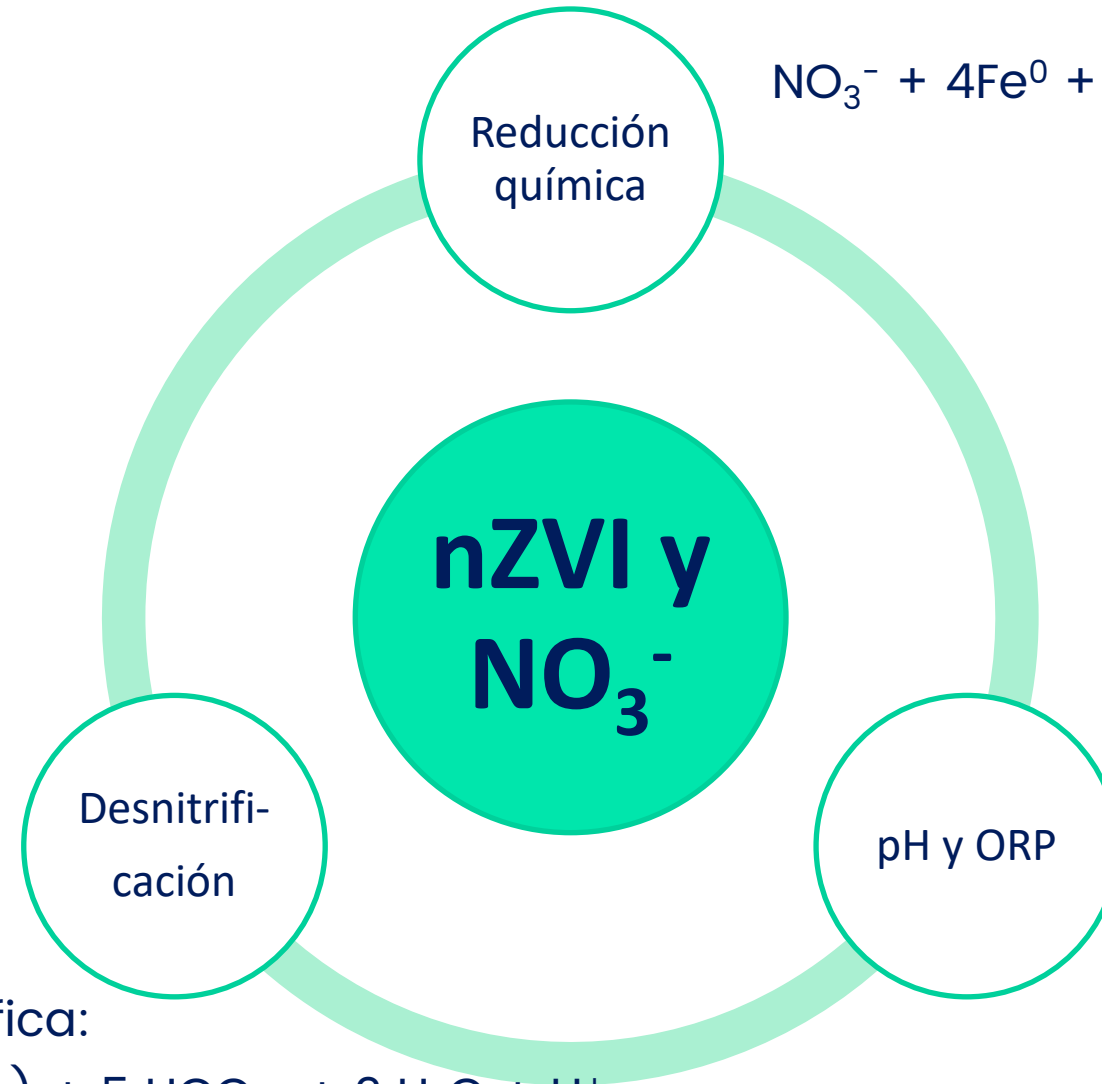


LABORATORIO



Nanopartículas de Fe⁰

- ☐ Mayor superficie específica → **Mayor reactividad**
- ☐ Menor tamaño → **Mayor movilidad**



Desnitrificación heterotrófica:



Materia orgánica

Condiciones anaerobias

AUTORIZACIONES

Minas (Perforación piezómetros)



Dirección General de Energía
y Actividad Industrial y Minera

EMILIASA
- 6 JUL 2020
ENTRADAS

RESOLUCIÓN SOBRE APROBACIÓN DE OBRAS DE "PROYECTO PARA LA EJECUCIÓN DE 2 SONDEOS DE INYECCIÓN DE NANOPARTÍCULAS DE HIERRO Y 7 PIEZÓMETROS DE OBSERVACIÓN".

Expte.: 4M20ESE00224

PETICIONARIO EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS Y SANEAMIENTO DE MURCIA S.A.

DOMICILIO: PLAZA CIRCULAR, N° 9

LOCALIDAD: 30008 MURCIA

OBRAS A REALIZAR: Dos sondeos de inyección de nanopartículas de hierro, (INY_01 y INY_02), perforados a rotación con recuperación de testigo, con un diámetro de 140 mm. y entubados con PVC-U de 3" de diámetro. Las profundidades de los sondeo serán de 46 metros para INY_01 y de 58 metros para INY_02.

SONDEO INY 01: UTM ETRS 89 aproximadas: X = 665.503,86; Y = 4.207.440,34.

SONDEO INY 02: UTM ETRS 89 aproximadas: X = 665.502,87; Y = 4.207.441,00.

Siete piezómetros de observación, perforados a rotación con recuperación de testigo, con un diámetro de perforación 96/75,7 mm respectivamente y profundidades según tabla adjunta. Entubados con PVC-U de 51,6/60 mm de diámetro interior/exterior.

PIEZOMETRO	COORDENADAS UTM ETES89 huso 30n		PROFUNDIDAD (metros)
	X	Y	
PIEZÓMETRO OBS 01 01	665 466,15	4 207 429,52	46
PIEZÓMETRO OBS 01 02	665 468,43	4 207 430,97	58
PIEZÓMETRO OBS 02 01	665 506,27	4 207 447,02	46
PIEZÓMETRO OBS 02 02	665 505,61	4 207 447,4	58
PIEZÓMETRO OBS 03 01	665 508,68	4 207 451,95	46
PIEZÓMETRO OBS 03 02	665 508,02	4 207 452,33	58
PIEZÓMETRO OBS 04	665 520,06	4 207 476,04	58

Paraje:	"EDAR DE ZARANDONA" Calle Carril Depuradora, 1
Término municipal:	30007 ZARANDONA, MURCIA.
Referencia catastral:	5577901XH6057N0001YQ
Autor del proyecto:	Pedro Aparicio Ferrer.
Director Facultativo:	Pedro Aparicio Ferrer.

El interesado ha presentado la documentación necesaria establecida en la I.T.C. 06.0.07 del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, aprobado por Real Decreto 863/1.985 de 2 de abril y el proyecto de ejecución de captación de aguas subterráneas ha sido examinado por el Inspector Minero tal como se preceptúa en la citada I.T.C.

La EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS Y SANEAMIENTO DE MURCIA S.A., ha presentado en el Órgano de Cuenca solicitud de Autorización para realización del proyecto en fecha de 10 de febrero de 2020. Dispone de carta de apoyo al proyecto de la Comisaría de Aguas de Confederación Hidrográfica del Segura de fecha de 9 de enero de 2019.

Como resultado del estudio de la documentación presentada, el Inspector Minero estima que el proyecto de ejecución de dichas obras es conforme a la I.T.C. 06.00.01 y la I.T.C. 06.00.07 del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, aprobado por Real Decreto 863/1985 de 2 de abril, con el contenido mínimo especificado en la Resolución de la Dirección General de 4 de noviembre de 2002 por lo que se propone aprobar el proyecto de ejecución de dichas obras a los efectos del Reglamento antes citado, sin perjuicio de terceros, con sujeción a la documentación presentada y bajo la dirección facultativa del técnico designado por el peticionario.

Nuevas Tecnologías. s/n — 30005 Murcia — T. 968 362 010 - F. 968 362 003

CH Segura (Inyección de nZVI)



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

EMUASA
- 3 NOV 2020
ENTRADAS

CONFEDERACION
HIDROGRAFICA
DEL SECURA, S.A.

S/REF.
N/REF. APV-1/2020-API-7/2020
FECHA

Destinatario:

**Empresa Municipal de Agua y
Saneamiento de Murcia, SA**
Plaza Circular 9, 30008 - Murcia,
A30054209.

Asunto:	Solicitud, por parte de la Empresa Municipal de Aguas y Saneamiento de Murcia SA (EMUASA), de autorización de ejecución de 2 sondeos de inyección y 7 sondeos piezométricos de observación para planta piloto de biorremediación de nitratos en la antigua EDAR de Zarandona, término municipal de Murcia.
Documento:	Notificación de Resolución.

EXPEDIENTE INICIADO A INSTANCIA DE PARTE

En ejercicio de la delegación de competencias acordada por Presidencia de la Confederación Hidrográfica del Segura en Resolución de 15 de octubre de 2018 (BOE nº 260 de 27/10/2018), cumplidos los trámites exigidos y vistos los informes correspondientes, con fecha 01/11/2020, el Comisario de Aguas ha dictado la siguiente resolución:

“HECHOS Y ANTECEDENTES

1. Con fecha 10/02/2020, Rafael Gómez Villanueva, en nombre y representación de la mercantil Empresa Municipal de Aguas y Saneamiento de Murcia SA, en adelante EMUASA, solicitó autorización a este Organismo de cuencas para la ejecución de 3 sondeos piezométricos de observación y 3 sondeos de inyección, cuyas características y ubicación se indicaron en anexo a la solicitud, para el proyecto piloto de biorremediación de nitratos mediante la inyección de nanopartículas de hierro en el acuífero de la Vega Media y Baja del Segura así como el control y seguimiento hidroquímico del agua subterránea en el entorno. Proyecto denominado LIFE NIRVANA.

A la petición se adjuntó los siguientes documentos:

- Carta de concesión del proyecto de fecha 17/05/2019.
- Carta de apoyo al proyecto de la Confederación Hidrográfica del Segura, O.A. de fecha 09/01/2019.
- Carta de apoyo al proyecto de la CARM de fecha 14/01/2018.
- Ficha de datos de seguridad de las nanopartículas de hierro.
- Recopilación de aplicaciones de nanopartículas de hierro para el tratamiento in situ de acuíferos contaminados por compuestos organoclorados.
- Ficha de datos de seguridad del ácido acético.
- Proyecto Life Nirvana ENV/ES/000335, enero 2020.

No obstante lo anterior, se indicó que las características y de la ubicación de los sondeos (página 7 del proyecto) podían verse modificados en función del avance del proyecto de investigación.

CORREO ELECTRONICO
comitad@checura.es

PLAZA DE FONTES, N° 1
30.001 MURCIA
TEL.: 968 358000
FAX.: 968 211845

Información de Firmantes del Documento			
MANZANO	CERON	JOSE	02/11/2020 17:25/LITC

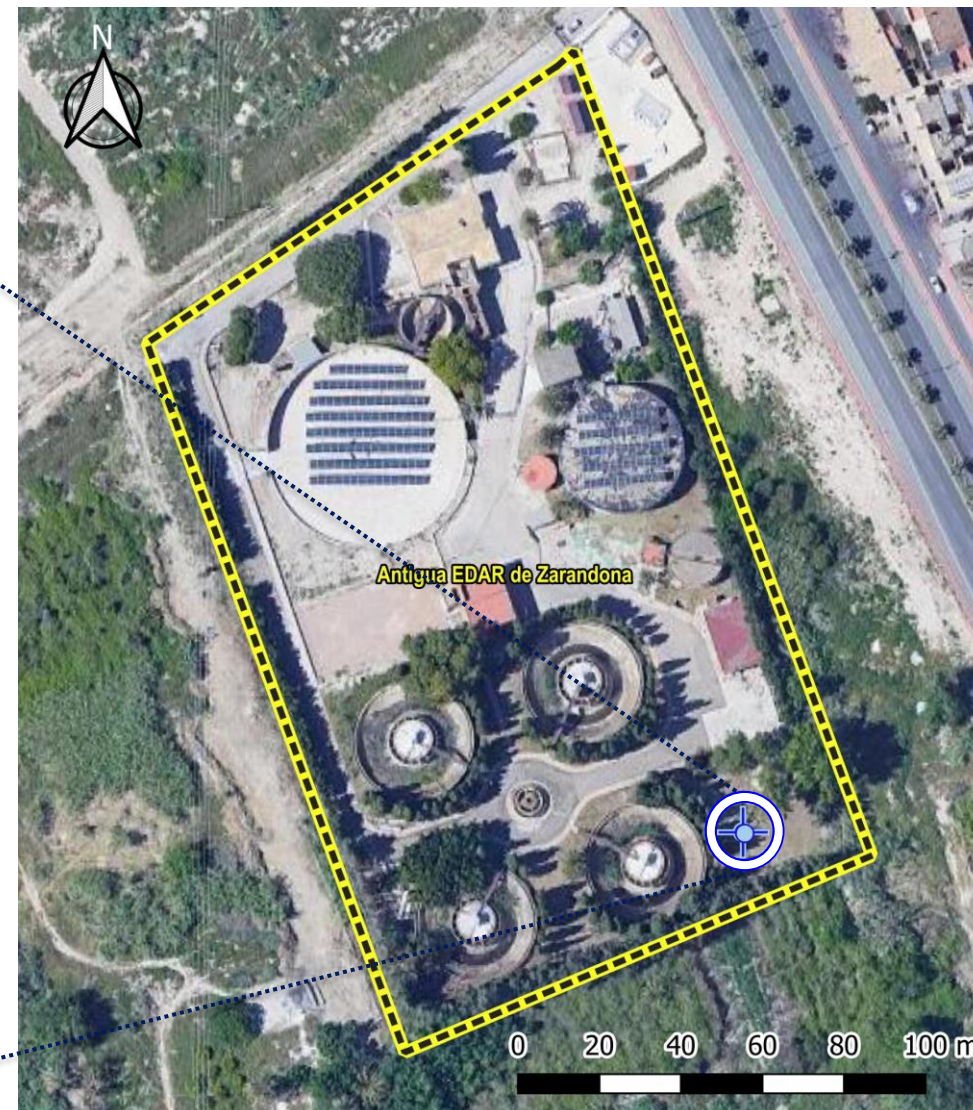
URL de validación: <https://www.citasara.es/validacion/validacion.aspx?seu=MAC08D600X5X08CNP8XYD4T0DP1237X>

CSV: MANDR000000030NPXBYD5T00P123T72

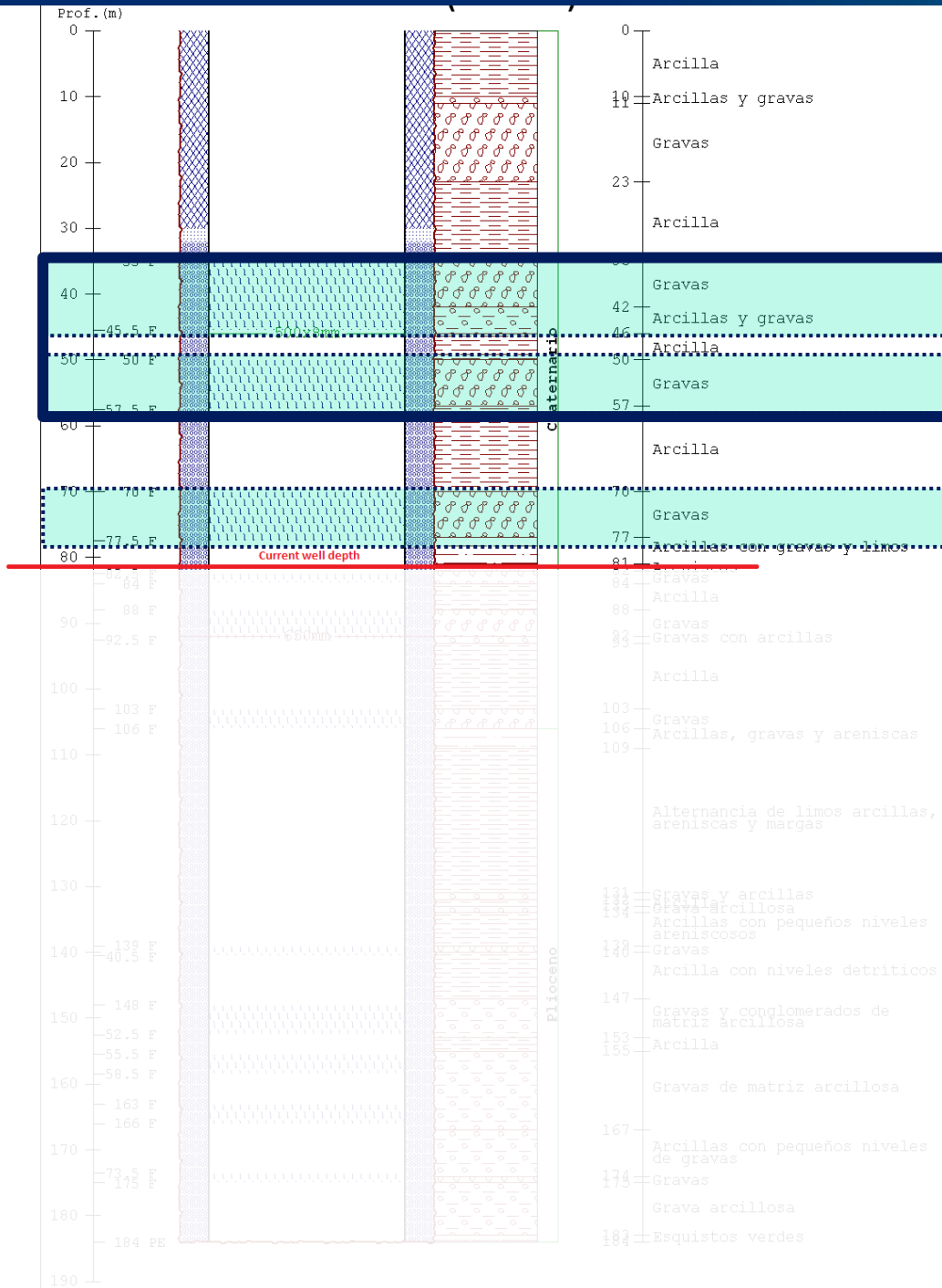


PREPARACIÓN DEL PILOTO

Pozo de bombeo



PREPARACIÓN DEL PILOTO



Nivel somero (35,0 – 45,5 m)

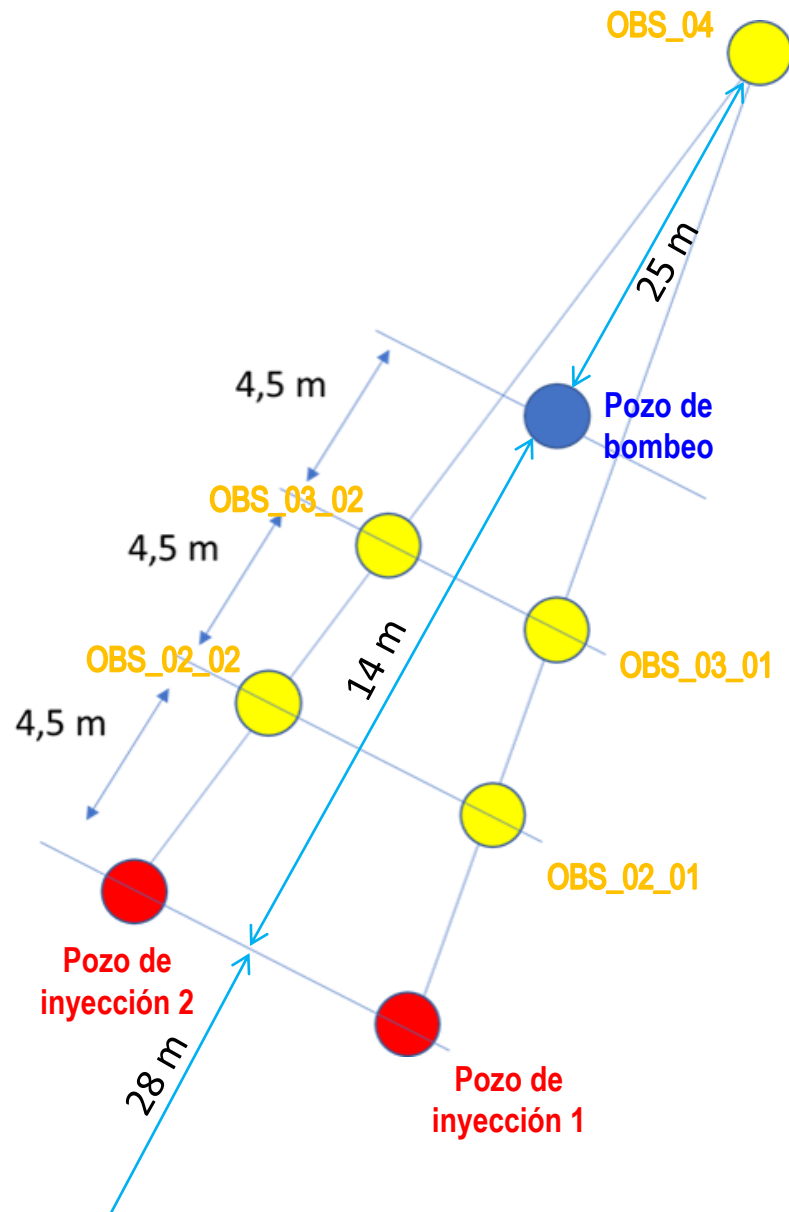
Nivel intermedio (50,0 – 57,5 m)

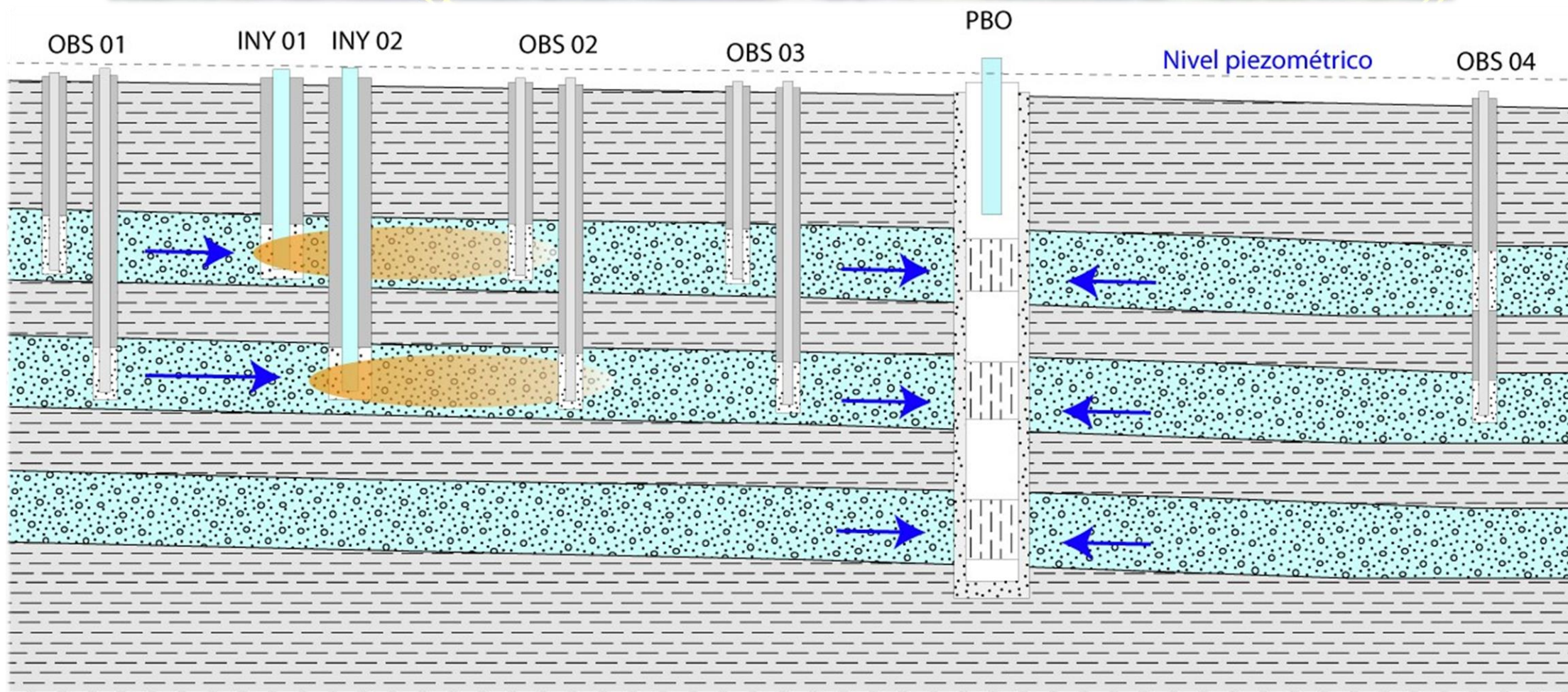
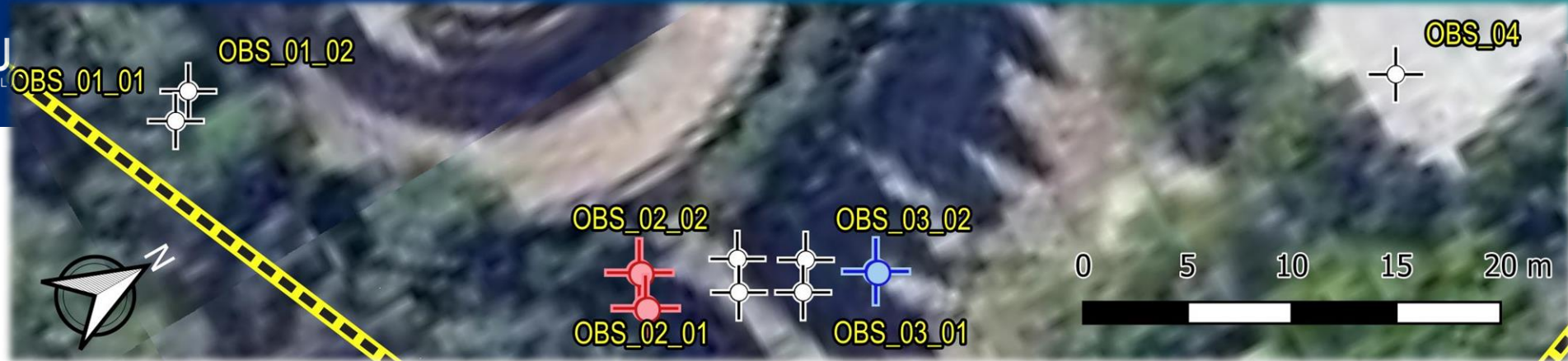
Nivel profundo (70,0 – 75,5 m)

82 m

184 m

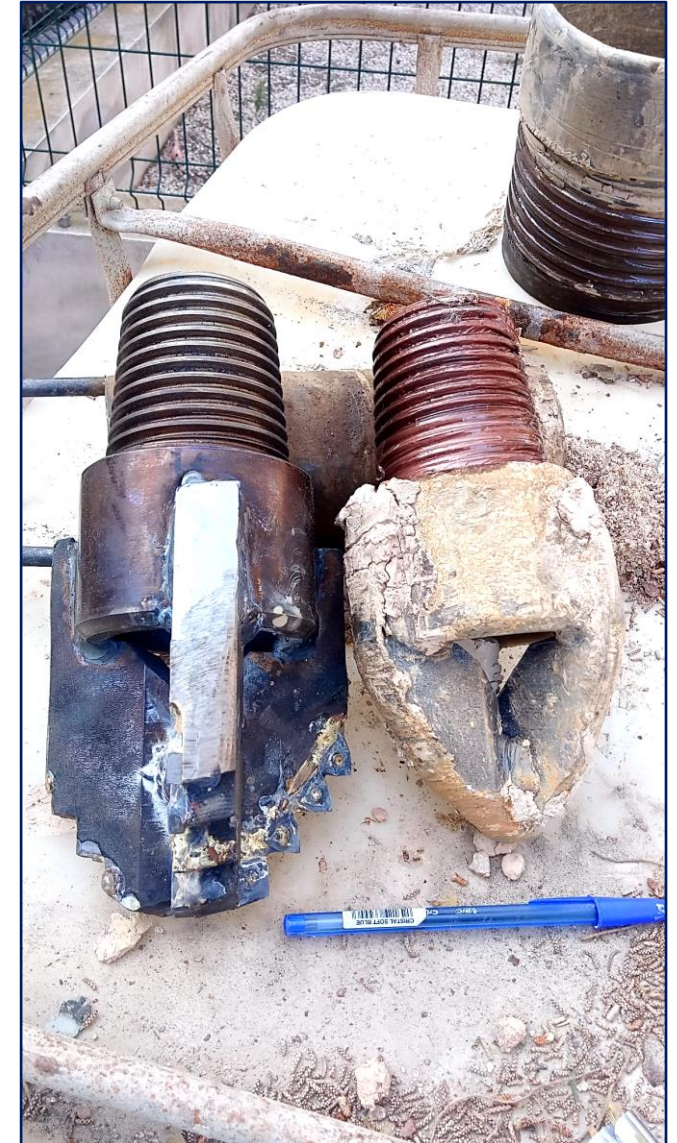








476 m de perforación
1 mes







Sonda Endress+Hauser Viomax CAS51D (NO_3^- y T)





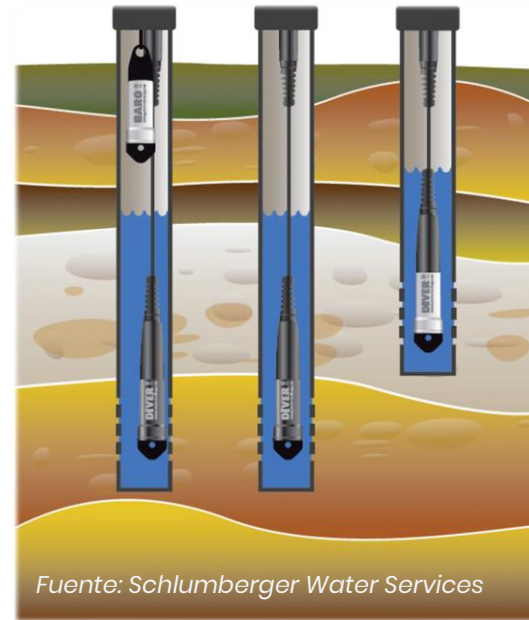
5 CTD-Divers

*Conductividad eléctrica,
temperatura y nivel del agua*



1 Baro-Diver

Compensación barométrica



Fuente: Schlumberger Water Services



Sonda pH-ORP-T Seametrics Temphion



ENSAYOS DE TRAZADOR (NaCl)

Ensayo #1

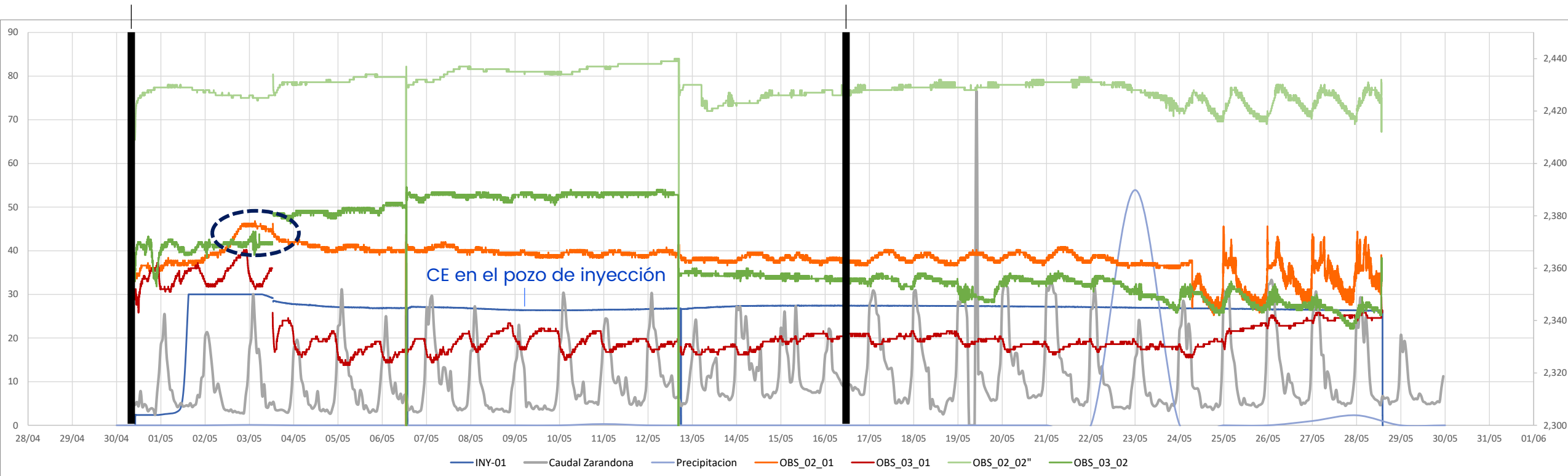
Pozo de inyección	Masa de sal
INY_01	1 kg NaCl (5L)
INY_02	1 kg NaCl (5L)



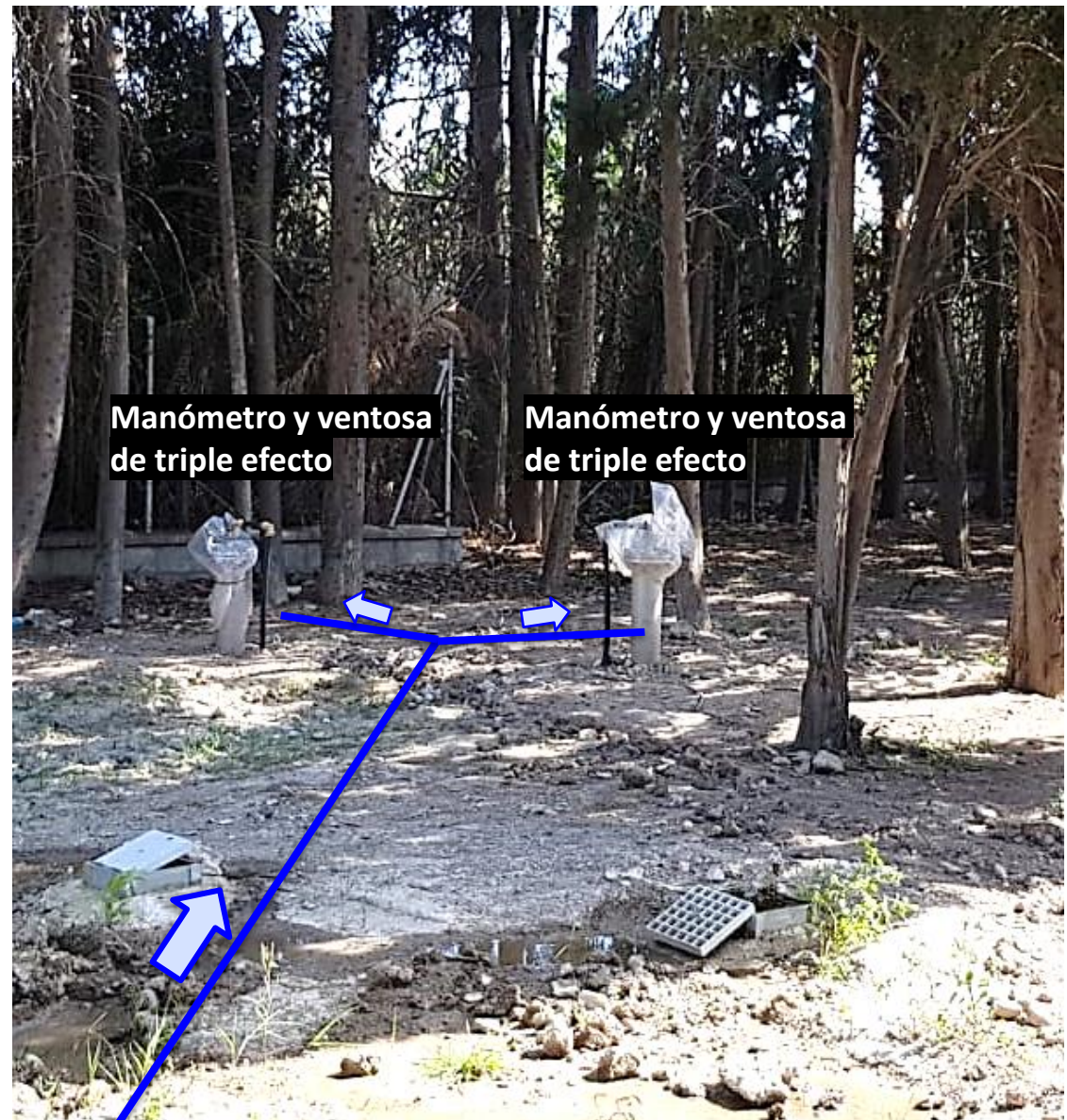
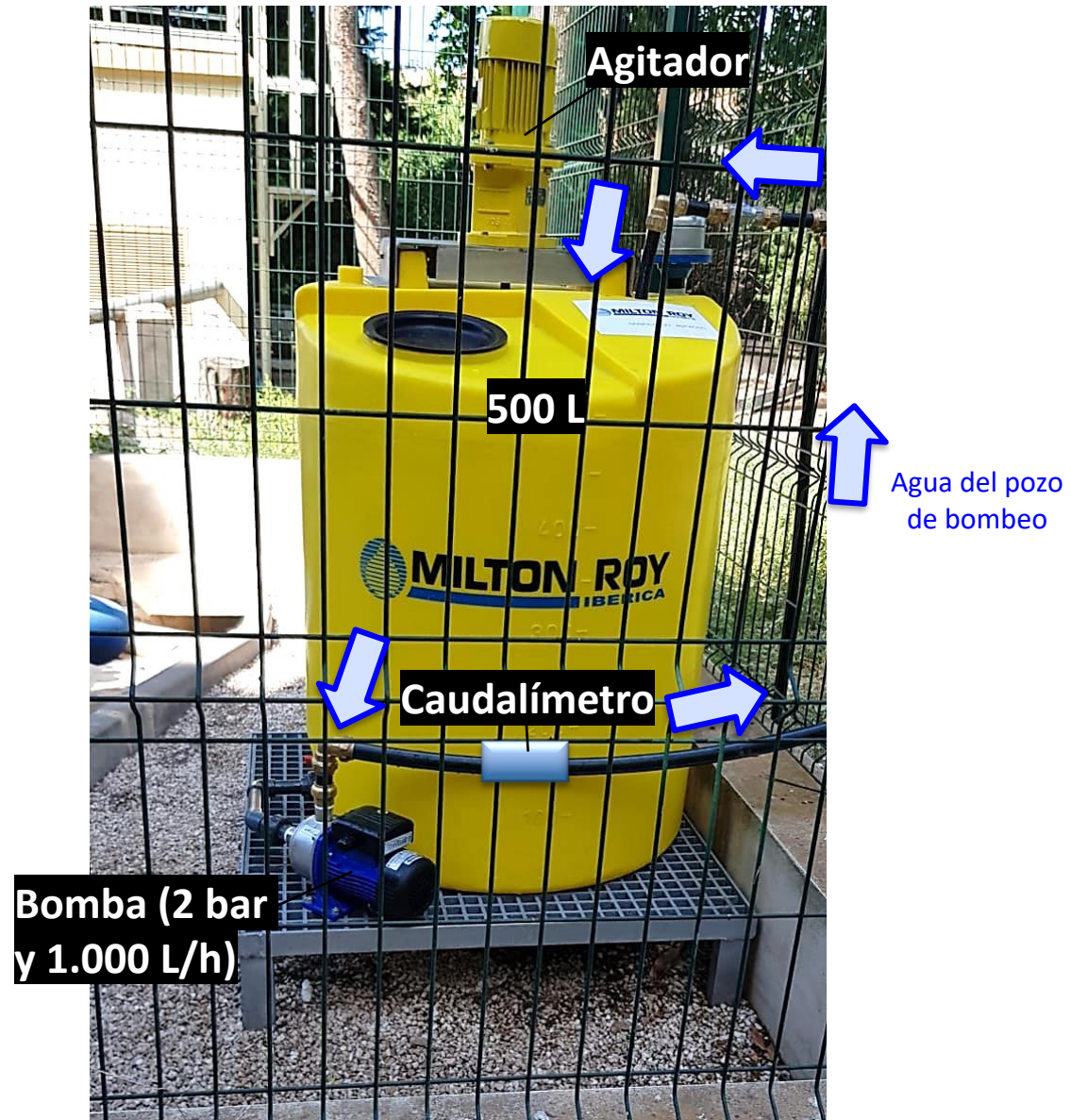
Ensayo #1

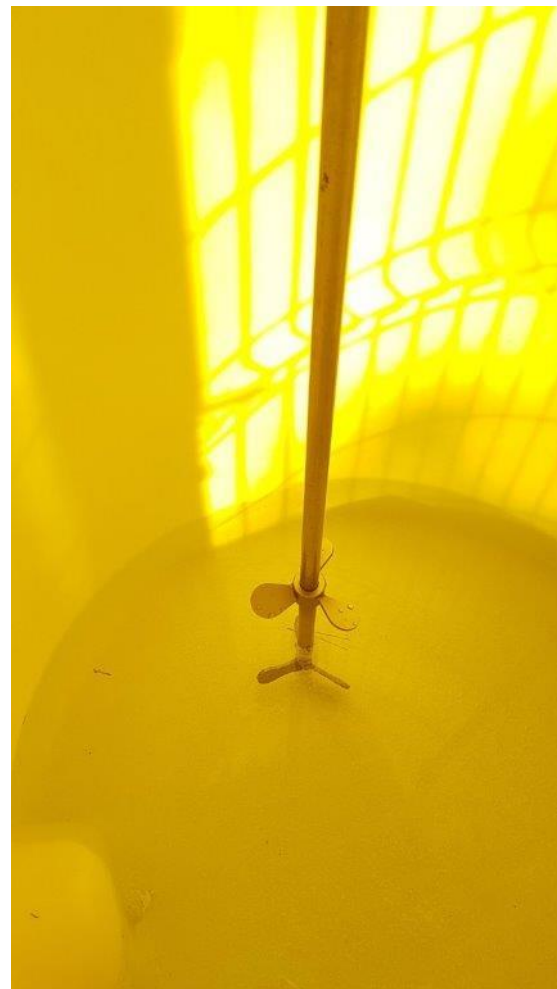
Inyección de sal (nivel profundo)

Inyección de sal (nivel somero)



- ☐ Sin efectos claros
- ☐ La sal se acumula en el fondo del pozo de inyección





Ensayo #2

Pozo de inyección	Masa de sal	Volumen de agua
INY_01 e INY_2	–	200 L en cada
INY_01 e INY_2	–	500 L en cada

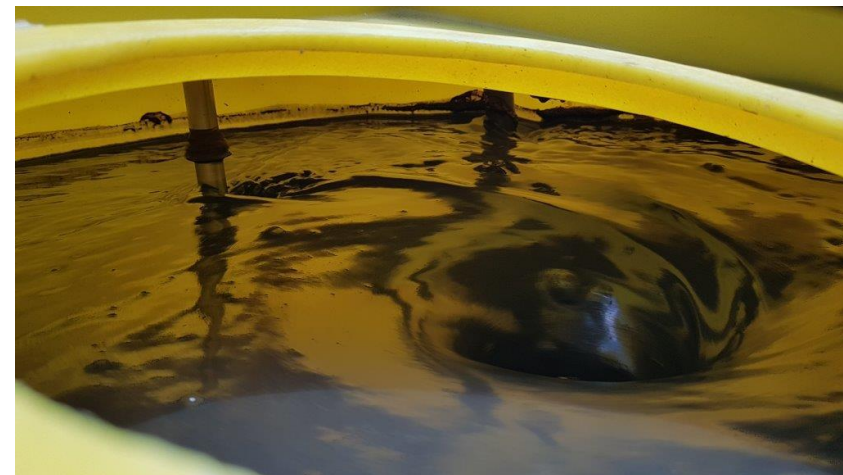
Inyección de 200 L

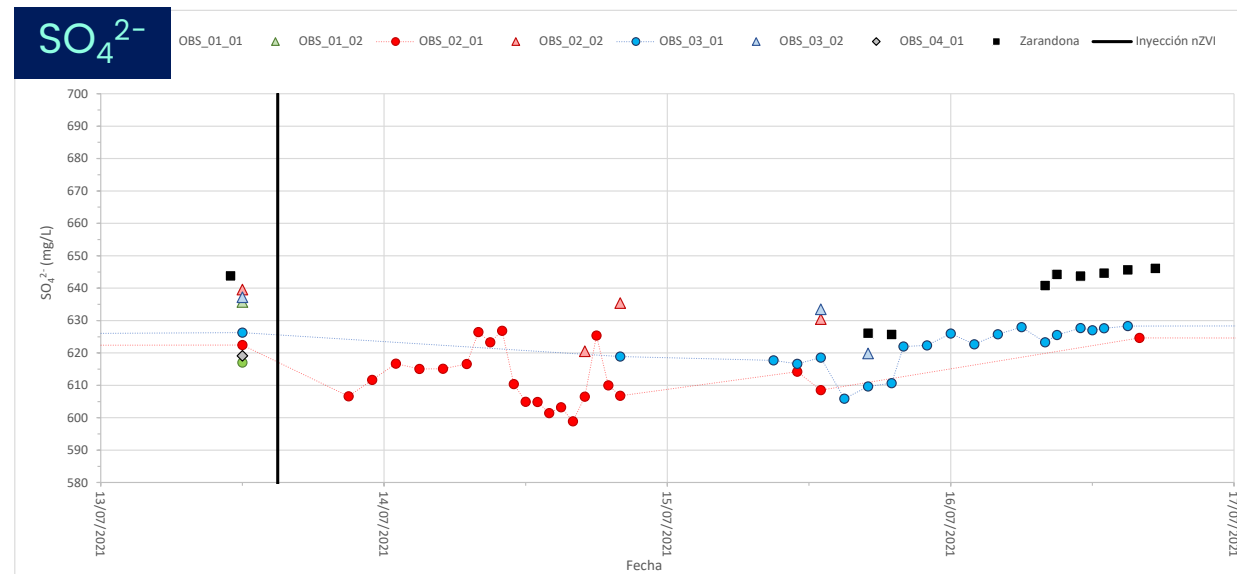
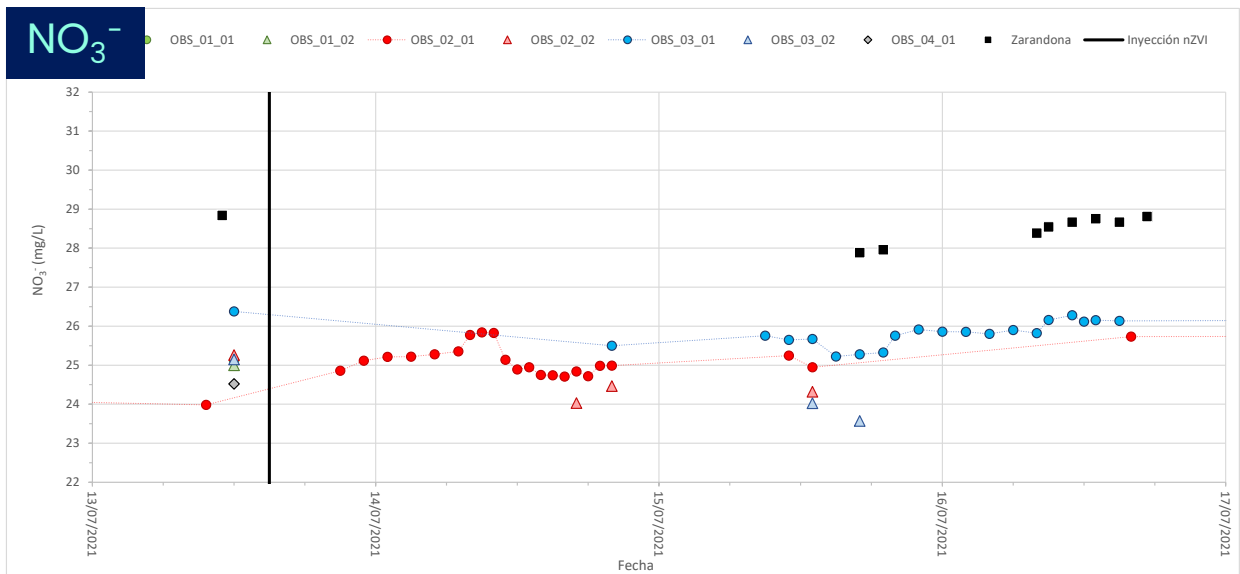
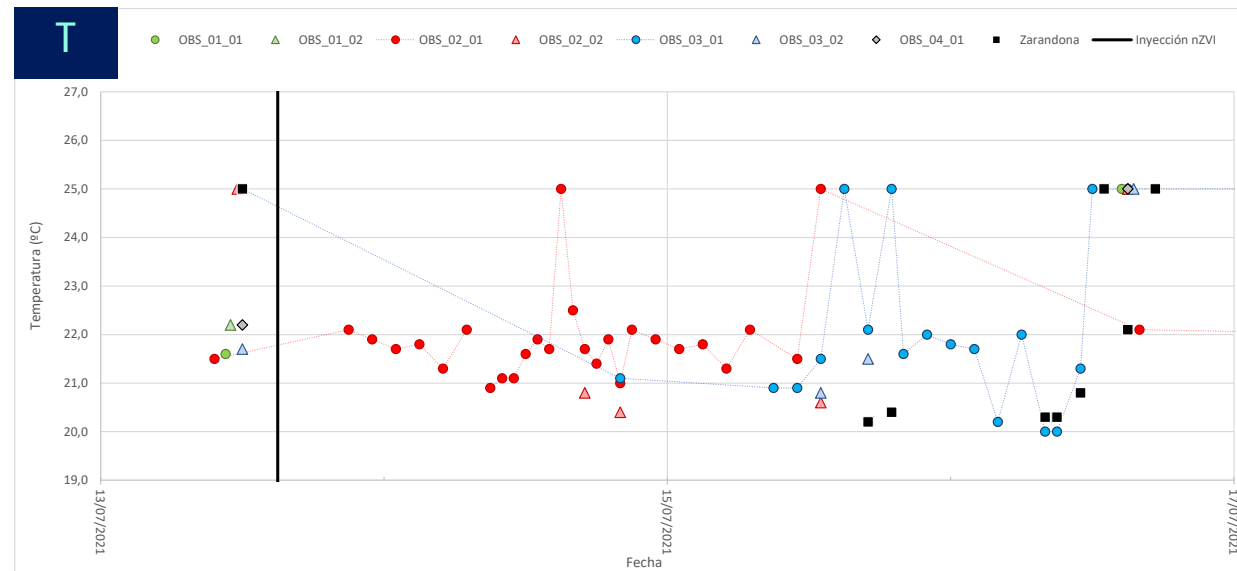
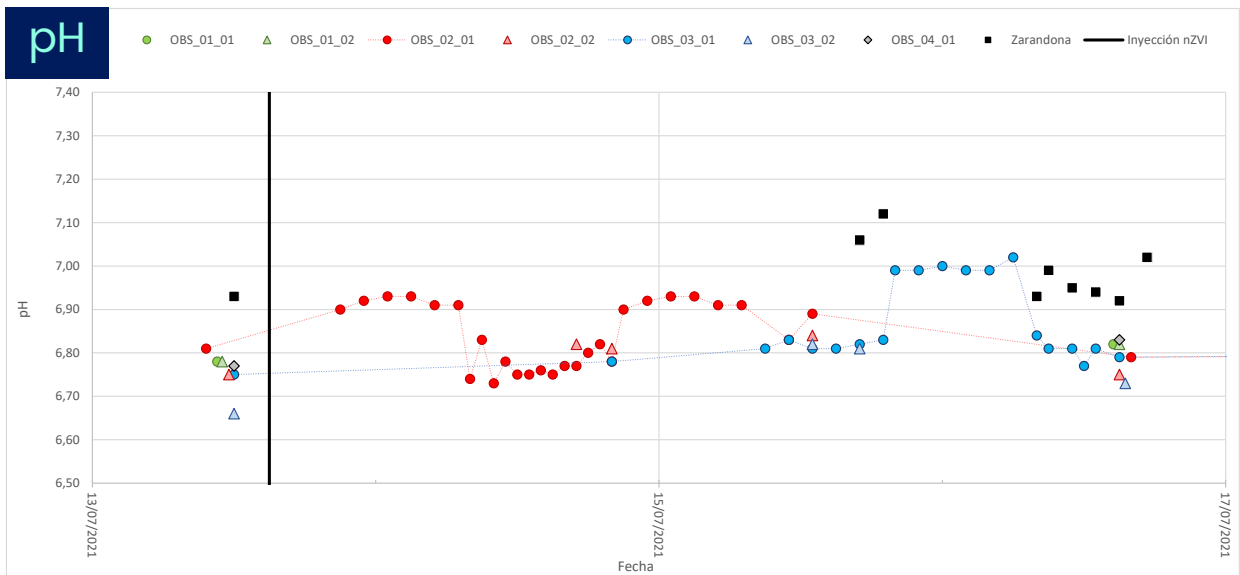
Inyección de 500 L



INYECCIÓN DE NANOPARTÍCULAS

Pozo de inyección	Masa de sal
Fecha	13/07/21
Volumen y concentración iniciales de nZVI	12 L (240 g/L)
Volumen y concentración final	1.000 L (3 g/L)
Pozo de inyección	Nivel 1 (profundo)
Velocidad de inyección	0,75 L/s
Duración	500 L en 11 minutos



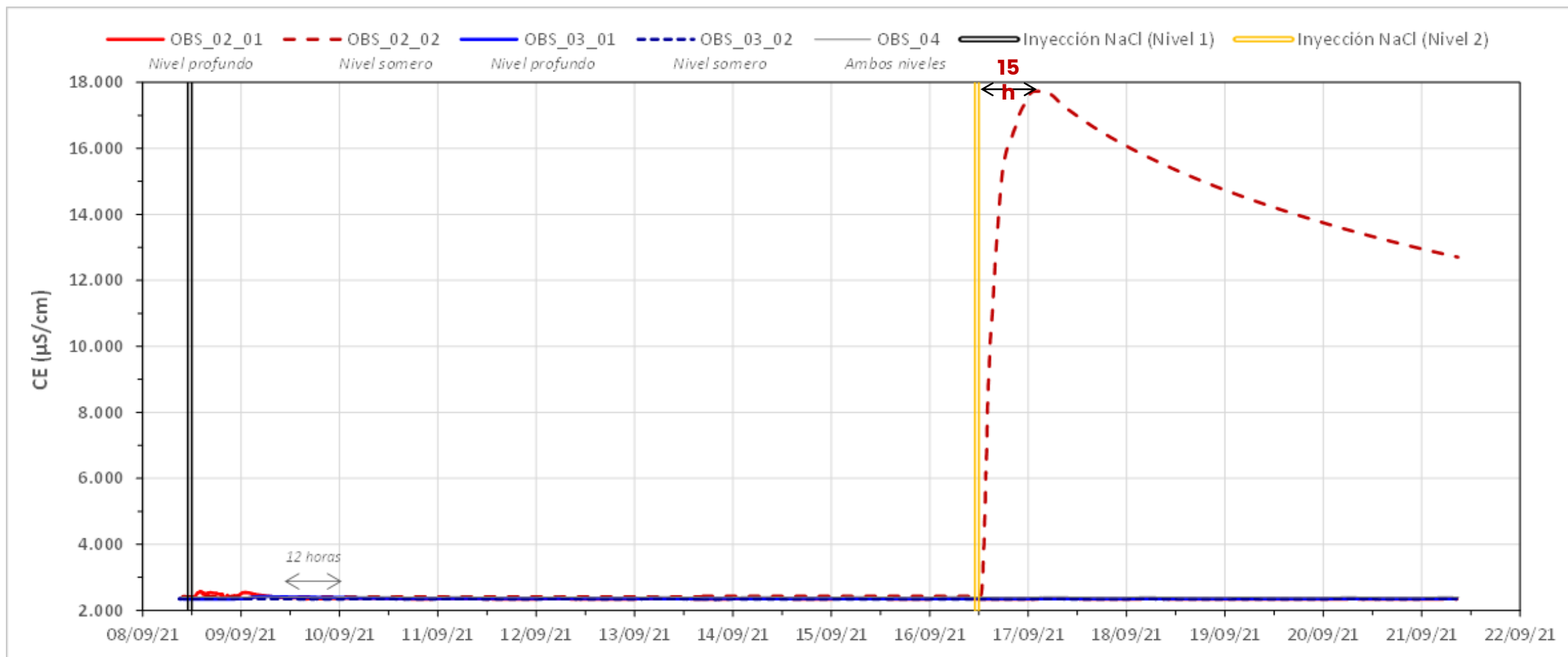


Ensayo #3

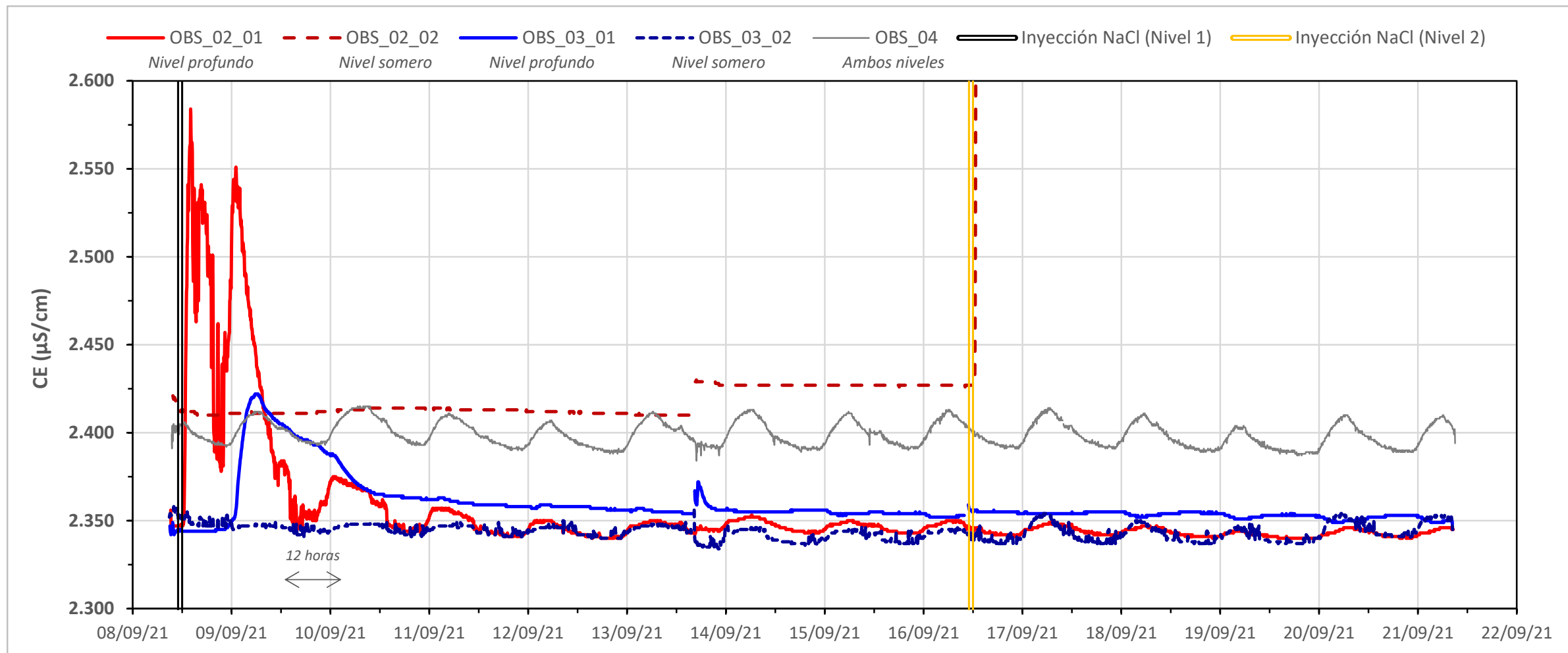
Pozo de inyección	Masa de sal	Volumen de agua	CE del agua inyectada
INY_01	16 kg	500 L	41 mS/cm
INY_02	50 kg	500 L	97,5 mS/cm



- Piezómetro más cercano (OBS_02_01): El primer incremento de CE se produce **tan solo 1h después de la inyección**). **Picos** de CE a las **2h30, 5h y 13h30**.
- Piezómetro más alejado (OBS_03_01): El primer incremento de CE se produce **12h después de la inyección**). **El máximo** de CE a las **18h**.



- El primer incremento de CE se produce **tan solo 1h después de la inyección**, y el **máximo** a las **15h**.



- Ningún efecto en el piezómetro más alejado (OBS_03_02).

PRÓXIMOS PASOS

- ☐ Terminar de analizar último ensayo NaCl
- ☐ Instalación de la sonda de pH-ORP
- ☐ Continuar las inyecciones de nZVI adaptándolos a los resultados de los ensayos de trazador
- ☐ Desarrollo de nZVI con un compuesto orgánico estabilizar más biodegradable



LIFE18 ENV/ES/000335

www.life-nirvana.eu

CETAQUA
WATER TECHNOLOGY CENTRE

 **AQUATEC**


AGUAS DE MURCIA
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS Y SANEAMIENTO DE MURCIA