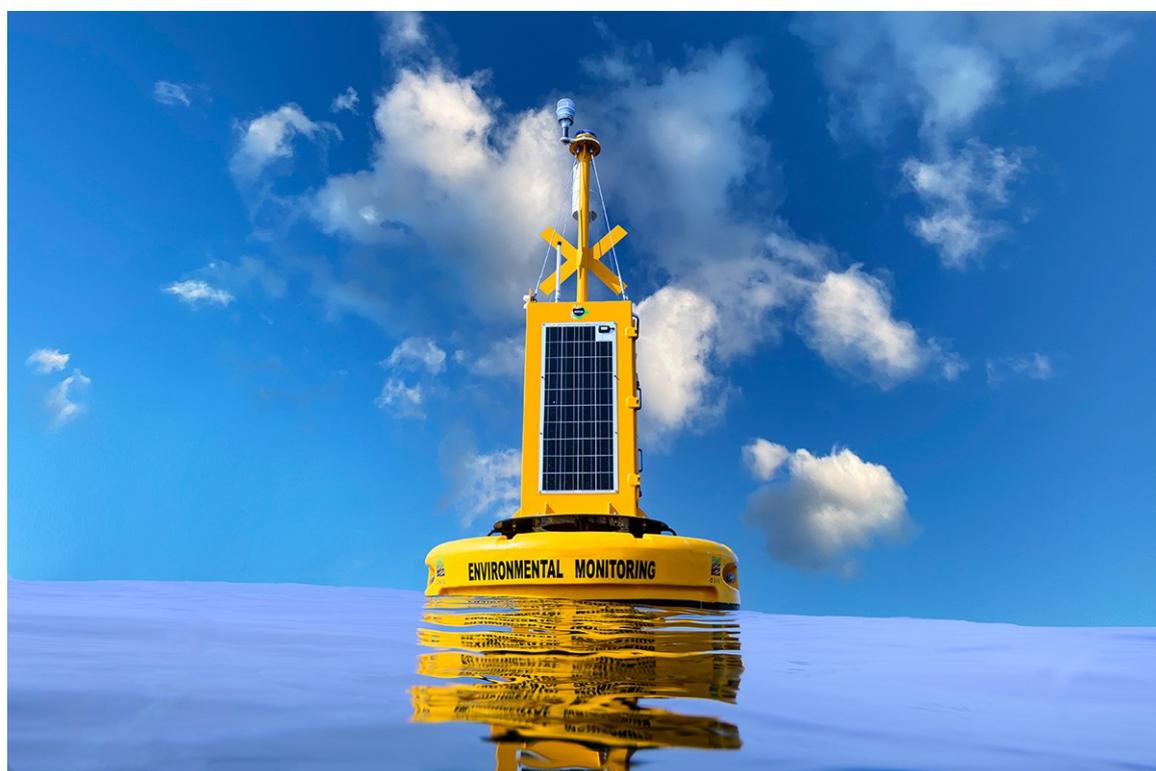


SISTEMA DE MONITORIZACIÓN DEL MAR MENOR

Informe ejecutivo de emergencia
Datos emitidos hasta 27/10/2025 a las 8:00.



Financiado por
la Unión Europea
NextGenerationEU



Plan de
Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

MAP
MAR MENOR
MARCO de ACTUACIONES
PRIORITARIAS para
RECUPERAR el MAR MENOR



Proyecto BELICH. IEO-CSIC. Coordinador: Centro Oceanográfico de Murcia. Financiado con fondos Next Generation EU dentro del Marco de Actuaciones Prioritarias para la Recuperación del Mar Menor (MAPMM) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Página web: <https://belich.ieo.csic.es/>

Informe realizado por:

IEO-CSIC, Centro Oceanográfico de Murcia: Pedro Martínez, Virginia Sandoval, Víctor Orenes, Antonio Ortolano, Ana Ramírez, Patricia Pérez, Esperanza Moreno y Juan M. Ruiz.

IEO-CSIC, Centro Oceanográfico de Canarias: Marijn Oosterbaan y Eugenio Fraile.

IEO-CSIC, Centro Oceanográfico de Baleares: Gabriel Jordá y Eider Loyola

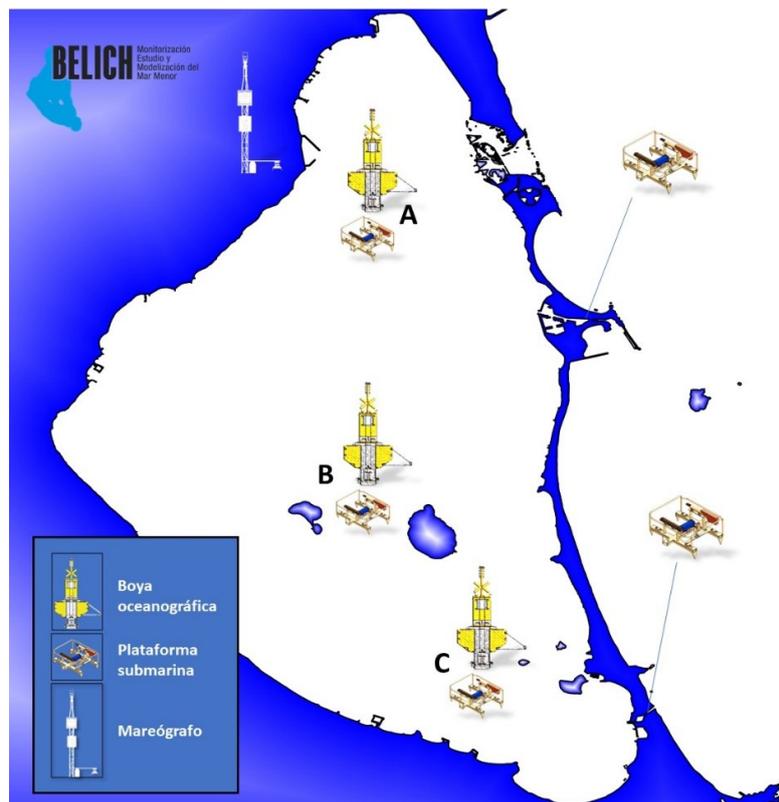
CEBAS-CSIC: Gonzalo González y Mercedes Guerrero.

DG Agua-Tragsatec: Gloria Rico Rodríguez, Eduardo Nicolás Alemán, M. Josefa Alvargonzález Tera, Andrés Mira Carrión, Irene Amorós Zaragoza y Pablo Campos Mora.

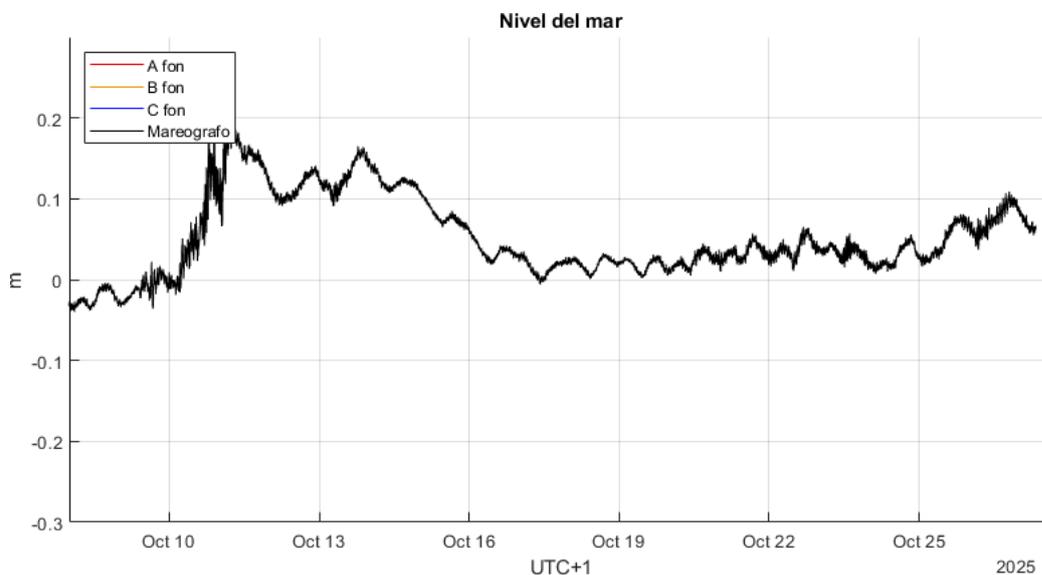
Está terminantemente prohibida la difusión y uso de los datos contenidos en este informe sin la autorización expresa de sus responsables.

ESQUEMA DE LOS COMPONENTES DEL SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

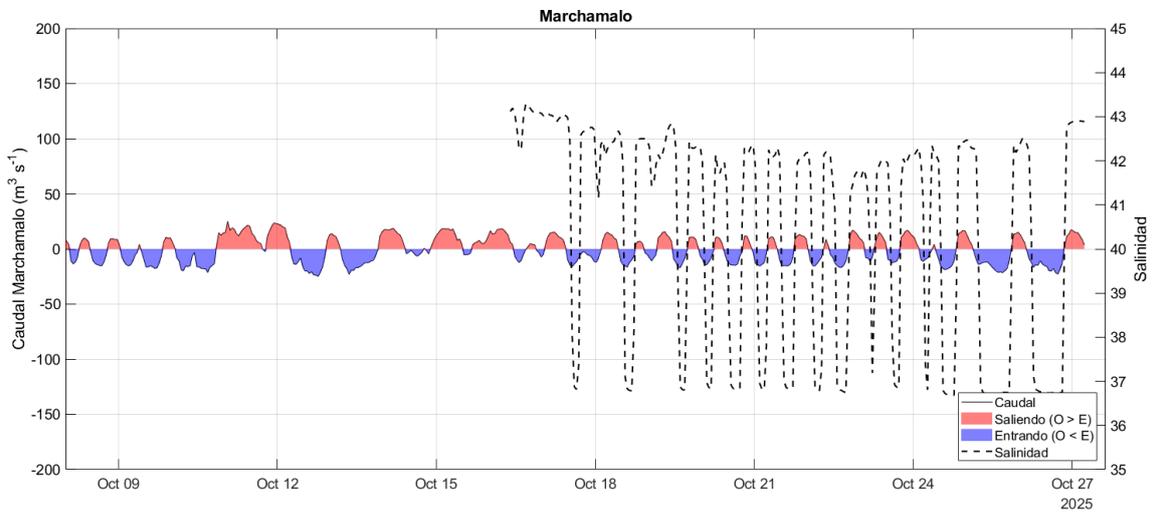
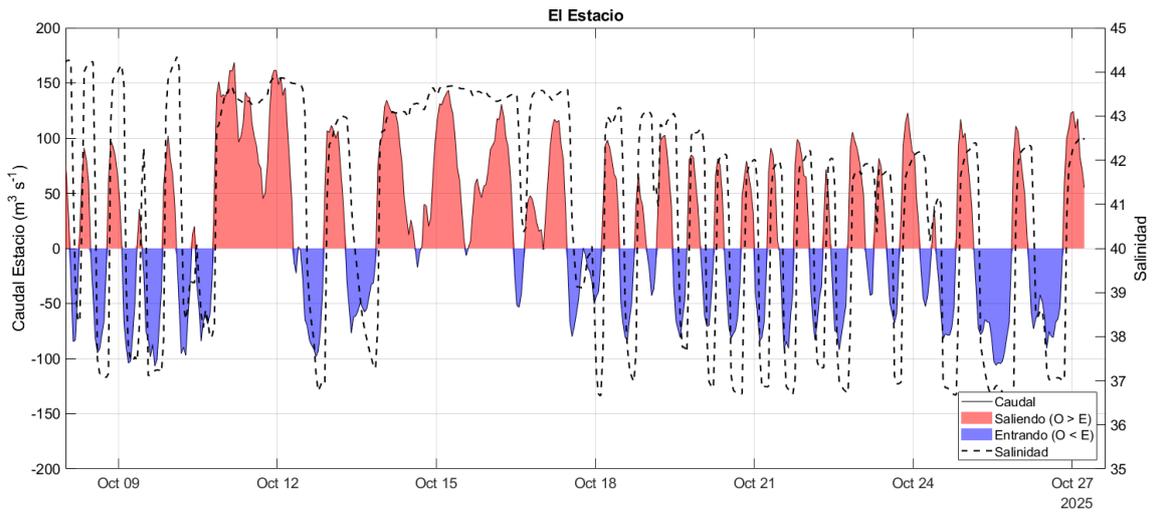
El sistema autónomo de monitorización oceanográfica del Mar Menor incluye tres boyas, cinco plataformas submarinas (*landers*), un mareógrafo y una estación meteorológica. Tres landers, cada uno con su boya asociada, se instalaron en el norte (A), centro (B) y sur (C) de la laguna para representar sus tres principales ambientes. Los dos restantes se ubicaron en las golgas de El Estacio y Marchamalo para monitorizar los procesos físicos y biogeoquímicos relacionados con el intercambio de agua con el mar Mediterráneo.



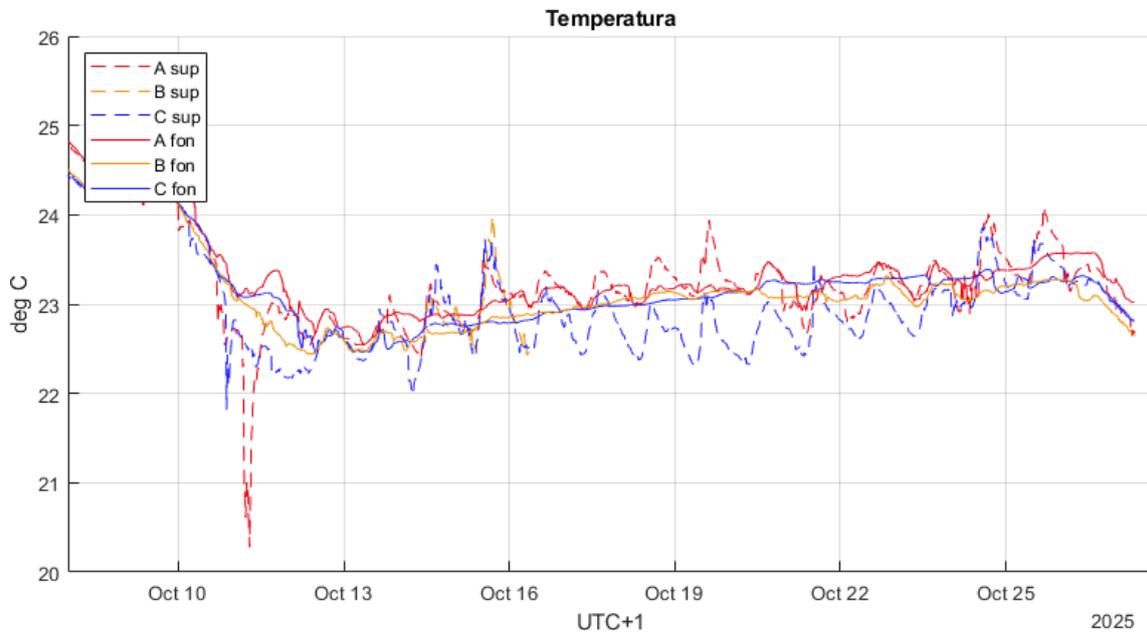
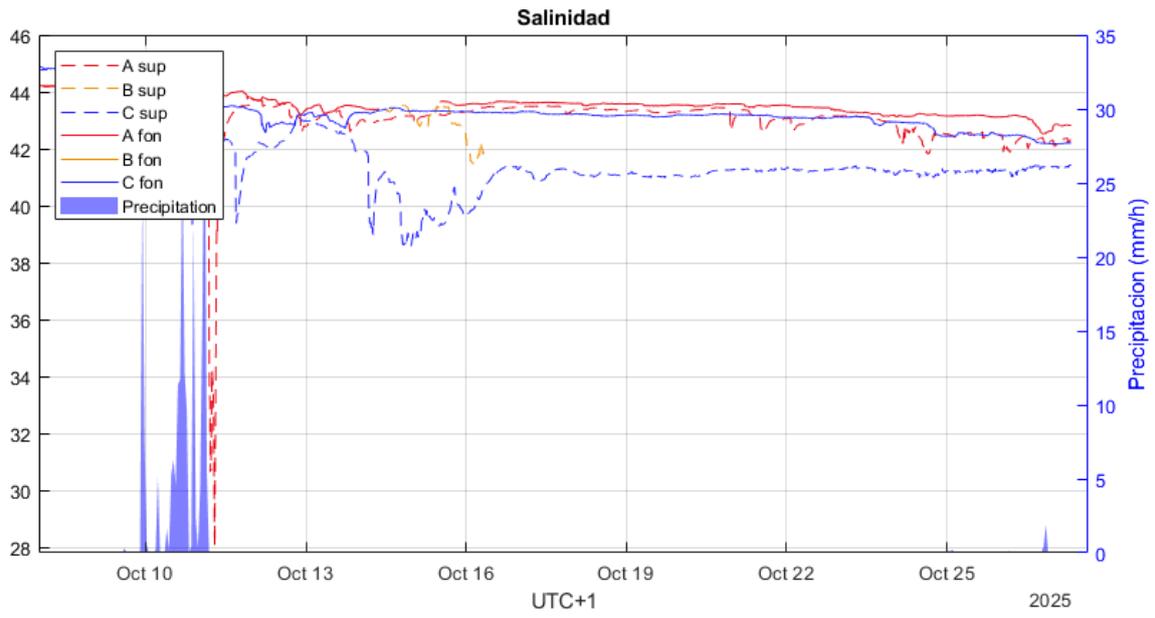
MAREÓGRAFO

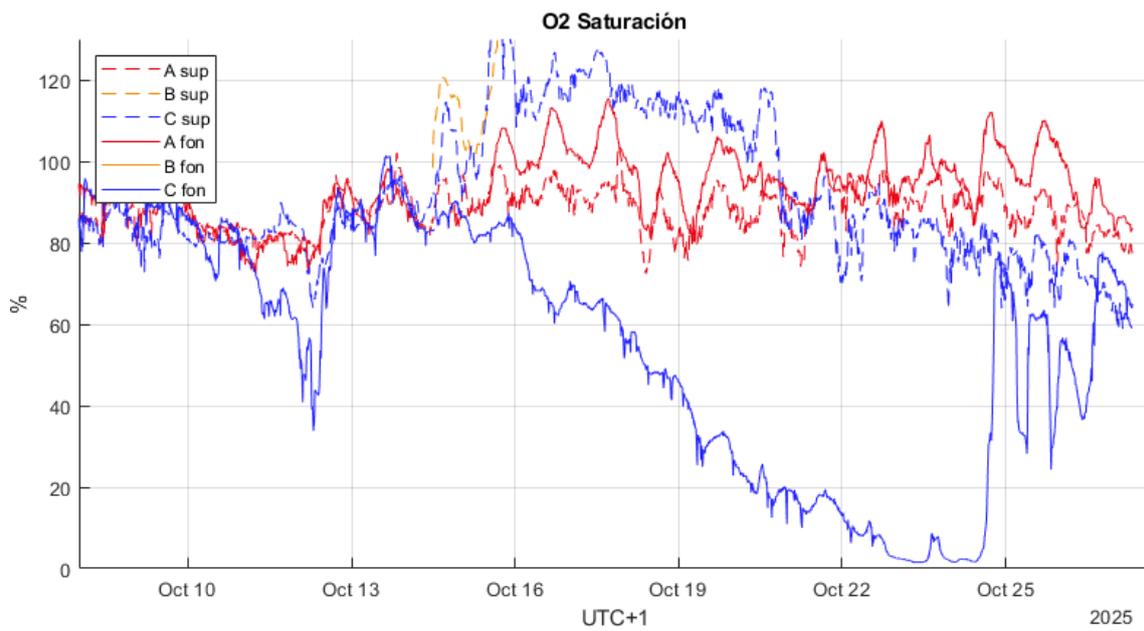
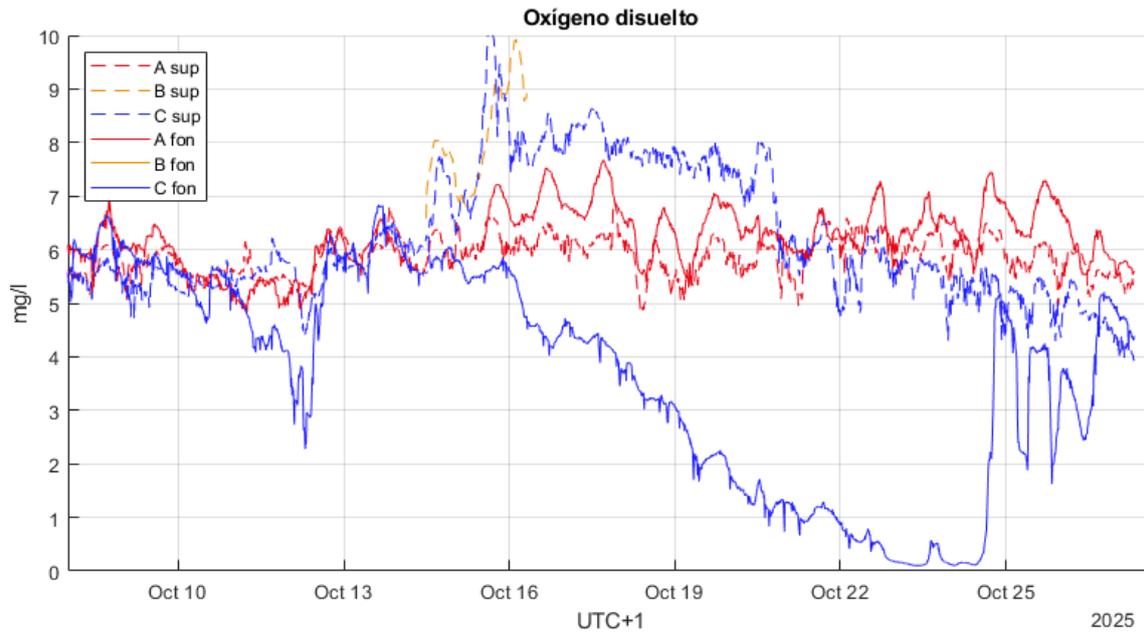


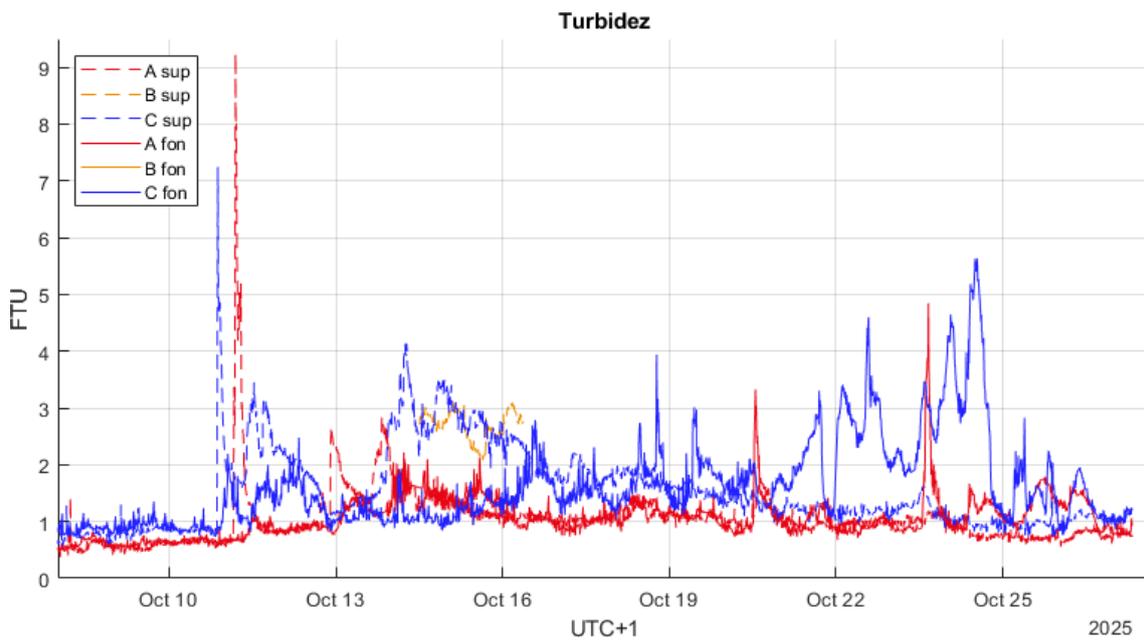
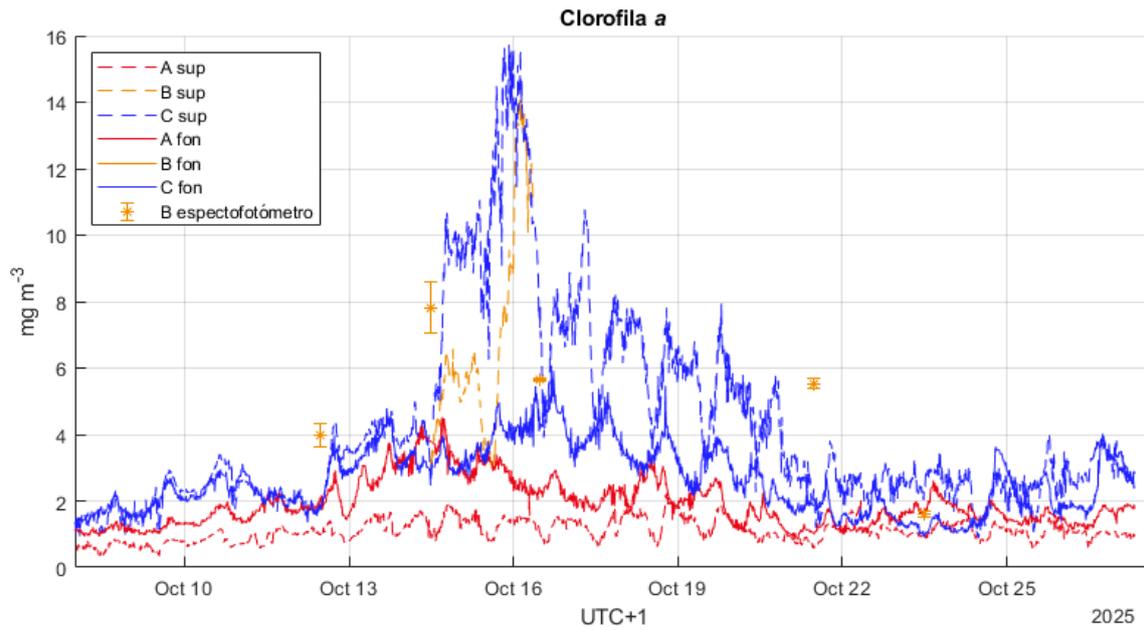
PLATAFORMAS SUBMARINAS EN GOLAS



SENSORES BOYAS







EFFECTOS BIOLÓGICOS

Los primeros efectos biológicos sobre la fauna del Mar Menor se observaron el miércoles 23 de octubre en inmersiones con escafandra autónoma en la estación de muestreo C, en la zona sur, cuando grupos de fauna estrictamente bentónica fueron observados con comportamiento totalmente inusual y anómalo, nadando desde el fondo hacia la superficie en un intento de escapar de la masa de agua anóxica que ocupa desde ese momento, y hasta el sábado 26, parte de los fondos de esa zona sur. En la imagen se muestra un grupo de signátidos (*Syngnathus abaster*), quisquillas (*Palaemon* sp.) y tordos (*Symphodus cinereus*) desplazándose siguiendo la cadena de la boya oceanográfica C tratando de huir de la zona anóxica del fondo. Este tipo de migraciones verticales, y horizontales, de estas mismas especies fueron descritos durante el episodio de anoxia de otoño de 2019, aunque en este caso la intensidad ha sido mucho menor y parece que no ha llegado a tener mayores consecuencias (aunque habría que valorar sus efectos sobre la infauna bentónica en las zonas afectadas). Al disolverse la bolsa de anoxia este mismo sábado 26, se puede afirmar, por ahora, que el riesgo de stress y mortalidad de la fauna del fondo del Mar Menor ha remitido al restablecerse la concentración de oxígeno a unos valores, que aunque todavía algo bajos, son más tolerantes para los organismos marinos.



Resumen de los principales efectos de la DANA Alice en la laguna

El **nivel del mar**, registrado por el mareógrafo del IEO-CSIC localizado en la base militar de San Javier, llegó a subir hasta 20 cm por encima del valor medido al inicio del evento. A partir del 14 de octubre el nivel del mar desciende progresivamente hasta alcanzar de nuevo la cota de los 0 m. El **intercambio de agua a través de las golas** también se ha regularizado, aunque a partir del día 25 tuvo lugar un leve incremento de las entradas de agua Mediterránea en la laguna.

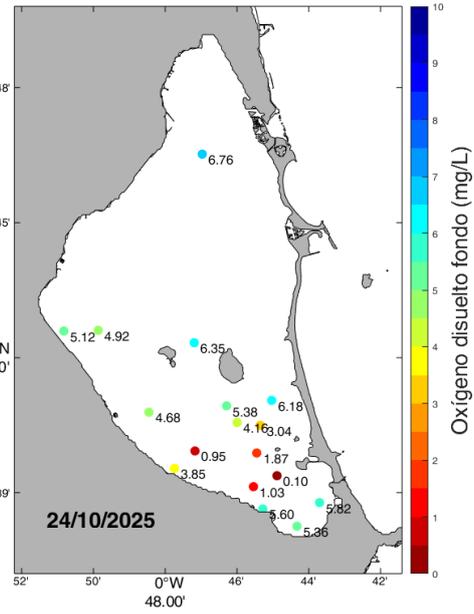
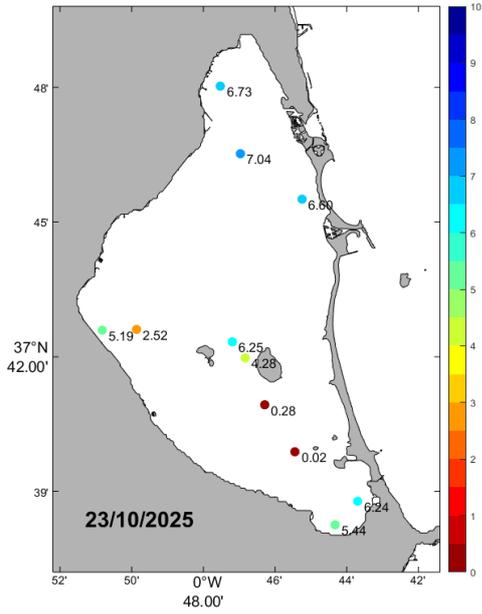
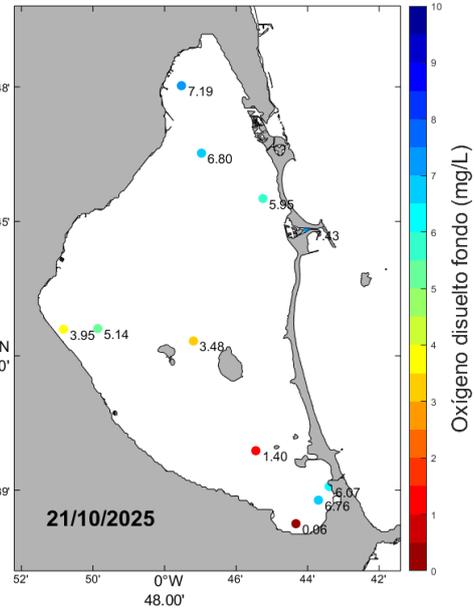
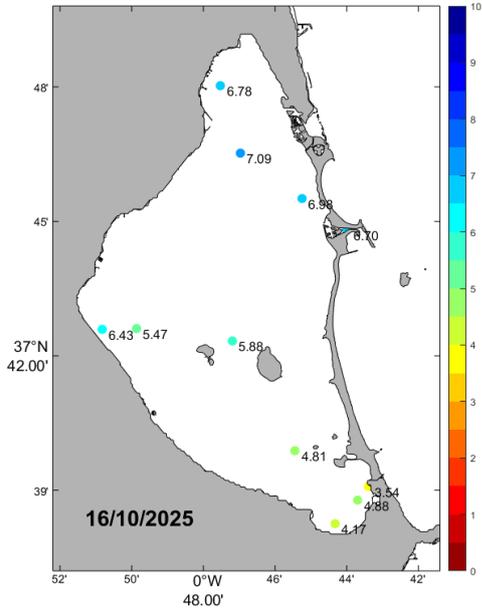
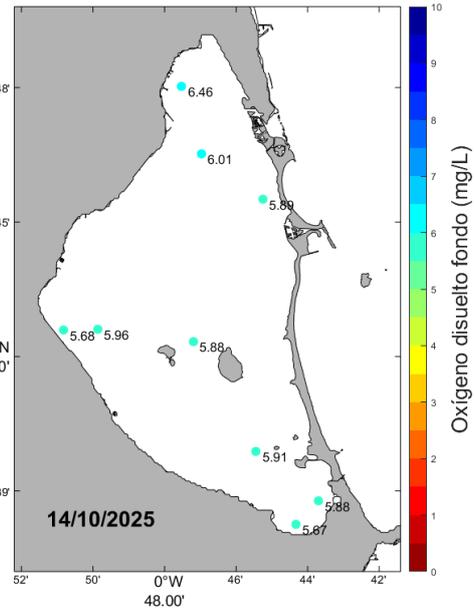
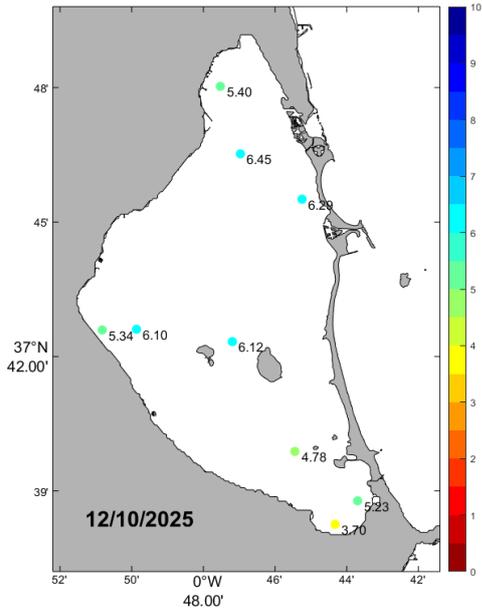
Tras la DANA Alice se observó una reducción de la **salinidad** en la capa superficial de la zona sur (boya C) que se recuperó en las 24 horas siguientes, pero que reapareció un día después para formar una capa superficial de salinidad 2-3 unidades más reducida respecto a las capas más profundas. Como se aprecia en los perfiles verticales de CTD (Anexo II), esta reducción de la salinidad fue inicialmente más intensa en las zonas más próximas a la costa sur-occidental (estación C1; Anexo II), alcanzando valores superficiales de salinidad de 38. Este patrón de variación también se observó en la zona de la mancha blanca (estaciones M y M2; Anexo II). Esto coincide con las dos zonas principales por las cuales entró el agua de la DANA en la laguna.

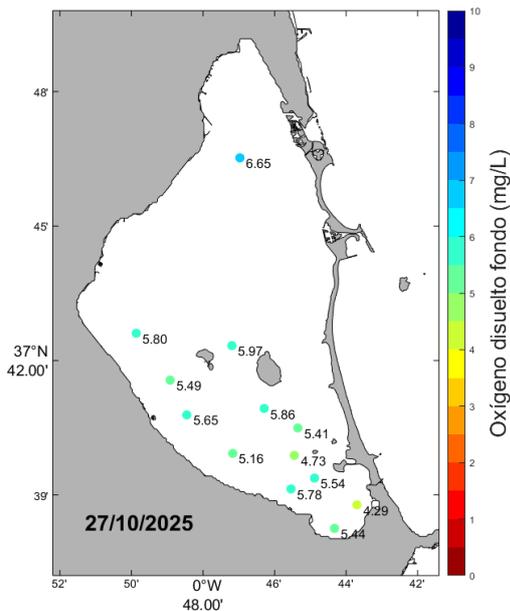
Esta capa de agua menos densa ha permanecido hasta ahora prácticamente intacta en un área determinada de la zona sur, aunque su espesor y salinidad han ido variando con el tiempo. En esta capa superficial la temperatura es también algo menor, corroborando la presencia de una **estructura termohalina**. La temperatura muestra además una leve tendencia general de aumento estos últimos 10 días, lo que está de acuerdo con la estabilización de las condiciones climáticas durante este periodo con días calmados y muy soleados. En los últimos días la temperatura se ha igualado en toda la columna de agua y la diferencia de salinidad se ha reducido, sobre todo por una tendencia de disminución en la capa superficial, lo que es consistente con el incremento de entrada de agua Mediterránea comentado anteriormente. Todo esto indicaría la **disolución de la estratificación termohalina** formada y persistente tras la entrada del agua de la DANA en la laguna.

Como consecuencia de esta estratificación en la zona sur, la **concentración de oxígeno** ha ido disminuyendo de forma paulatina y constante en la capa de agua más densa pegada al fondo, hasta alcanzar valores de prácticamente 0 mg/L en la actualidad, es decir, se trata de una situación de **anoxia**. El día 19 de octubre los valores estaban por debajo de 2 mg/L, que si bien no es anoxia completa, sus efectos sobre la fauna y flora acuáticas son ya tóxicos y pueden desencadenar una situación de estrés extremo e incluso mortalidad si la exposición de los organismos marinos a estas condiciones es prolongada, tal y como está ampliamente documentado en la bibliografía científica y en eventos anteriores en el Mar Menor.

De forma súbita y sorprendente, la concentración de oxígeno en el fondo de la zona sur (boya C) aumentó de casi 0 mg/L hasta valores de 5 mg/L al final del día viernes 24 y, aunque fluctuante, parece estar estabilizándose entre valores entre 4 y 5 mg/L. Las causas de este brusco cambio podrían estar relacionadas con los fuertes vientos de Sur-oeste (Lebeche) que soplaron durante la tarde del mismo viernes 24, así como con el mencionado aumento del intercambio con el agua Mediterránea. Esto parece indicar la **disolución de la bolsa de agua hipóxica y anóxica** que ha persistido en parte del fondo del sur de la laguna durante aproximadamente 1 semana.

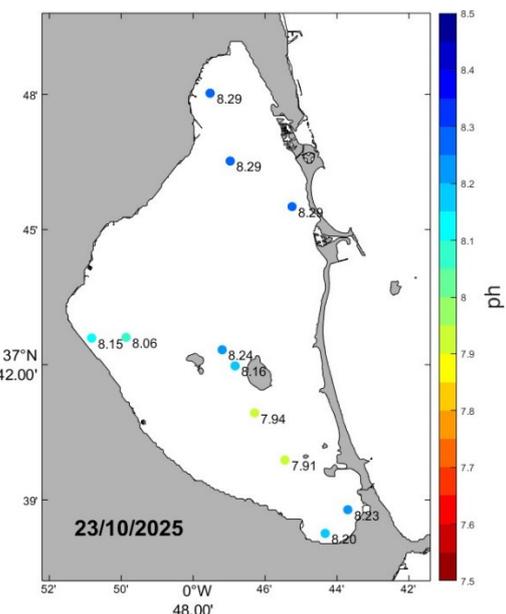
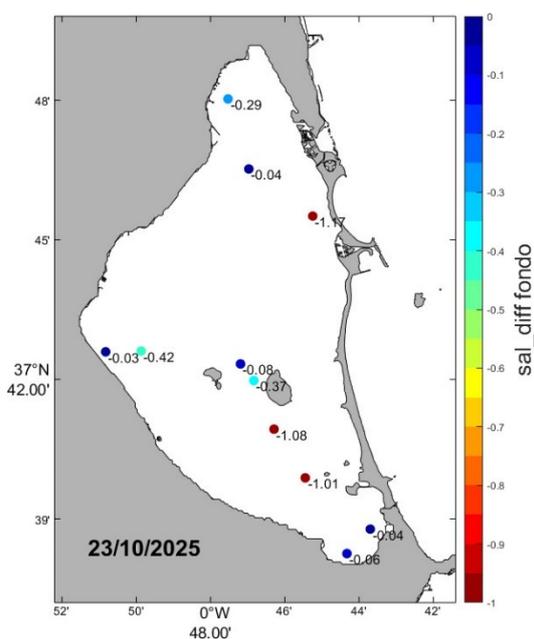
En los siguientes mapas se muestra con más detalle la evolución de la **distribución del oxígeno** en el fondo de la laguna medida con una frecuencia aproximada de cada dos días desde el día 12 de octubre hasta la actualidad:

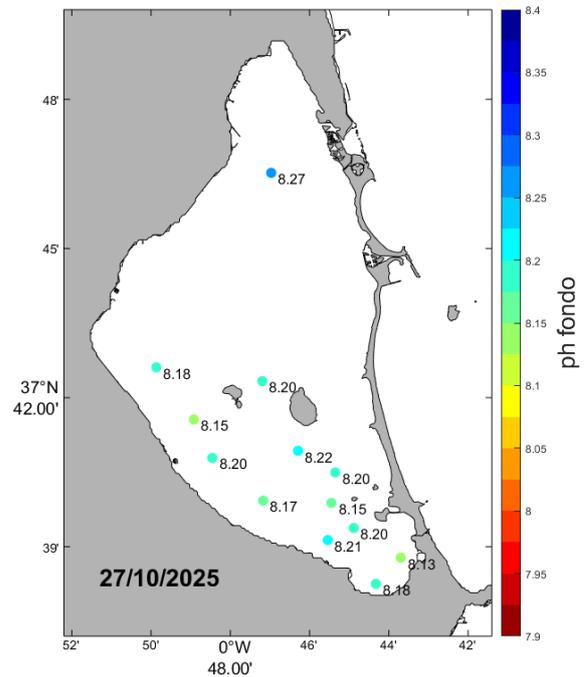
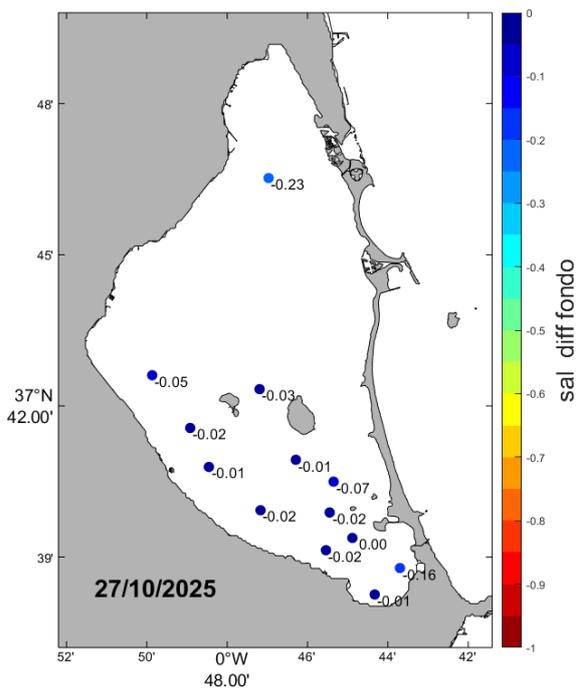
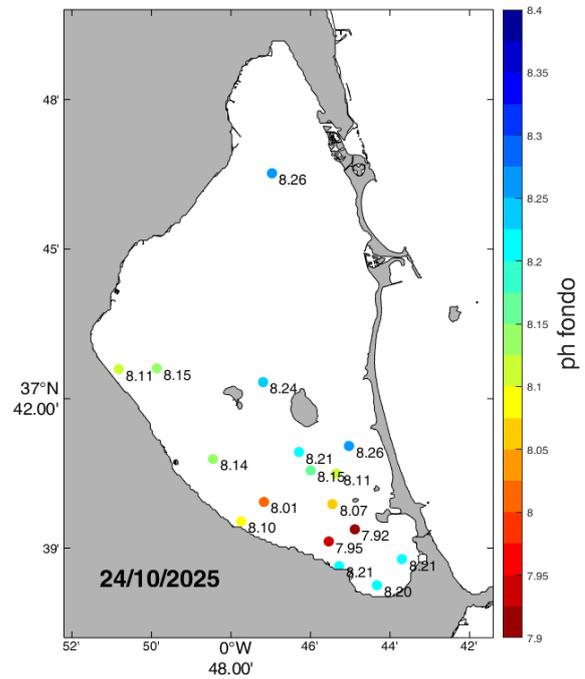
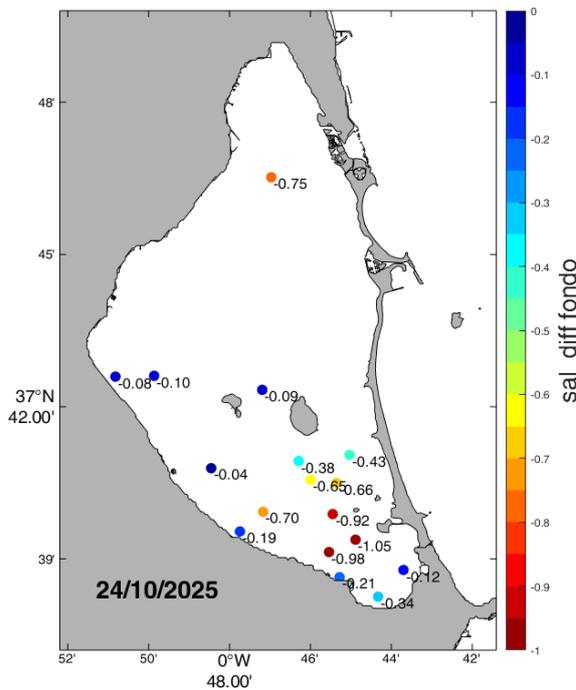




Los mapas de distribución de oxígeno en el fondo muestran la reducción de las concentraciones de oxígeno preferentemente en la zona sur, tal y como reflejaban los sensores de las boyas del sistema de monitorización. Los mapas reflejan además como el área en que se ha producido este tipo de anomalía ha sido de distribución y extensión variable. La zona con mayor grado de anoxia se ha producido entre la isla del Varón y la isla del Ciervo, y con una intensidad algo menor en la zona de la mancha blanca, frente parte central de la costa oeste. A partir de los perfiles de CTD (Anexo II) se aprecia que el espesor de la capa anóxica ha ido adelgazando a lo largo de los últimos días, reduciéndose de 1-1,5 m a 1-0,5m los días 23 y 24, hasta casi desaparecer en el muestreo del día lunes 27, corroborando la **disolución y desaparición de la bolsa anóxica**. En el mapa de oxígeno en fondo de esta fecha se observa cómo todos los valores en la zona sur se encuentran entre 4 y 6 mg/L, que aunque son menores que los registrados en la zona norte todo este periodo (6-7 mg/L), son valores más normales y compatibles con la vida marina.

Como se aprecia en los perfiles de CTD del Anexo I y en los siguientes mapas, las zonas en las que el déficit de oxígeno ha sido mayor coinciden con aquellas en las que se ha formado la estratificación termohalina y además el pH es menor, indicando **acidificación**, probablemente por la aparición de metabolismo anaerobio.



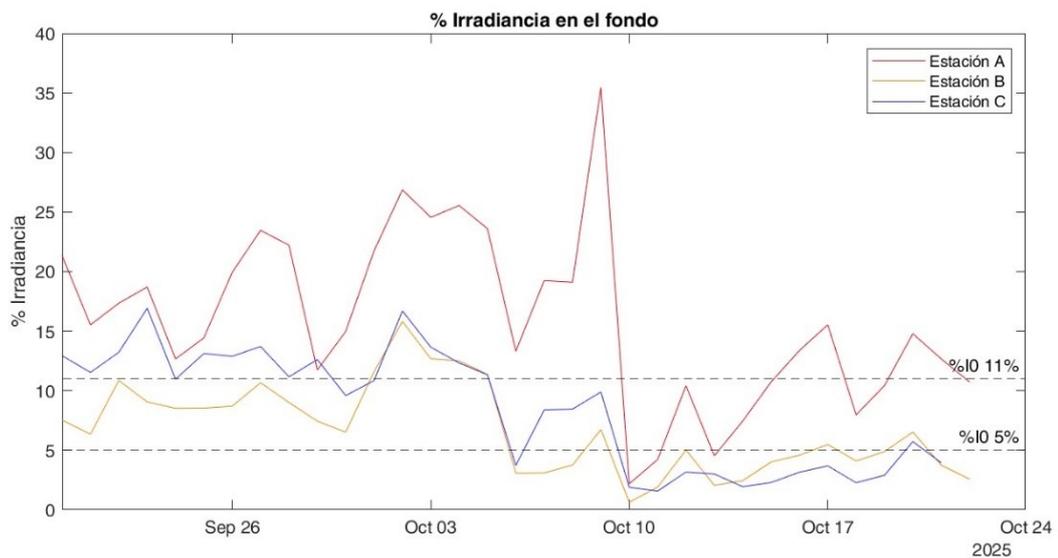


Respecto a la **clorofila-a**, tras alcanzar valores muy elevados (característicos de “sopa verde”, con máximos entre 14-16 mg/m³), en las zonas centro y sur de la laguna el día 16 de octubre, ha mostrado una tendencia de disminución progresiva hasta el momento actual, incluida la zona sur. Esto indica una proliferación fitoplanctónica excepcional que no se había producido en el Mar Menor desde los eventos de Bloom registrados en 2016, 2019 y 2021, y mucho más intensa que el conato de bloom fitoplanctónico que tuvo lugar este verano de 2025 (ver informes

anteriores). Esta evolución se también se aprecia claramente en los mapas de clorofila obtenidos mediante el algoritmo BELA del proyecto BELICH (Anexo I). A pesar de esta disminución, los valores de esta variable siguen siendo relativamente más elevados que sus valores basales habituales, en particular en las zonas central (boya B) y sur (boya C). En la actualidad, mientras estos valores parecen estabilizarse en la zona norte de la laguna en valores entre 1 y 2 mg/m³, en la zona centro y sur parece haber cierta tendencia moderada de aumento, alcanzando valores máximos de hasta 4-5 mg/ m³, es decir, el hasta el doble que en el resto de la laguna (excepto en la zona de la mancha blanca, estación M, donde las concentraciones del pigmento son también del orden de 4 mg/ m³) (datos obtenidos por los sensores de fluorescencia y CTD, intercalibrados con determinaciones espectrofotométricas del pigmento en laboratorio).

Los **mapas de turbidez** obtenidos a partir de imágenes de satélite (Anexo I) muestran claramente tanto el patrón de variación espacial descrito a partir de los sensores de las boyas y CTD, como su tendencia temporal. No obstante, a pesar de que, al igual que la clorofila-a, la turbidez también ha mostrado una tendencia general de disminución, su variabilidad temporal es más fluctuante y volvió a mostrar valores más elevados en la zona sur los días anteriores al sábado 25. A partir de este día la turbidez de la laguna ha experimentado una disminución generalizada y se mantiene en valores bajos (1 FTU).

A pesar de esta tendencia de reducción de la turbidez y la clorofila, los **mapas de radiación submarina** en el fondo (Anexo I) muestran que los niveles de luz en el fondo han sido potencialmente limitantes para el crecimiento de la vegetación bentónica (5% de la irradiancia superficial; ver gráfica de abajo). Las variaciones espacio-temporales de esta variable muestran bastante relación con las de la clorofila, como se muestra en los **mapas de clorofila** comentados anteriormente. En la actualidad se observa una tendencia de mejora de los niveles de luz en el fondo, aunque todavía se mantienen bajos en otras zonas de la laguna.



Simulación preliminar de la evolución de la entrada de agua causada por la DANA Alice

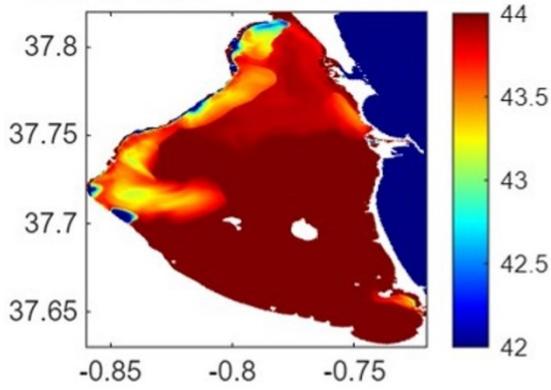
En el proyecto BELICH se están desarrollando modelos físicos y biogeoquímicos de la laguna, en coordinación con la modelización y monitorización de la cuenca vertiente, siendo desarrollados estos últimos por los equipos de Tragsatec de la DG Agua (MITECO).

Se han realizado unas simulaciones preliminares con el módulo físico desarrollado en BELICH con el fin de estimar la evolución de las masas de agua dentro de la laguna durante el mes de Octubre.

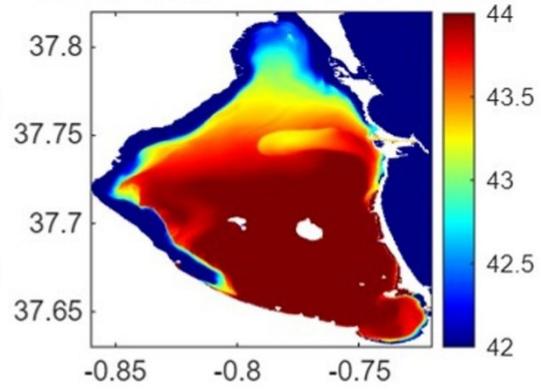
El modelo Symphonie ha sido forzado por las predicciones operacionales de AEMET, para los campos atmosféricos, y las del SOCIB, para los campos oceánicos sobre la plataforma continental. El volumen de los aportes continentales se ha estimado a partir del cálculo del balance de agua en la laguna (explicado anteriormente) y se ha distribuido de forma uniforme en nueve puntos de entrada. Esta parte es la más incierta puesto que no hay información robusta de los caudales de escorrentía ni de los puntos de descarga, por lo que en los siguientes días se irán realizando pruebas que permitan evaluar el impacto de estas fuentes de incertidumbre.

Se muestra a continuación los resultados del modelo para la salinidad superficial de la laguna en seis días consecutivos (del 9 al 14 de Octubre del 2025). Se puede apreciar claramente como a partir de la DANA (día 10/10) una franja de agua dulce se establece a lo largo de la costa oeste y fruto de la advección por las corrientes esta masa de agua más dulce se va extendiendo, sobre todo, por la cuenca sur. Estos resultados son totalmente coherentes con los patrones espaciales y temporales descritos para las diferentes variables monitorizadas en éste y anteriores informes.

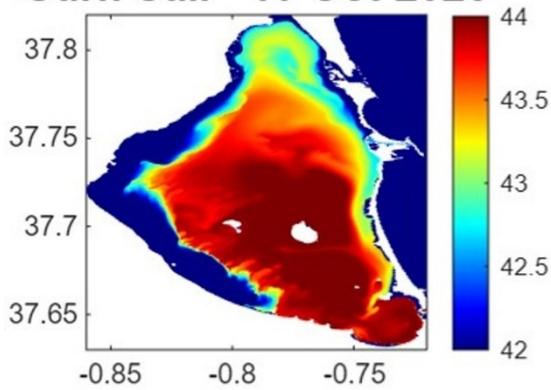
Surf. Sal. - 09-Oct-2025



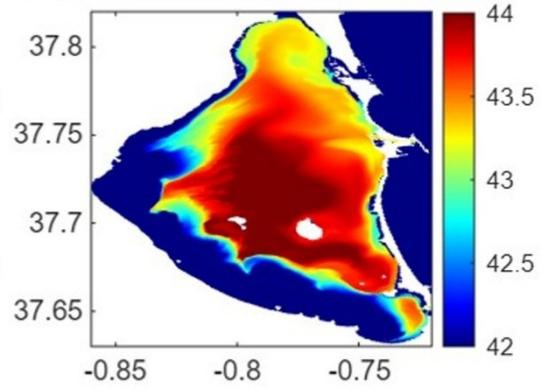
Surf. Sal. - 10-Oct-2025



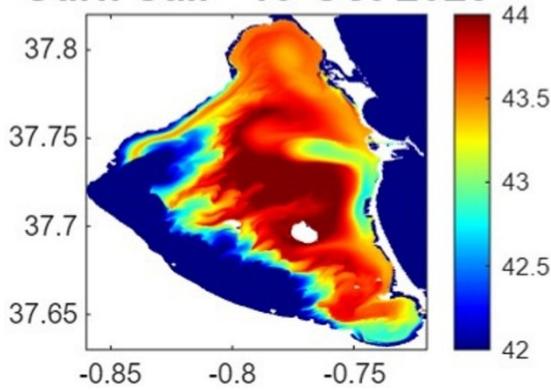
Surf. Sal. - 11-Oct-2025



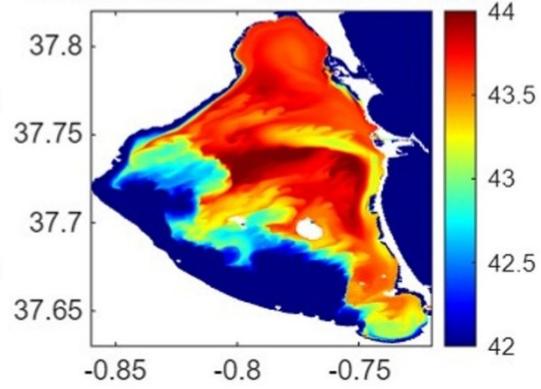
Surf. Sal. - 12-Oct-2025



Surf. Sal. - 13-Oct-2025



Surf. Sal. - 14-Oct-2025



Conclusiones provisionales

El sistema de monitorización de la laguna del proyecto BELICH, desarrollado por el IEO-CSIC, junto con la colaboración de otros equipos del proyecto implicados en el seguimiento y monitorización de la cuenca vertiente y el acuífero (CEBAS-CSIC y DG Agua-Tragsatec), ha permitido seguir en tiempo real y con gran detalle los efectos de la DANA Alice sobre el ecosistema marino del Mar Menor.

La información obtenida a partir de los sensores en boyas y landers, complementada con muestreos in situ, análisis satelitales y modelización numérica, tanto en laguna como en cuenca, ha proporcionado una evaluación precisa y fundamentada de los cambios físicos, químicos y biológicos producidos por este episodio meteorológico.

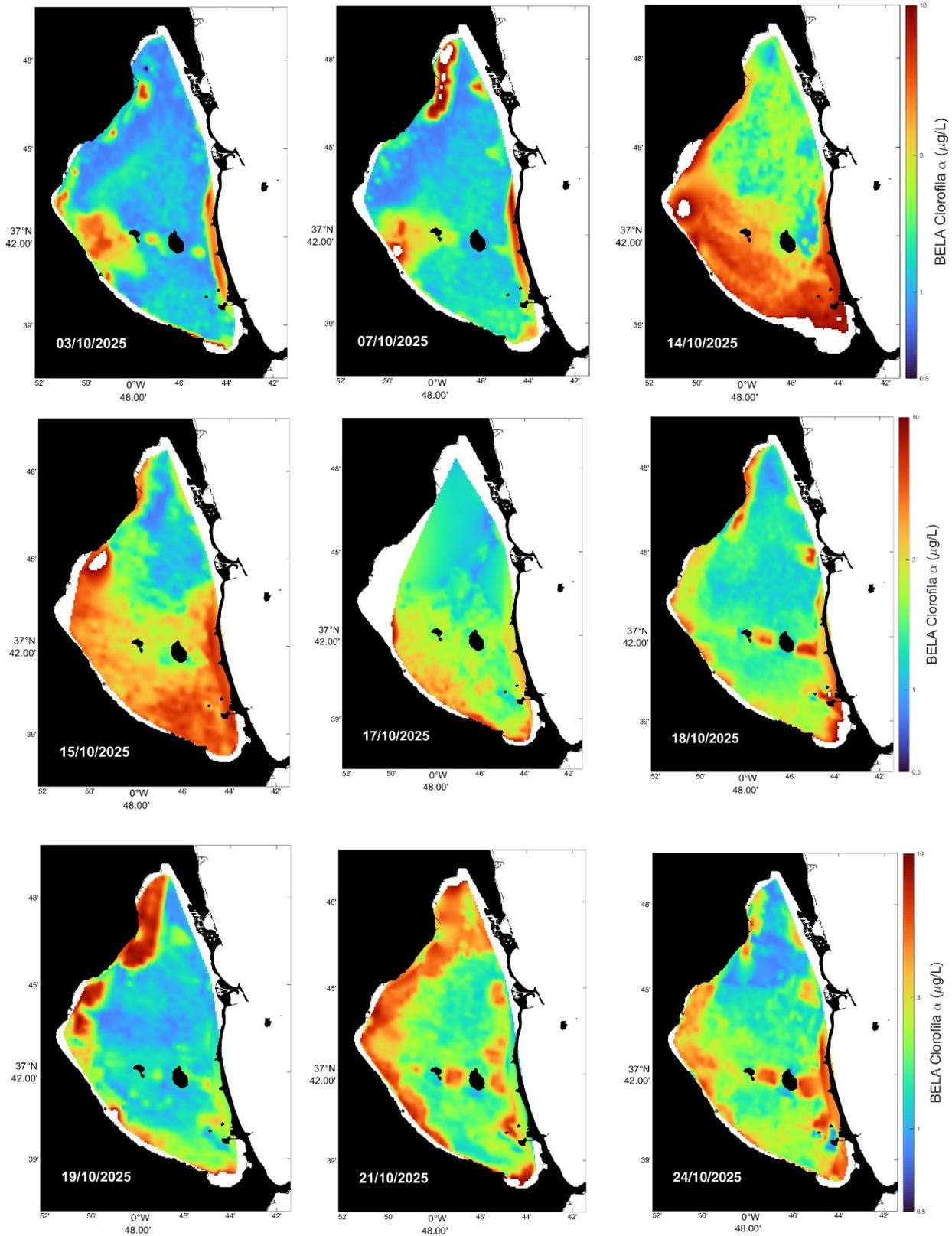
Los principales resultados observados hasta la fecha son los siguiente:

1. **Disminución de la estratificación del agua:** La fuerte estratificación termohalina asociada a la bolsa de agua anóxica detectada en la zona sur ha ido reduciéndose progresivamente hasta casi desaparecer.
2. **Evolución de la bolsa anóxica:** La masa de agua hipóxica y anóxica permaneció aproximadamente una semana en el fondo de la cubeta sur y desapareció de forma súbita entre el 24 y el 25 de octubre.
3. **Posibles causas del cambio:** Este cambio brusco parece vinculado a la acción de los vientos de suroeste (lebeche) y a un mayor intercambio de agua con el Mediterráneo a través de las golas.
4. **Tendencia de la clorofila- a :** Se observa una disminución general de la concentración de clorofila- a en toda la laguna, aunque los valores en las zonas central y sur siguen siendo suficientemente elevados como para limitar la luz que alcanza el fondo, lo que puede afectar al crecimiento de la vegetación bentónica.
5. **Validación mediante modelización:** Los patrones espaciales y temporales de las variables observadas son consistentes con las simulaciones numéricas del modelo hidrodinámico del proyecto, lo que indica que la estratificación detectada se explica principalmente por la dinámica interna de la laguna, más que por aportes subterráneos del acuífero.
6. **Valor estratégico del sistema BELICH:** Tal como se ha comprobado en episodios anteriores (lluvias de marzo, ola de calor de junio, proliferación fitoplanctónica en verano), la red de monitorización del IEO-CSIC permite reconstruir con precisión la evolución de los eventos críticos del Mar Menor. Esta información constituye la base científica esencial para mejorar los modelos predictivos y, en consecuencia, la gestión y toma de decisiones sobre la recuperación del ecosistema. Dichos modelos solo resultan eficaces cuando se nutren de datos continuos, en tiempo real y de alta calidad, como los generados por el sistema BELICH.

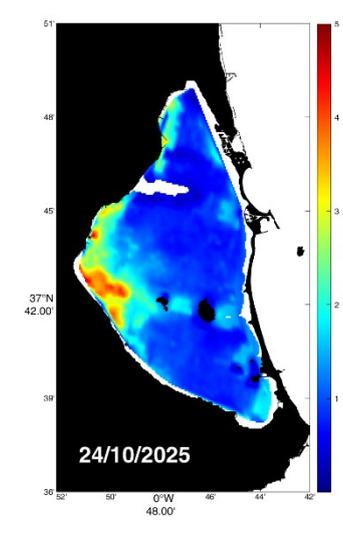
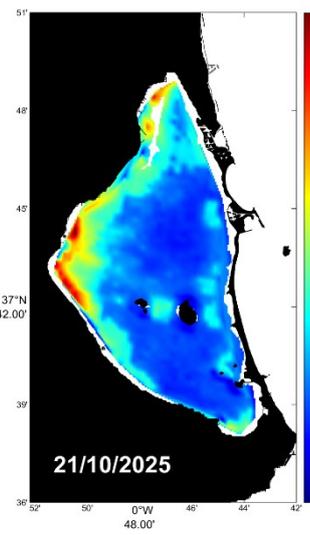
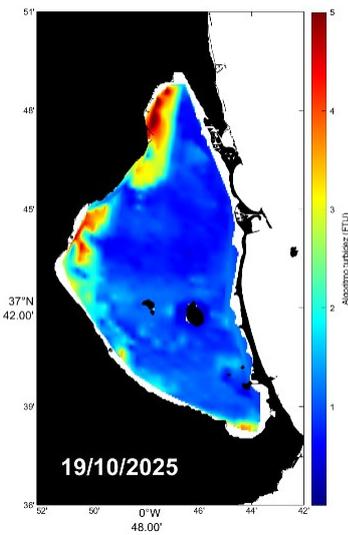
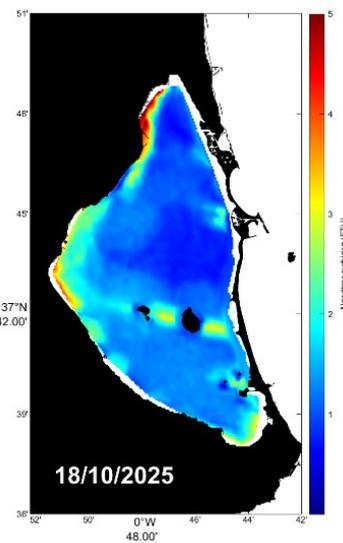
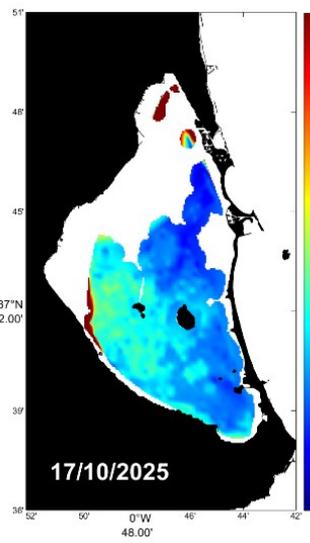
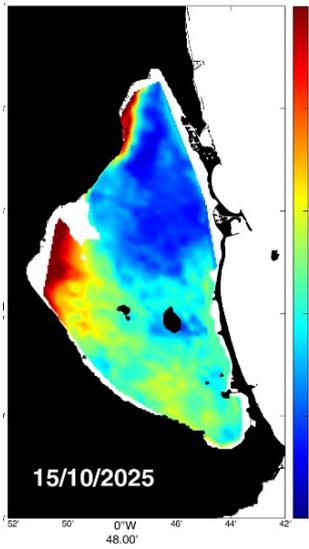
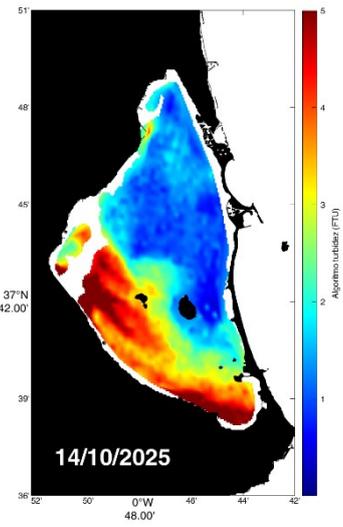
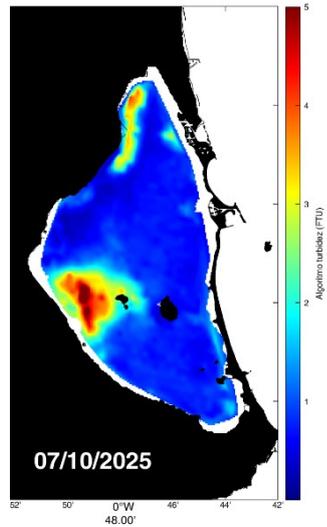
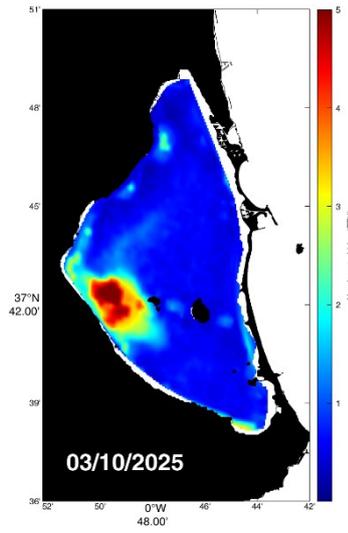
Los equipos científicos del proyecto BELICH del CSIC (IEO y CEBAS), y Tragsa, continúan trabajando de forma coordinada para evaluar en continuo la evolución de este proceso y sus efectos ecológicos.

Estas conclusiones son provisionales y podrán ajustarse en función de la evolución de la meteorológica y oceanográfica de los próximos días.

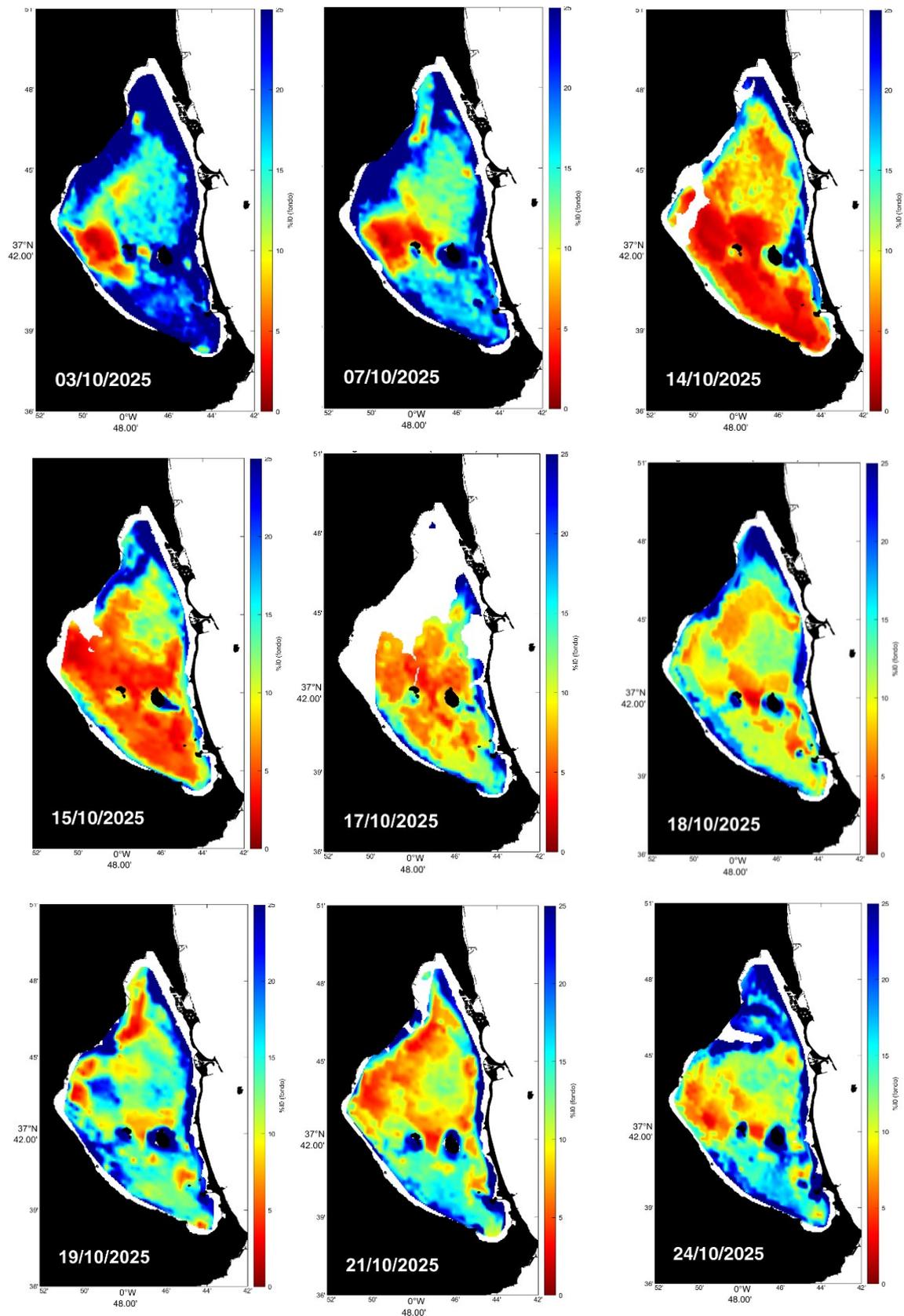
ANEXO I: MAPAS SATELITALES SENTINEL-3. CLOROFILA A



MAPAS SATELITALES SENTINEL-3: TURBIDEZ



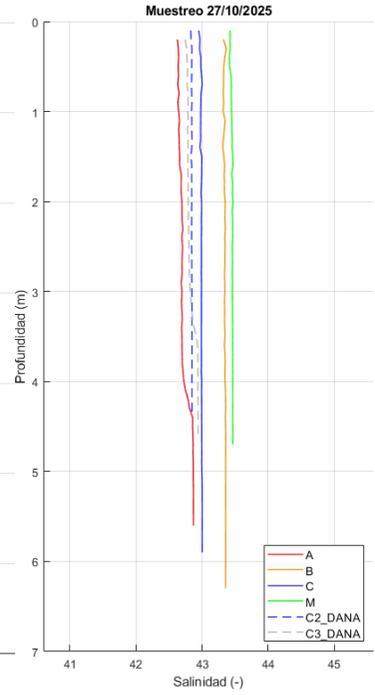
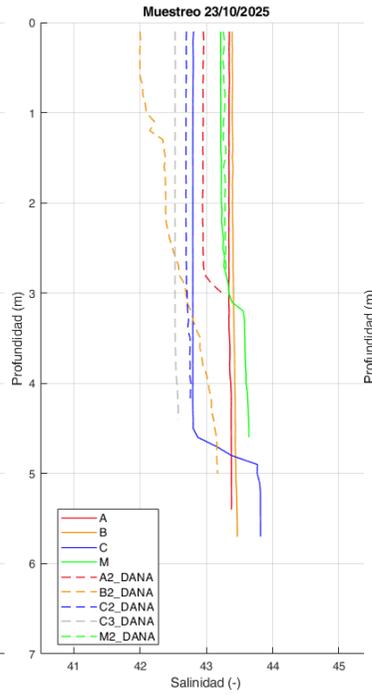
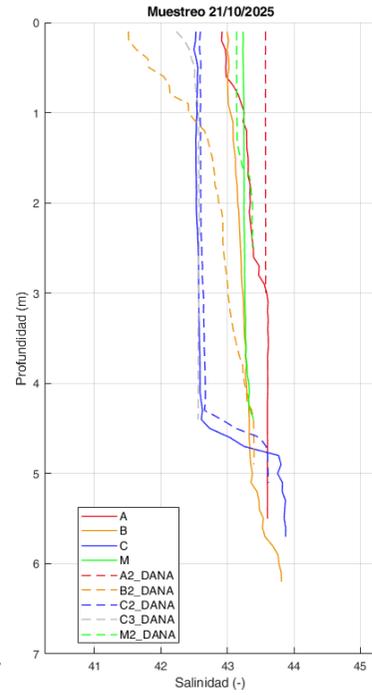
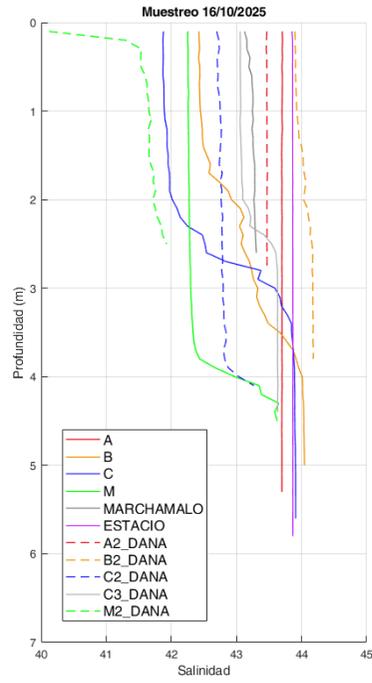
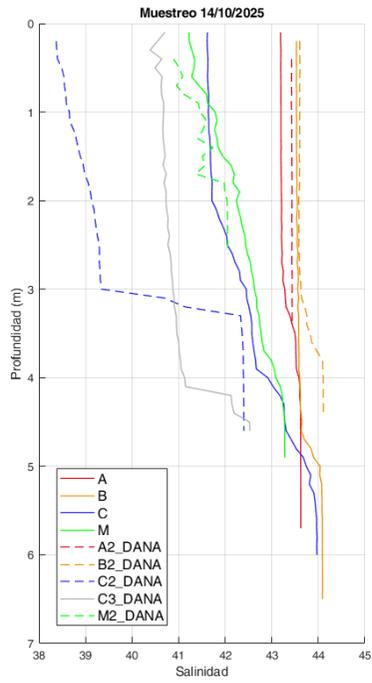
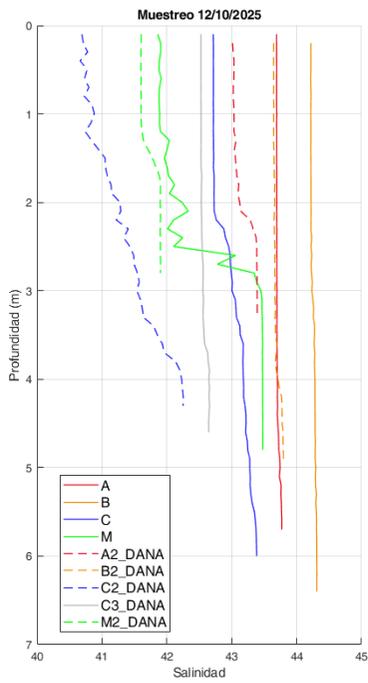
S SENTINEL-3: PORCENTAJE DE IRRADIANCIA LLEGANDO AL FONDO



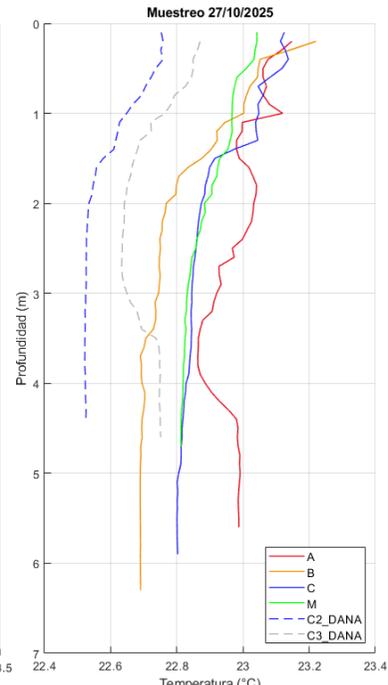
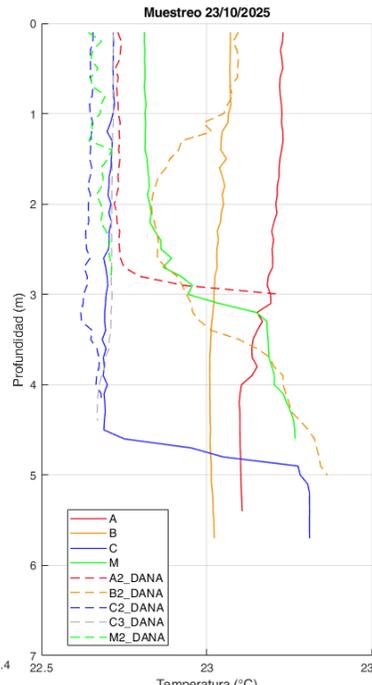
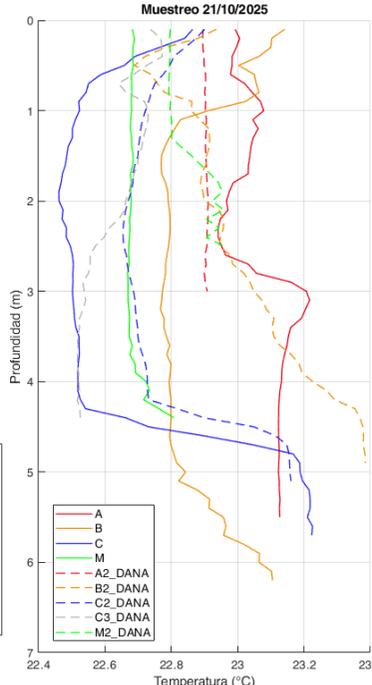
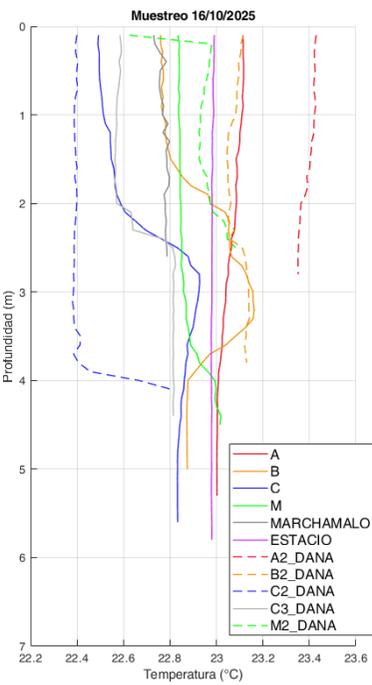
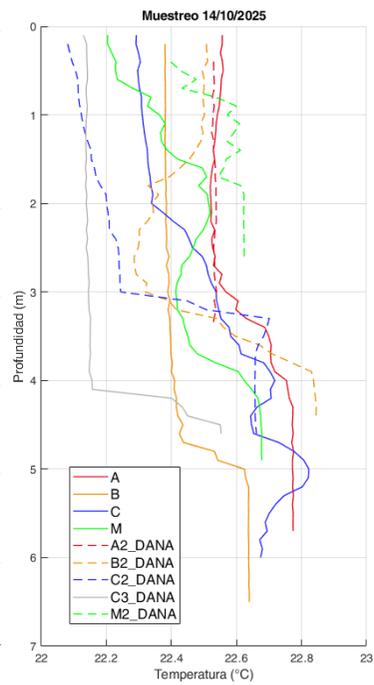
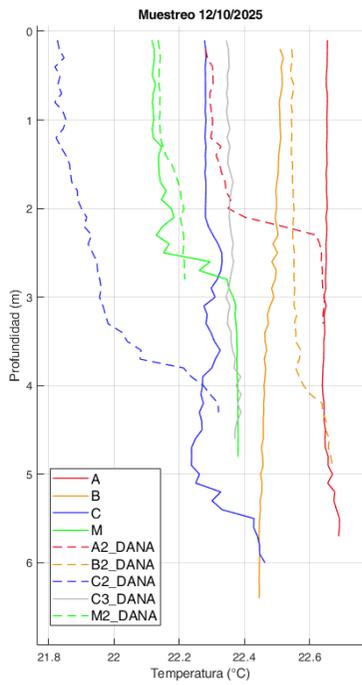
ANEXO II: ESTACIONES DE MUESTREO COMPLEMENTARIAS. PERFILES CTD



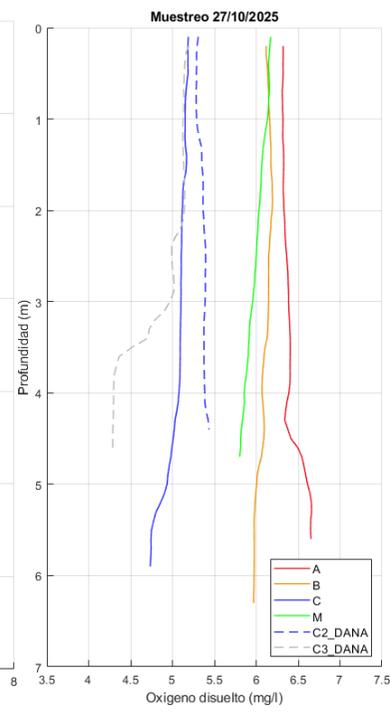
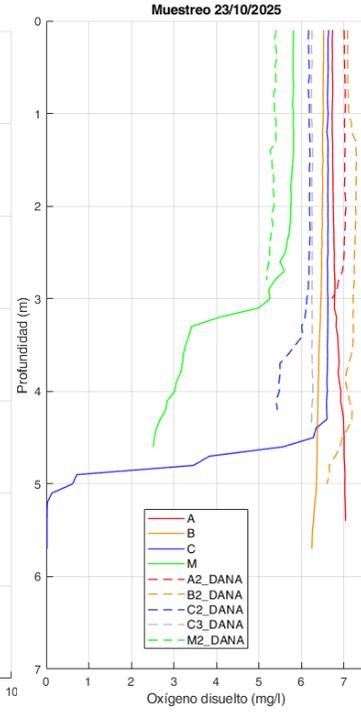
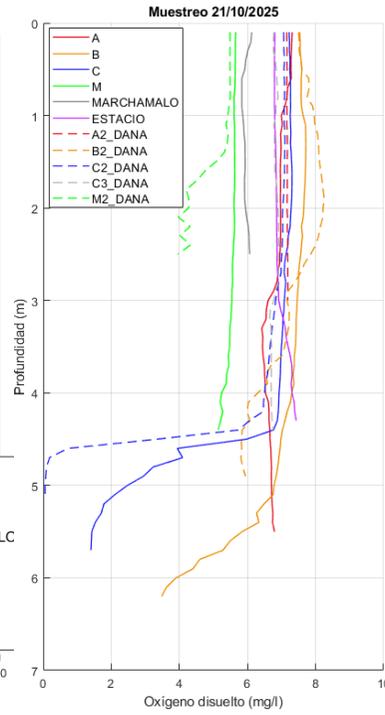
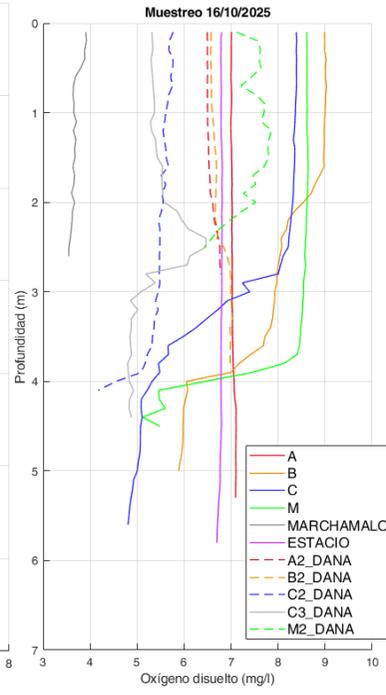
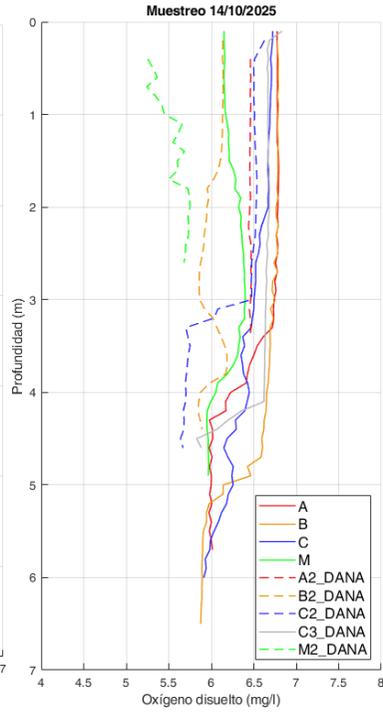
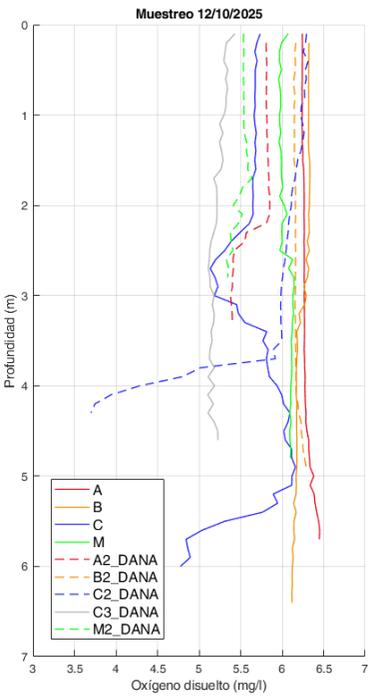
SALINIDAD



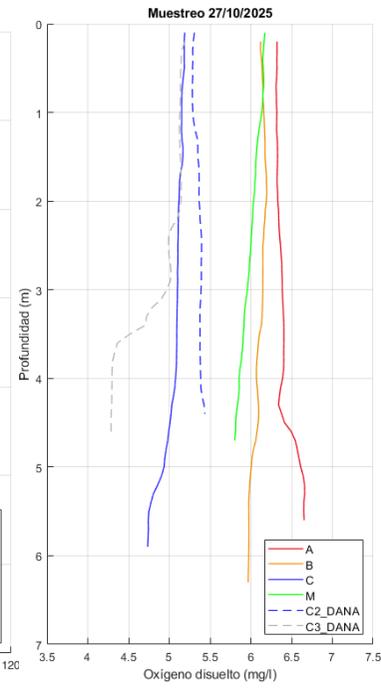
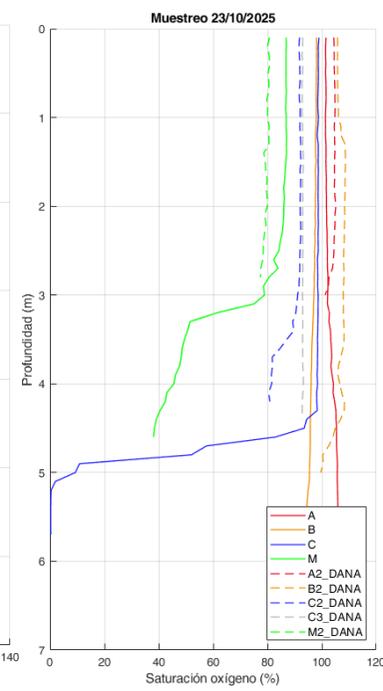
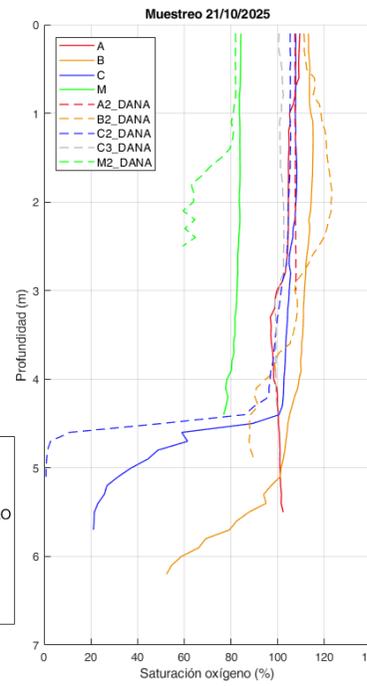
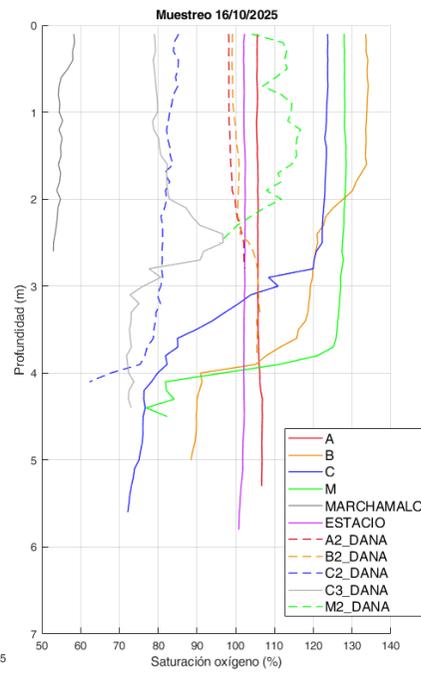
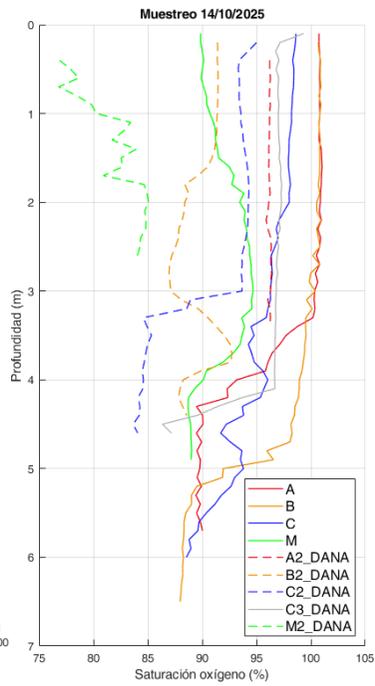
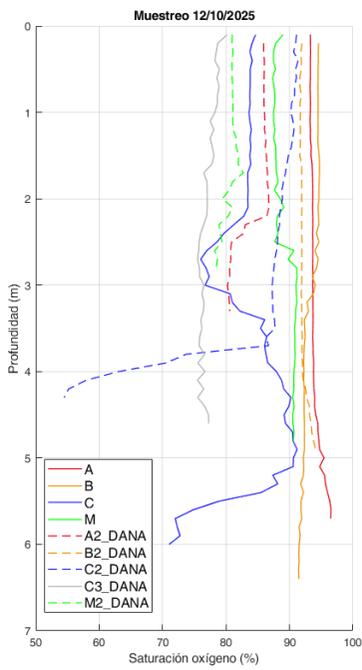
TEMPERATURA



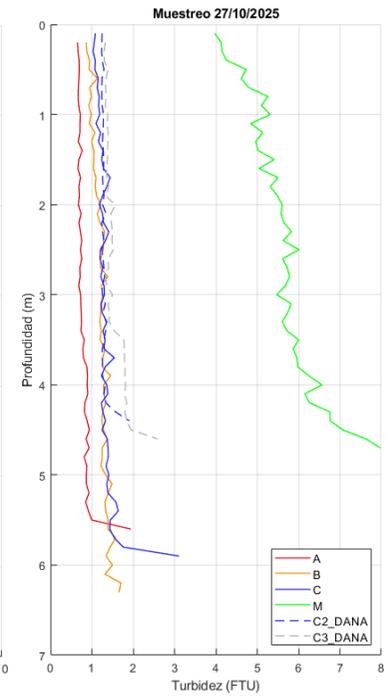
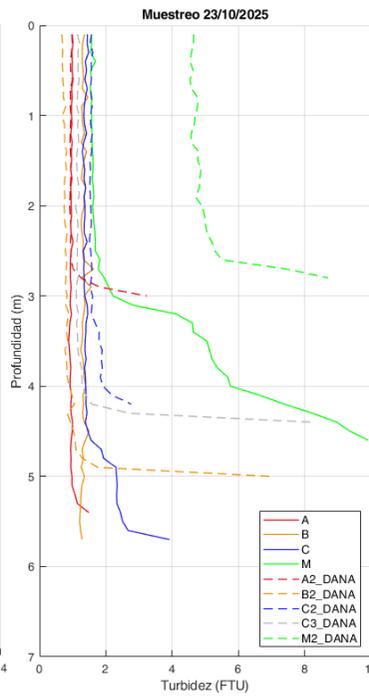
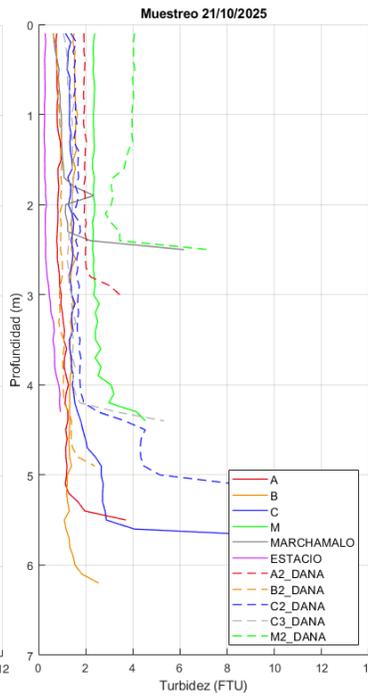
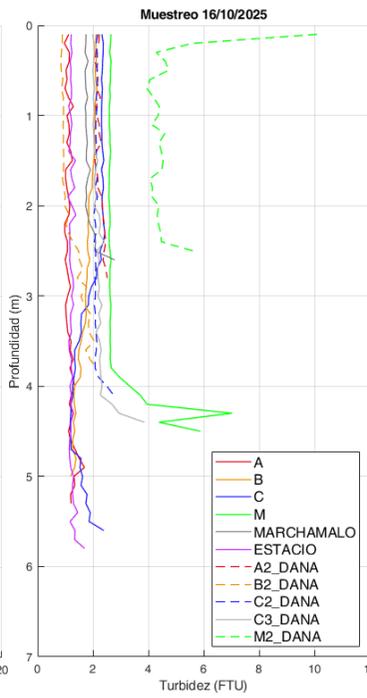
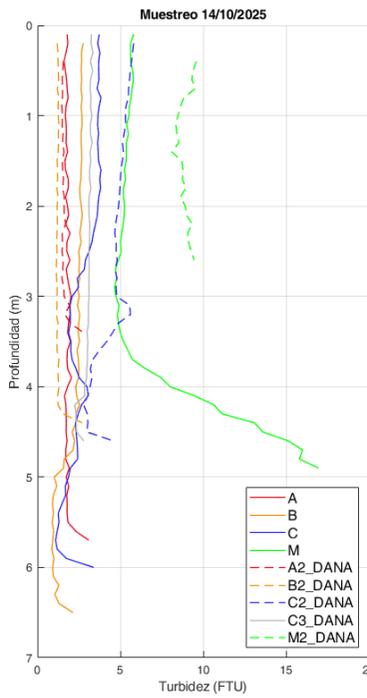
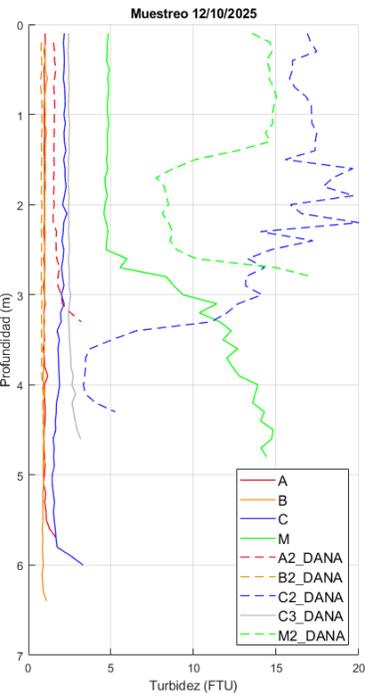
OXIGENO DISUELTO



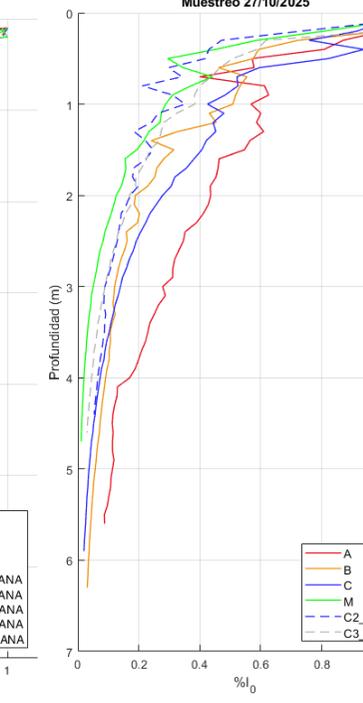
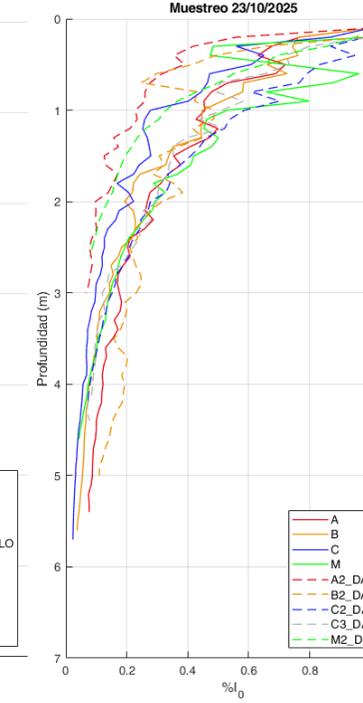
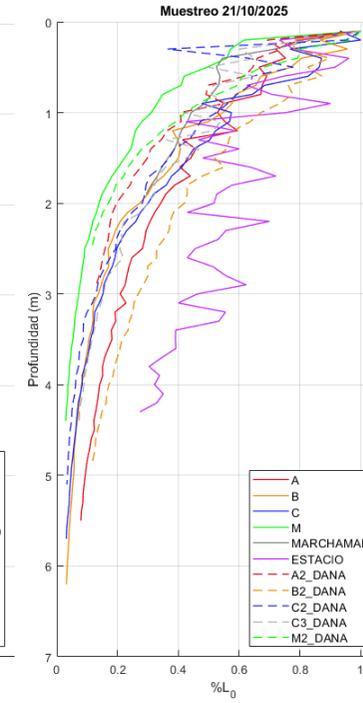
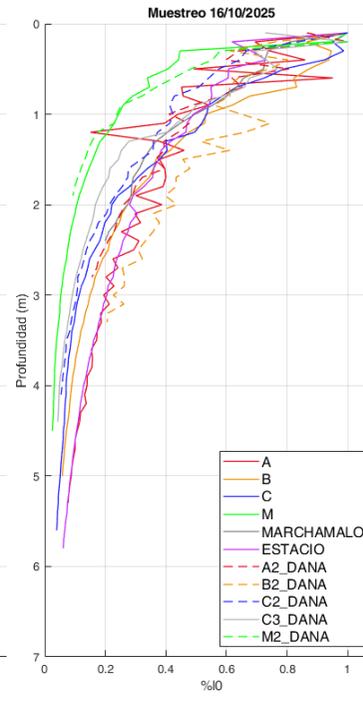
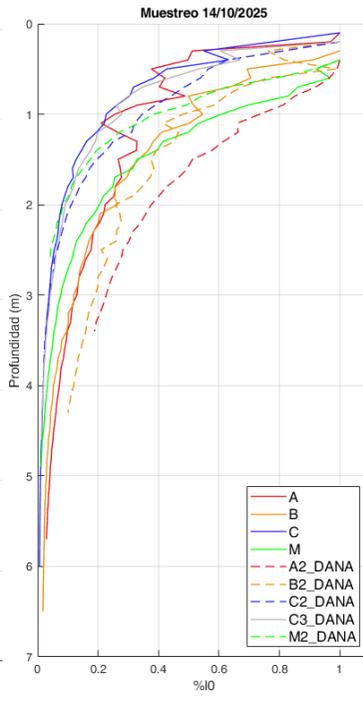
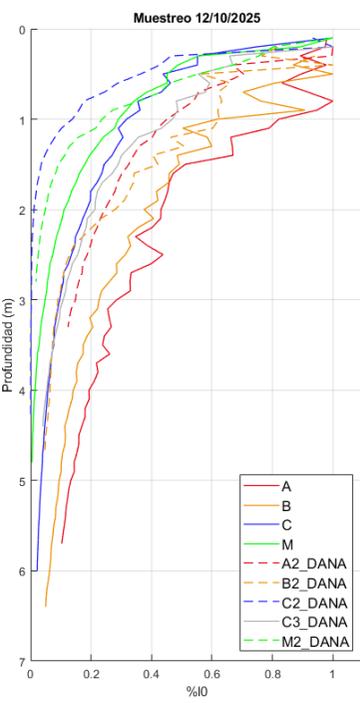
SATURACIÓN DE OXÍGENO



TURBIDEZ



PORCENTAJE DE IRRADIANCIA



CONCENTRACIÓN DE CLOROFILA-A

