Seguimiento y análisis del estado ecológico del Mar Menor (Informe junio 2025)

Coordinador: Dr. Angel Pérez-Ruzafa

Equipo redactor:

Dra. Concepción Marcos, Dr. Alfredo Fernández Alías, Gdo. Juan Marcos Lorente González, Gdo. Manuel Rosendo Conde Caño

Equipo de trabajo: Dr. Jhoni I. Quispe Becerra, Gdo. Antonio Sala Mirete, Gda. Olga Sánchez Fernández, Gda. Ana María Paco Vives, Gdo. Martín Vicente Ríos, Gdo. Patricio López Martínez de la Plaza

Grupo de investigación Ecología y ordenación de Ecosistemas Marinos Costeros. Departamento de Ecología e Hidrología

Universidad de Murcia

Contenido

1. Introducción y resumen ejecutivo 4
2. **Entradas de agua** 7
2.1. **Precipitaciones** 7
2.2. **Caudal en la desembocadura de la Rambla de El Albujón** 8
2.3. **Entradas de nitrato** 9
2.4. **Entradas de fosfato** 11
3. Evolución de los parámetros fisicoquímicos en la columna de agua del Mar Menor 14
3.1. Temperatura 14
3.2. Salinidad 18
3.3. Materiales en suspensión 23
4. Estado trófico y calidad del agua: concentración de nutrientes en la columna de agua 28
4.1. Nitratos 29
4.2. Nitritos 34
4.3. Amonio 39
4.4. Fosfatos 44
4.5. Silicatos 47
4.6. Relación de Redfield 50
4.7. Clorofila *a* 52
4.8. Oxígeno disuelto 58
4.9. Transparencia del agua (turbidez y profundidad de visibilidad del disco Secchi) 64
5. Estado de las poblaciones de escifozoos en el Mar Menor en 2025 68
5.1. Introducción 68
5.2. *Abundancia y distribución* 68
5.2.1. Aurelia solida 68
5.2.2. Rhizostoma pulmo 69
5.2.3. Cotylorhiza tuberculata 71
5.2.4. Phyllorhiza punctata 78
6. Bibliografía 80

1. Introducción y resumen ejecutivo

En este informe se recoge el estado ambiental y la evolución de los principales indicadores del estado trófico y ecológico del Mar Menor durante el primer medio año de 2025, puesto en el contexto de la evolución del ecosistema a lo largo de 2024. Dicho informe se enmarca en el proyecto de SEGUIMIENTO Y MONITORIZACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DEL MAR MENOR 2024/2025 y tiene como objetivo, al igual que los distintos informes parciales que se han ido realizando durante este periodo, aportar información, diagnósticos y recomendaciones como soporte a la toma de decisiones para la recuperación y mantenimiento de la integridad ecológica del Mar Menor. En última instancia, se trata de facilitar herramientas para preservar un ecosistema singular que, además, permitan compatibilizar el buen estado de la laguna y las distintas actividades humanas que se desarrollan en su entorno.

Como se ha recogido en numerosas ocasiones en informes previos, desde la recuperación progresiva de los mecanismos de autorregulación del Mar Menor en 2018, el ecosistema se ha seguido enfrentando, no obstante, a diversas presiones que no solo persisten, sino que en algunos casos se han intensificado. Estas presiones provienen, en gran medida, de un ascenso sostenido del nivel freático del acuífero, que se recarga con cada episodio de lluvia y facilita una entrada difusa de aguas cargadas de nutrientes (nitratos y, más recientemente, fósforo) desde la cuenca vertiente. Todo ello en un contexto de cambio climático que conlleva un aumento progresivo de la temperatura y eventos meteorológicos extremos. Cabe destacar la DANA de 2019 que ocasionó una entrada masiva de agua dulce que dio lugar a la estratificación de la columna de agua, o la alteración de la relación N/P de agosto de 2021, ambos ocasionando situaciones críticas en el equilibrio del sistema con eventos de hipoxia.

Desde 2022, el Mar Menor presenta un estado de equilibrio general, que debe considerarse inestable debido a la continuidad de las presiones externas. El comportamiento observado durante el otoño de 2024 y el primer semestre de 2025 se alinea con los años anteriores, reflejando cierta estabilidad ecológica. Sin embargo, esta estabilidad es frágil y vulnerable ante eventos climáticos más o menos extremos, como las lluvias ocurridas en este periodo a finales de 2024 y en marzo de 2025, y la posibilidad, siempre a tener en cuenta, de actuaciones antrópicas inadecuadas.

La resiliencia del ecosistema se manifiesta en la rápida recuperación de parámetros ecológicos tras episodios de perturbación, aunque esta capacidad no exime al sistema de riesgos futuros. La previsión de una climatología con eventos más extremos y frecuentes, con temperaturas cada vez más altas durante periodos más largos (este año entre 1 y 2ºC más elevadas que en las mismas fechas de 2024), junto a la falta de infraestructuras que permitan el control efectivo del agua subterránea y superficial, incrementan la probabilidad de nuevas crisis ecológicas.

Actualmente, el estado ecológico del Mar Menor está condicionado por las recargas del acuífero a través de las lluvias y el ascenso del nivel freático, junto con el aumento consiguiente de los aportes

derivados de escorrentías superficiales o subsuperficiales, que pueden mantener su inercia durante semanas o meses.

Hasta ahora no se han tomado medidas definitivas que permitan anticipar, reducir o evitar dichas entradas, desarrollando infraestructuras encaminadas a la utilización, gestión y tratamiento de las aguas subterráneas.

Las únicas medidas preventivas efectivas, que han demostrado su utilidad en los últimos tres años, han sido la retirada sistemática de biomasa en descomposición acumulada en las playas, la cual ha contribuido positivamente a reducir la carga orgánica y mejorar la calidad del agua durante el verano. Pero estas pueden ser insuficientes en un escenario de altas temperaturas en el que los organismos que habitan el Mar Menor y la materia orgánica acumulada en los sedimentos, principalmente asociada al funcionamiento de las praderas dominadas por el alga *Caulerpa prolifera*, demanden más oxígeno del que una masa de agua excesivamente caliente puede retener.

El hecho de que el nivel freático se haya mantenido algo más bajo en los últimos dos años, junto con la disminución de los aportes superficiales y subsuperficiales desde la cuenca vertiente, se ha traducido en un aumento progresivo de la salinidad y en niveles relativamente bajos de nutrientes, especialmente de nitratos, cuya concentración media pasó de 2.03 ± 0.35 µmol NO_3^-/L en 2023 a 0.41 ± 0.14 µmol NO_3^-/L en 2024. Sin embargo, la dependencia de las condiciones climatológicas se manifiesta en el fuerte pico de concentración de nitratos producido en la rambla del Albujón en noviembre de 2024, seguido de otro en enero de 2025 en el que se midieron 38.66 µmol NO_3^-/L, a los que siguieron las lluvias de marzo de este mismo año. Esto sitúa la concentración media del primer semestre de 2025 en 1.98 ± 0.72 µmol NO_3^-/L. Aunque la respuesta del ecosistema restituyó la concentración media de la primavera de 2025 a 0.43 ± 0.10 µmol NO_3^-/L, esta sigue siendo más elevada que la de 2024 en este mismo periodo (0.28 ± 0.13 µmol NO_3^-/L).

Otra consecuencia de las lluvias de otoño de 2024 y marzo de 2025 es que el fósforo podría tener un papel más protagonista que en periodos anteriores, con entradas altas en noviembre de 2024, también por la rambla del Albujón. Si en febrero de 2025, la concentración de P se mantenía baja, con 0.01 ± $2e^{-03}$ µmol PO_4^{3-}/L, siendo la concentración promedio de la laguna la más baja registrada en los últimos años, sin embargo, en las proximidades del Albujón ya se detectaron concentraciones de hasta 0.43 µmol PO_4^{3-}/L ese mismo mes. Con las lluvias de marzo de 2025, la concentración media de la laguna llegó a 0.25 ± 0.14 µmol PO_4^{3-}/L, siendo este valor medio el más elevado de los últimos 3 años, con concentraciones frente a la rambla de El Albujón de 3.22 µmol PO_4^{3-}/L.

La concentración de clorofila se ha mantenido relativamente baja, con registros en otoño de 2024 algo menores que en el mismo periodo de 2023, pero con valores más altos en el fondo que en superficie. Sin embargo, a diferencia de 2024, con las descargas de nitrato y fósforo de noviembre, 2025 comenzó con una tendencia ascendente en las aguas superficiales, situándose los valores medios de la laguna a principios de junio de 2025 en 1.02 µg/L, manteniéndose en las aguas del fondo en 0.82 µg/L.

Por el momento, la transparencia del agua en el otoño-invierno de 2024-2025 se ha mantenido por encima de los cuatro metros y medio de visibilidad, con condiciones semejantes a las del mismo periodo de 2022-2023 y 2023-2024, a pesar de la pérdida de transparencia en noviembre de 2024 y la fuerte entrada de materiales en suspensión con las lluvias de marzo de 2025.

La concentración de oxígeno durante otoño-invierno de 2024-2025 se ha mantenido alta (≈ 100%), por encima de 8 mg/l desde diciembre, algo mayor que en el mismo periodo de 2023-2024, pero inferior a la de 2022-2023. Como en los dos años anteriores, en ningún caso ha habido, hasta el momento, situaciones críticas.

Los ritmos de temperatura determinan las estrobilaciones de las distintas especies de medusas que habitan en el Mar Menor (véase el informe final de 2022 y el informe adicional sobre las mismas, Fernández-Alías & Pérez-Ruzafa, 2023), haciendo que la dinámica de las poblaciones haya sido algo distinta cada año. Ello se ha traducido en que la única especie que ha mostrado proliferaciones en 2024 haya sido *Cotylorhiza tuberculata* (Macri, 1778), que alcanzó niveles altos durante todo el verano, alargándose su temporada con densidades altas hasta finales de septiembre. En el otoño-invierno 2024/2025, como es habitual, las poblaciones de adultos son inexistentes o residuales y apenas se han detectado unas pocas decenas de éfiras de *Aurelia solida* Browne, 1905.

El estado del Mar Menor durante el año 2024 y el primer semestre de 2025, así como los efectos constatados de las lluvias de noviembre y marzo, confirman la importancia de mantener el nivel freático bajo y la retirada de los excesos de biomasa acumulados en las playas, especialmente mientras no se contengan las entradas de aguas cargadas en nutrientes. Más allá de una adecuada gestión del territorio, de las regulaciones de usos, con implantación de setos en las parcelas agrícolas, regulación del abonado, recuperación de zonas naturales y de la cobertura vegetal, etc., el disponer de infraestructuras y mecanismos de regulación del agua del acuífero superficial y de amortiguación de los impactos de las lluvias torrenciales es claramente la única posibilidad de mantener el estado ecológico del Mar Menor y la calidad de sus aguas sin depender de la climatología, y amortiguar los efectos del cambio climático.

2. Entradas de agua

2.1. Precipitaciones

La serie temporal de precipitaciones acumuladas entre enero de 2024 y junio de 2025 revela una marcada irregularidad en los eventos de lluvia, con largos periodos secos, interrumpidos por picos puntuales de alta intensidad. En 2024, se observa un comienzo de año relativamente seco en enero y febrero, seguido de algunos episodios de lluvias moderadas durante marzo y abril. A finales de abril y principios de mayo se produjo una serie de días con lluvias algo más intensas. En el mes de junio se produjeron diversos episodios de precipitaciones moderadas, registrándose 37.80 mm el día 12 de junio. Tras un verano principalmente seco, los registros aumentaron nuevamente a finales de octubre y principios de noviembre, con varios episodios de lluvias moderadas. En 2025, las mayores precipitaciones se presentaron durante la primera semana de marzo, en particular el día 1 en el que se registraron 69.08 mm, destacando este valor como el máximo del periodo (Fig. 2.1.1). A partir de entonces, las lluvias han sido más espaciadas y de menor intensidad hasta principios de junio.

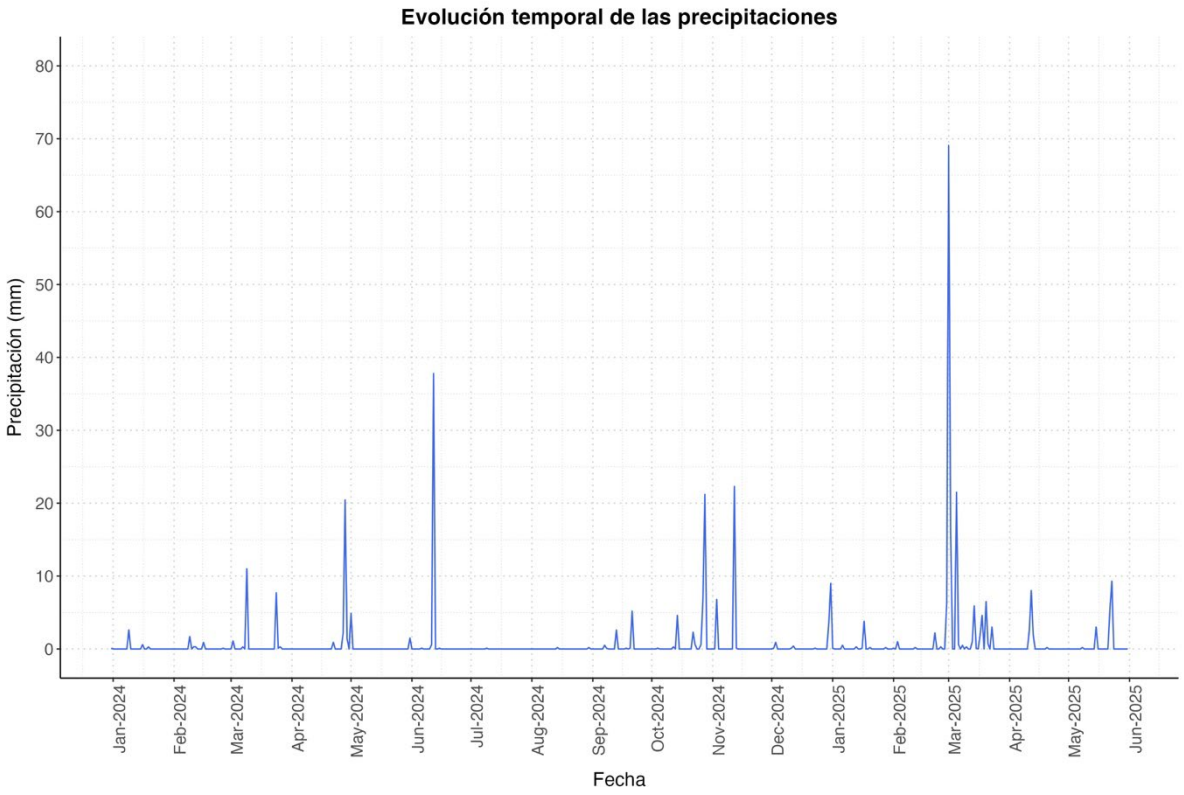


Figura 2.1.1. Precipitación acumulada diaria (mm) en la zona del Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025. Valores medidos por el pluviómetro de la Confederación Hidrográfica del Segura situado en la desembocadura de la Rambla de El Albujón.

2.2. Caudal en la desembocadura de la Rambla de El Albujón

La mayor parte del agua dulce que entra al Mar Menor procede del caudal de la Rambla de El Albujón (Fig. 2.2.1). La serie temporal del caudal diario registrado en la desembocadura muestra un patrón relativamente estable y constante durante la mayor parte de 2024 y el inicio de 2025, alterado por eventos puntuales de caudal muy elevado provocados por los episodios de lluvias torrenciales de los meses de marzo y abril de 2025 (Fig. 2.2.2).

Durante los primeros meses de 2024 y hasta mayo, el caudal se mantuvo en torno a los 10000–20000 m³ diarios (116-232 L/s), con pocas fluctuaciones. El 12 de junio de 2024 se registró un primer pico significativo, alcanzando los 98781 m³ diarios (1143 L/s), coincidiendo con las lluvias de esas fechas. Tras este evento, los valores volvieron a los niveles anteriores hasta octubre, donde tuvo lugar otro pico, aunque algo menor, que superó ligeramente los 50000 m³ diarios (579 L/s). Posteriormente, el caudal retorna a su nivel de base en los meses de otoño e invierno.

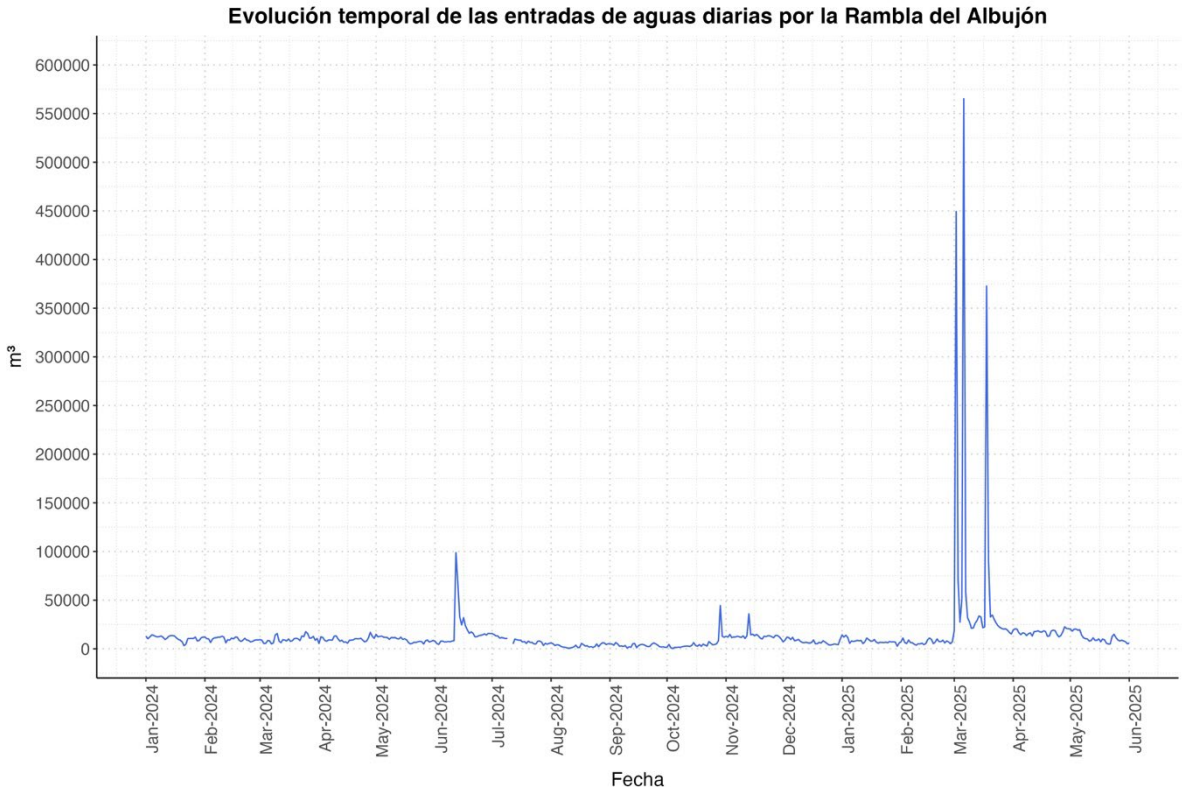


Figura 2.2.1. Entradas diarias de agua por la Rambla de El Albujón en m³ desde enero de 2024 hasta junio de 2025. Valores tomados de la web de la Confederación Hidrográfica del Segura.

Los máximos de la serie ocurrieron durante los primeros días de marzo de 2025, cuando se registraron los picos máximos absolutos, con entradas por encima de los 400000 m³ diarios (4629.63 L/s), superando ampliamente cualquier otro evento del periodo. Después de este evento, los

caudales disminuyeron progresivamente, aunque permanecen ligeramente elevados en comparación con 2024 y el principio de 2025.

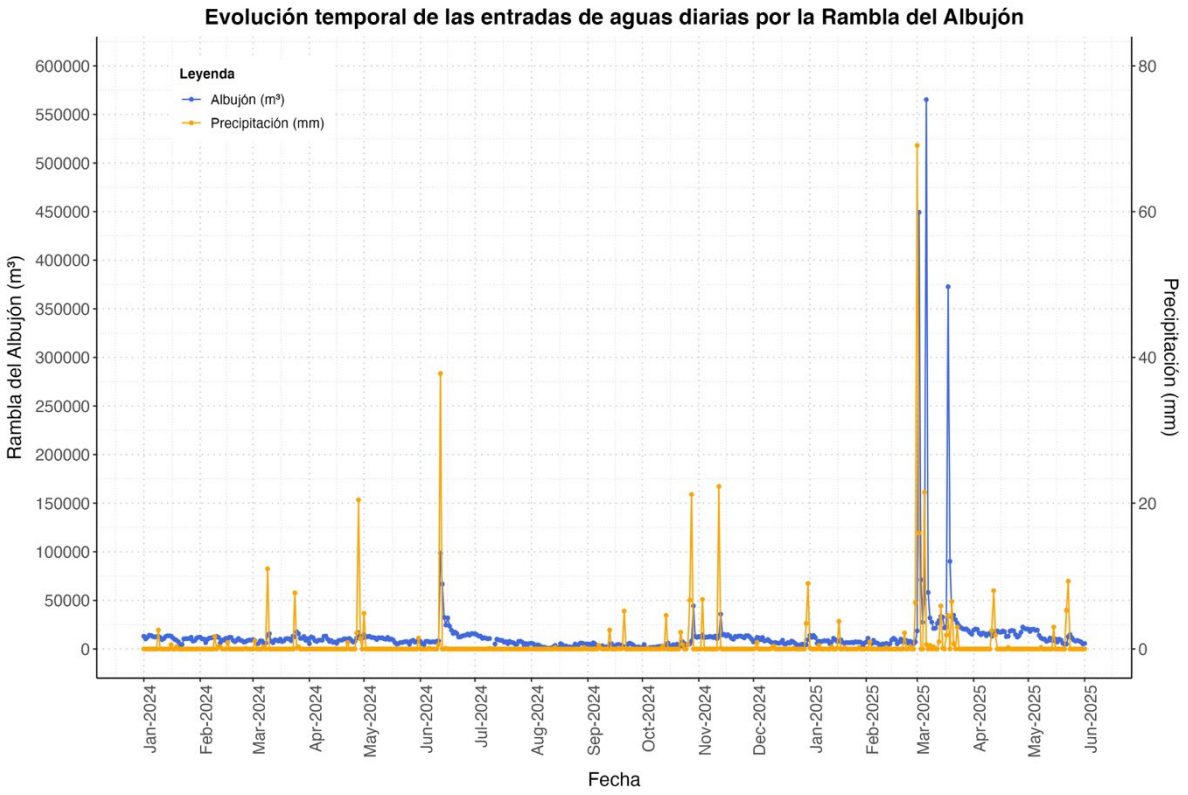


Figura 2.2.2. Entradas diarias de agua por la Rambla de El Albujón en m^3 comparado con las precipitaciones (mm) desde enero de 2024 hasta junio de 2025. Valores tomados de la web de la Confederación Hidrográfica del Segura.

2.3. Entradas de nitrato

Las entradas de nitratos muestran una alta variabilidad temporal, con valores que oscilan desde registros cercanos a cero hasta máximos por encima de los 5000 kg de NO_3^- en un solo día. En términos generales, se identifican picos bien definidos y periodos de actividad reducida que parecen responder a los patrones de las precipitaciones y los caudales de la rambla.

Entre enero y marzo de 2024, las entradas de nitratos fueron generalmente elevadas, superando los 2000 kg diarios, con un pico destacado de 3064 kg diarios el 5 de febrero. En abril y mayo se mantuvo una dinámica con fluctuaciones muy marcadas, alcanzándose el máximo anual a comienzos de junio con 3948 kg/día de NO_3^- (Fig. 2.3.1).

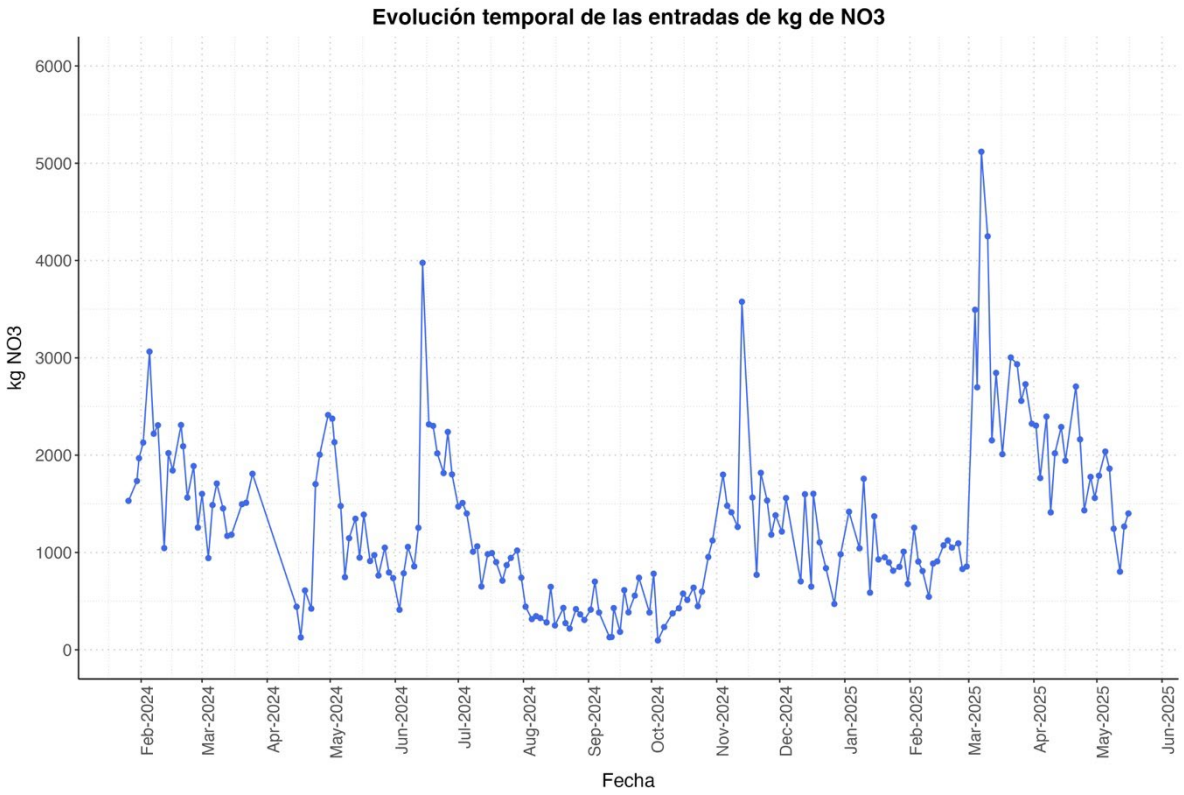


Figura 2.3.1. Entradas diarias de kg de NO_3^- en el Mar desde enero de 2024 hasta junio de 2025. Valores de la CARM.

Durante el verano de 2024, la serie muestra un periodo de baja actividad, con entradas inferiores a 1000 kg diarios. A finales de octubre, las entradas de nitratos vuelven a aumentar hasta alcanzar un máximo relativo el 13 de noviembre con 3786 kg diarios. A partir de entonces, las entradas de nitratos oscilan en torno a los 1000 kg diarios hasta finales de febrero de 2025. Durante los primeros días de marzo de 2025 se registraron los dos máximos de la serie, de 5118 y 4248 kg de nitrato diarios, debidos a las fuertes lluvias ocurridas en esos días (Fig. 2.3.1). Por último, los niveles se mantienen relativamente altos hasta finales de mayo, aunque con una tendencia descendente y mayor variabilidad.

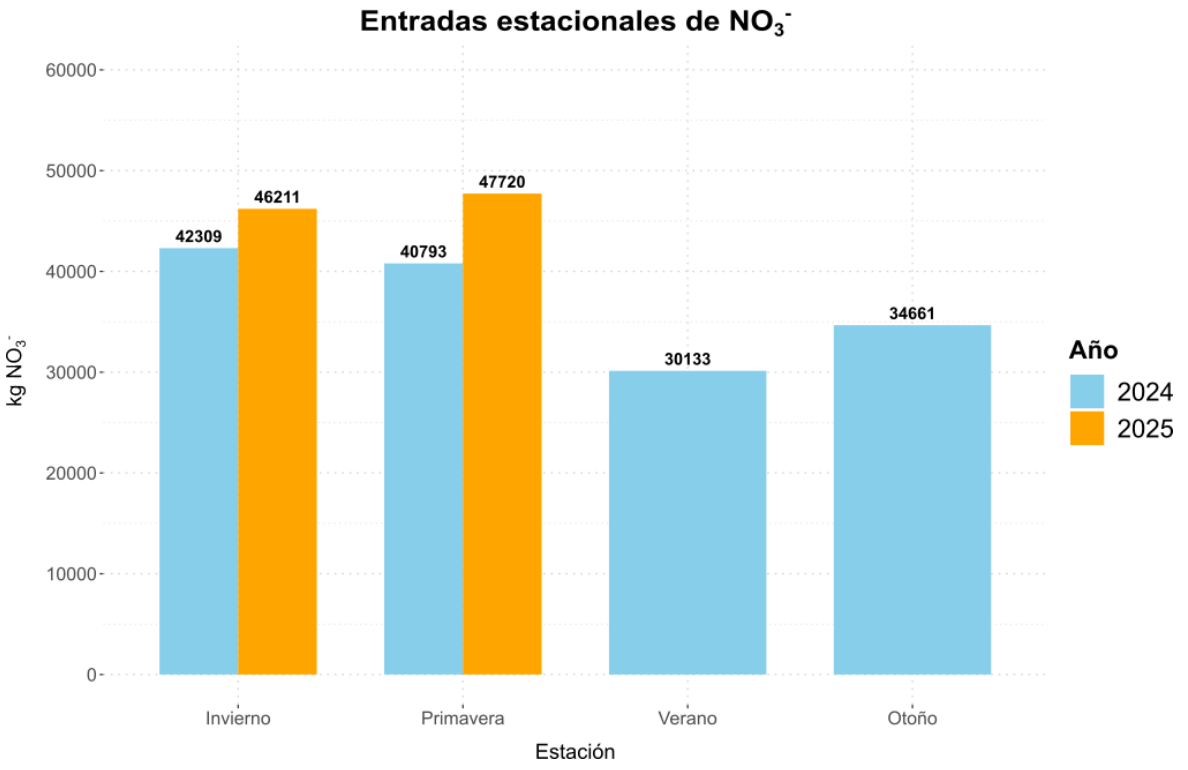


Figura 2.3.2. Entradas estacionales de NO_3^- totales (kg) en el Mar Menor en m^3 por estaciones durante 2024 y la primera mitad de 2025. Valores registrados por la CARM.

2.4. Entradas de fosfato

Las entradas diarias de fosfatos han mantenido también una dinámica oscilante, con valores diarios generalmente bajos, pero con eventos puntuales de picos altos. A lo largo del periodo 2024-2025, los valores han oscilado entre valores indetectables, próximos a 0 kg, y el máximo que casi alcanzó los 90 kg PO_4^{3-} en un solo día, registrado el 1 de marzo de 2025.

Durante la primera mitad de 2024, las entradas de fosfato se mantuvieron normalmente en niveles bajos, con valores inferiores a los 10 kg diarios. Sin embargo, también se registran algunos eventos destacados: uno a finales de abril (con un pico de 34 kg/día) y otro a mediados de junio (27 kg/día). En general, la primavera muestra una actividad más elevada que los meses posteriores.

En el verano y principios del otoño de 2024, los valores disminuyeron de forma significativa, manteniéndose por debajo de los 5 kg diarios durante la mayor parte del tiempo. Sin embargo, hacia finales de octubre y comienzos de noviembre se observó un nuevo repunte, con un máximo relativo de 24 kg/día registrado el 30 de octubre.

A partir de diciembre de 2024 y hasta febrero de 2025, la serie vuelve a mostrar niveles bajos, con algunas oscilaciones menores. Los picos más destacados se dieron a principios de marzo, cuando se produjo el máximo absoluto de la serie (89 kg/día), coincidiendo con el episodio de precipitaciones intensas de esas fechas (Fig. 2.1.1). En abril y mayo, los niveles se mantuvieron más altos que en el año anterior, oscilando entre los 5 y 20 kg diarios (Fig. 2.4.1).

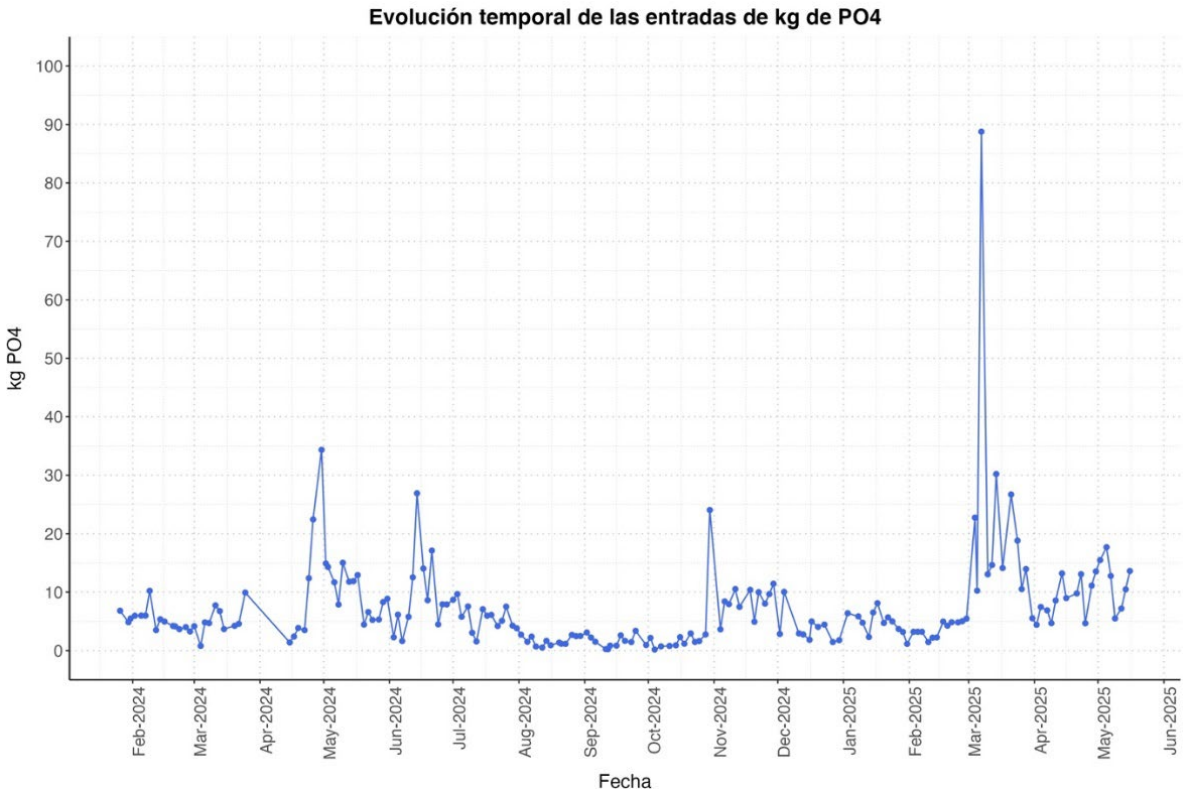


Figura 2.4.1. Entradas diarias de kg de PO_4^{3-} en el Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025. Valores de la CARM.

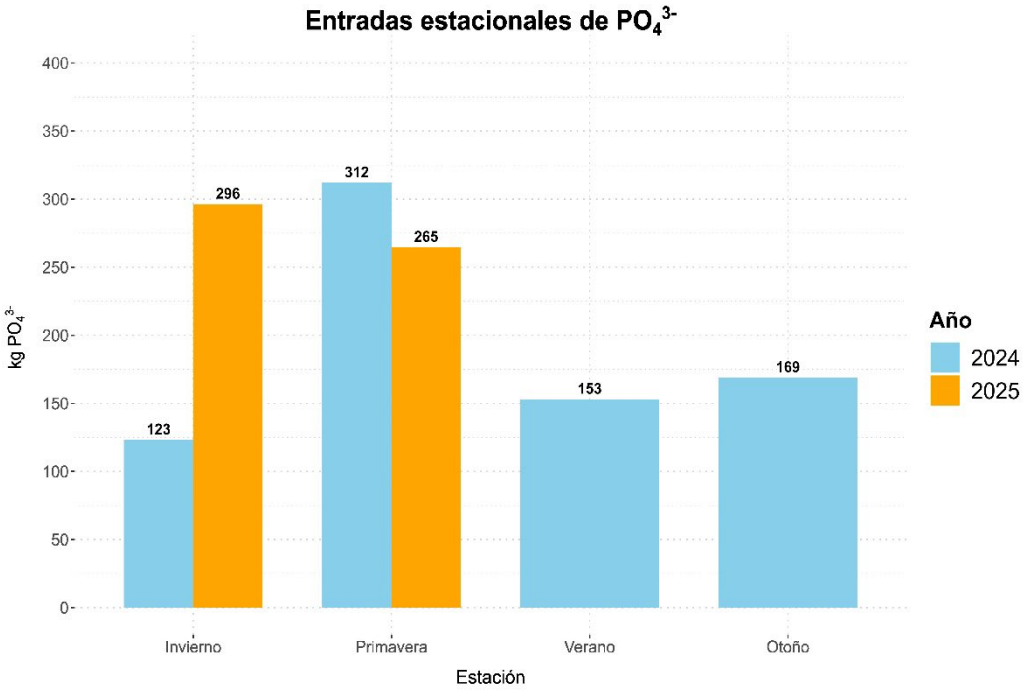


Figura 2.4.2. Entradas de PO_4^{3-} totales (kg) en el Mar Menor en las distintas estaciones del año durante 2024 y la primera mitad de 2025. Valores registrados por la CARM.

3. Evolución de los parámetros fisicoquímicos en la columna de agua del Mar Menor

Para poner en contexto las escalas espaciales del sistema de monitorización, en la figura 2.1 se muestra la localización de las estaciones de muestreo utilizada en los trabajos de seguimiento que se vienen desarrollando.

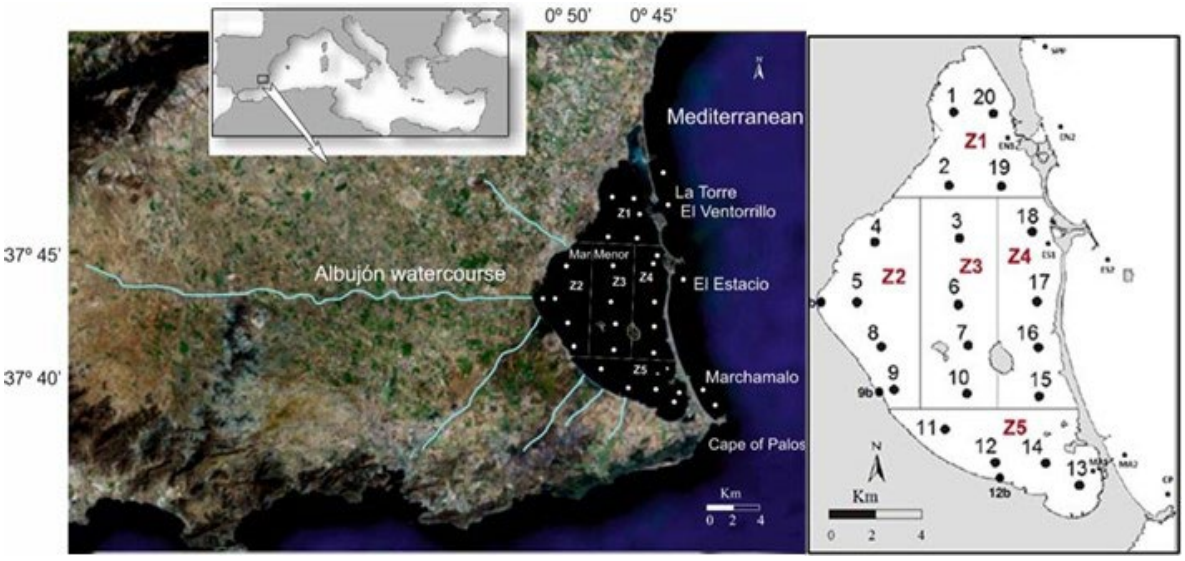


Figura 3.0. Ubicación del Mar Menor, su cuenca de drenaje y las principales ramblas que desembocan en la laguna. Los puntos representan la red de estaciones de muestreo utilizadas en la monitorización de la laguna, agrupadas en las cinco zonas funcionales representativas establecidas para los análisis.

3.1. Temperatura

La temperatura en la columna de agua del Mar Menor tiene correlación con la temperatura atmosférica y muestra uniformidad de superficie a fondo. Durante 2024, la temperatura superficial osciló entre un mínimo de 11.56 °C registrado el 10 de enero y un máximo de 32.06 °C registrado el 1 de agosto (Tabla 3.1.1). Así mismo, la temperatura en el fondo osciló entre 11.38 °C registrados el 10 de enero y un máximo de 31.80 °C registrados el 1 de agosto (Tabla 3.1.1). Los valores medidos se han mantenido uniformes dentro de los valores normales presentes en el Mar Menor en las diferentes estaciones del año, sin evidencias de estratificación en la columna de agua (Fig. 3.1.1).

Tabla 3.1.1. Estadísticos descriptivos de la temperatura del agua (°C) en la capa superficial y en el fondo del Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025. El valor s.e. de la media corresponde al error estándar.

Año	Capa	Estación	Media (s.e.)	Min.	Max.
2024	Superficie	Invierno	14.58 ± 0.15	11.56	20.08
		Primavera	22.58 ± 0.22	17.67	27.92
		Verano	28.87 ± 0.12	25.41	32.06
		Otoño	19.56 ± 0.29	12.76	24.85
	Fondo	Invierno	14.46 ± 0.16	11.38	20.22
		Primavera	22.52 ± 0.23	17.77	27.93
		Verano	28.79 ± 0.11	25.45	31.80
		Otoño	19.52 ± 0.29	12.71	24.82
2025	Superficie	Invierno	13.95 ± 0.14	10.27	16.72
		Primavera	21.57 ± 0.27	17.22	28.06
	Fondo	Invierno	13.87 ± 0.13	11.20	16.60
		Primavera	21.54 ± 0.28	17.22	28.08

En enero de 2025, la temperatura media del Mar Menor continuó con la tendencia descendente del invierno, hasta alcanzar los 11.53 °C de media en la superficie y 11.60 °C de media en el fondo a mediados de enero. En este contexto, la temperatura media durante el invierno de 2025 ha sido 0.5 °C menor que la del invierno de 2024 (Tabla 3.1.1). A lo largo de la primavera, la temperatura del agua ha aumentado progresivamente hasta principios de junio, exceptuando la segunda quincena de febrero y principios de marzo cuando se mantuvo constante en torno a los 15°C (Fig. 3.1.1). De cara a los riesgos de eventos de crisis es importante hacer notar que, en comparación con 2023 y 2024, los valores de temperatura registrados en la primera semana de junio de 2025 son los más elevados, con una diferencia de más de 1.2 °C por encima de la media con respecto a los dos años anteriores (Fig. 3.1.2).

Localmente, en 2024, las máximas temperaturas del agua en la capa superficial y en el fondo durante el periodo de estudio se registraron en la estación E20 el 1 de agosto de 2024 con valores de 32.06 °C y 31.79 °C, respectivamente.

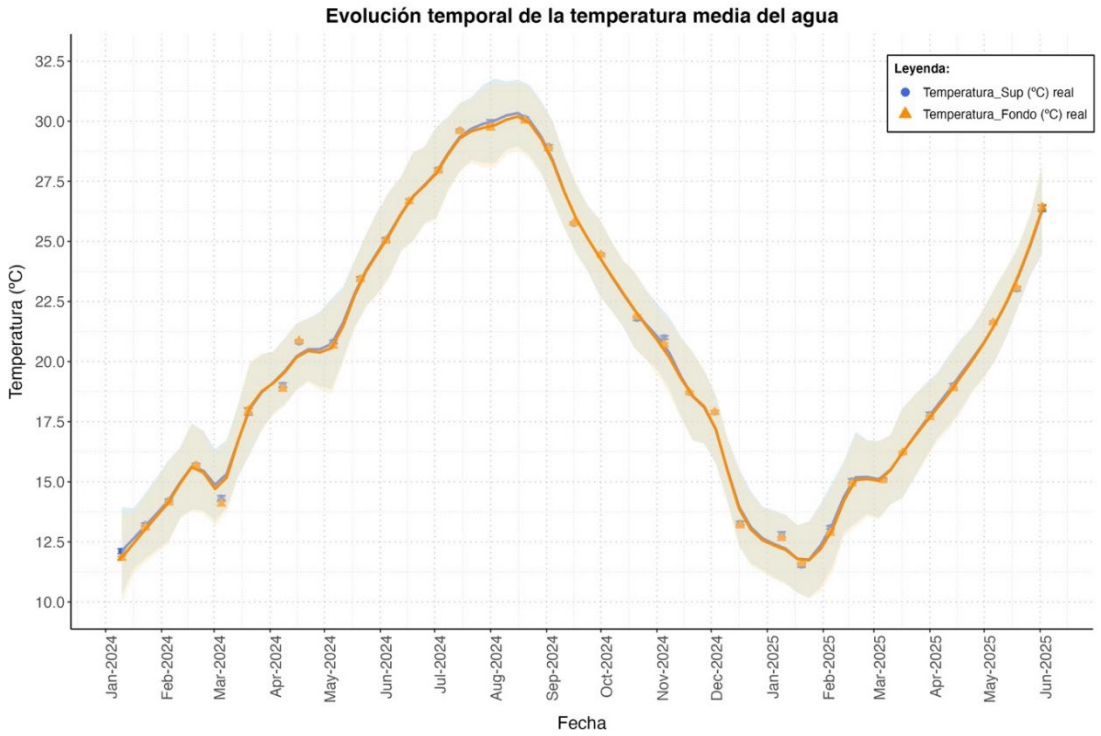


Figura 3.1.1. Temperatura media en la superficie y el fondo de la columna de agua del Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025. Las líneas muestran el ajuste mediante el método loess (abreviación de 'local regression'), las barras el error estándar de los datos y el sombreado indica los intervalos (95%) de confianza.

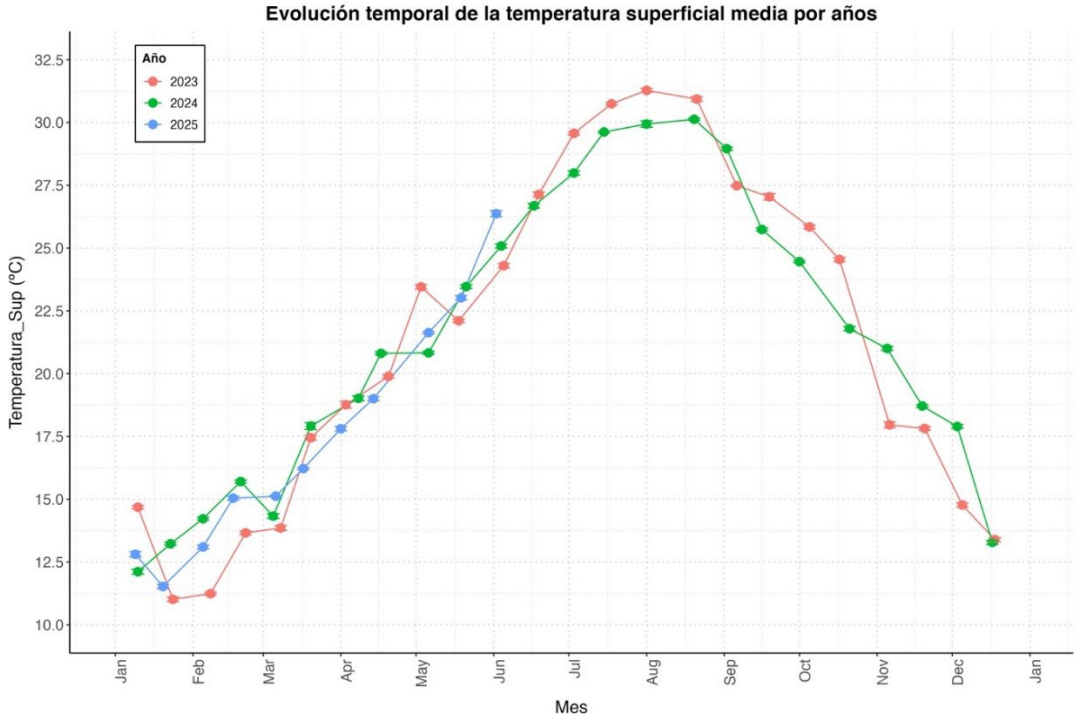


Figura 3.1.2. Dinámica de la temperatura media superficial del agua del Mar Menor en los tres últimos años (enero 2023-junio 2025.

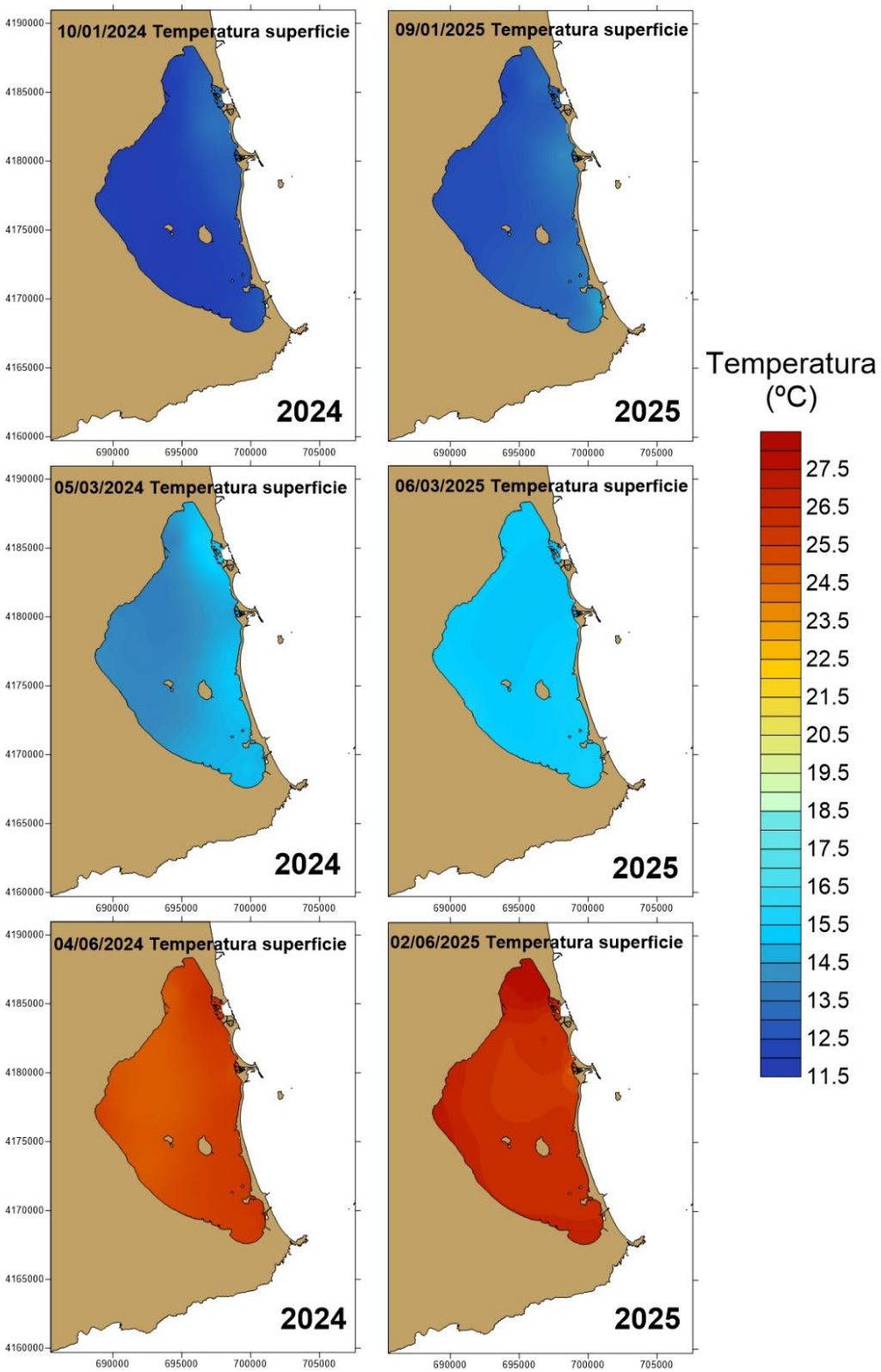


Figura 3.1.3. Evolución de la distribución espacial de la temperatura superficial de la columna de agua desde enero de 2024 hasta principio de junio de 2025.

3.2. Salinidad

Durante los primeros meses de 2024, la salinidad media se mantuvo estable, en torno a los 44.40 en la capa superficial y a los 44.75 en la capa profunda, evidenciando una tendencia preocupante hacia la estratificación de la columna de agua que se disipó durante los meses posteriores (Fig. 3.2.1). A partir de mediados de mayo de 2024, la salinidad media volvió a recuperar una tendencia ascendente hasta principios de octubre 2024, cuando se registraron 47.15 de media en la capa superficial y 47.39 en la capa profunda. En este contexto, la salinidad media del Mar Menor es la mayor registrada en los últimos años (Fig. 3.2.2).

Desde entonces, la salinidad media ha descendido de nuevo progresivamente hasta principios de marzo de 2025, cuando se registraron 42.22 de media en la capa superficial y 42.86 de media en la capa profunda debido a los episodios de lluvias torrenciales ocurridos los días previos. Durante la primera mitad de la primavera de 2025, la salinidad media se mantuvo estable en torno a 42.75, hasta que a principios de mayo comenzó a ascender progresivamente hasta los valores medios registrados en la campaña de muestreo del 2 de junio, de 43.42 en la capa superficial y 43.57 en la capa profunda, casi dos puntos por debajo de las de 2024 (Fig. 3.2.2).

Tabla 3.2.1. Estadísticas descriptivas de los valores de salinidad de la columna de agua en las capas superficial y de fondo del Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025. El valor s.e. de la media corresponde al error estándar.

Año	Capa	Estación	Media (s.e.)	Min.	Max.
2024	Superficie	Invierno	44.33 ± 0.08	39.69	45.41
		Primavera	44.99 ± 0.07	42.37	46.45
		Verano	46.41 ± 0.09	39.39	47.92
		Otoño	45.94 ± 0.13	35.64	47.98
	Fondo	Invierno	44.78 ± 0.05	40.58	45.52
		Primavera	45.14 ± 0.06	42.40	46.45
		Verano	46.65 ± 0.06	44.39	47.98
		Otoño	46.36 ± 0.08	42.42	47.94
2025	Superficie	Invierno	43.60 ± 0.11	34.95	45.41
		Primavera	42.94 ± 0.07	38.40	44.44
	Fondo	Invierno	43.92 ± 0.08	41.10	45.44
		Primavera	43.08 ± 0.05	39.19	44.45

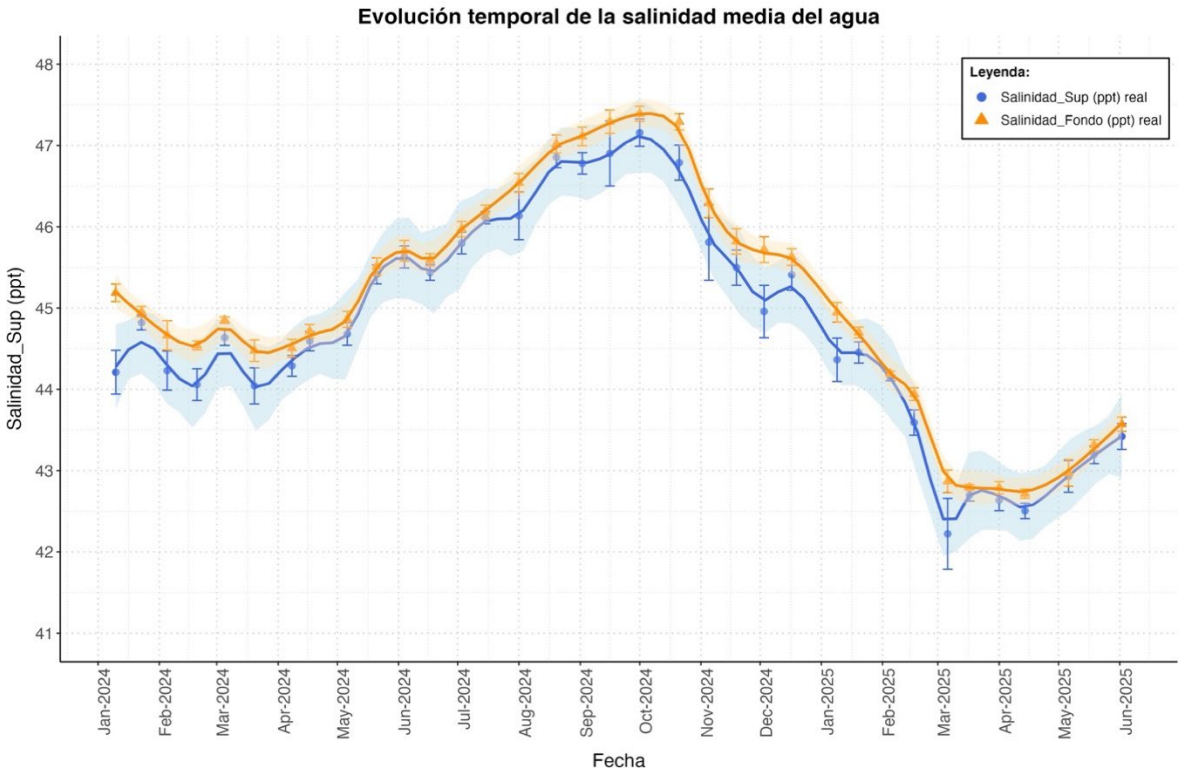


Figura 3.2.1. Dinámica temporal de la salinidad media en la superficie y fondo de la columna de agua del Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025. Las líneas muestran el ajuste mediante el método loess (abreviación de 'local regression'), las barras el error estándar de los datos y el sombreado indica los intervalos (95%) de confianza.

La salinidad muestra una gran heterogeneidad espacial, dependiendo de las zonas de entrada de agua dulce o salobre o de los intercambios con el Mediterráneo. Las mayores fluctuaciones regulares de salinidad se observan en la capa superficial en las estaciones MA1, ES1 y EN1, en el interior del Mar Menor frente a las golas, aunque también se producen fluctuaciones en otras localidades como las observadas el 16 de septiembre y el 5 de noviembre en la capa superficial en la estación E18, cuando se llegaron a alcanzar los 39.75 y 35.64, respectivamente (Figs. 3.2.3 y 3.2.4).

Algunos descensos son recurrentes en determinados puntos ribereños como la estación E01 (frente a Santiago de la Ribera), donde se han detectado descargas de aguas salobres en las campañas de muestreo de los días 1 de agosto de 2024 y 6 de mayo de 2025. En el primer caso, la salinidad descendió hasta los 39.39 en la capa superficial, mientras que en el segundo caso el descenso se dio tanto en la superficie como en la capa profunda, alcanzando los 38.39 y los 39.19 de salinidad respectivamente (Figs. 3.2.3 y 3.2.4). Estos descensos de salinidad indican la ocurrencia de desagües directos semejantes a los detectados en anteriores informes en esta misma localidad (Pérez- Ruzafa, 2023, 2024).

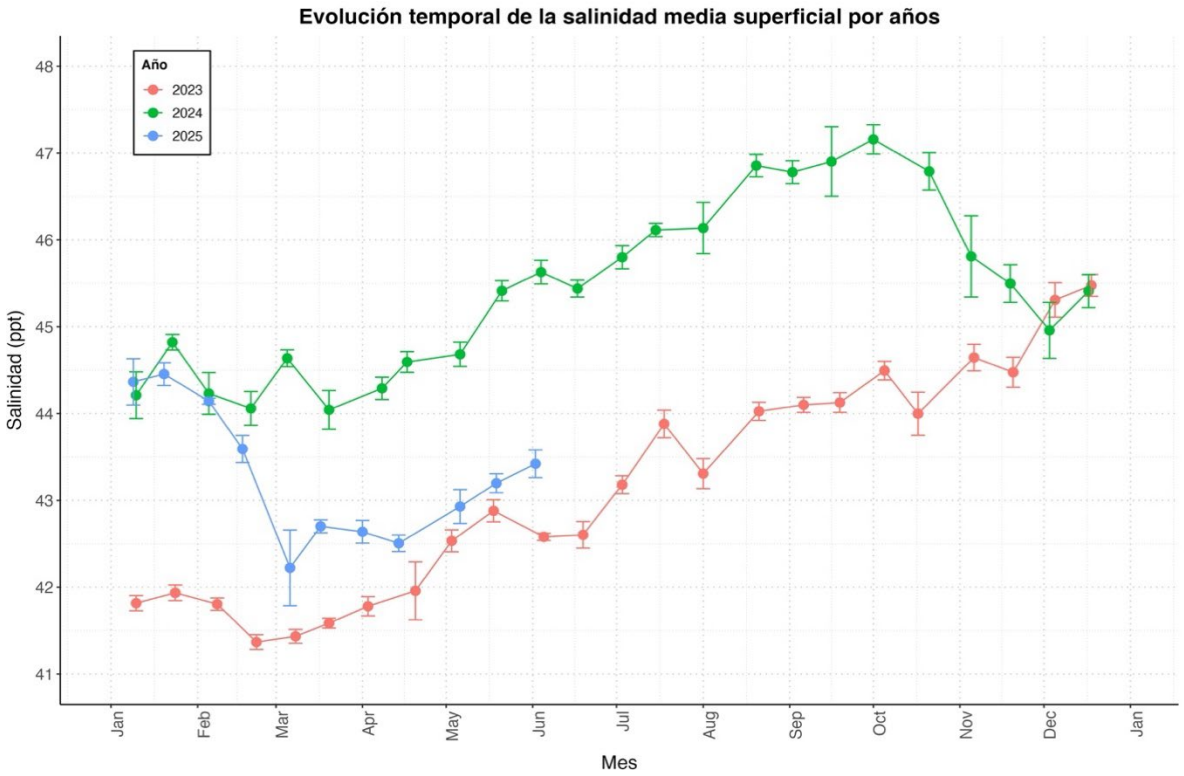


Figura 3.2.2. Salinidad media superficial del agua del Mar Menor en los últimos tres años (enero 2023-junio 2025).

En las estaciones más próximas a la costa interior, en particular a la desembocadura de la Rambla del Albujón, destacan los descensos de salinidad observados en la campaña de muestreo del 6 de marzo de 2025 provocados por las lluvias torrenciales ocurridas en los días anteriores. Estos descensos son más notables en la capa superficial, donde se alcanzaron los 34.95 en la estación E5b (frente a la desembocadura de la Rambla del Albujón) y los 36.86 en la estación E9b (Figs. 3.2.3, 3.2.4 y 3.2.5). Por último, cabe resaltar también el descenso de la salinidad observado en la estación E09, frente a Los Urrutias, el 20 de marzo, llegando hasta los 40.52 en la superficie y 42.57 en el fondo.

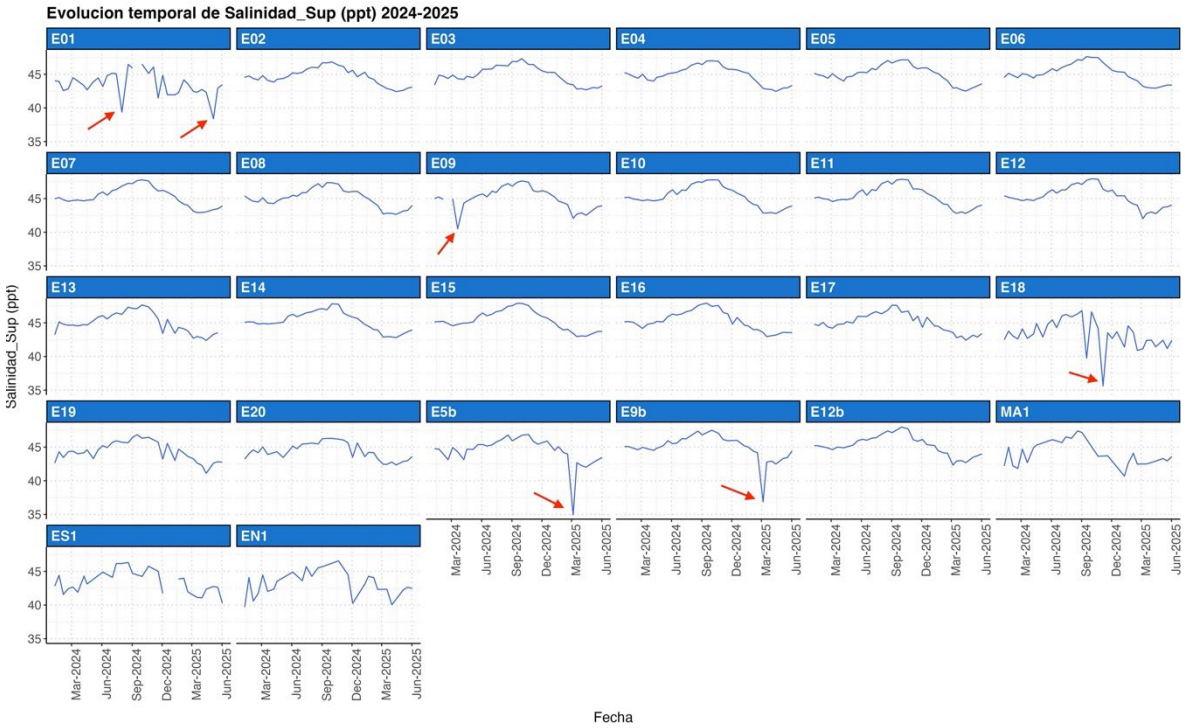


Figura 3.2.3. Evolución de la salinidad en la capa superficial en las distintas localidades de muestreo del Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025. Las flechas rojas señalan los descensos de salinidad más relevantes.

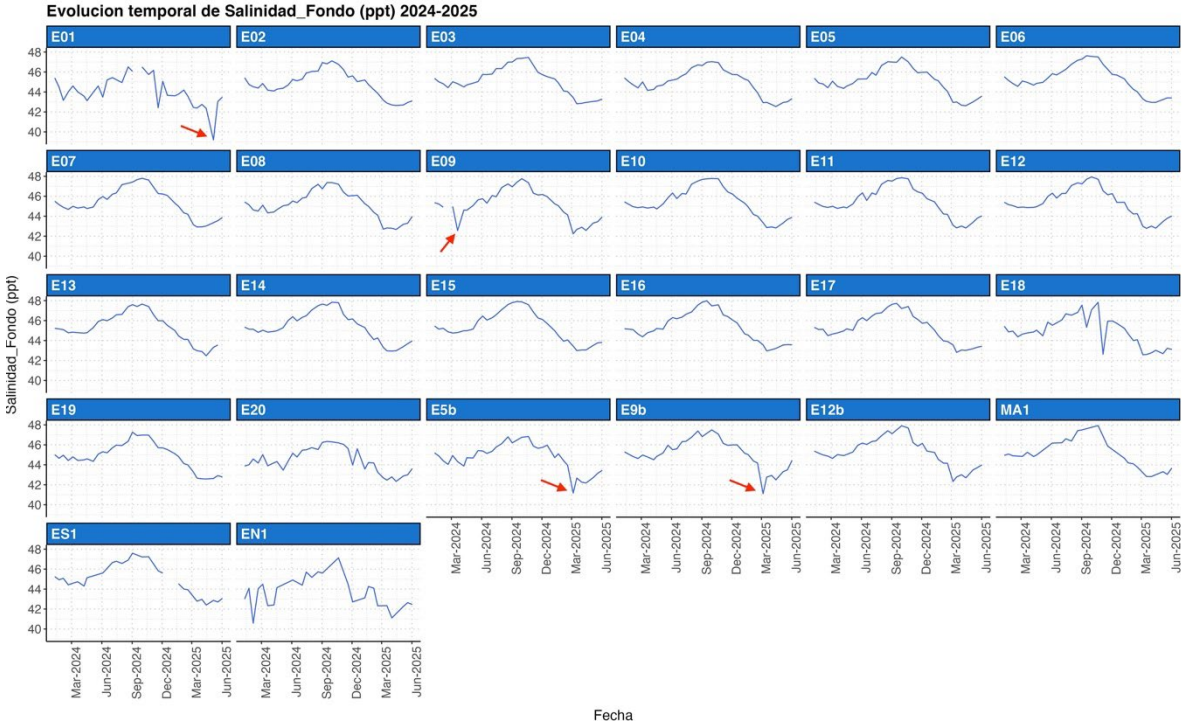


Figura 3.2.4. Evolución de la salinidad en el fondo de la columna de agua en las distintas localidades de muestreo del Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025. Las flechas rojas señalan los descensos de salinidad más relevantes.

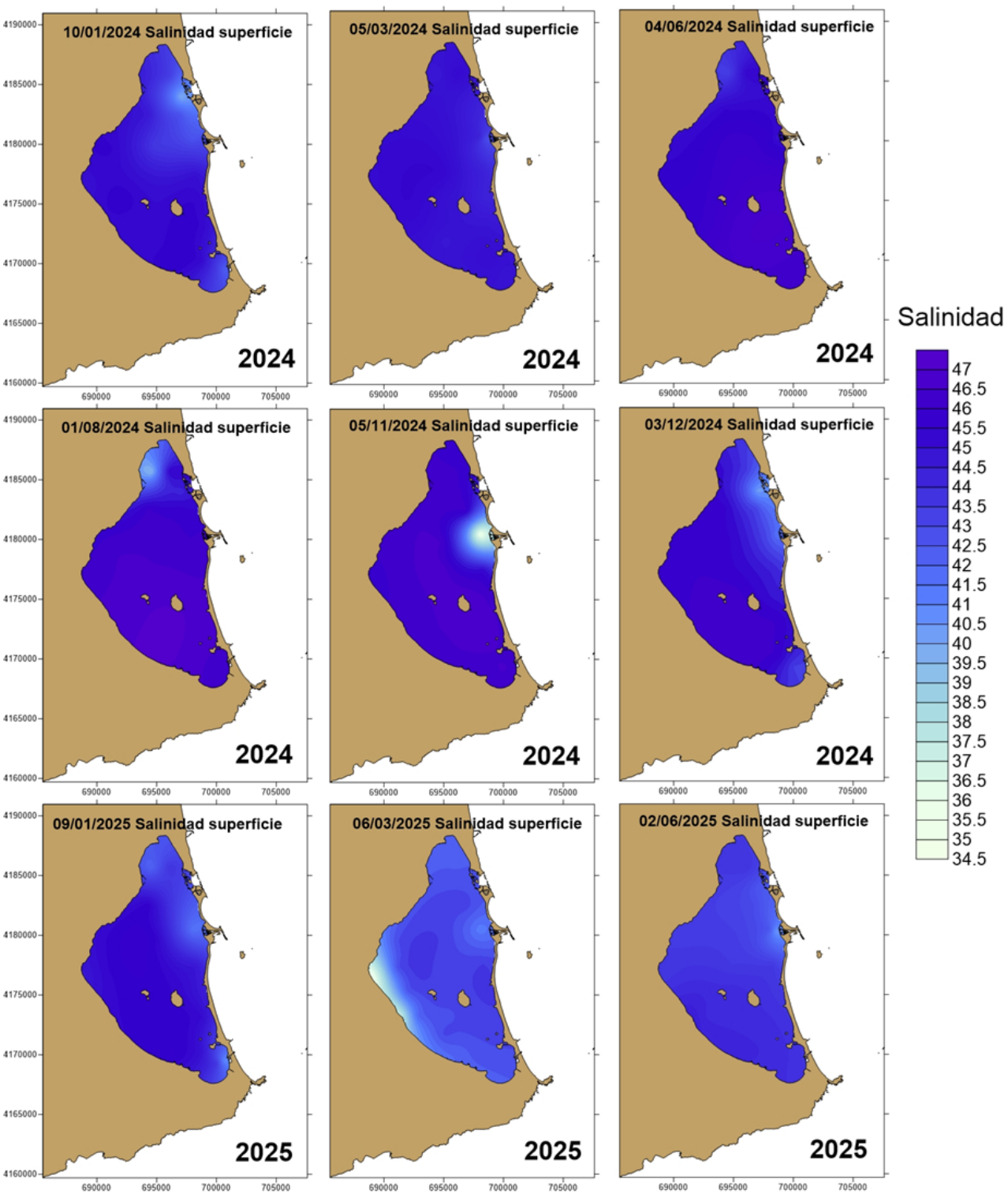


Figura 3.2.5. Evolución de la distribución espacial de salinidad desde enero de 2024 hasta principio de junio de 2025.

3.3. Materiales en suspensión

La concentración de materiales en suspensión en la columna de agua suele mostrar una distribución espaciotemporal muy heterogénea y los valores a escala local suelen ser muy dependientes de los aportes por lluvias torrenciales y del efecto de los temporales y oleaje sobre los sedimentos del fondo, es decir, de la exposición a los vientos y la profundidad.

2024 se inició con una tendencia ascendente en la concentración de materiales en suspensión que alcanzó su máximo el 5 de marzo, con las primeras lluvias significativas del año, cuando se registró un valor medio de 0.0161 ± $2e^{-03}$ g/L en la columna de agua. Desde entonces, la concentración media de materiales en suspensión ha presentado oscilaciones en torno a una media de 0.0126 g/L hasta finales de septiembre de 2024 (Tabla 3.3.1). Durante octubre se registró un descenso de la concentración media hacia valores ligeramente superiores a 0.008 g/L. A partir de esta fecha, la concentración media de materiales en suspensión ha presentado oscilaciones en torno a un valor de 0.0089 g/L hasta principios de junio de 2025, exceptuando el valor medio registrado en la campaña del 6 de marzo de 0.016 g/L. Este pico se debió principalmente a la entrada de agua por la Rambla de El Albujón producida por las lluvias torrenciales de los días previos (Fig. 3.3.1; 3.3.4).

En este contexto, la concentración media de materiales en suspensión registrada durante el verano de 2024 ha sido 0.0046 g/L, más alta que la de los veranos de 2022 y 2023 (Tabla 3.3.2 y Fig. 3.3.2), pero esta diferencia es lo suficientemente baja como para no suponer una alteración significativa en la transparencia de la columna de agua.

Tabla 3.3.1. Estadísticas descriptivas de la concentración de materiales (g/L) en suspensión del Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025. El valor s.e. de la media corresponde al error estándar.

Año	Estación	Media (s.e.)	Min.	Max.
2024	Invierno	0.0111 ± $5e^{-04}$	0.002	0.045
	Primavera	0.0128 ± $4e^{-04}$	0.001	0.034
	Verano	0.0124 ± $3e^{-04}$	0.004	0.020
	Otoño	0.0091 ± $3e^{-04}$	0.001	0.026
2025	Invierno	0.0102 ± $13e^{-04}$	0.001	0.194
	Primavera	0.0090 ± $3e^{-04}$	0.001	0.018

Tabla 3.3.2. Concentración media y error estándar de materiales en suspensión en verano de los últimos 3 años.

	Verano 2022	Verano 2023	Verano 2024
Materiales en suspensión (g/L)	0.0077 ± $3e^{-04}$	0.0078 ± $3e^{-04}$	0.0124 ± $3e^{-04}$

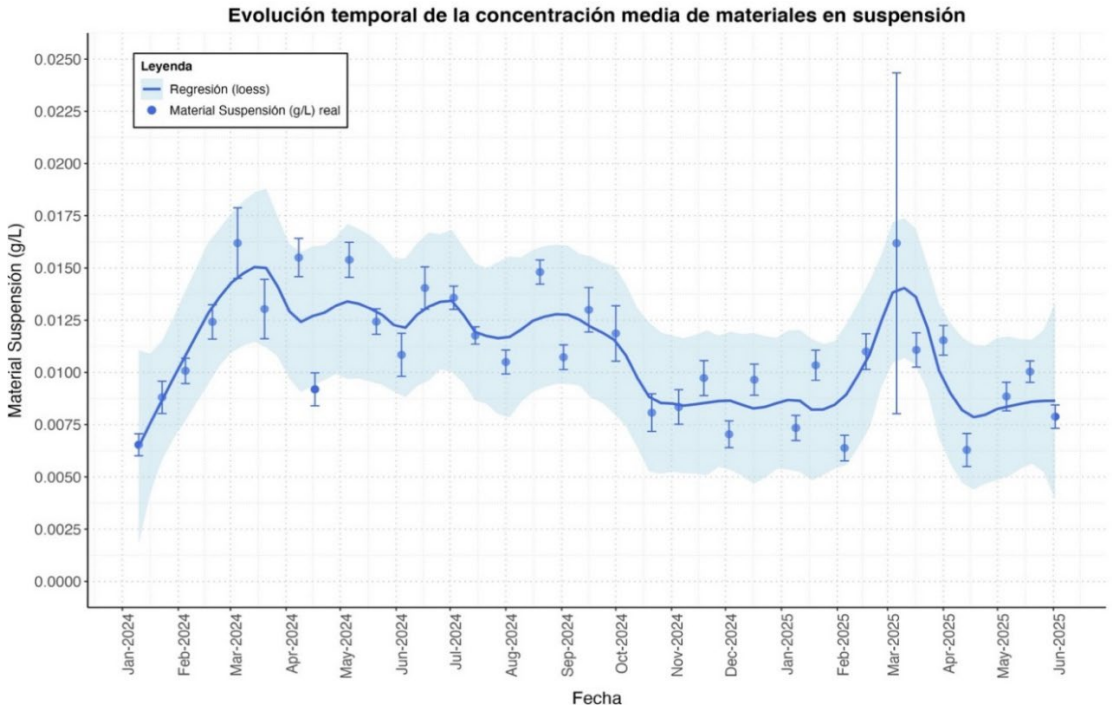


Figura 3.3.1. Evolución de la concentración de materiales en suspensión (g/L) en la columna de agua del Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025. Las líneas muestran el ajuste mediante el método loess (abreviación de 'local regression'), las barras el error estándar de los datos y el sombreado indica los intervalos (95%) de confianza.

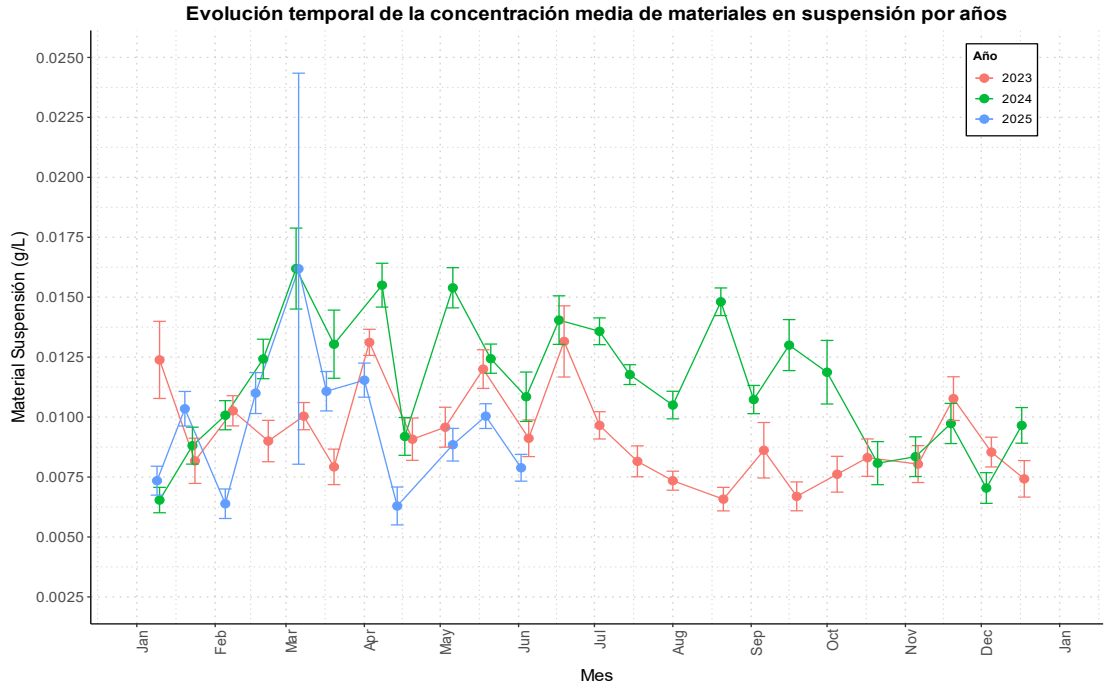


Figura 3.3.2. Concentración media de materiales en suspensión del agua del Mar Menor en los tres últimos años (enero 2023-junio 2025).

A escala local, durante la primera mitad de 2024, destacó el máximo de concentración registrado en la estación E14, en el centro de la cubeta sur, que alcanzó 0.04 g/L (Fig. 3.3.5). Además, se registraron concentraciones de materiales en suspensión mayores a 0.03 g/L en distintas fechas en las estaciones E01, E5b, E12b y E15, frente a La Ribera, las ramblas de El Albujón y la Carrasquilla y al sur de la isla del Barón junto a la Manga, respectivamente. Durante la segunda mitad de 2024 y principios de 2025, la concentración media de materiales en suspensión se ha mantenido entre 0.01 y 0.02 g/L en todas las localidades, exceptuando el pico de 0.194 g/L registrado el 6 de marzo de 2025 en la estación E05b, frente a la rambla de El Albujón, debido a las fuertes lluvias ocurridas días antes en la zona. Este valor es el mayor registrado en los últimos 3 años en la laguna (Figs. 3.3.3, 3.3.4 y 3.3.5).

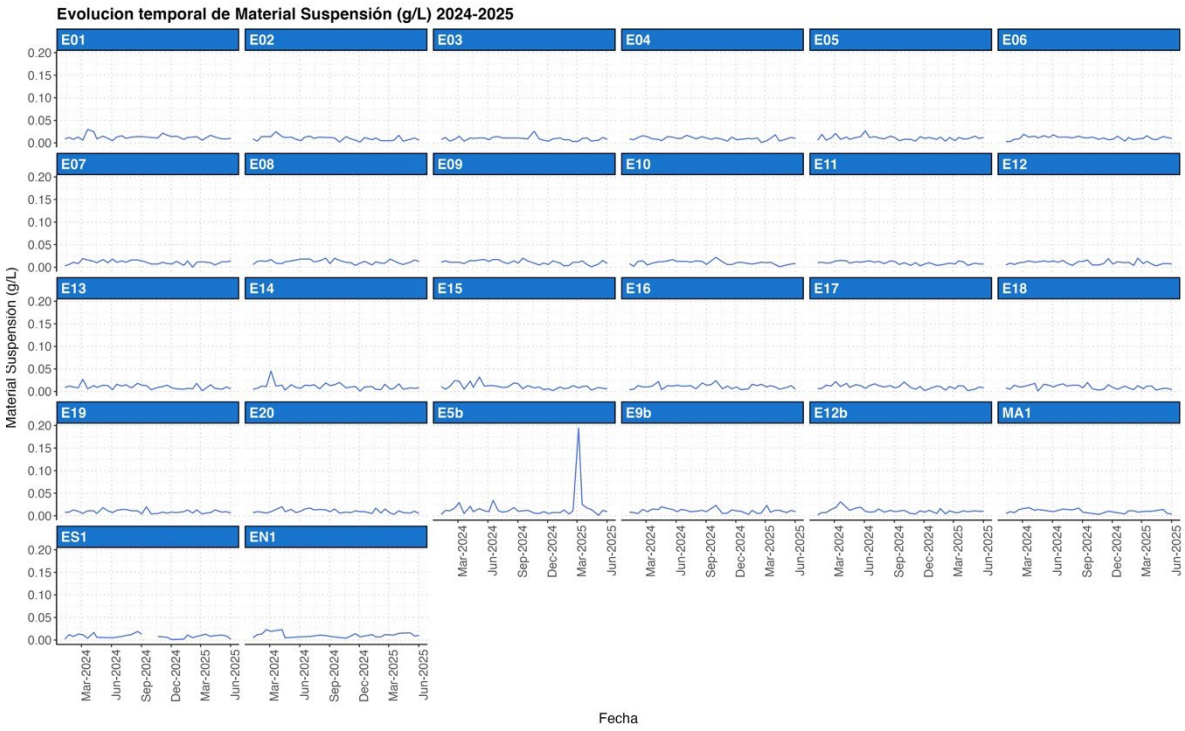


Figura 3.3.3. Evolución de la concentración de materiales en suspensión de los distintos puntos de muestreo del Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025.



Figura 3.3.4. Imágenes tomadas el día 6 de marzo de 2025. En la imagen superior se puede observar la desembocadura de la rambla de El Albujón. La imagen inferior izquierda corresponde a las muestras de agua tomadas en las estaciones E05b, E09b y E12b. A su derecha se pueden observar los filtros con el material separado después de filtrar las muestras de agua tomadas.

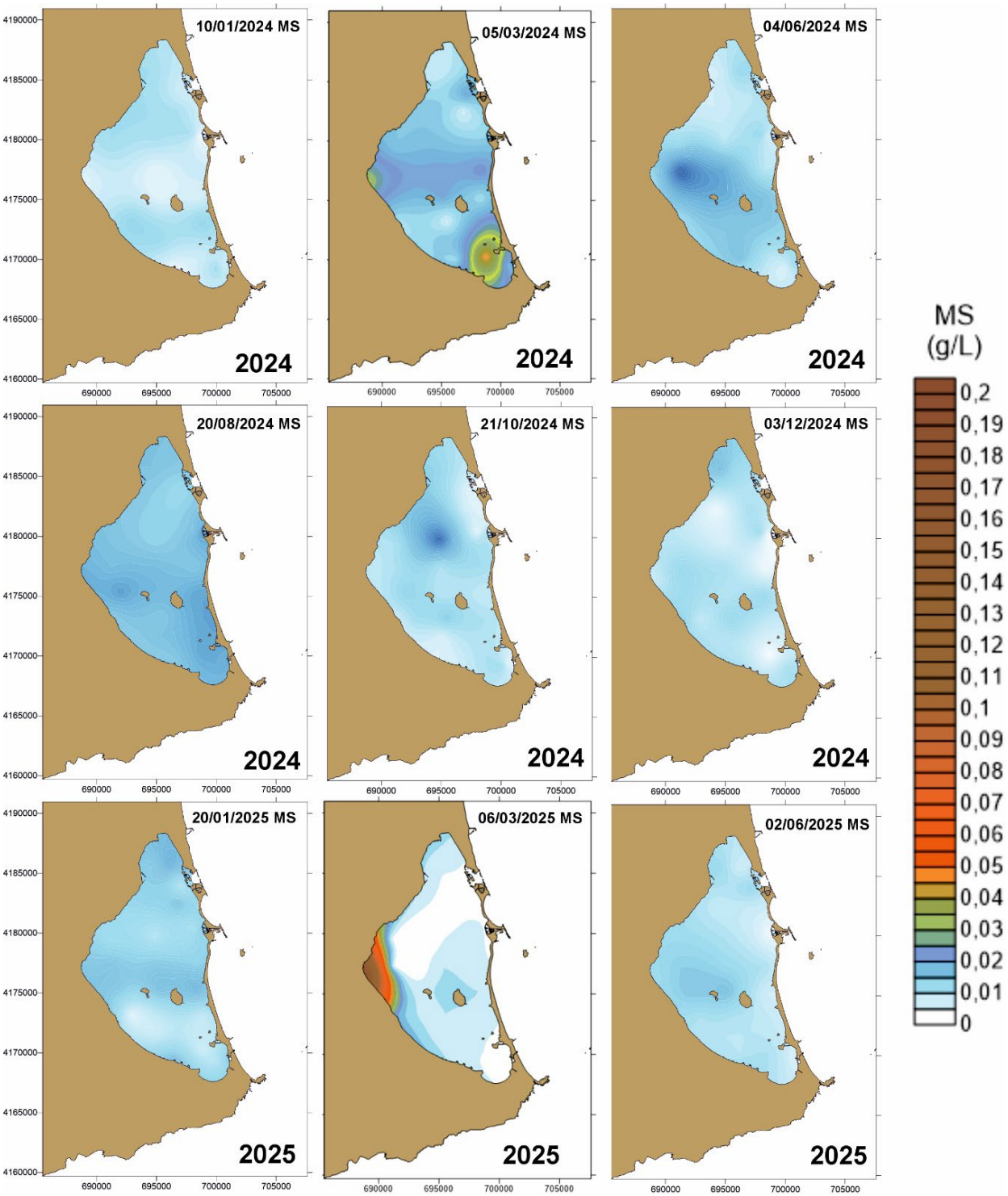


Figura 3.3.5. Evolución de la distribución espacial de los materiales en suspensión (g/L) desde enero de 2024 hasta principio de junio de 2025.

4. Estado trófico y calidad del agua: concentración de nutrientes en la columna de agua

La dependencia de los productores primarios, tanto planctónicos como bentónicos, de compuestos que contienen nitrógeno (N) -como nitrato (NO_3^-), amonio (NH_4^+) o nitrito (NO_2^-)-, silicato (SiO_4^{4-}) y fosfato (PO_4^{3-}), hace de estos nutrientes elementos clave de todo sistema de monitorización del estado trófico de los ecosistemas acuáticos (Steele *et al*., 2011).

El origen y la dinámica de entrada de cada tipo de nutriente puede ser diverso y viene determinado por la estacionalidad de las distintas actividades humanas que los originan y el régimen hidrológico y climático del sistema, que favorecen y vehiculizan su descarga a la laguna. Durante los casi 40 años que lleva activo el proceso de eutrofización en el Mar Menor (Pérez-Ruzafa & Aragón, 2002; Pérez-Ruzafa *et al*., 2002, 2019a), la principal fuente de N ha sido las aguas de origen agrícola a través de vertidos de salmueras derivadas de la desalobración de las aguas subterráneas, muy concentradas en nitratos. Sin embargo, como se ha venido alertando en los informes de los últimos años, desde las restricciones a la extracción de aguas subterráneas, el desmantelamiento del salmueroducto y las prohibiciones al vertido de salmueras a los cauces, el nivel del freático en la cuenca lagunar ha ascendido rápidamente y, desde finales de 2018, las descargas de agua dulce y nutrientes son más difusas y contienen también cada vez mayores concentraciones de fósforo (P), que suele ir vinculado a las aguas residuales de origen urbano.

Dichas descargas están moduladas por la intensidad de las lluvias y las condiciones previas del nivel freático que condiciona la capacidad de retención del suelo y determina el mayor o menor retardo entre los eventos de precipitación y la llegada de los nutrientes al Mar Menor. Por su parte, las concentraciones detectadas en la columna de agua estarán determinadas, además, por la actividad biológica implicada tanto en la demanda y consumo como en la excreción y liberación de los nutrientes, tanto en la columna de agua como desde el sedimento. Dicha dinámica tiene un patrón estacional, con una influencia importante de la temperatura y del fotoperiodo, especialmente en los periodos de primavera y verano, en los que los días son más largos y los procesos biológicos están más activos. En el caso del fósforo se superpone un patrón estacional determinado por los periodos vacacionales y de mayor actividad urbana y que tienden a coincidir con dichos periodos.

Todo ello explica que algunos picos de lluvia no produzcan los mismos efectos que otros. En 2021, donde la primera entrada de nutrientes ocurrió durante los meses de abril y mayo en la zona de influencia de la rambla de El Albujón, esta descarga no desencadenó una proliferación masiva de fitoplancton, presumiblemente debido al control de arriba-abajo (*top-down*) ejercido por los eslabones superiores de la red trófica, fundamentalmente por la medusa *Aurelia solida*, jugando estos organismos un papel importante en el mantenimiento de la transparencia de las aguas y regulando las proliferaciones de fitoplancton (Pérez-Ruzafa *et al.,* 2002; Fernández-Alías *et al.,* 2020). Igualmente, en 2023, aunque hubo floraciones algales de macrófitos en primavera, se observaron cuatro picos de entrada de nutrientes durante el año, donde no parece haber ocurrido una proliferación masiva de fitoplancton, pudiendo ocurrir igual que en 2021 por la gran abundancia de las diferentes especies de medusas registradas durante todo el año.

De manera general, los valores de nutrientes analizados, tanto en invierno como en primavera de 2025, presentan una tendencia similar a los analizados en 2024 pero, a excepción del silicato, con valores medios algo más altos. Hay que destacar el aumento generalizado en la entrada de todos los nutrientes el día 6 de marzo de 2025, particularmente por toda la ribera interna, asociada a las lluvias torrenciales acontecidas a principios de ese mes, y que ha mantenido su inercia durante toda la primavera.

4.1. Nitratos

El nitrato es la forma de N dominante en la columna de agua durante la mayor parte del tiempo, solo sustituida por el amonio cuando las poblaciones de fitoplancton proliferan consumiendo el nitrato y las poblaciones de herbívoros comienzan a crecer a costa del fitoplancton produciendo compuestos de amonio.

La concentración media de nitratos en la laguna, desde enero de 2025 hasta principios de junio de este mismo año, ha sido de 1.98 ± 0.72 µmol NO_3^-/L, bastante más alta que para la primera mitad de 2024 y ligeramente más baja que para el mismo periodo en 2023, pero, sin embargo, con valores máximos más altos que 2023 (Tabla 4.1.1) (Fig. 4.1.1). Estos valores son consecuencia de las entradas ocurridas con las lluvias de primeros de marzo de 2025.

Tabla 4.1.1. Valores medios desde enero hasta principios de junio de la concentración de nitratos (µmol NO_3^-/L) en la columna de agua del Mar Menor durante los últimos 3 años. La columna de valores máximos corresponde a los valores observados en la desembocadura de las principales ramblas, en dicho periodo, en El Albujón, en La Carrasquilla o Los Alcázares.

	Media	Error estándar	Max.
2023	2.03	0.35	57.18
2024	0.41	0.14	32.94
2025	1.98	0.72	162.23

En 2023, los valores medios más altos de las concentraciones de nitrato tuvieron lugar principalmente en invierno (registrándose el valor más elevado durante ese año con 57.18 µmol NO_3^-/L en la estación E09b, frente a Los Urrutias, al sur de la desembocadura de la rambla del Albujón) y seguidamente en primavera, debido los valores registrados en las estaciones E05b, E09b y E12b frente a la rambla de El Albujón, Los Urrutias y la rambla de La Carrasquilla, respectivamente. Por su parte, en el invierno de 2024, la concentración media de la laguna resultó ser mucho menor que la concentración media registrada para el invierno en 2023 (Tabla 4.1.2). Sin embargo, aunque dichos valores medios en la columna de agua resultaran inferiores a los registrados el año anterior, es importante resaltar que la entrada de este nutriente mantuvo la inercia de entrada por la cuenca vertiente, principalmente a través de la rambla de El Albujón, y sus valores se mantuvieron por

encima de 1 µmol NO_3^-/L frente a la desembocadura (estación E05b) durante prácticamente todo el año 2024.

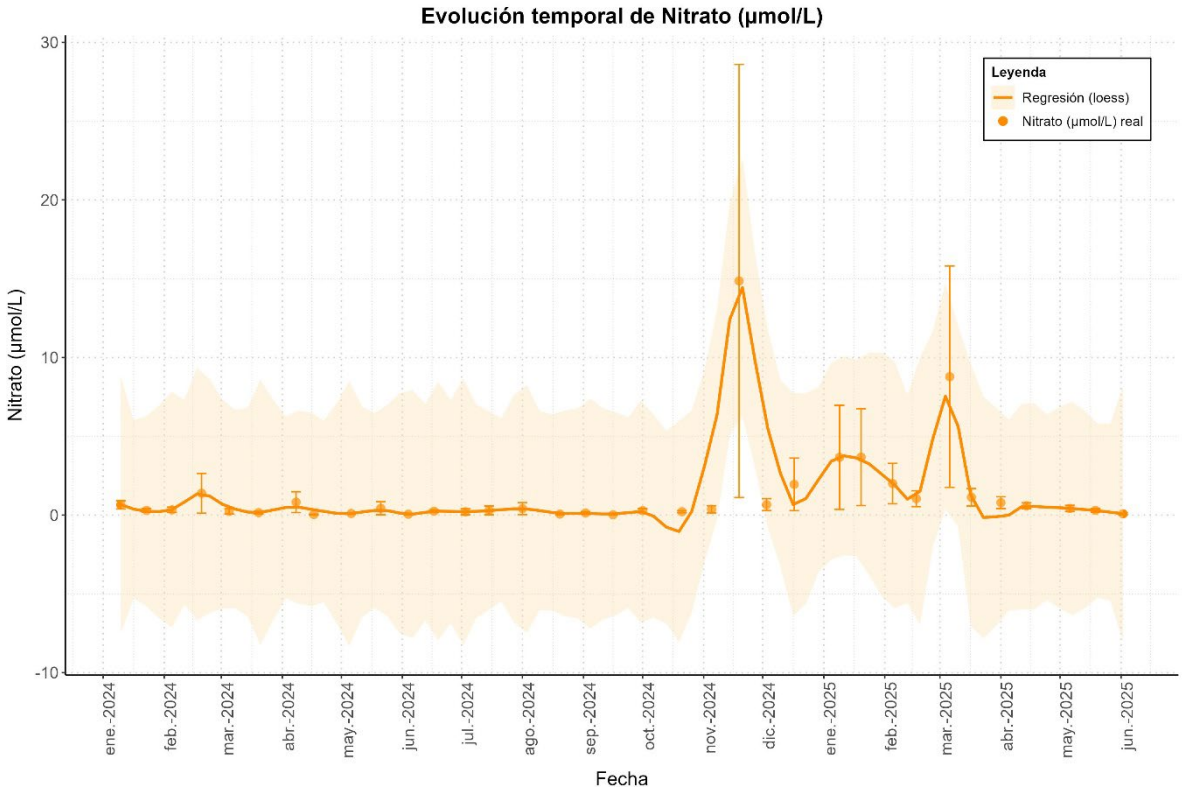


Figura 4.1.1. Concentración promedio de nitratos (µmol NO_3^-/L) en la columna de agua del Mar Menor en las campañas realizadas entre 2024 y 2025. La barra indica el error estándar.

Tabla 4.1.2. Estadísticas de concentración de nitratos (µmol NO_3^-/L) en el Mar Menor durante las diferentes estaciones del año entre 2023 y 2025.

Año	Estación	Media (s.e.)	Min.	Max.
2023	Invierno	3.05 ± 0.50	$3e^{-04}$	57.18
2023	Primavera	0.62 ± 0.27	$3e^{-03}$	35.83
2023	Verano	0.40 ± 0.16	$1e^{-04}$	17.53
2023	Otoño	0.48 ± 0.15	$<1e^{-05}$	12.44
2024	Invierno	0.51 ± 0.22	$1e^{-03}$	32.94
2024	Primavera	0.28 ± 0.13	$1e^{-03}$	17.30
2024	Verano	0.19 ± 0.09	$7e^{-05}$	9.93
2024	Otoño	3.19 ± 2.45	$4e^{-03}$	357.74
2025	Invierno	3.28 ± 1.32	$3e^{-03}$	162.23
2025	Primavera	0.43 ± 0.10	$1e^{-03}$	8.62

De este modo, en la primavera de 2024 la concentración media continuó siendo inferior que la del mismo periodo de 2023, detectándose varios pulsos entre marzo y junio de 2024 asociados a las lluvias de marzo, abril-mayo y junio. El primer pico relevante fue el 8 de abril y el segundo el 21 de mayo en la mencionada estación E05b frente a la rambla de El Albujón, en los que se alcanzaron 17.30 µmol NO_3^-/L y 9.50 µmol NO_3^-/L, respectivamente.

En verano de 2024, la concentración media de nitratos continuó con una tendencia descendente presentando un valor medio de 0.19 ± 0.09 µmol NO_3^-/L. Nuevamente, debe resaltarse que se mantuvieron las entradas de nitratos por la rambla de El Albujón, donde en la estación E05b se registraron valores de 7.31 µmol NO_3^-/L y 9.93 µmol NO_3^-/L los días 15 de julio y 1 de agosto de 2024, respectivamente. A partir de la segunda mitad de agosto de 2024 la concentración media de nitratos en la laguna continuó disminuyendo por debajo de 0.15 µmol NO_3^-/L.

En otoño de 2024 hubo un incremento significativo en la concentración media de este nutriente con respecto a años anteriores debido principalmente a entradas de nitratos por la rambla de El Albujón. El 19 de noviembre se registró la concentración media más alta de 2024, con 14.86 ± 13.74 µmol NO_3^-/L, y con el valor local más alto registrado para este año en la estación E05b, frente a la mencionada rambla, donde se alcanzaron 357.74 µmol NO_3^-/L. Ese mismo día se registró otra concentración elevada en la estación E12b, frente a la rambla de La Carrasquilla, con 23.10 µmol NO_3^-/L. Los días 3 y 17 de diciembre de 2024 nuevamente se registraron dos picos de concentraciones altas de nitratos en la desembocadura de la rambla de El Albujón, en la estación E05b, de 9.49 µmol NO_3^-/L y 38.66 µmol NO_3^-/L, respectivamente.

Con esta dinámica, forzada por las recargas del acuífero con las lluvias de otoño y final de diciembre de 2024, la concentración media de nitrato en invierno de 2025 ha sido la más alta de estos 3 últimos años con un valor de 3.28 ± 1.32 µmol NO_3^-/L, determinada principalmente por los valores elevados de la estación E05b, frente a la rambla de El Albujón, que alcanzó valores de 86.17 µmol NO_3^-/L y 80.12 µmol NO_3^-/L los días 9 y 20 de enero, respectivamente (Fig. 4.1.2). El 20 de enero se registró un valor de 7.98 µmol NO_3^-/L en la estación E09b, frente a Los Urrutias. Del mismo modo, el día 5 de febrero se registraron concentraciones elevadas de nitrato en las estaciones E05b, E09b, y E08 con valores de 32.70, 7.71 y 5.35 µmol NO_3^-/L, respectivamente. A finales de febrero se volvieron a registrar concentraciones elevadas de nitratos con valores de 9.59, 8.02 y 5.96 µmol NO_3^-/L en las estaciones E08, E05b y E09b, respectivamente. El 6 de marzo, y ya relacionado con las lluvias torrenciales que ocurrieron a principios de marzo, se detectó el valor más alto para 2025 en la estación E09b, frente a Los Urrutias, con 162.23 µmol NO_3^-/L. Para esta misma fecha se registró en la estación E05b, frente a la rambla de El Albujón, un valor de 18.57 µmol NO_3^-/L. A finales del invierno, el 17 de marzo, se registraron nuevamente dos valores elevados de nitratos en las estaciones E05b y E08, alcanzándose 12.09 µmol NO_3^-/L y 8.34 µmol NO_3^-/L, respectivamente.

La primavera de 2025 ha continuado con valores medios más altos que en 2024, siendo la concentración media de nitrato en lo que va del año 2025 de 0.43 ± 0.10 µmol NO_3^-/L. Este aumento se debe principalmente a concentraciones altas el 1 de abril de 2025 (8.62 µmol NO_3^-/L en la estación E05b y 4.56 µmol NO_3^-/L en la E08) y el 14 de abril (3.49 µmol NO_3^-/L en la estación E09 y 3.20 µmol

NO_3^-/L en la E05b) (Fig. 4.1.3). A partir de aquí, la concentración media de la laguna comienza a disminuir, aunque con pequeños aumentos puntuales en zonas de la cubeta interior como es el caso del día 6 de mayo en la estación E05b (5.01 µmol NO_3^-/L) y el día 19 de mayo en las estaciones E08 y E12b (2.55 µmol NO_3^-/L y 1.75 µmol NO_3^-/L, respectivamente), nuevamente asociadas a pequeños episodios de lluvia. A principios de junio de 2025 la concentración media de la laguna se encontraba por debajo de 0.1 µmol NO_3^-/L.

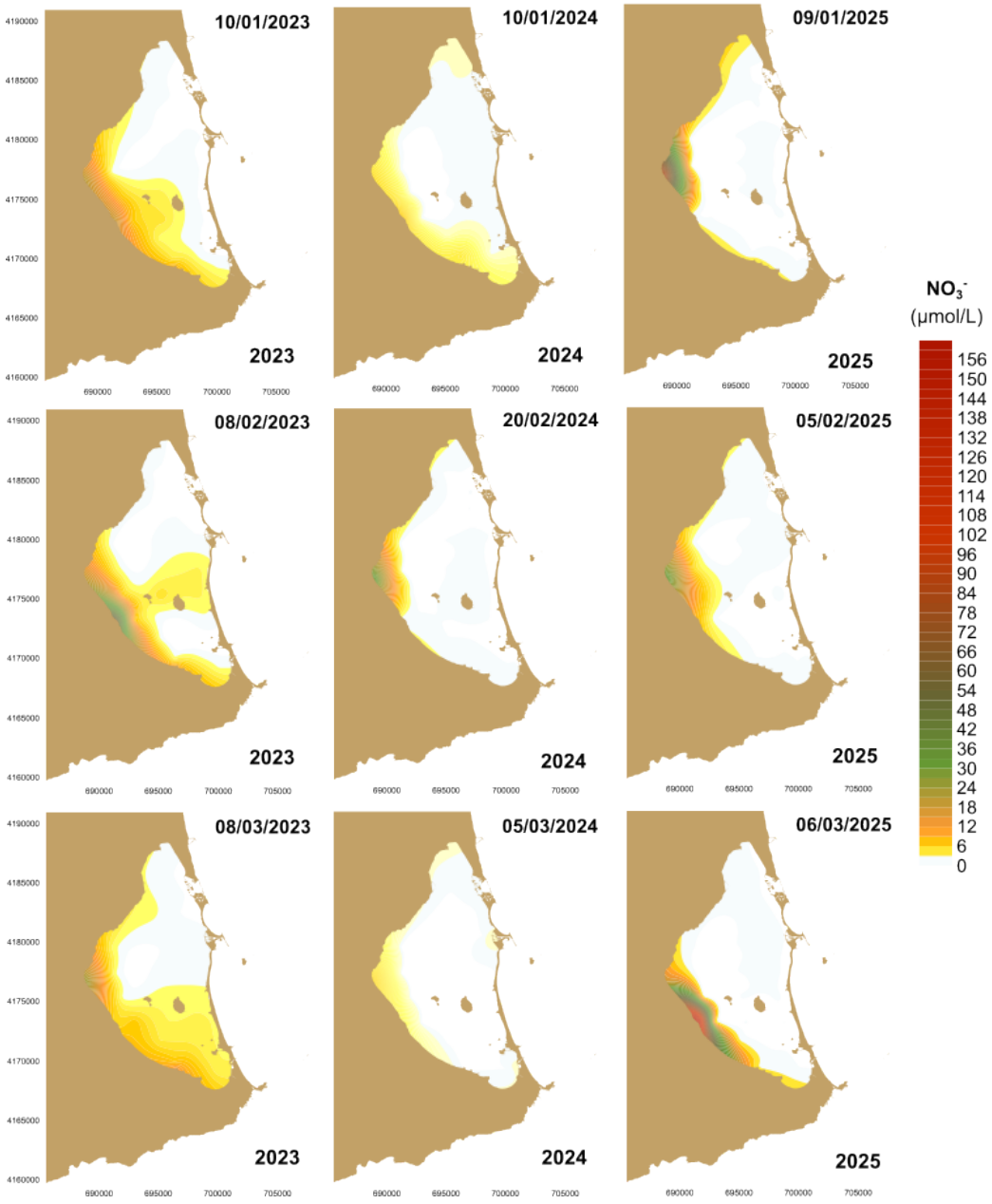


Figura 4.1.2. Evolución de la distribución espacial de las principales entradas de nitrato (µmol NO_3^-/L) durante el invierno de los años 2023, 2024 y 2025.

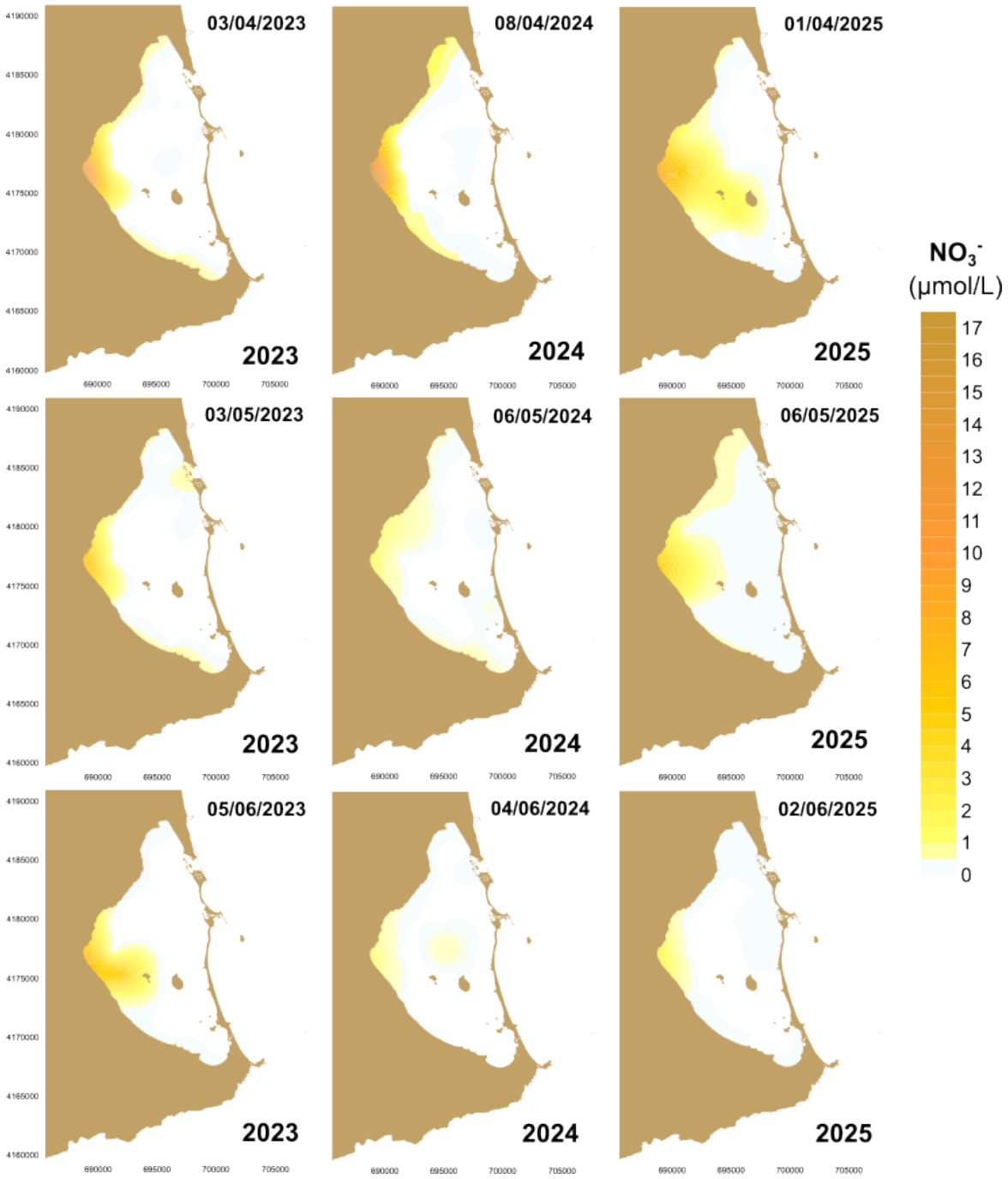


Figura 4.1.3. Evolución de la distribución espacial de las principales entradas de nitrato (µmol NO_3^-/L) en la primavera de los años 2023, 2024 y 2025.

4.2. Nitritos

De la misma manera que ha ocurrido con el nitrato, la concentración media de nitritos en la laguna en la primera mitad de 2025 ha sido ligeramente superior que la del mismo periodo de 2024, siendo los valores de 0.12 ± 0.01 µmol NO_2^-/L y 0.07 ± $3e^{-03}$ µmol NO_2^-/L, respectivamente (Fig. 4.2.1). La dinámica estacional ha sido semejante a la mostrada por el nitrato, con los valores más altos en invierno para ambos años de 0.10 ± $4e^{-03}$ µmol NO_2^-/L en 2024 y 0.14 ± 0.02 µmol NO_2^-/L en 2025 (Tabla 4.2.1).

Tabla 4.2.1. Estadísticas de concentración de nitritos (µmol NO_2^-/L) en el Mar Menor durante las diferentes estaciones entre 2024 y 2025.

Año	Estación	Media (s.e.)	Min.	Max.
2024	Invierno	0.10 ± $4e^{-03}$	$1e^{-03}$	0.28
2024	Primavera	0.04 ± $3e^{-03}$	$<1e^{-05}$	0.23
2024	Verano	0.05 ± 0.01	$4e^{-03}$	0.4
2024	Otoño	0.06 ± $7e^{-03}$	$7e^{-05}$	0.78
2025	Invierno	0.14 ± 0.02	0.01	2.76
2025	Primavera	0.10 ± $5e^{-03}$	$1e^{-03}$	0.34

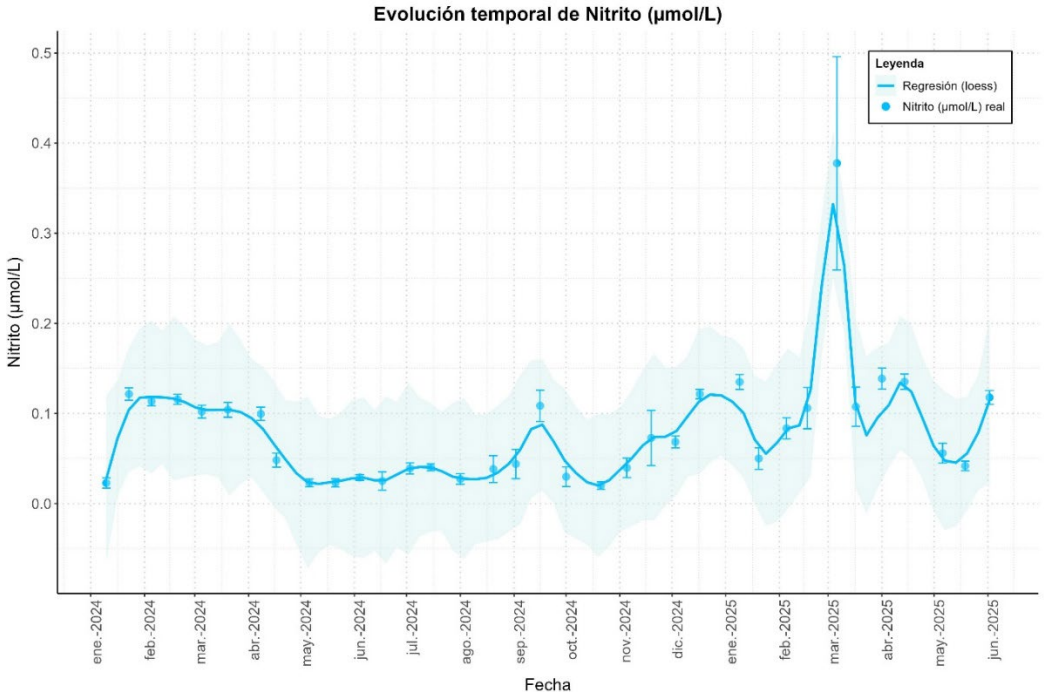


Figura 4.2.1. Evolución temporal de la concentración media de nitrito (µmol NO_2^-/L) en las campañas realizadas entre 2024 y 2025. La barra de error indica el error estándar.

2024 comenzó con un aumento brusco de la concentración media de nitritos en toda la laguna manteniéndose por encima de los 0.1 µmol NO_2^-/L durante todo el invierno, observándose diversos picos locales en este periodo. El 23 de enero se registraron valores de 0.25 y 0.19 µmol NO_2^-/L en las estaciones E05b y E09b, respectivamente. El 5 de marzo se detectaron valores por encima de 0.2 µmol NO_2^-/L en las estaciones E08 y E09b, y de 1.8 µmol NO_2^-/L en la E05b, frente a la rambla de El Albujón. El día 20 de marzo se alcanzó un valor de 0.28 µmol NO_2^-/L en la estación E05b, nuevamente frente a la rambla de El Albujón.

En primavera de ese mismo año, a principios de abril, la concentración media de la laguna comenzó a disminuir, oscilando finalmente alrededor de los 0.02 µmol NO_2^-/L, detectándose un valor puntual alto de 0.23 µmol NO_2^-/L en la estación E05b, frente a la rambla de El Albujón, el día 17 de junio.

En verano de 2024, la concentración media de nitritos aumentó levemente con respecto a la primavera. Este aumento se debió principalmente a los valores de las estaciones E05b y E08 que registraron concentraciones por encima de 0.1 µmol NO_2^-/L en los meses de julio y agosto, alcanzando la estación E05b una concentración de 0.40 µmol NO_2^-/L el día 20 de agosto. El 16 de septiembre se registró nuevamente una concentración media de nitritos en la laguna por encima de 0.1 µmol NO_2^-/L, con los valores más altos en la cubeta sur, superándose los 0.20 µmol NO_2^-/L en las estaciones E12, E13, E14 y E15.

Ya en otoño, la concentración media de la laguna descendió por debajo de los 0.05 µmol NO_2^-/L y se mantuvo hasta el 19 de noviembre, donde se registró un valor medio de 0.07 ± 0.03 µmol NO_2^-/L, principalmente debido a una concentración de 0.78 µmol NO_2^-/L en la estación E05b, frente a la rambla de El Albujón, la más alta detectada en 2024. En esa misma fecha se detectaron concentraciones altas en las estaciones E09b y E12b, frente a Los Urrutias y a la rambla de La Carrasquilla, con valores de 0.21 µmol NO_2^-/L y 0.25 µmol NO_2^-/L, respectivamente. A finales de diciembre la concentración media de nitrito aumentó a 0.12 ± $5e^{-03}$ µmol NO_2^-/L, superando los 0.10 µmol NO_2^-/L en toda la laguna.

2025 comenzó como una continuación de 2024, con una concentración media de nitritos en la laguna de 0.13 ± 0.01 µmol NO_2^-/L. Sin embargo, el 20 de enero dicha concentración media descendió a 0.05 ± 0.01 µmol NO_2^-/L, aunque registrando valores de 0.23 µmol NO_2^-/L y 0.25 µmol NO_2^-/L en las estaciones E05b y E09b, frente a la rambla de El Albujón y Los Urrutias, respectivamente. A partir de febrero, la concentración media de nitritos en la laguna volvió a aumentar hasta alcanzar, el 6 de marzo, el valor medio más alto de 2025 de 0.38 ± 0.12 µmol NO_2^-/L, registrándose localmente el valor más alto hasta la fecha en la estación E09b con 2.76 µmol NO_2^-/L, seguido de la estación E05b con 1.23 µmol NO_2^-/L (Fig. 4.2.4). Dicho aumento está relacionado con las fuertes lluvias ocurridas días antes en la zona.

A final del invierno y principio de primavera de 2025, la concentración media de nitritos en la laguna ha continuado por encima de 0.10 µmol NO_2^-/L, debido principalmente a los valores altos en las estaciones cercanas a la desembocadura de la rambla de El Albujón y la zona de Los Urrutias. A comienzos de mayo, la concentración media de nitritos en el Mar Menor disminuyó hasta 0.06 ± 0.01 µmol NO_2^-/L, aunque se observaron aumentos locales hasta 0.30 µmol NO_2^-/L y 0.14 µmol NO_2^-

/L en las estaciones E05b y E08, respectivamente. Esta disminución continuó durante mayo y principios de junio, cuando se registró un aumento en la concentración, a nivel generalizado en toda la laguna, por encima de 0.10 µmol NO_2^-/L, con valores puntuales de 0.29 µmol NO_2^-/L en la estación E05b frente a la rambla de El Albujón.

Al igual que en años anteriores, los valores más altos de nitratos y nitritos en el Mar Menor tienen lugar en las estaciones más cercanas a la ribera interna que se encuentran mucho más influenciadas por las descargas de la cuenca vertiente, particularmente aquellas bajo la influencia de la rambla del Albujón y de los afloramientos someros del acuífero, y tras las fuertes lluvias ocurridas en la zona como las registradas en marzo de 2025 (Figs. 4.2.2 y 4.2.3).

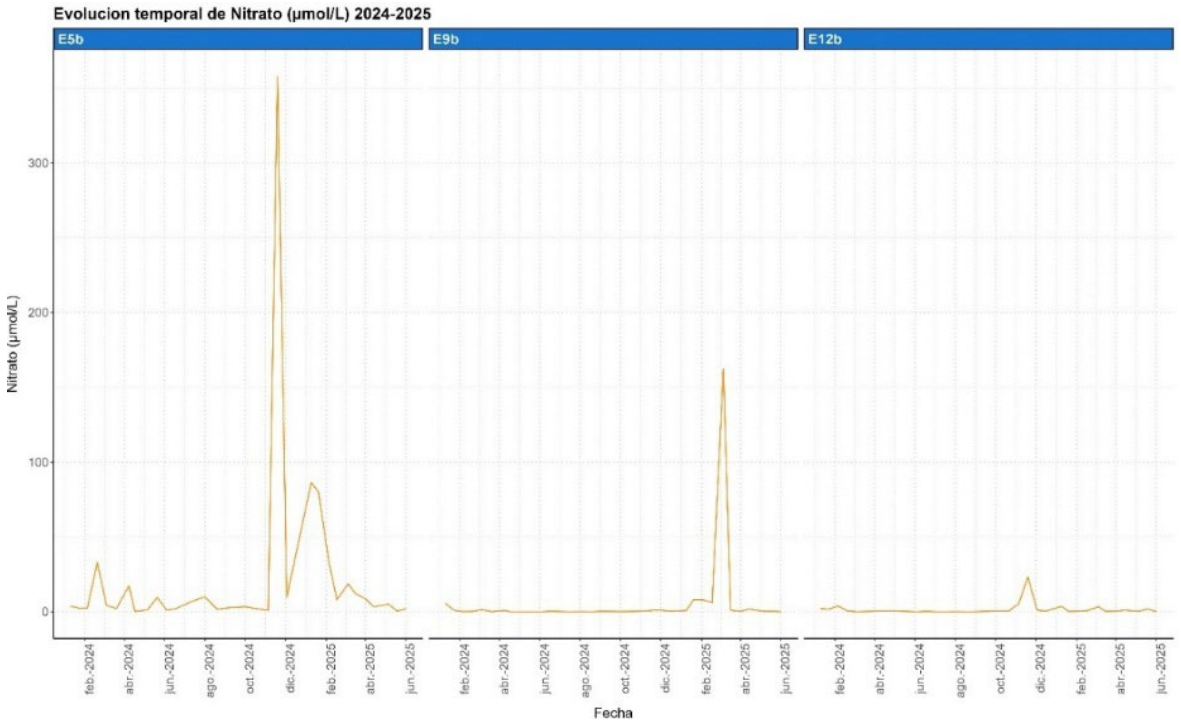


Figura 4.2.2. Evolución temporal de la concentración de nitratos (µmol NO_3^-/L) desde principios de 2024 hasta mediados de 2025 en las estaciones E05b, E09b y E12b.

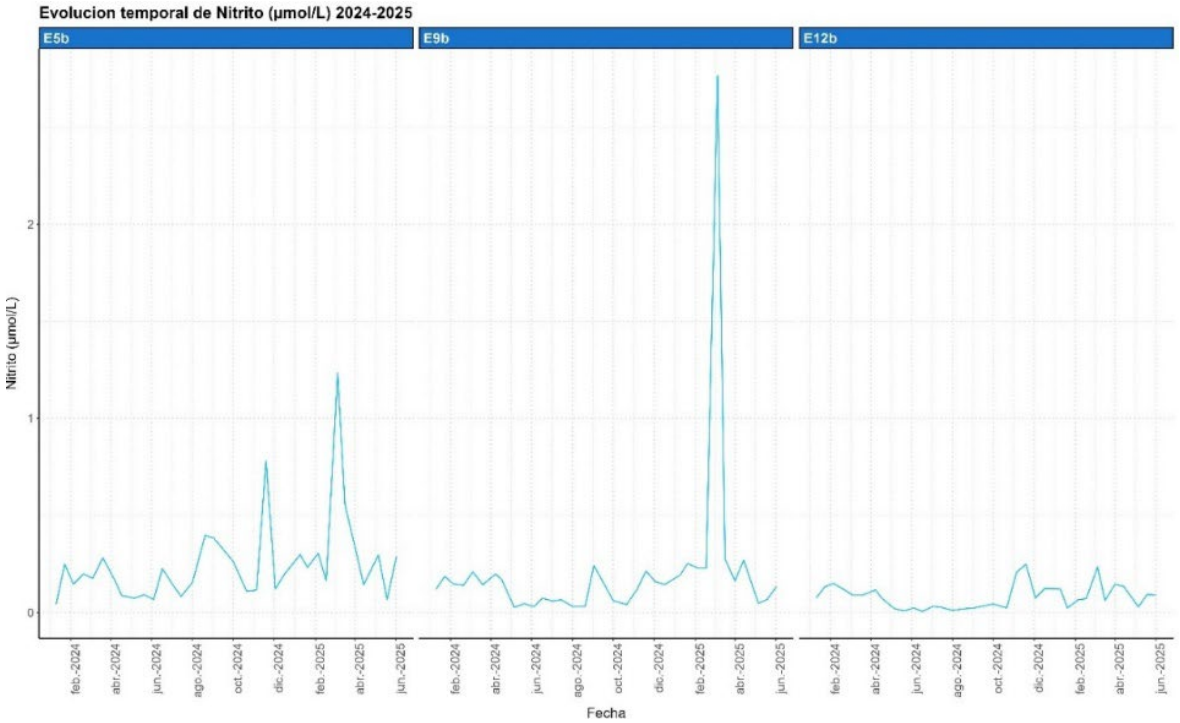


Figura 4.2.3. Evolución temporal de la concentración de nitritos (µmol NO_2^-/L) desde principios de 2024 hasta mediados de 2025 en las estaciones E05b, E09b y E12b.

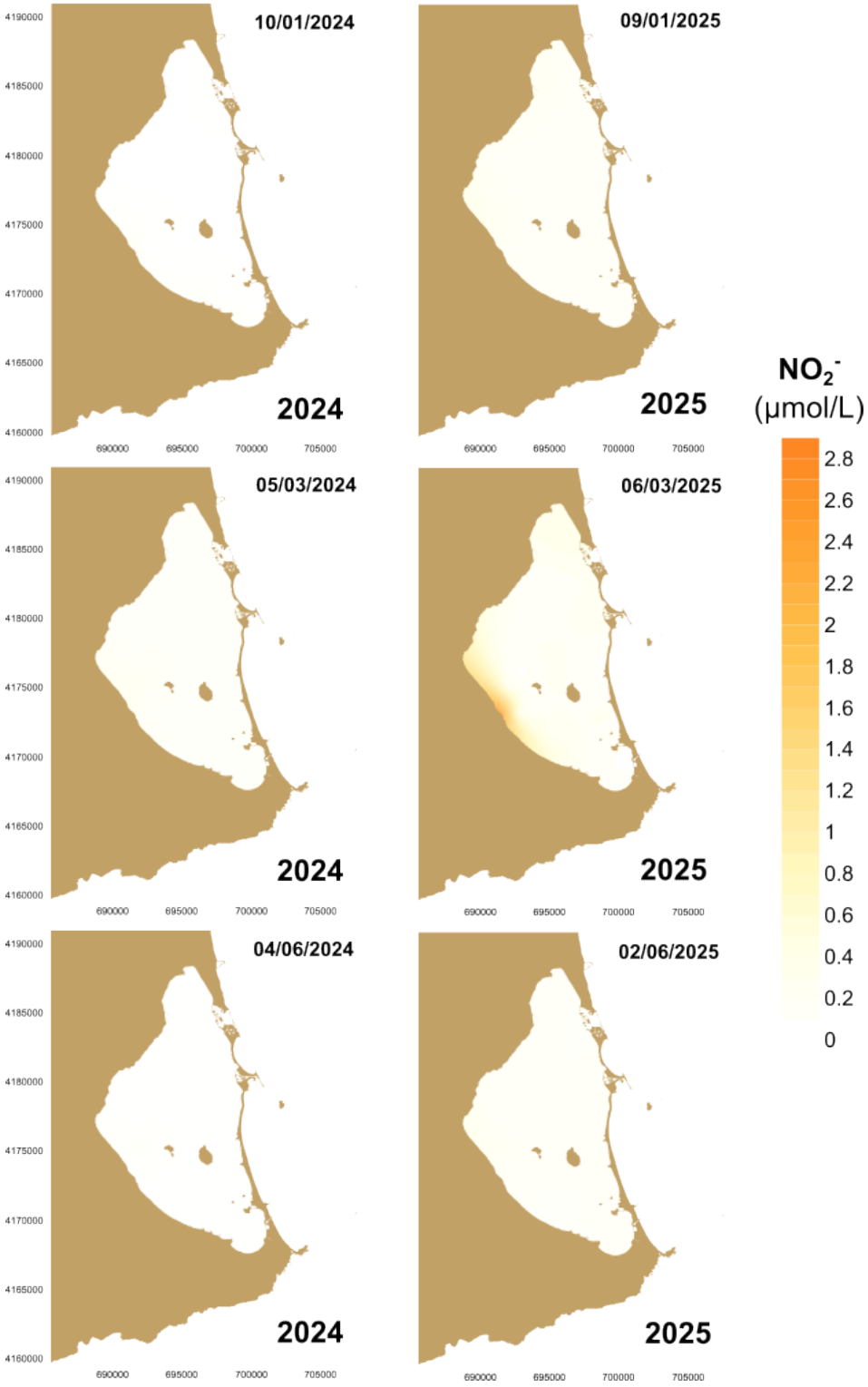


Figura 4.2.4. Evolución de la distribución espacial de las principales entradas de nitritos (µmol NO_2^-/L) desde enero hasta principios de junio de 2024 (izquierda) y 2025 (derecha).

4.3. Amonio

La dinámica del amonio en 2025 se ha mantenido básicamente como en los últimos años, pero con concentraciones más altas que el año anterior (Fig. 4.3.1). La concentración media en la columna de agua en el primer semestre de 2025 es de 0.71 ± 0.06 µmol NH_4^+/L frente a los 0.24 ± 0.02 µmol NH_4^+/L de 2024. Al igual que en años anteriores, la concentración media de la laguna ha sido ligeramente superior en invierno que en primavera (0.81 ± 0.10 µmol NH_4^+/L y 0.59 ± 0.03 µmol NH_4^+/L, respectivamente) (Tabla 4.3.1).

Tabla 4.3.1. Estadísticas de las concentraciones de amonio (µmol NH_4^+/L) en el Mar Menor en las diferentes estaciones del año entre 2023 y 2025.

Año	Estación	Media (s.e.)	Min.	Max.
2023	Invierno	0.98 ± 0.09	0.06	9.39
2023	Primavera	0.46 ± 0.06	$4e^{-03}$	7.00
2024	Invierno	0.28 ± 0.02	$4e^{-03}$	1.35
2024	Primavera	0.18 ± 0.02	$3e^{-04}$	1.4
2025	Invierno	0.81 ± 0.10	0.10	10.90
2025	Primavera	0.59 ± 0.03	0.11	2.17

El invierno de 2024 comenzó con un aumento de la concentración media de amonio en la laguna, alcanzándose el 20 de febrero el segundo valor promedio más alto para este año, con 0.60 ± 0.04 µmol NH_4^+/L, y las concentraciones más elevadas en las estaciones E05b (frente a El Albujón) y E09b y E09 (ambas frente a Los Urrutias), con valores de 1.35, 1 y 0.92 µmol NH_4^+/L, respectivamente. Durante los dos meses siguientes, las concentraciones medias de la laguna se mantuvieron entre 0.20 y 0.30 µmol NH_4^+/L, alcanzándose el mínimo el 6 de mayo (0.04 ± 0.04 µmol NH_4^+/L), a pesar del máximo local de 0.93 µmol NH_4^+/L registrado en la estación E05b, frente a la rambla de El Albujón. En primavera, los valores medios de la laguna fueron de 0.18 ± 0.02 µmol NH_4^+/L, aunque con valores locales altos nuevamente en la estación E05b, que el 4 de abril alcanzaron 1.40 µmol NH_4^+/L.

En verano de 2024 la concentración media de amonio continuó bajando levemente, mostrando valores inferiores a los 0.20 µmol NH_4^+/L hasta agosto, aunque encontrándose valores altos aislados nuevamente en la estación E05b (1.40 µmol NH_4^+/L el 4 de junio y 2.69 µmol NH_4^+/L el 21 de agosto). En septiembre la concentración media de la laguna comenzó a aumentar con respecto a los meses anteriores, registrándose el día 2 de septiembre valores locales de 2.40 µmol NH_4^+/L y 1.01 µmol NH_4^+/L en las estaciones E05b y E09b, respectivamente. El 16 de septiembre la concentración media de la laguna alcanzó un valor de 0.27 ± 0.05 µmol NH_4^+/L, siendo los valores más altos en las

estaciones E01 (frente a La Ribera) y E09 (frente a Los Urrutias) con 0.93 µmol NH_4^+/L y 0.53 µmol NH_4^+/L, respectivamente.

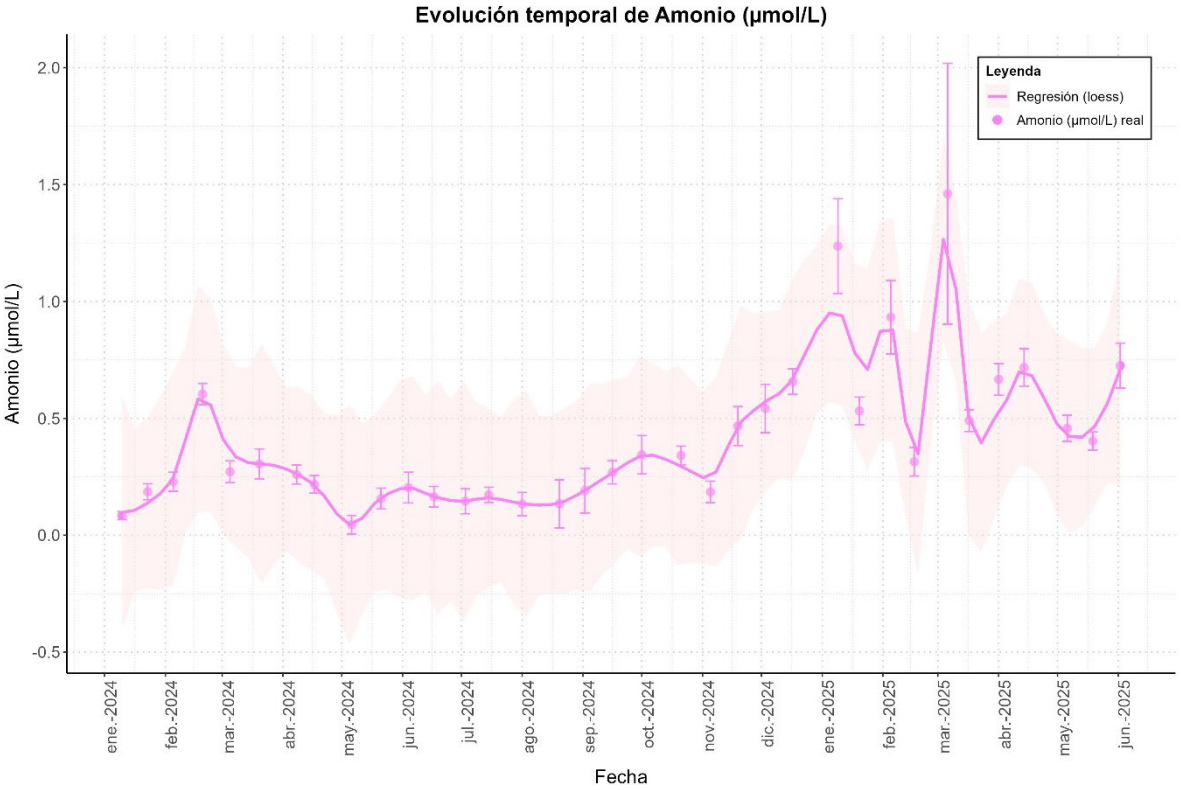


Figura 4.3.1. Evolución temporal de la concentración media de amonio (µmol NH_4^+/L) en las campañas realizadas desde enero de 2024 hasta junio de2025. La barra de error indica el error estándar.

Otoño continuó con la tendencia ascendente de la concentración media de la laguna hasta final de año. El 1 de octubre se registró un valor de 1.43 µmol NH_4^+/L en la estación E05b, frente a la rambla de El Albujón. El día 19 de noviembre, la concentración media de la laguna ascendió a 0.48 ± 0.08 µmol NH_4^+/L, debido principalmente a los valores de 1.59 µmol NH_4^+/L y 1.30 µmol NH_4^+/L en las estaciones E05b y E09b, respectivamente, y a valores de 1.37 µmol NH_4^+/L en la estación ES1 (frente al canal de El Estacio), así como de 1.04 µmol NH_4^+/L en la estación MA1 (frente a la Gola de Marchamalo). El 3 de diciembre se registraron concentraciones altas en las estaciones E06 y E01 (frente a La Ribera) de 2.21 µmol NH_4^+/L y 1.64 µmol NH_4^+/L, respectivamente. El 17 de diciembre se registró el valor promedio más alto de la laguna para todo el 2024, con 0.66 ± 0.05 µmol NH_4^+/L, ocurriendo los valores más elevados en las estaciones E05b, E01 y E06 con 1.24, 1.19 y 1.11 µmol NH_4^+/L, respectivamente.

2025 continua con la tendencia al aumento de la concentración de amonio de finales de 2024, registrándose 3 picos de subidas. El 9 de enero se alcanzó un promedio de 1.24 ± 0.20 µmol NH_4^+/L, registrándose los valores locales más altos en las estaciones E01, MA1 y EN1 (frente al canal de la

Encañizada) con 4.94, 3.69 y 2.57 µmol NH_4^+/L, respectivamente. El 5 de febrero se registró una concentración media en la laguna de 0.93 ± 0.16 µmol NH_4^+/L con los valores más altos en las estaciones E20 (frente a la Encañizada del Ventorrillo), E03, E05b y E16 (3.32, 2.54, 2.04 y 2.02 µmol NH_4^+/L, respectivamente). El 6 de marzo (y relacionado con las fuertes lluvias ocurridas días antes) se registró el mayor valor promedio de 2025 de 1.46 ± 0.56 µmol NH_4^+/L, con los valores locales más altos en las estaciones E05b (frente a la rambla de El Albujón) y E09b (frente a Los Urrutias) (10.90 µmol NH_4^+/L y 8.52 µmol NH_4^+/L, respectivamente) (Fig. 4.3.3).

En primavera de 2025, la concentración media del Mar Menor fluctuó alrededor de 0.50 µmol NH_4^+/L. Aunque se registró un aumento de la concentración de amonio de manera generalizada en toda la laguna hasta mediados de año, los principales picos fueron locales, principalmente en las zonas próximas a la cuenca vertiente. El 1 de abril se detectó un valor de 1.77 µmol NH_4^+/L en la estación E05b. El 14 de ese mismo mes se registraron valores por encima de 1.10 µmol NH_4^+/L en las estaciones E01, E05b, E09b, E12b y E20. A principios de junio se alcanzó una concentración media de 0.72 ± 0.10 µmol NH_4^+/L, localizándose los valores más elevados en las estaciones E05b, E01, E20 y E09b con valores de 2.17, 1.76, 1.60 y 1.09 µmol NH_4^+/L, respectivamente.

Actualmente, la distribución espacial del amonio en la laguna es semejante a las del nitrato y nitrito, ocurriendo los valores más altos principalmente en las estaciones más cercanas a la ribera interna que se encuentra bajo la influencia de las descargas de la cuenca vertiente y los afloramientos ribereños del acuífero. Cabe destacar también que se ha observado un aumento de la concentración de este nutriente a finales de otoño de 2024 y en el invierno de 2025 en zonas cercanas a La Manga y más concretamente a los canales y golas de intercambio con el Mediterráneo (Fig. 4.3.2).

Aunque la concentración de amonio suele estar relacionada con la actividad biológica y la excreción por parte de los consumidores, los patrones observados en este periodo hacen pensar también en una relación con las entradas de agua desde la cuenca vertiente con influencia de actividad urbana y otros usos humanos.

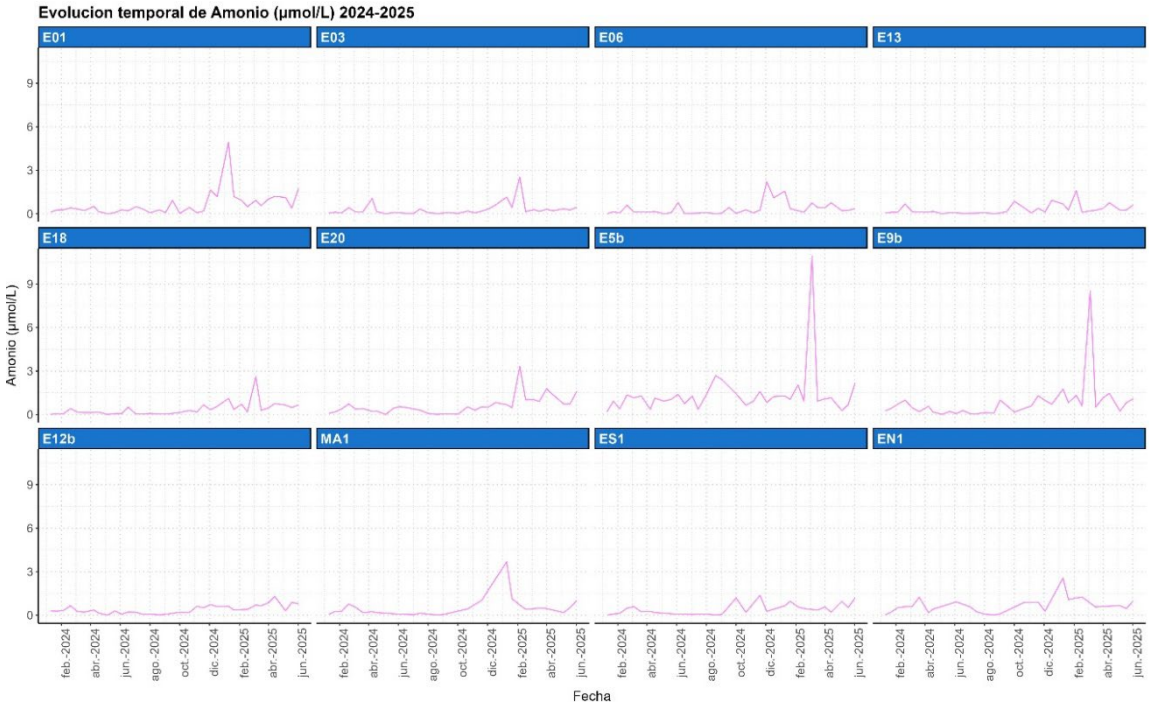


Figura 4.3.2. Evolución temporal de la concentración de amonio (µmol NH_4^+/L) en las estaciones con mayor concentración de este nutriente registradas en 2024 y 2025.

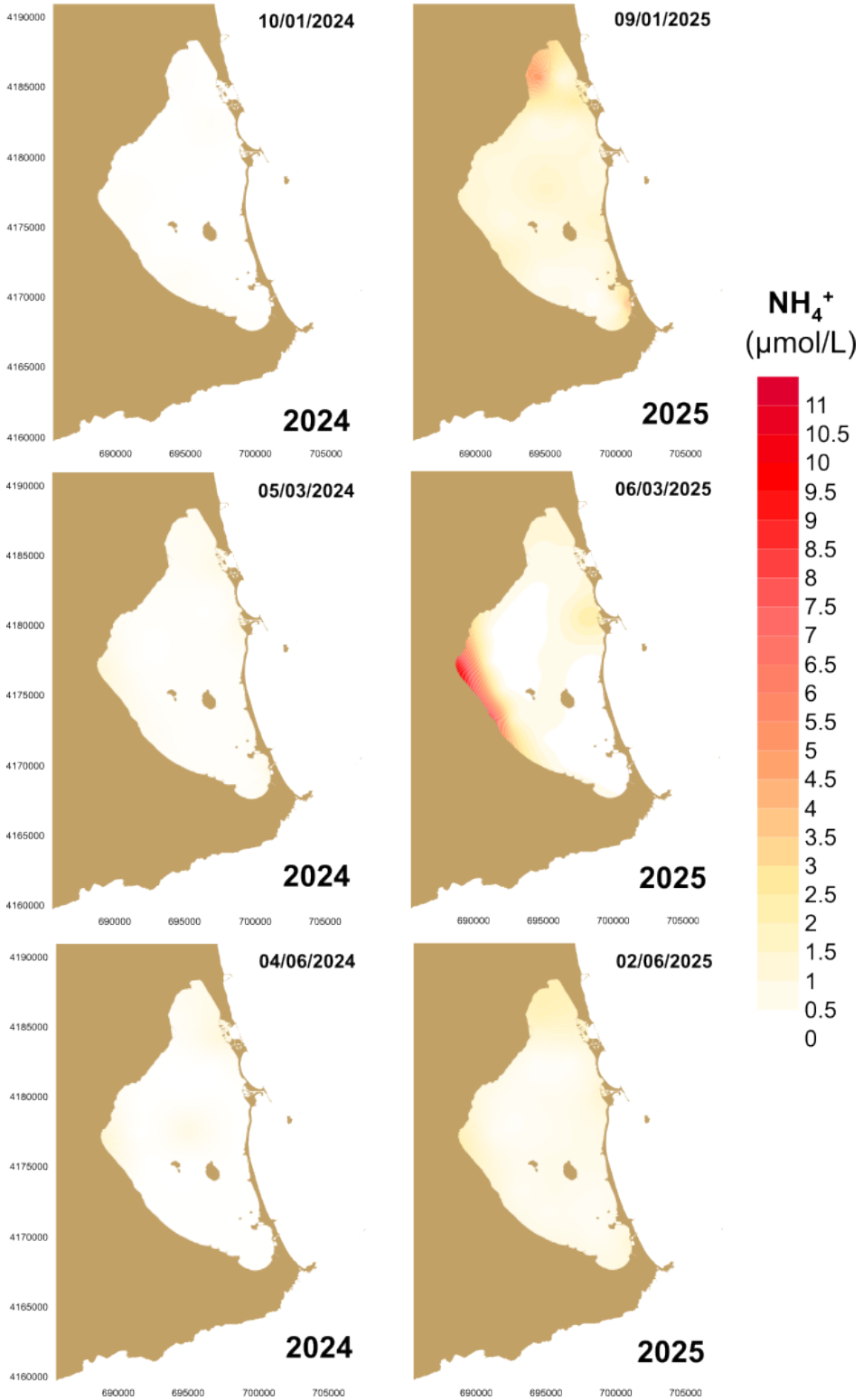


Figura 4.3.3. Evolución de la distribución espacial de las principales entradas de amonio (µmol NH_4^+/L) desde enero hasta principios de junio de 2024 (izquierda) y 2025 (derecha).

4.4. Fosfatos

En 2025, los niveles medios de fosfato en la laguna muestran un aumento con respecto a años anteriores. La concentración media desde inicios de año hasta principios de junio de 2025 ha sido de 0.08 ± 0.01 µmol PO_4^{3-}/L, más alta que los 0.05 ± $2e^{-03}$ µmol PO_4^{3-}/L observados en el mismo periodo de 2024 (Fig. 4.4.1). Además, la concentración media de la laguna continúa siendo ligeramente mayor en primavera que en invierno (Tabla 4.4.1).

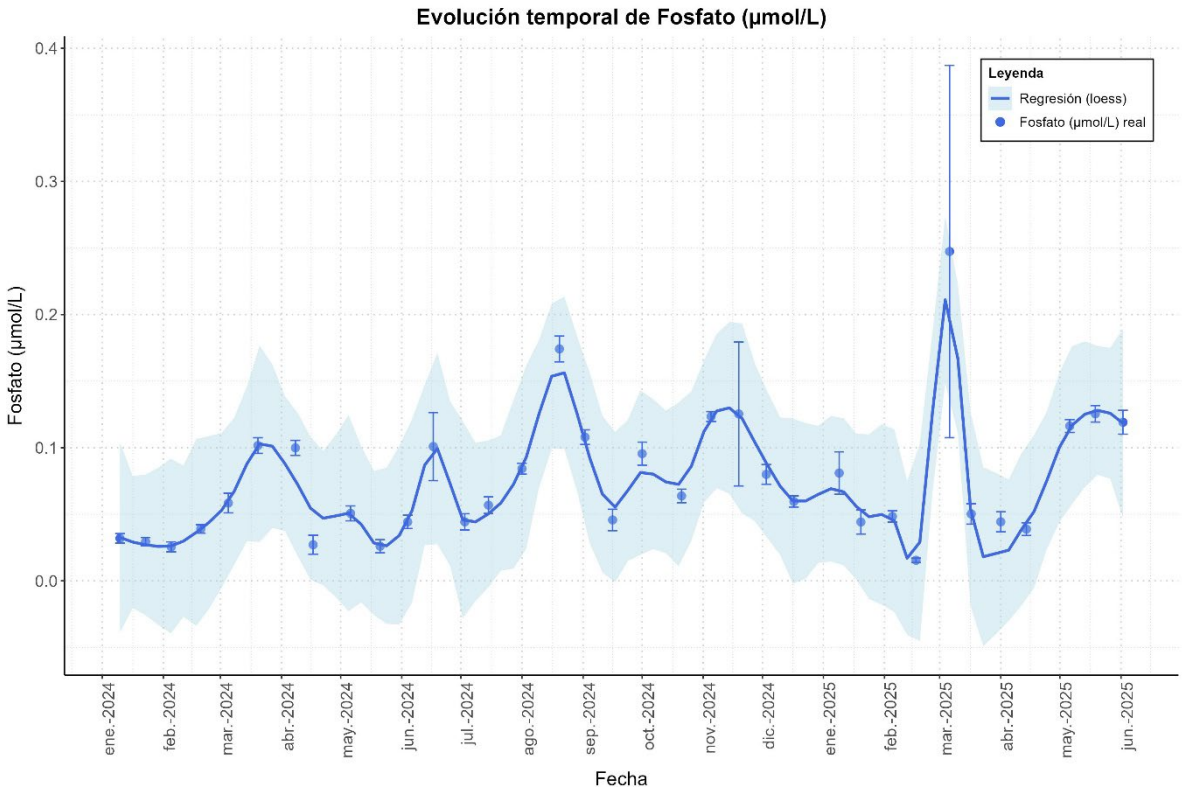


Figura 4.4.1. Evolución temporal de la concentración media de fosfatos (µmol PO_4^{3-}/L) en las campañas realizadas entre 2024 y 2025. Las barras de error indican el error estándar.

Los valores más bajos en 2024 se registraron a principios de año con concentraciones medias en la laguna por debajo de 0.05 µmol PO_4^{3-}/L. A principios de primavera se produjo un ascenso brusco en la concentración de fosfatos con valores medios para el Mar Menor de 0.10 ± 0.01 µmol PO_4^{3-}/L, los días 20 de marzo y 8 de abril, coincidiendo con las fechas previas y durante la Semana Santa. Tras un nuevo descenso, el 17 de junio se alcanzó de nuevo un valor promedio de 0.10 ± 0.02 µmol PO_4^{3-}/L, con valores particularmente altos en la estación E05b de 0.64 µmol PO_4^{3-}/L. En verano, la concentración media sobrepasó los 0.05 µmol PO_4^{3-}/L, aumentando a 0.08 ± $4e^{-03}$ µmol PO_4^{3-}/L a principios de agosto y a 0.17 ± 0.01 µmol PO_4^{3-}/L a finales de dicho mes (presentando un aumento generalizado en toda la laguna), y manteniéndose por encima de 0.1 µmol PO_4^{3-}/L hasta mediados

de septiembre. El otoño comenzó con leves oscilaciones, hasta situar la concentración media de fosfatos en la laguna por encima de 0.1 µmol PO_4^{3-}/L a principios de noviembre, con un incremento generalizado en todo el Mar Menor. El 19 de noviembre se registró una concentración media de 0.12 ± $4e^{-03}$ µmol PO_4^{3-}/L, forzado por el valor máximo local alcanzado para 2024 en la estación E05b, frente a la rambla de El Albujón, que llegó a 1.47 µmol PO_4^{3-}/L.

Al final del otoño de 2024 y durante todo el invierno de 2025, se detectó un descenso en la laguna hasta alcanzar, el 17 de febrero, unos valores medios de 0.01 ± $2e^{-03}$ µmol PO_4^{3-}/L, siendo la concentración media de la laguna más baja registrada en los últimos años. Aún con este descenso, en el invierno de 2025, se registraron picos locales en las estaciones E15, el 9 de enero, y E05b, el 20 de enero, de 0.43 µmol PO_4^{3-}/L y 0.24 µmol PO_4^{3-}/L, respectivamente. El 6 de marzo (y relacionado con las fuertes lluvias ocurridas días antes) se registró un aumento importante en la concentración media de la laguna hasta 0.25 ± 0.14 µmol PO_4^{3-}/L, siendo este valor medio el más elevado de los últimos 3 años (Fig. 4.4.2). Además, se registró el valor local más alto de los últimos 3 años en la estación E05b, frente a la rambla de El Albujón, con 3.22 µmol PO_4^{3-}/L. Ese mismo día también se registraron 0.90 µmol PO_4^{3-}/L en la estación E09b, frente a Los Urrutias.

A principios de primavera de 2025 la concentración media del Mar Menor se encontraba por debajo de los 0.50 µmol PO_4^{3-}/L, con pequeños aumentos locales, aislados. A principios de mayo y hasta principios de junio, la concentración media de este nutriente aumentó hasta sobrepasar los 0.10 µmol PO_4^{3-}/L, principalmente debido a un aumento generalizado en toda la laguna. También se detectaron aumentos locales los días 19 de mayo y el 2 de junio en las estaciones E05b y E08, con valores de 0.22 µmol PO_4^{3-}/L y 0.29 µmol PO_4^{3-}/L, respectivamente.

Tabla 4.4.1 Estadísticas de las concentraciones de fosfatos (µmol PO_4^{3-}/L) en el Mar Menor en las diferentes estaciones entre 2023 y 2025.

Año	Estación	Media (s.e.)	Min.	Max.
2023	Invierno	0.07 ± $4e^{-03}$	0.01	0.47
2023	Primavera	0.08 ± $5e^{-03}$	0.01	0.57
2023	Verano	0.15 ± 0.01	0.04	0.53
2023	Otoño	0.18 ± 0.01	0.03	0.39
2024	Invierno	0.05 ± $3e^{-03}$	$1e^{-03}$	0.19
2024	Primavera	0.06 ± $5e^{-03}$	$9e^{-04}$	0.64
2024	Verano	0.09 ± 0.01	0.01	0.3
2024	Otoño	0.09 ± 0.01	0.02	1.47
2025	Invierno	0.08 ± 0.02	$1e^{-03}$	3.22
2025	Primavera	0.09 ± $4e^{-03}$	$3e^{-03}$	0.29

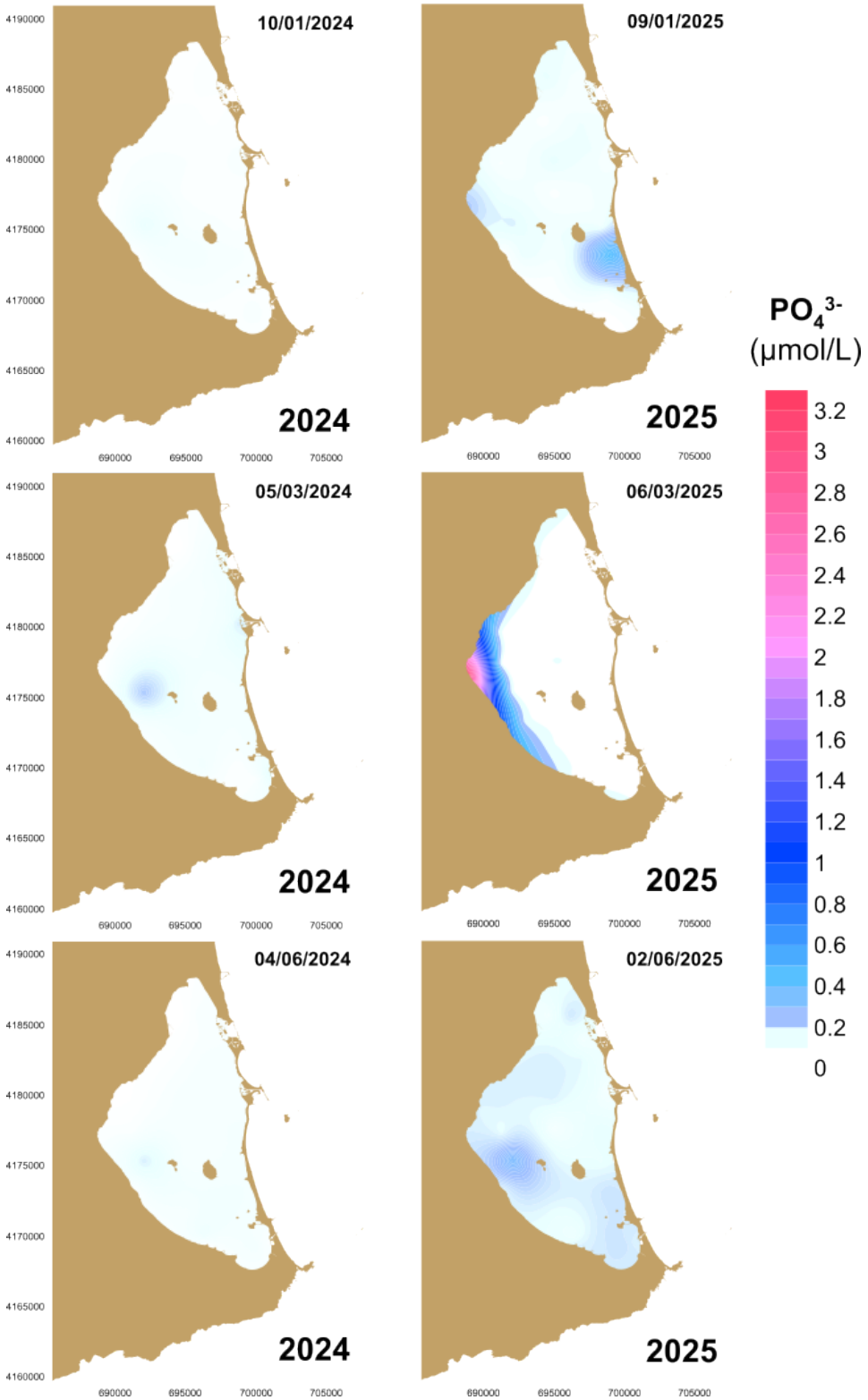


Figura 4.4.2. Evolución de la distribución espacial de las concentraciones de fosfato (µmol PO_4^{3-}/L) desde enero hasta principios de junio de 2024 (izquierda) y 2025 (derecha).

4.5. Silicatos

El silicato (SiO_4^{4-}) es utilizado por las diatomeas para construir su pared celular, por lo que puede actuar como factor limitante en determinados momentos si su disponibilidad es escasa, estando su mayor concentración también ligada a la muerte y degradación de estos organismos y sus valvas. De este modo, su incremento puede ocurrir como consecuencia del descenso de las poblaciones y, al mismo tiempo, ser un estímulo para la proliferación del fitoplancton. En este último caso, su disminución iría, entonces, asociada a su absorción por parte de las células para construir caparazones en los momentos de proliferación del fitoplancton. Su concentración en la laguna tradicionalmente aumenta en el periodo de mayo a septiembre (Gilabert, 2001).

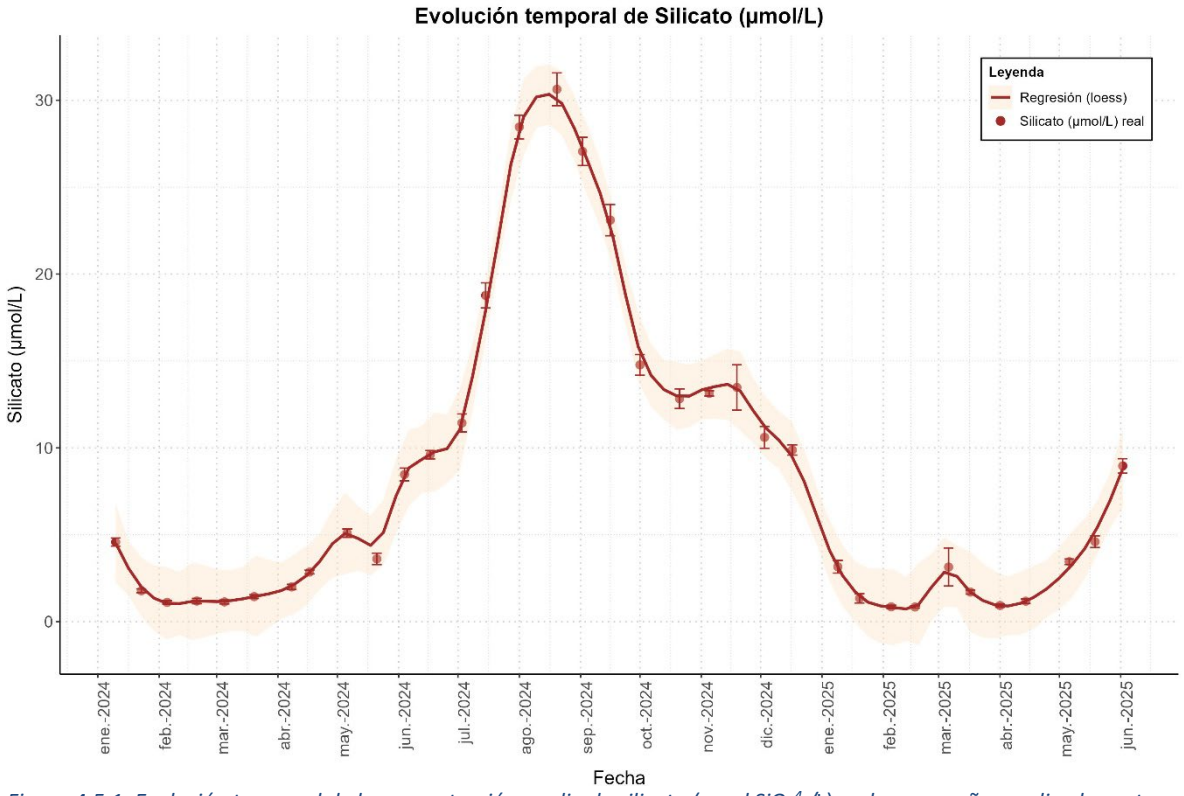


Figura 4.5.1. Evolución temporal de la concentración media de silicato (µmol SiO_4^{4-}/L) en las campañas realizadas entre 2024 y 2025. La barra de error indica el error estándar.

La concentración media de silicato en la laguna durante el primer semestre de 2025 ha sido ligeramente más baja que para el mismo periodo de estudio en 2024, con valores de 2.27 ± 0.18 µmol SiO_4^{4-}/L y 3.00 ± 0.14 µmol SiO_4^{4-}/L, respectivamente (Fig. 4.5.1).

En 2024, los valores medios más bajos se registraron en invierno (1.88 ± 0.11 µmol SiO_4^{4-}/L), aumentando durante la primavera cuando el valor medio alcanzó 5.22 ± 0.26 µmol SiO_4^{4-}/L. A principios de verano, el valor medio en la laguna llegó a 23.25 ± 0.63 µmol SiO_4^{4-}/L, una

concentración más alta que en verano de 2023 (Tabla 4.5.1). La concentración media más alta se alcanzó el 20 de agosto con un valor de 30.63 ± 0.94 µmol SiO_4^{4-}/L, con un máximo local de 38.52 µmol SiO_4^{4-}/L en la estación E13. Este valor es ligeramente más bajo que el segundo máximo alcanzado en la laguna en 2023, que se produjo en la misma localidad el 1 de agosto con 40.36 µmol SiO_4^{4-}/L. A partir de aquí y durante todo el otoño, la concentración media de la laguna comenzó un descenso, a excepción de un pequeño repunte los días 5 y 19 de noviembre con valores de 13.14 ± 0.15 µmol SiO_4^{4-}/L y 13.48 ± 1.30 µmol SiO_4^{4-}/L.

En invierno de 2025 continuó la tendencia descendente en la concentración media de silicato en la laguna, hasta alcanzar a mediados de invierno los valores más bajos de los últimos años, con 0.86 ± 0.10 µmol SiO_4^{4-}/L y 0.85 ± 0.06 µmol SiO_4^{4-}/L los días 5 y 17 de febrero, respectivamente. Sin embargo, a principio de marzo, y relacionado con las fuertes lluvias ocurridas en esas fechas, se produjo un repunte en la concentración media forzado por el incremento en la concentración local de la estación E09b, frente a Los Urrutias, que alcanzó un valor de 26.27 µmol SiO_4^{4-}/L (Fig. 4.5.2). Tras este evento, la concentración media de silicatos en la laguna descendió de nuevo levemente hasta mediados de abril cuando tuvo lugar un nuevo cambio de tendencia, alcanzando el día 2 de junio el máximo registrado para 2025 con un valor de 8.97 ± 0.41 µmol SiO_4^{4-}/L.

Tabla 4.5.1. Estadísticas de concentración de silicato (µmol SiO_4^{4-}/L) en el Mar Menor en las diferentes estaciones entre 2024 y 2025.

Año	Estación	Media (s.e.)	Min.	Max.
2024	Invierno	1.88 ± 0.11	0.29	6.51
2024	Primavera	5.22 ± 0.26	0.63	12.66
2024	Verano	23.25 ± 0.63	5.75	38.52
2024	Otoño	12.47 ± 0.32	2.22	44.74
2025	Invierno	1.82 ± 0.20	0.27	26.27
2025	Primavera	3.87 ± 0.28	0.16	13.97

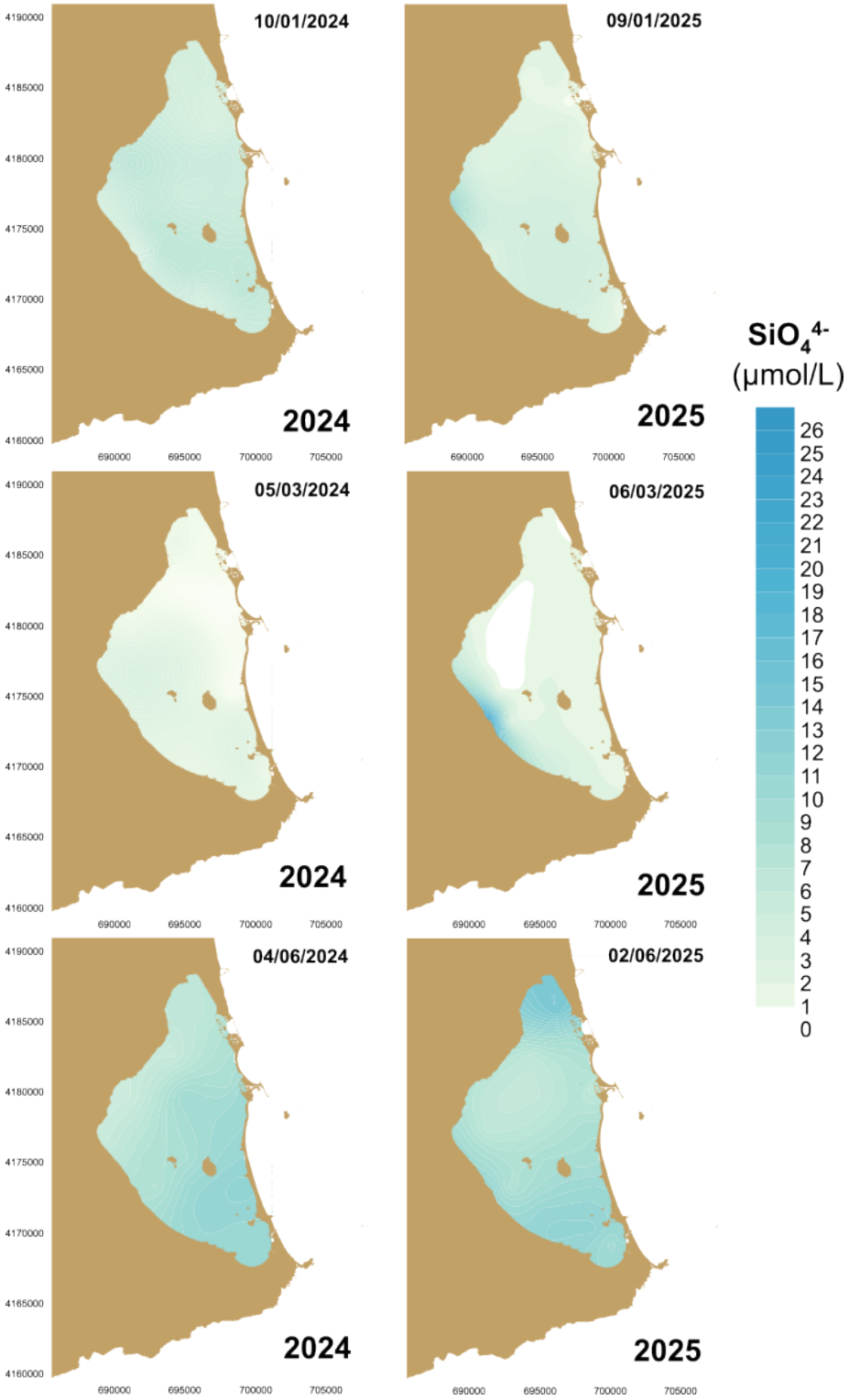


Figura 4.5.2. Evolución de la distribución espacial de la concentración de silicato (µmol/L SiO_4^{4-}) desde enero hasta principios de junio de 2024 (izquierda) y 2025 (derecha).

4.6. Relación de Redfield

La ratio de Redfield indica la relación elemental carbono:nitrógeno:fósforo encontrada en la composición corporal de los productores primarios marinos. Por ello, la relación N/P presente en la columna de agua puede ser utilizada como un indicador de la disponibilidad relativa de nutrientes de cara a su máximo aprovechamiento por el fitoplancton y a su proliferación (Redfield, 1958). El valor considerado estándar de dicha relación en el caso del fitoplancton es 16 y valores más altos o bajos determinarían el nutriente limitante del crecimiento fitoplanctónico en cada momento. Un valor de la relación N/P mayor de 16 indica que el crecimiento vegetal estaría limitado por el fosforo, mientras que un valor menor a 16 indica que el nutriente limitante es el nitrógeno. La relación N/P se calcula como DIN/PO_4^{3-}, siendo DIN el sumatorio de NO_3^-, NO_2^- y NH_4^+.

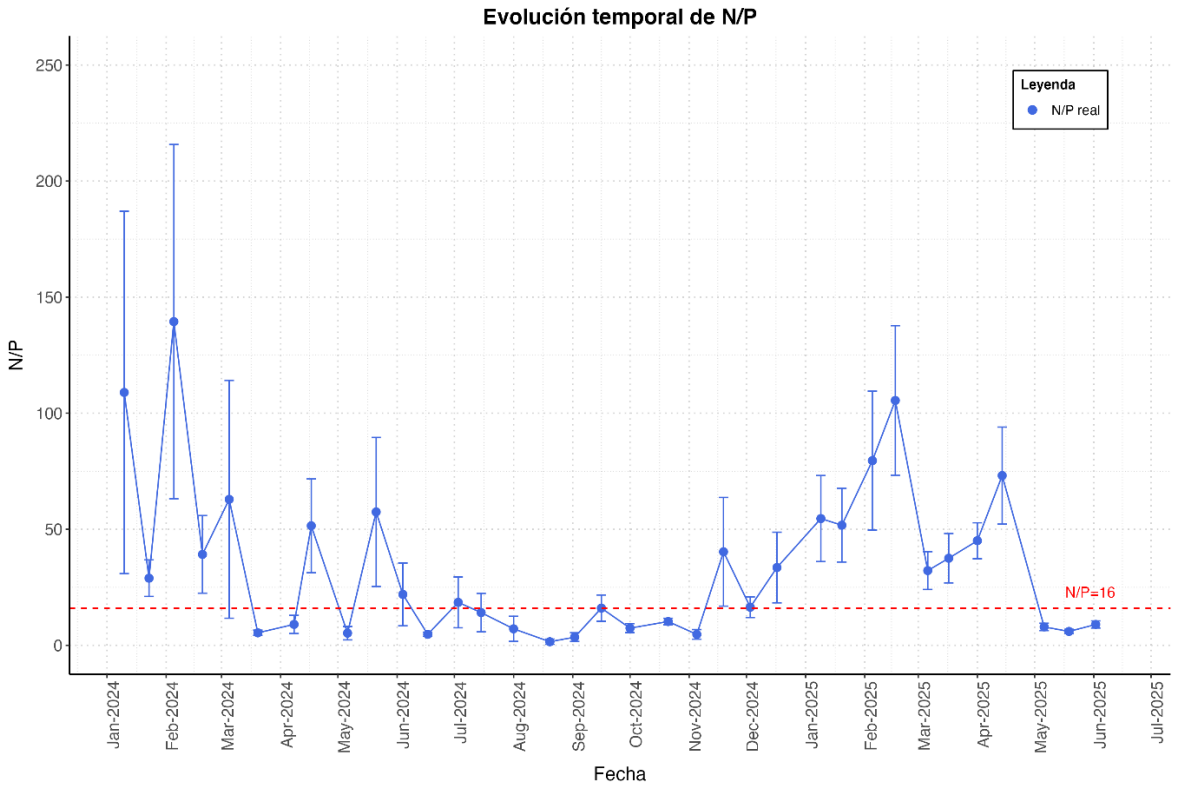


Figura 4.6.1. Evolución temporal de la ratio N/P en 2024 y 2025. Las barras de error representan el error estándar. La línea negra punteada representa el valor considerado estándar de la ratio N/P.

En 2024, las distintas entradas de nitrógeno en la laguna a principio de año hicieron que la ratio de N/P fuera bastante superior a 16, siendo el fósforo el nutriente limitante (Fig. 4.6.1). Sin embargo, desde final del invierno y durante la primavera, comenzó una oscilación alrededor del valor N/P de 16 debido a varios pulsos de entrada de fosfatos, haciendo que el nutriente limitante pasara a ser

el nitrógeno en varias ocasiones (Fig. 4.6.2). A partir de julio, la ratio N/P ya se situó por debajo de 16 hasta final de septiembre debido a un incremento en la concentración de fosfatos de forma generalizada en prácticamente toda la laguna y a un descenso en las entradas de nitratos a través de la cuenca vertiente. Esta situación continuó hasta finales de otoño, donde una disminución de la concentración de fosfatos junto al aumento en la concentración de entradas de nitratos hizo que este valor se situara nuevamente por encima de 16 durante el resto de 2024 y hasta mayo de 2025. A partir de esta fecha, y hasta principios de junio de 2025, la ratio N/P volvió a situarse por debajo de 16 debido, nuevamente, a un incremento generalizado de la concentración de fosfatos en la laguna y una disminución de nitratos (Figs. 4.6.2 y 4.6.3).

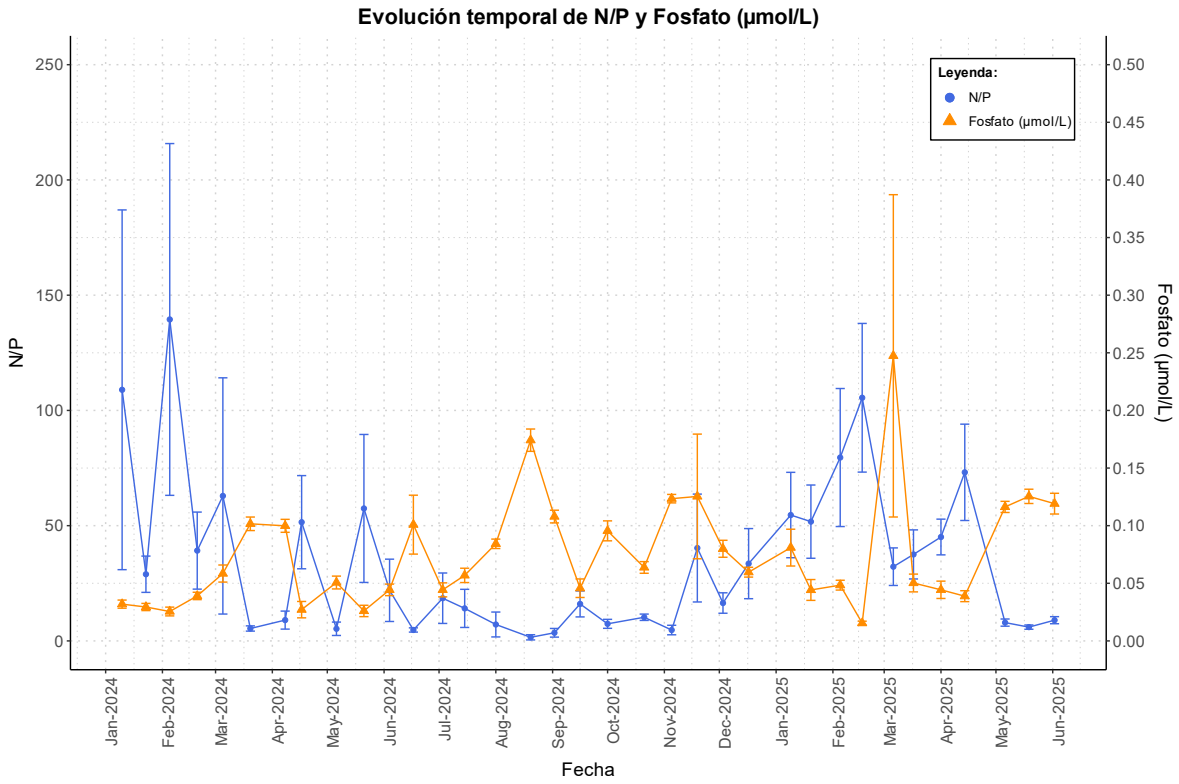


Figura 4.6.2. Evolución temporal de la comparativa de la ratio N/P y de la concentración de fósforo en 2024 y 2025.

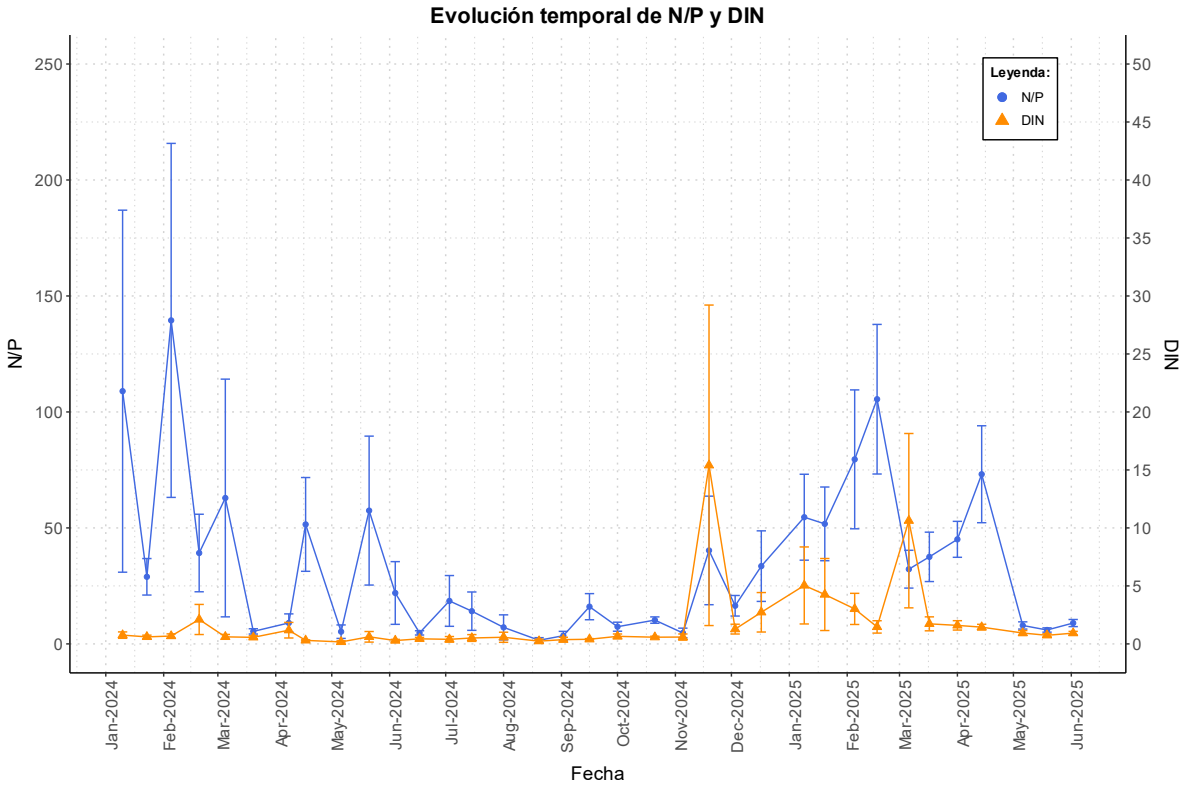


Figura 4.6.3. Evolución temporal de la comparativa de la ratio N/P y de la concentración de DIN en 2024 y 2025.

4.7. Clorofila *a*

2024 comenzó con una tendencia descendente en la concentración de clorofila *a*, que ya se había iniciado en el otoño de 2023. Los valores medios en el Mar Menor disminuyeron hasta principios de marzo de 2024 llegando a 0.6 µg/L, tanto en superficie como en el fondo. Durante la primavera, la concentración media se mantuvo por debajo de 1 µg/L, exceptuando el valor del 17 de abril en la capa superficial, donde dicha concentración media llegó hasta 1.64 µg/L (Tabla 4.7.1). En ese periodo destacan los picos registrados en la superficie el mismo día 17 de abril en las estaciones E14 y E20, con 7.14 y 6.29 µg/L, respectivamente (Fig. 4.7.4). En la capa profunda se registró un aumento de la concentración en la estación E05b el 17 de junio, frente a la desembocadura de la rambla de El Albujón, con 6.41 µg/L, probablemente como consecuencia de la entrada de agua dulce y nutrientes provocada por las fuertes lluvias de los días anteriores (Fig. 4.7.2).

Durante el verano de 2024, la concentración media de clorofila *a* en la capa profunda experimentó un aumento progresivo desde los 0.83 µg/L registrados a principios de julio hasta los 1.4 µg/L registrados en la campaña de finales de agosto. La concentración de clorofila en la capa superficial se mantuvo estable con ligeras oscilaciones en torno a un valor medio de 0.65 µg/L (Tabla 4.7.1). En este periodo se observaron valores relativamente altos en localidades y momentos puntuales. El 20 de agosto, la concentración de clorofila en superficie en la estación E09b llegó a 3.55 µg/L y en la

capa de fondo de la columna de agua, en la estación E11, se registraron 6.90 µg/L (Figs. 4.7.4 y 4.7.5).

Tabla 4.7.1. Estadísticas descriptivas de la concentración de clorofila a (µg/L) en la capa superficial y fondo del Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025. El valor s.e. de la media corresponde al error estándar.

Año	Capa	Estación	Media (s.e.)	Min.	Max.
2024	Superficie	Invierno	0.89 ± 0.04	0.18	3.61
		Primavera	0.79 ± 0.07	0.08	7.14
		Verano	0.65 ± 0.04	0.01	3.79
		Otoño	0.85 ± 0.04	0.09	2.65
	Fondo	Invierno	0.82 ± 0.03	0.16	2.58
		Primavera	0.73 ± 0.05	0.25	6.41
		Verano	1.09 ± 0.06	0.21	6.90
		Otoño	1.22 ± 0.07	0.16	7.2
2025	Superficie	Invierno	1.06 ± 0.03	0.25	3.13
		Primavera	0.67 ± 0.03	0.02	1.80
	Fondo	Invierno	1.27 ± 0.12	0.25	14.94
		Primavera	0.85 ± 0.04	0.01	2.69

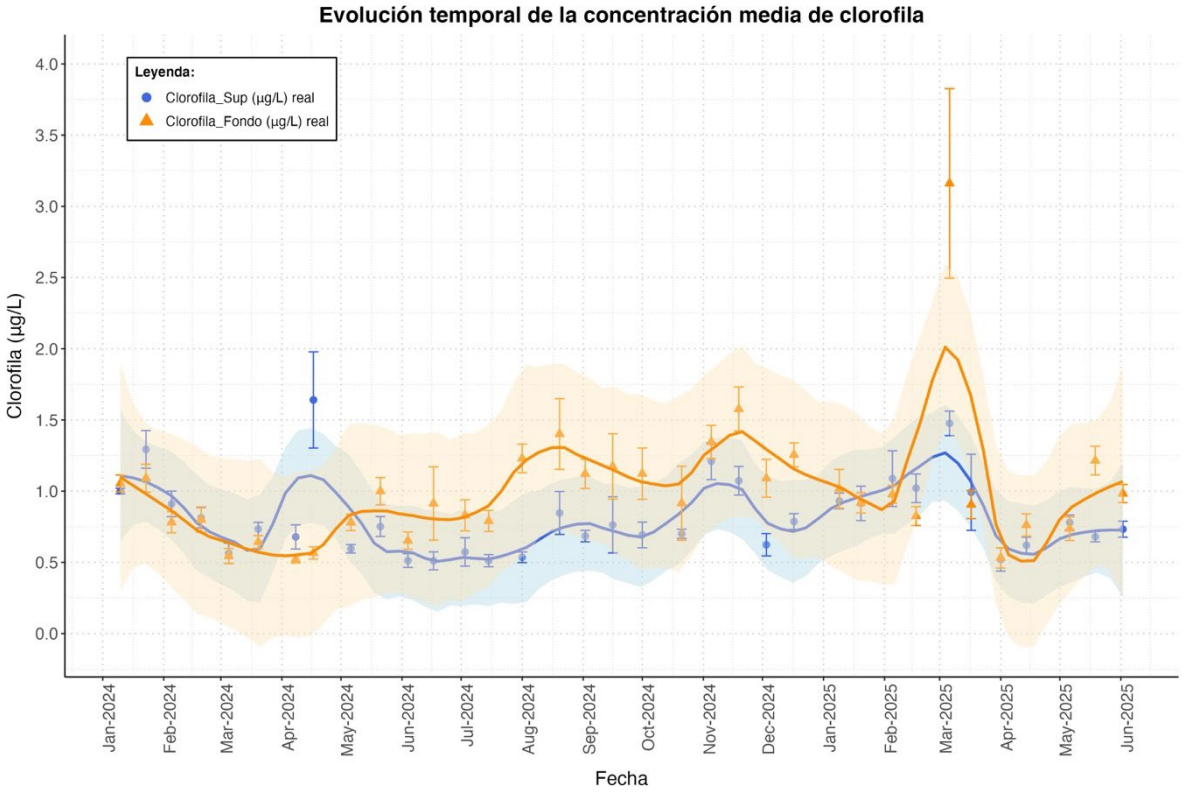


Figura 4.7.1. Evolución de la concentración media de clorofila a (µg/L) en la columna de agua del Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025. Las líneas muestran el ajuste mediante el método loess (abreviación de 'local regression'), las barras el error estándar de los datos y el sombreado indica los intervalos (95%) de confianza.

Desde finales de agosto hasta principios de 2025, la concentración media superficial mostró un aumento progresivo desde los 0.5 µg/L hasta los 1.02 µg/L registrados el 17 de febrero. Por su parte, la concentración media en el fondo presentó oscilaciones en torno a un valor medio de 1.22 µg/L hasta finales de 2024, cuando empezó un descenso progresivo hasta los 0.82 µg/L registrados el 17 de febrero (Fig. 4.7.1). En la campaña del 6 de marzo de 2025 se registraron valores muy altos de clorofila, especialmente en la capa profunda donde se alcanzaron 3.16 µg/L de media (Fig. 4.7.3), como consecuencia de la entrada de agua dulce y nutrientes provocada por las fuertes lluvias de los días anteriores. Tras este episodio, las concentraciones medias de clorofila *a* volvieron a valores normales durante la primavera, en torno a los 0.67 µg/L en la capa superficial (Tabla 4.7.1) y con una ligera tendencia ascendente en la capa profunda desde principios de abril (0.53 µg/L) hasta principios de junio (0.98 µg/L) (Fig. 4.7.1).

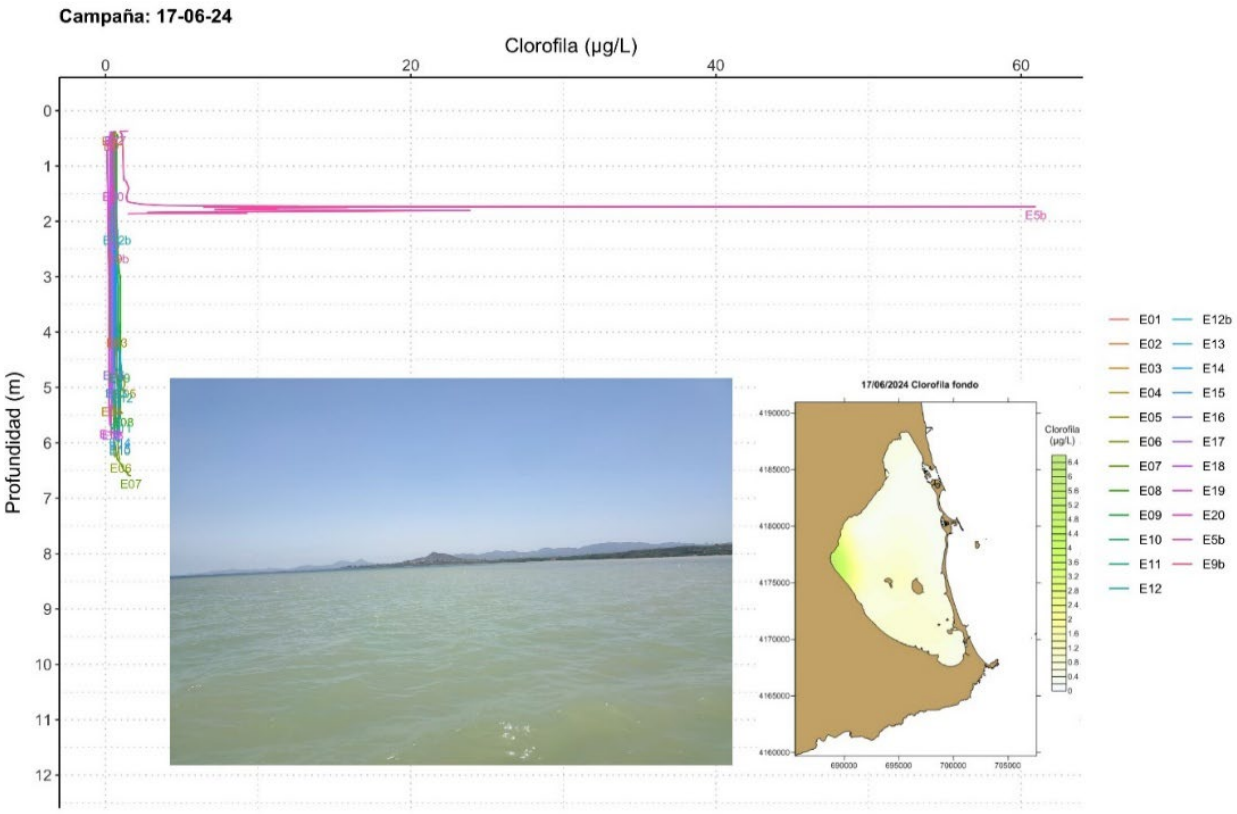


Figura 4.7.2. Representación del aumento de la clorofila a (µg/L) en la estación E05b, frente a la rambla de El Albujón, del día 17 de junio de 2024.

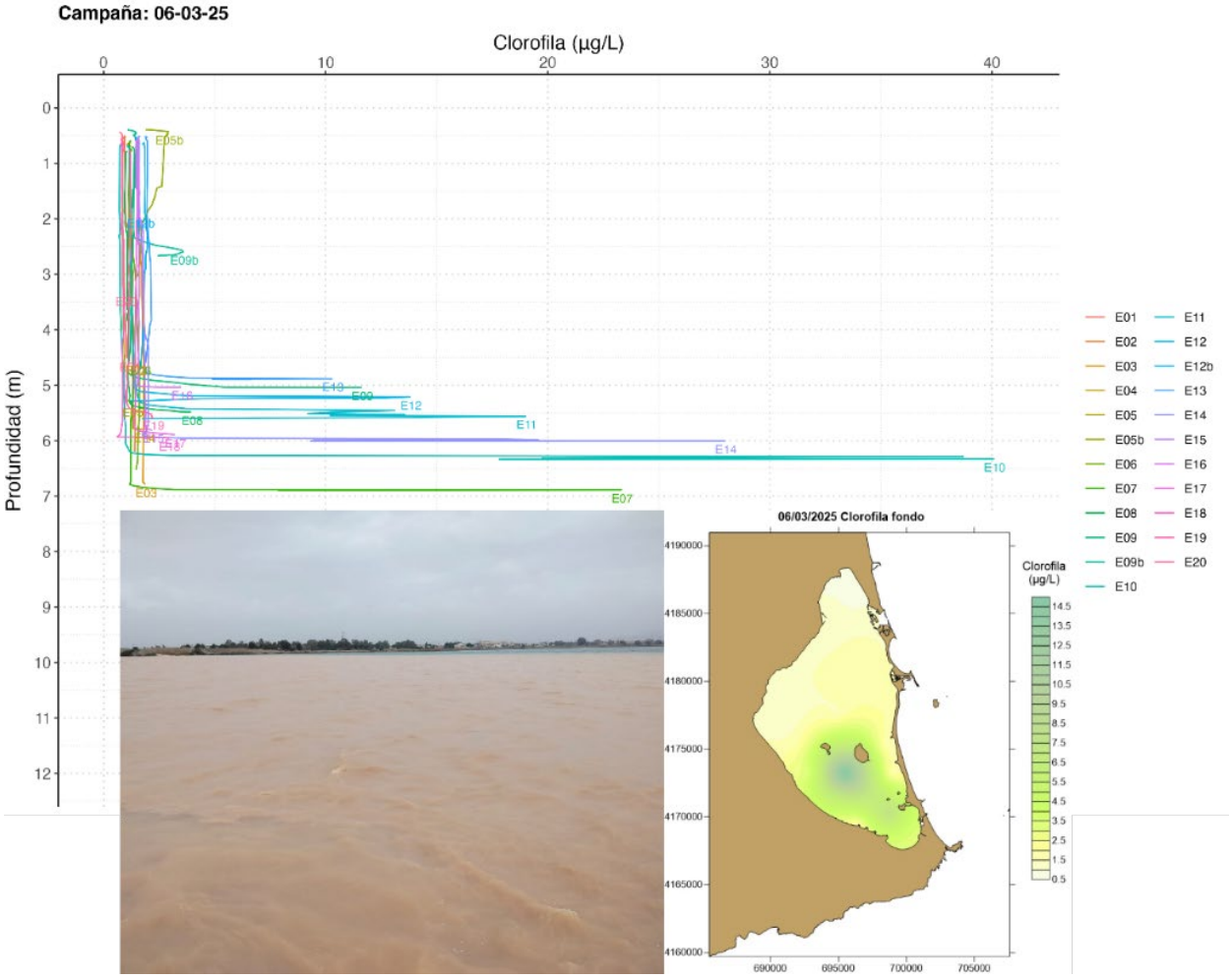


Figura 4.7.3. Arriba: perfiles de la concentración de clorofila a en la columna de agua en las estaciones de muestreo en el Mar Menor, con un pico importante de acumulación en la capa del fondo en la mayoría de las localidades. Debajo: izquierda: imagen del estado de la masa de agua en la estación E05b, frente a la rambla del Albujón el día 6 de marzo de 2025, unos días después de las lluvias de primeros de marzo; derecha: distribución espacial de la concentración de clorofila a (µg/L) en la capa de fondo de la columna de agua del Mar Menor, el mismo día 6 de marzo de 2025, mostrando la fuerte acumulación en el centro del giro sur del esquema circulatorio de las corrientes marinas en la laguna.

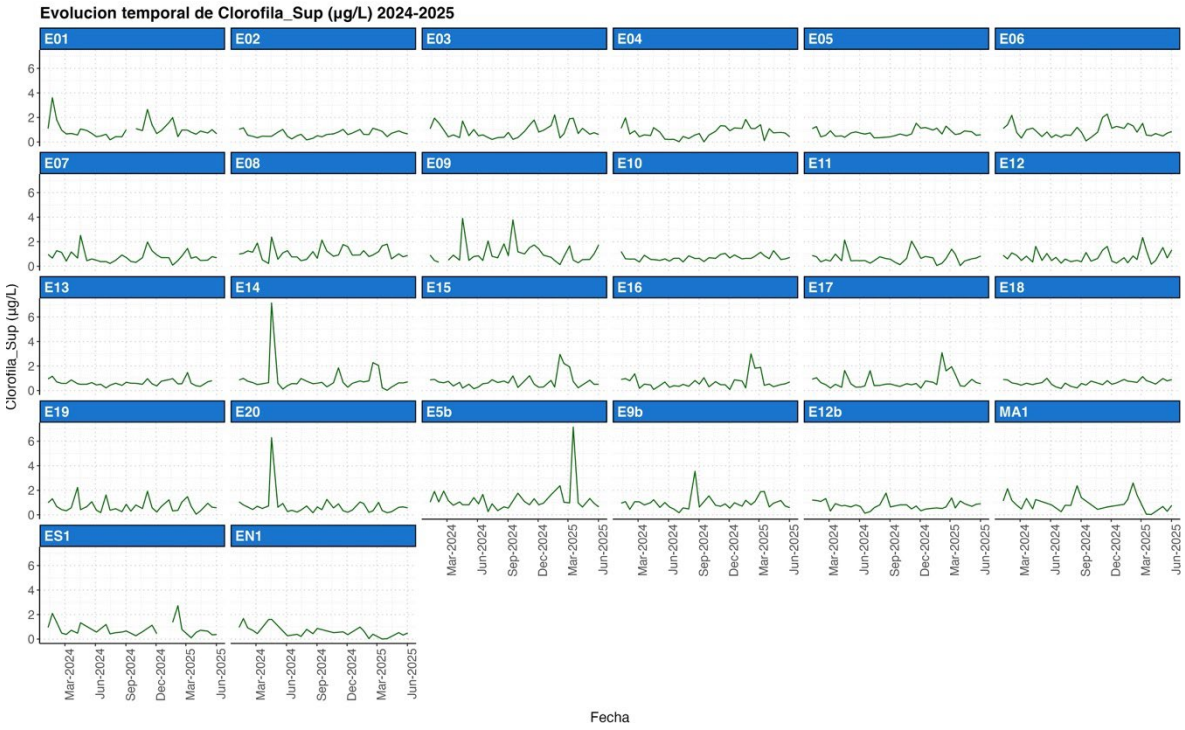


Figura 4.7.4. Evolución de la concentración de clorofila a en la capa superficial de los distintos puntos de muestreo del Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025.

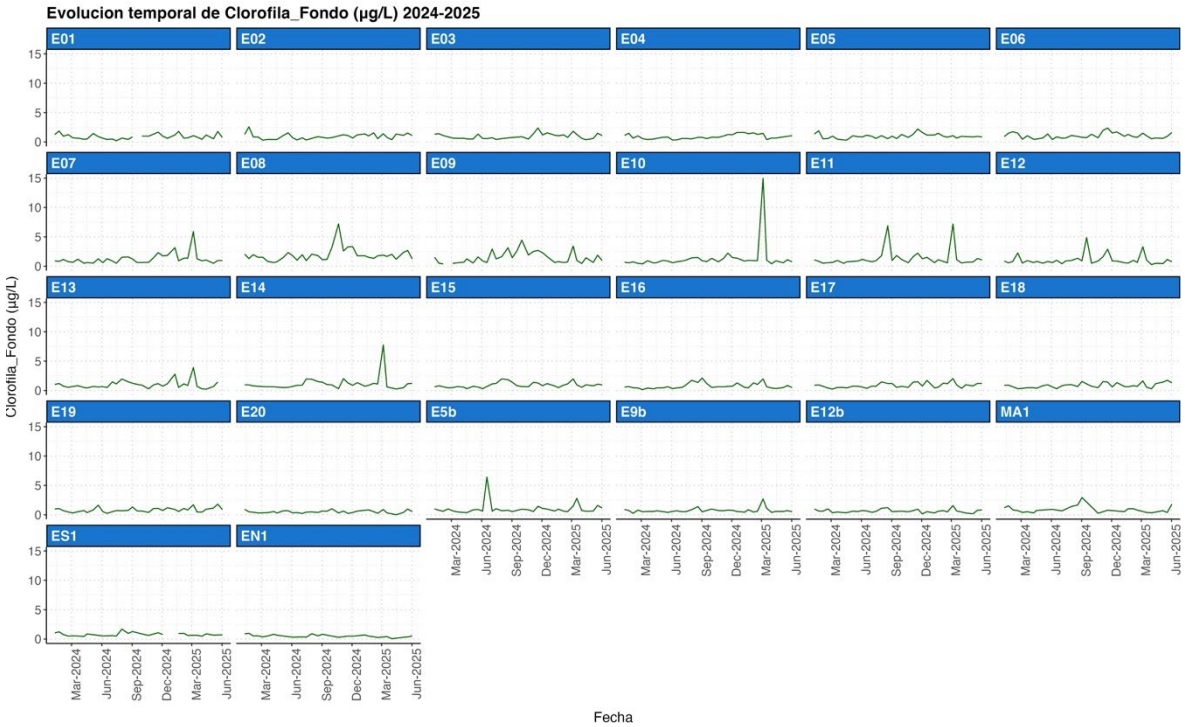


Figura 4.7.5. Evolución de la concentración de clorofila a en la capa profunda de los distintos puntos de muestreo del Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025.

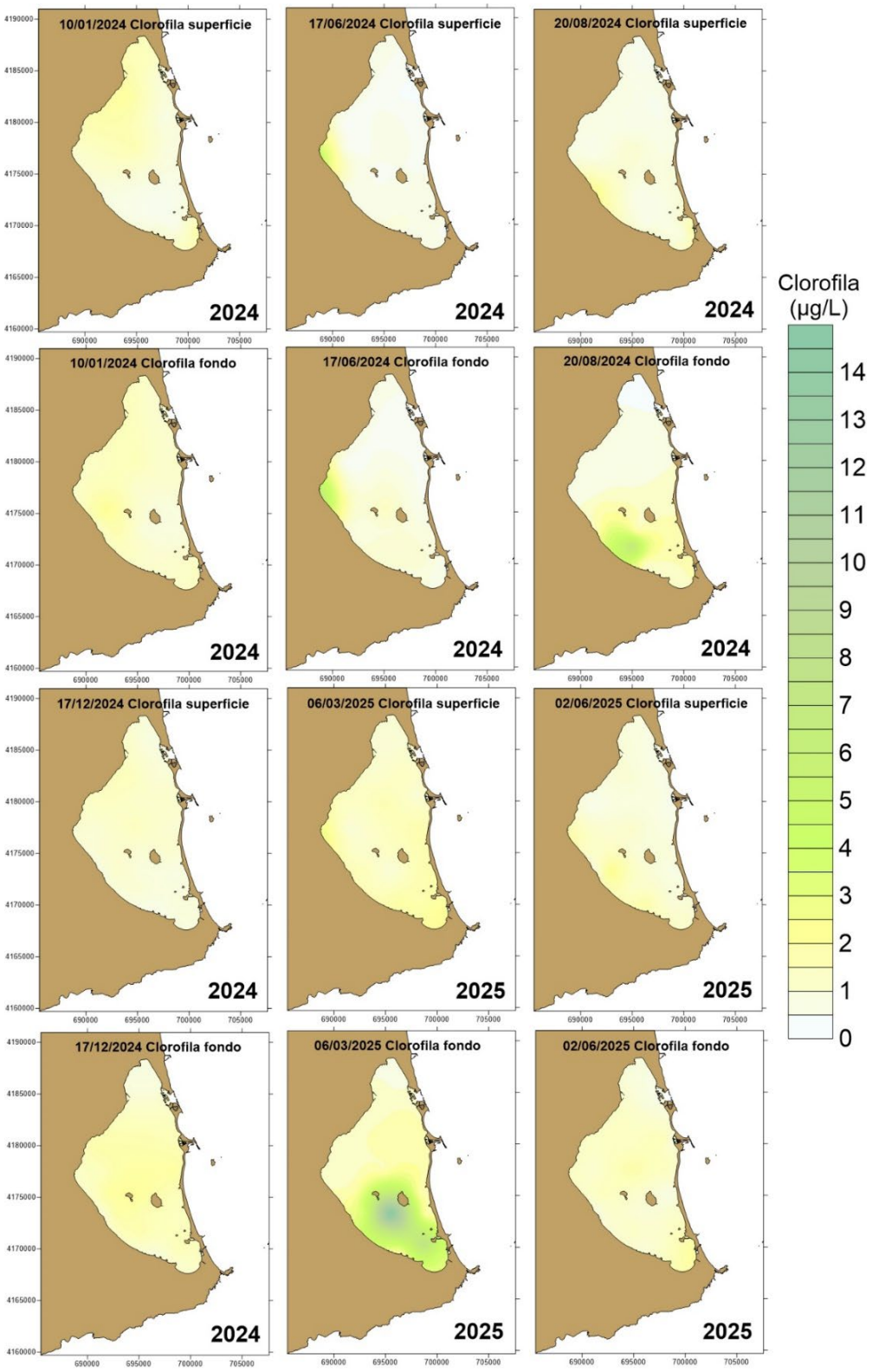


Figura 4.7.6. Evolución de la distribución espacial de la concentración de clorofila a en la superficie y sobre el fondo en la columna de agua en fechas representativas desde enero de 2024 hasta principio de junio de 2025.

4.8. Oxígeno disuelto

A pesar de que las presiones por las entradas de nutrientes y las altas temperaturas estivales persisten, durante los dos últimos años el Mar Menor se ha mantenido alejado de los riesgos de sufrir crisis distróficas y eventos de hipoxia. Durante 2024, la concentración media de oxígeno disuelto (%) se mantuvo en niveles de saturación (≈ 100 %) (Fig. 4.8.1). La concentración absoluta media de oxígeno disuelto se mantuvo estable durante el invierno de 2024, en torno a un valor medio de 8 mg/L (Tabla 4.8.1). A partir de abril comenzó una tendencia descendente con ligeras oscilaciones que se prolongó hasta la primera semana de septiembre, cuando se registraron valores medios de 6.14 mg/L en la capa superficial y 6.09 mg/L en la capa profunda. Desde entonces, la concentración media de oxígeno disuelto experimentó un aumento progresivo hasta alcanzar el valor medio de 8.25 mg/L registrado en la campaña de mediados de diciembre (Fig. 4.8.1).

Durante enero y febrero de 2025, la concentración absoluta media de oxígeno disuelto se mantuvo estable en torno a 8.25 mg/L de media. Desde principios de marzo hasta mediados de abril la concentración absoluta de oxígeno disuelto experimentó un descenso con fuertes oscilaciones hasta valores de 7.00 y 6.96 mg/L de media, registrados en la campaña del 14 abril, en la capa superficial y profunda, respectivamente. A partir de entonces, la concentración absoluta media de oxígeno disuelto se ha mantenido estable con ligeras oscilaciones hasta principios de junio en torno a un valor de 7.11 mg/L (Fig. 4.8.1).

Tabla 4.8.1. Estadísticas descriptivas de la concentración de oxígeno disuelto (mg/L) en la capa superficial y fondo del Mar Menor durante 2024 y principios de 2025. El valor s.e. de la media corresponde al error estándar.

Año	Capa	Estación	Media (s.e.)	Min.	Max.
2024	Superficie	Invierno	8.00 ± 0.02	7.28	8.80
		Primavera	7.30 ± 0.04	6.09	8.90
		Verano	6.40 ± 0.04	4.39	9.07
		Otoño	7.28 ± 0.06	5.99	9.20
	Fondo	Invierno	8.11 ± 0.02	7.08	9.07
		Primavera	7.42 ± 0.05	5.91	9.28
		Verano	6.45 ± 0.05	4.37	9.11
		Otoño	7.32 ± 0.06	5.95	9.33
2025	Superficie	Invierno	8.01 ± 0.03	7.21	9.16
		Primavera	7.32 ± 0.05	5.75	9.56
	Fondo	Invierno	8.03 ± 0.04	5.26	9.14
		Primavera	7.37 ± 0.06	5.63	9.59

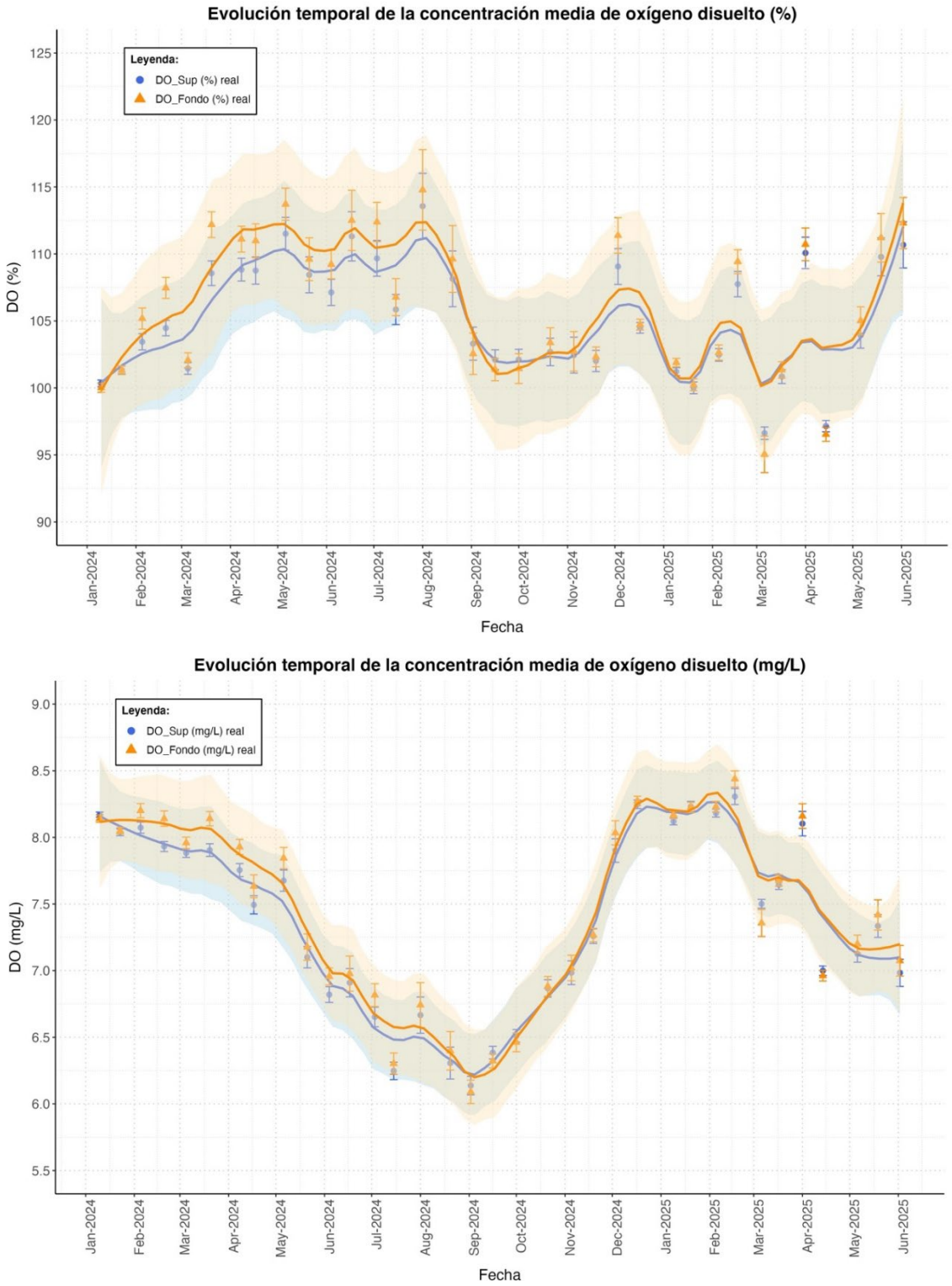


Figura 4.8.1. Evolución temporal de la concentración media de oxígeno disuelto en % (arriba) y en mg/L (abajo) desde enero de 2024 hasta junio de 2025. Las líneas muestran el ajuste mediante el método loess (abreviación de 'local regression'), las barras el error estándar de los datos y el sombreado indica los intervalos (95%) de confianza.

A nivel local, no se han detectado descensos destacados del porcentaje de oxígeno disuelto durante 2024 y 2025, salvo en dos casos aislados en las estaciones más próximas a la costa interior. El primer caso se detectó en la campaña realizada el 20 de agosto de 2024, cuando la concentración de oxígeno disuelto en porcentaje descendió hasta el 75.43% en la capa superficial y hasta el 75.17% en la capa profunda, ambos valores en la estación E5b frente a la desembocadura de la Rambla del Albujón (Figs. 4.8.2 y 4.8.3). El segundo caso se produjo en la campaña realizada el 6 de marzo de 2025 en la estación E9b, donde la concentración de oxígeno disuelto en porcentaje descendió hasta el 67.02% en la capa profunda.

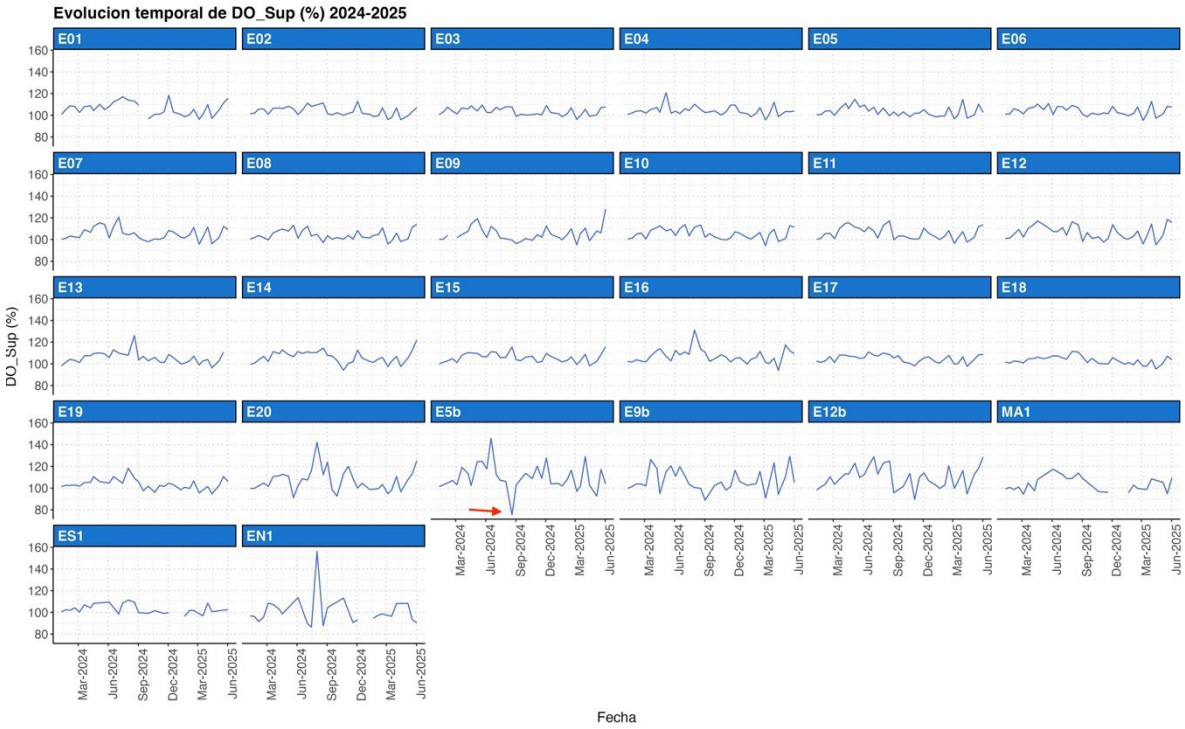


Figura 4.8.2. Evolución de la concentración de oxígeno disuelto (%) en la capa superficial de los distintos puntos de muestreo del Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025. Las flechas rojas señalan los descensos más relevantes.

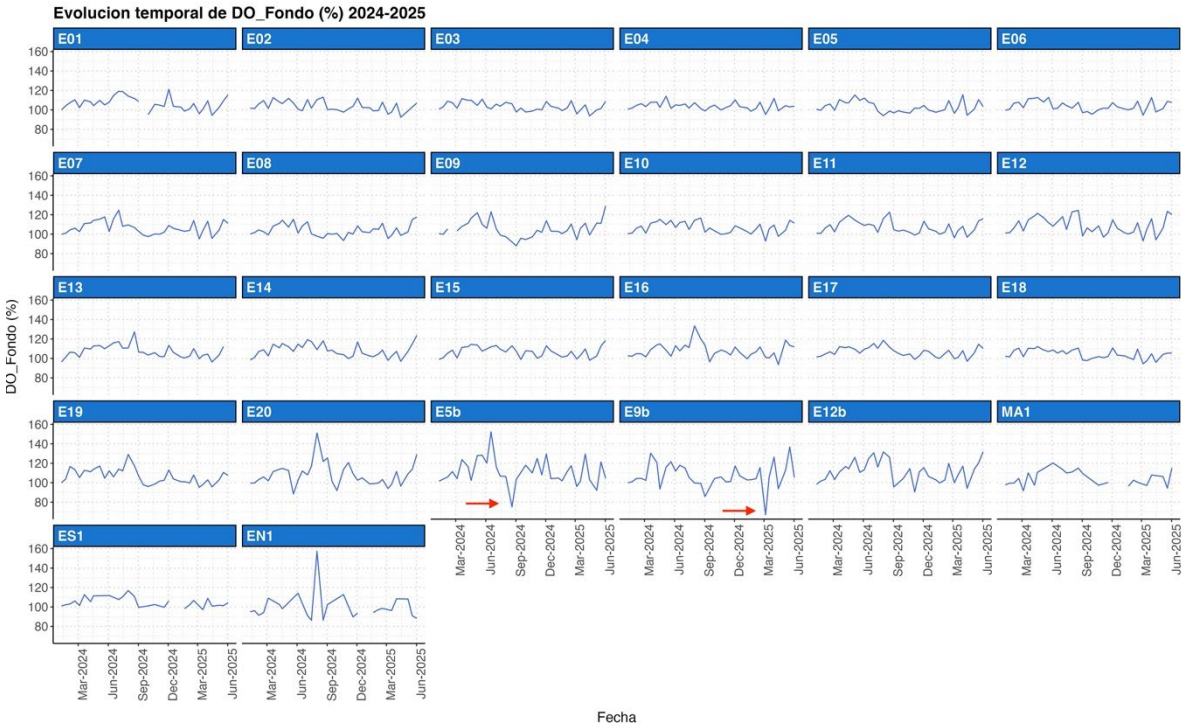


Figura 4.8.3. Evolución de la concentración de oxígeno disuelto (%) en la capa profunda de los distintos puntos de muestreo del Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025. Las flechas rojas señalan los descensos más relevantes.

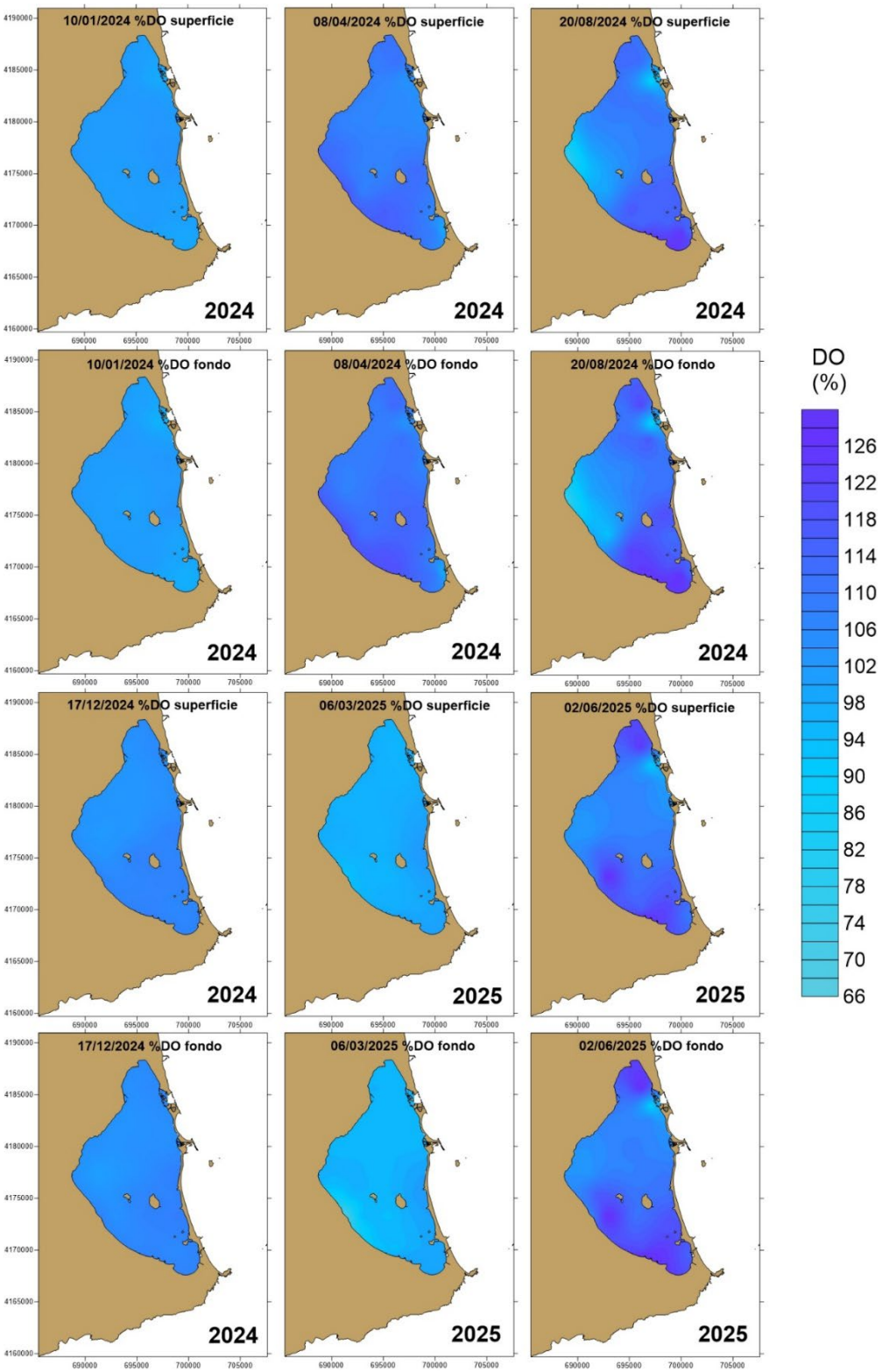


Figura 4.8.4. Evolución de la distribución espacial de la concentración de oxígeno disuelto expresada en porcentaje de saturación en superficie y sobre el fondo de la columna de agua del Mar Menor desde enero de 2024 hasta principio de junio de 2025.

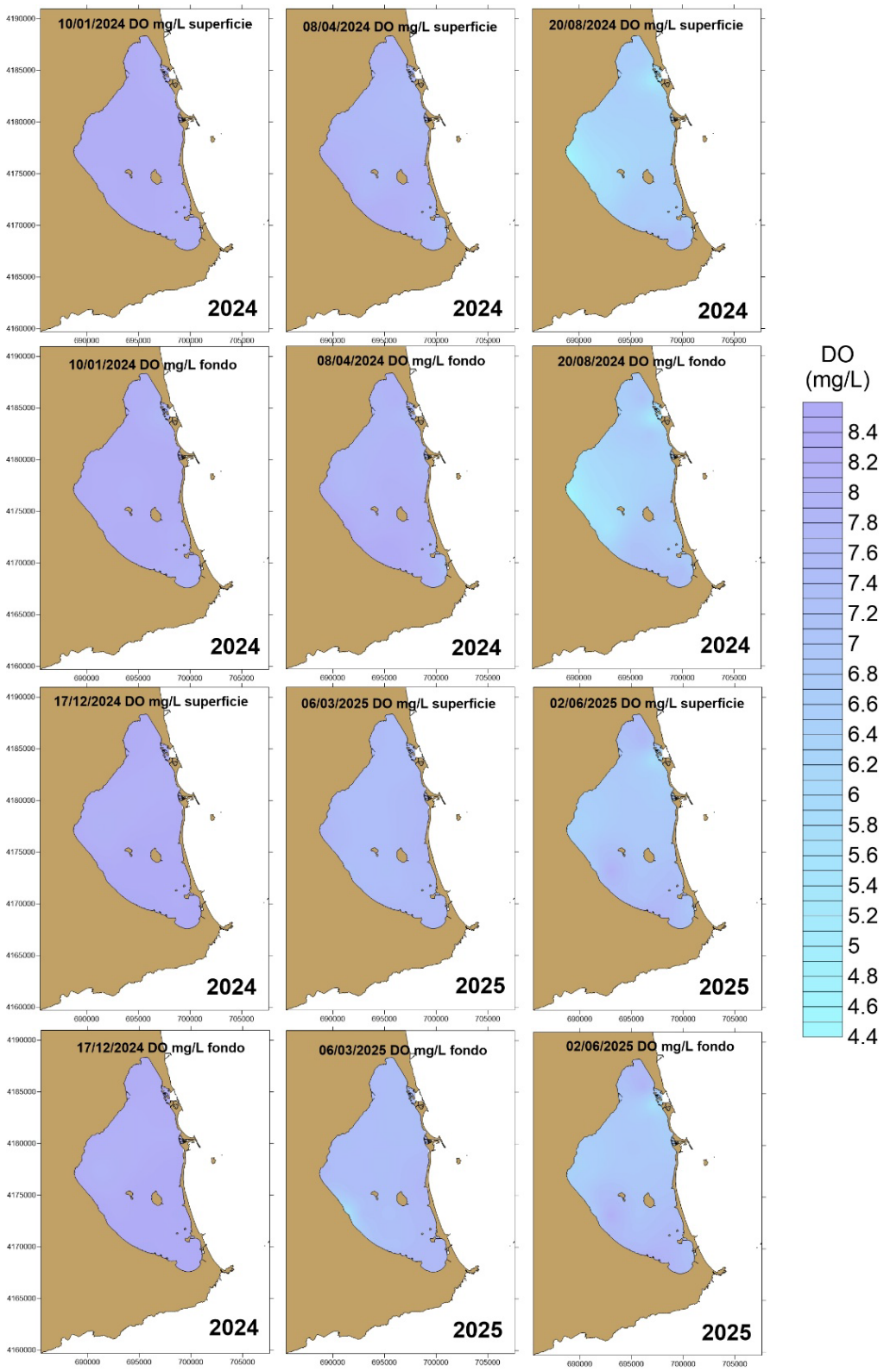


Figura 4.8.5. Evolución de la distribución espacial de la concentración de oxígeno disuelto expresada en mg/L en superficie y sobre el fondo de la columna de agua del Mar Menor desde enero de 2024 hasta principio de junio de 2025.

4.9. Transparencia del agua (turbidez y profundidad de visibilidad del disco Secchi)

La transparencia del agua, es decir la capacidad de penetración de la luz en la columna de agua, es el resultado del efecto de las propiedades ópticas tanto de los materiales inorgánicos disueltos o en suspensión (apartado 3.3), así como del propio plancton, particularmente el fitoplancton y, por tanto, de la concentración en clorofila (apartado 4.7). De este modo, los principales agentes que pueden alterarla son las descargas de materiales por escorrentías debidas a lluvias torrenciales, los vientos que resuspenden materiales sedimentados en el fondo, especialmente en zonas inferiores a 1.5 m de profundidad (Pérez-Ruzafa, 1989) y las condiciones tróficas que induzcan proliferaciones de fito y zooplancton. Debido a esto, los valores más bajos suelen darse en verano (por la proliferación del plancton) y en otoño (por la incidencia de temporales y lluvias torrenciales asociados a gotas frías y DANAs).

Desde la primavera y verano de 2022, cuando se inició una recuperación sin incidencias resaltables de la transparencia de la columna de agua, esta se ha ido consolidando y mejorando paulatinamente. Durante 2023, la transparencia media, medida con el disco Secchi en los puntos con profundidad mayor de 5 metros, osciló en torno a 5.07 m, con algunos eventos de menor transparencia, como el del 17 de octubre que estarían relacionados con el oleaje otoñal y los aportes de sedimento procedentes de las lluvias de septiembre en las zonas someras más cercanas a la costa, pero posiblemente también con un aumento puntual de la concentración media de clorofila *a* en la columna de agua entre octubre y noviembre.

Los valores más bajos de transparencia continúan registrándose en la Zona 2, bajo la influencia de la rambla de El Albujón (Fig. 4.9.2), en la que, desde principios de 2019, con la subida del nivel freático, se viene observando una mancha blanquecina más o menos persistente de materiales finos en suspensión que podrían estar relacionados con partículas de yesos procedentes de la cuenca vertiente y de la resuspensión desde los propios sedimentos o de precipitaciones de carbonatos (Oosterbaan *et al.*, 2025).

Las condiciones de transparencia del agua en el conjunto de la laguna han venido mejorando y estabilizándose durante los últimos años. 2024 mostró una visibilidad ligeramente superior a la de 2023, con un valor medio de 4.28 ± 0.08 m frente a los 3.89 ± 0.08 m de 2023. De manera general, también presentó menores oscilaciones y diferencias a lo largo del Mar Menor, a excepción, como ha estado ocurriendo en los últimos años, de la Zona 2 bajo la influencia de la rambla de El Albujón, en el área afectada por la mancha blanquecina que, ocasionalmente, puede extenderse hacia el interior de la laguna afectando a la zona central.

Durante 2024, ocasionalmente, se han detectado manchas de turbidez en las capas profundas y principalmente frente a la ribera interna de la cubeta central y, en menor medida, frente al canal de El Estacio. El 20 de marzo se detectó un aumento de la turbidez en el fondo en la estación E08 con un valor de 54.61 NTU (unidades de turbidez nefelométricas). El 17 de junio, y tras las fuertes lluvias ocurridas días antes, se registraron en la estación E05b valores de turbidez en superficie y en profundidad de 218.95 NTU y 320.2 NTU, respectivamente. En agosto, sin embargo, la turbidez tanto

en superficie como en profundidad se encontraba en torno a 0.6 NTU, sin mostrar ningún pico significativo. A partir de septiembre ocurrieron pequeñas oscilaciones alrededor de 1 NTU, tanto en superficie como en profundidad que se mantuvieron hasta el 9 enero de 2025, tras las lluvias de diciembre, cuando se registró un valor puntual de 45.75 NTU en la estación E13 en el fondo, aunque la turbidez promedio de la laguna no sobrepasó los 2.5 NTU. El resto del invierno de 2025 la turbidez se mantuvo en valores mínimos. Las lluvias torrenciales de los días previos a la campaña del 6 de marzo provocaron un aumento puntual importante (Fig. 4.9.4) que, sin embargo, no afectó de forma prolongada a la visibilidad media general de la laguna, que se ha mantenido entre los 4.5 y 5.5 m durante la primavera de 2025 hasta primeros de junio.

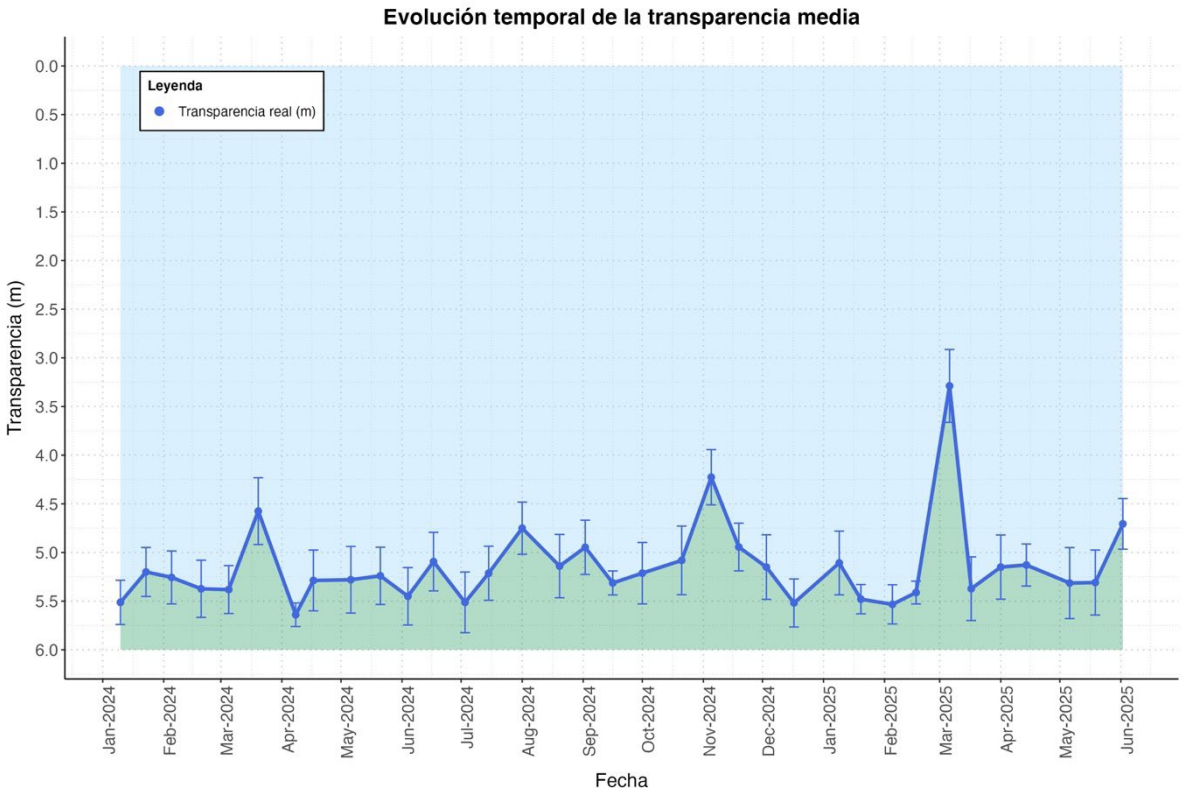


Figura 4.9.1. Evolución de la transparencia media medida con disco Secchi de los puntos de muestreo del Mar Menor con una profundidad mayor de 5 m desde enero de 2024 hasta junio de 2025.

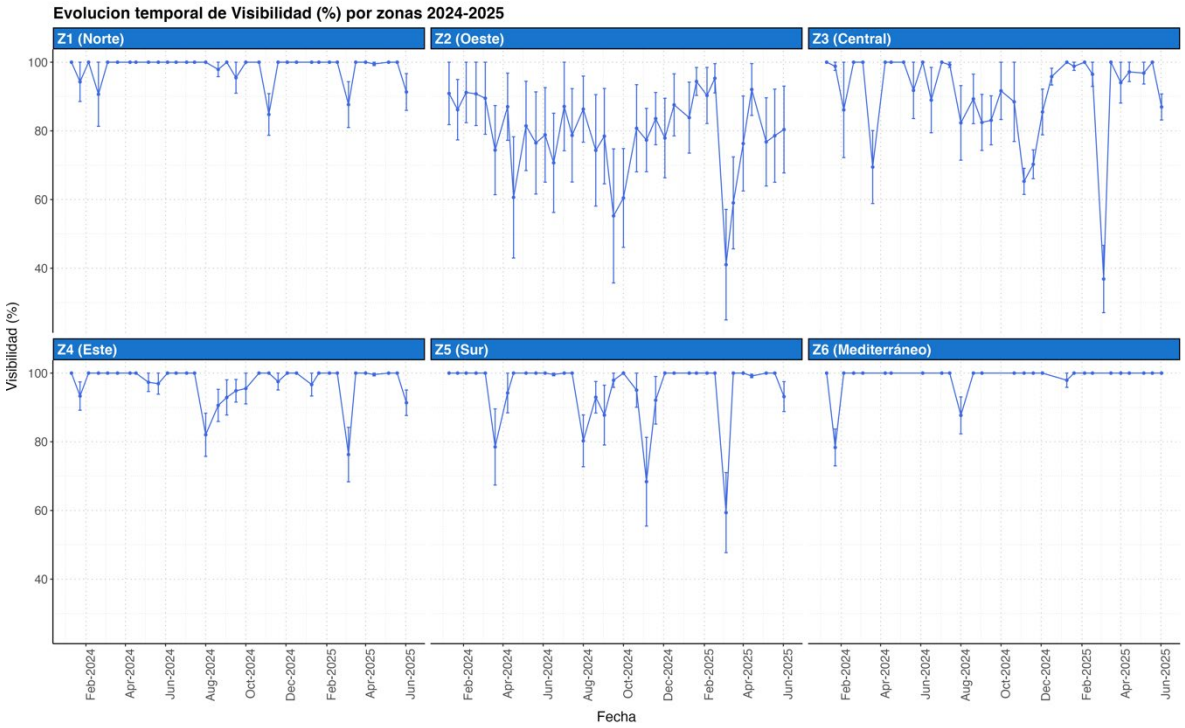


Figura 4.9.2. Evolución de la visibilidad de la columna de agua de las distintas zonas del Mar Menor desde enero de 2024 hasta junio de 2025.

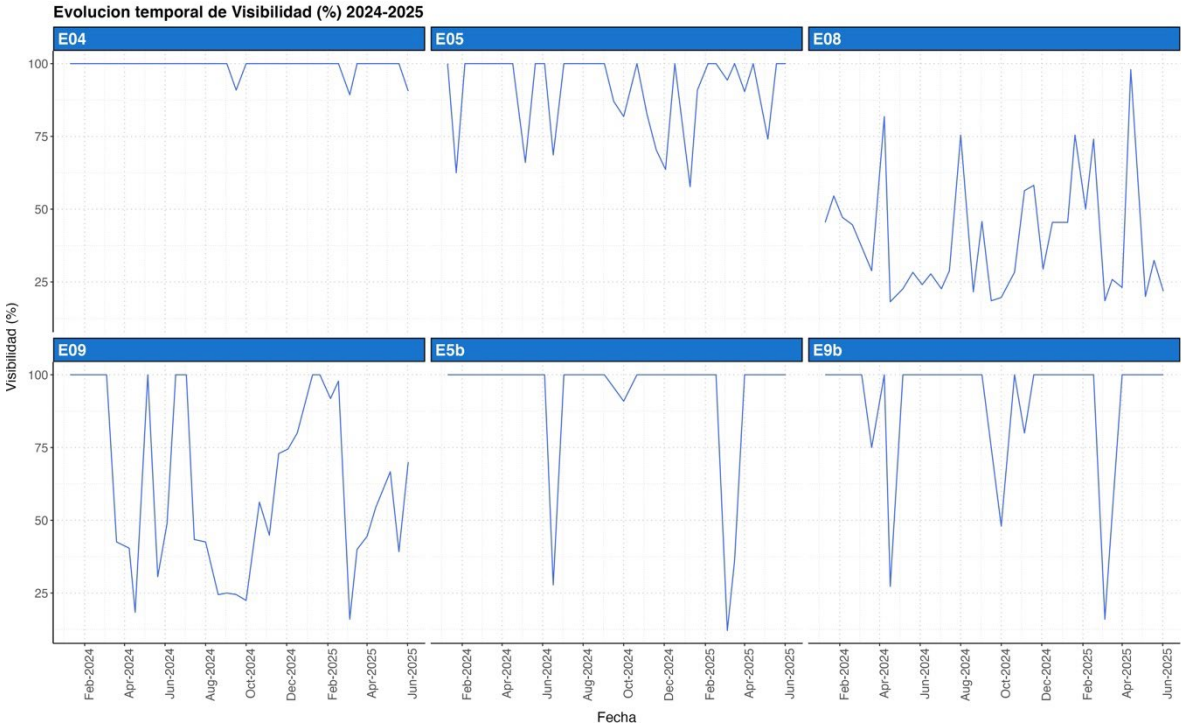


Figura 4.9.3. Evolución de la visibilidad de la columna de agua de en los puntos de muestreo de la zona 2 desde enero de 2024 hasta junio de 2025.

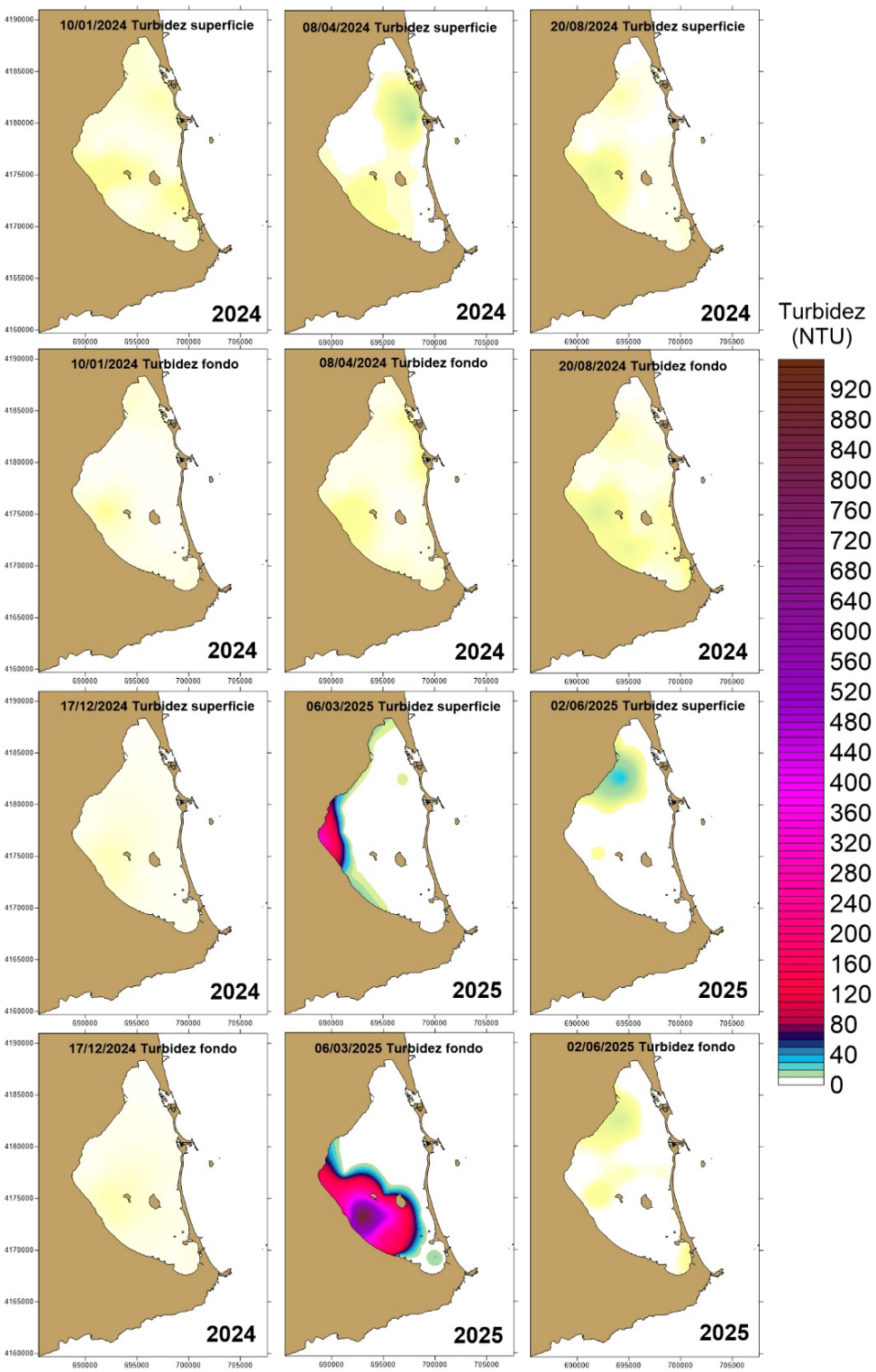


Figura 4.9.4. Evolución de la distribución espacial de la turbidez en la superficie y sobre el fondo de la columna de agua del Mar Menor desde enero de 2024 hasta principio de junio de 2025.

5. Estado de las poblaciones de escifozoos en el Mar Menor en 2025

5.1. Introducción

El zooplancton gelatinoso del Mar Menor está compuesto por 10 especies: 6 escifozoos, 1 cubozoo, 2 hidrozoos y 1 ctenóforo (Fernández-Alías *et al*., 2022). Entre estas especies, el grupo más interesante, debido a sus proliferaciones masivas, tanto históricas como actuales, se corresponde con el de los escifozoos, comúnmente conocidos como medusas, compuesto por la medusa luna, *Aurelia solida* Browne, 1905, la medusa huevo frito, *Cotylorhiza tuberculata* (Macri, 1778), la aguamala, *Rhizostoma pulmo* (Macri, 1778), la medusa de puntos australiana, *Phyllorhiza punctata* von Lendenfeld, 1884, el acéfalo luminiscente, *Pelagia noctiluca* (Forsskål, 1775), y la medusa invertida, *Cassiopea andromeda* (Forskål, 1775).

Antes del dragado y ensanchamiento del canal del Estacio, únicamente *A. solida* contaba con una población en el interior del Mar Menor, estableciéndose *C. tuberculata* y *R. pulmo* durante la década de 1990 y comenzando a realizar proliferaciones de forma regular a finales del siglo XX (Pérez-Ruzafa, 1996, 1997). Desde el año 2022 se considera también a la medusa *P. punctata* como establecida en el Mar Menor (Fernández-Alías *et al*., 2024). El resto de los escifozoos se consideran como *marine straggler sensu* Pérez-Ruzafa *et al*. (2019b) (Fernández-Alías *et al*., 2022). Es decir, pueden encontrarse ocasionalmente dentro del Mar Menor, pero no son capaces de sobrevivir en el interior salvo en determinados momentos en los que encuentran condiciones favorables.

En este apartado del informe se proporciona la distribución espacial y abundancia de las poblaciones de escifozoos establecidas en el Mar Menor hasta junio de 2025.

5.2. *Abundancia y distribución*

5.2.1. Aurelia solida

La medusa luna presenta una estacionalidad invernal, iniciando su aparición en la columna de agua entre diciembre y enero, y desapareciendo hacia finales de junio. Esta especie ha mostrado proliferaciones significativas en los años 2012, 2020, 2021 y 2023, alcanzando densidades superiores a los 30 ind/100 m^3 (Figura 5.2.1). Sin embargo, en 2024 su abundancia fue escasa, con una densidad que no superó los 0.1 ind/100 m^3 en el pico de población. No se registraba una densidad tan reducida para una temporada completa desde el año 2009. Tan solo hubo registro de una éfira el 10 de enero en la estación E18. En 2024, su presencia en el Mar Menor se limitó al periodo comprendido entre el 20 de marzo y el 21 de mayo, lo que representó una temporada corta considerando que las condiciones ambientales para su aparición suelen estar presentes desde diciembre-enero hasta principios de junio. Su distribución espacial fue preferentemente en la zona central y sur de la laguna, aunque también se registraron individuos en la zona de la cubeta interior.

Durante la primera mitad de 2025, la abundancia de este escifozoo ha sido igualmente baja, incluso ligeramente inferior que para el mismo periodo de estudio en 2024 (enero-junio), con una densidad promedio por debajo de los 0.07 ind/100 m^3 en el pico de la población, sin detectarse ninguna éfira de esta medusa en el periodo de seguimiento de 2025. En 2025 esta especie ha estado presente entre el 5 de febrero y el 19 de mayo, con un rango mayor que para el año anterior. En 2025 la distribución espacial de esta medusa en el Mar Menor ha sido similar a la ocurrida el año anterior, en la zona central de la laguna.

5.2.2. Rhizostoma pulmo

La medusa aguamala, *R. pulmo*, es un escifozoo que puede estar presente durante todo el año en el Mar Menor. Su ciclo de vida se inicia con la liberación de éfiras ante las fluctuaciones térmicas, pudiendo enlazar varias cohortes a lo largo del año. De forma general, sus éfiras son capaces de alcanzar la fase medusa cuando la temperatura del agua supera los 21°C, por lo que la fase medusa, en el Mar Menor, comienza a aparecer entre abril y mayo, siendo los ejemplares de enero, febrero y marzo supervivientes de la temporada anterior (Fernández-Alías *et al*., 2020, 2023). Esta especie tiene la capacidad de proliferar masivamente en la laguna, como ocurrió durante los veranos de 1997 y 2012, cuando la población alcanzó aproximadamente los 20 millones de individuos.

En 2024, los primeros ejemplares de la especie fueron detectados el 8 de abril, cuando la temperatura del agua era de 18.56°C. A partir de mayo, su abundancia comenzó a aumentar ligeramente una vez que la temperatura alcanzó el umbral de los 21°C. El pico poblacional se registró en junio, aunque con densidades relativamente bajas, inferiores a los 0.15 ind/100 m^3 (Figura 5.2.1) para posteriormente ser sustituida por *C. tuberculata*. La especie estuvo presente prácticamente en toda la laguna, con mayor preferencia en la zona suroeste y central del Mar Menor. Las dos únicas éfiras que aparecieron en el Mar Menor en 2024 fue el 6 de junio.

El primer avistamiento de esta especie en 2025 se registró el día 1 de abril con una densidad media de 0.02 ind/100 m^3 para esa campaña, siendo la temperatura del agua de 17.81°C. La densidad de esta especie ha aumentado desde abril paulatinamente hasta alcanzar un pico poblacional el 2 de junio, con un valor de 0.19 ind/100 m^3, ligeramente superior a las densidades registradas el año anterior. Sin embargo, a mediados de junio la densidad de esta especie disminuyó por debajo de los 0.05 ind/100 m^3.

Al igual que lo ocurrido en 2024, la distribución espacial de esta especie ha sido principalmente en la zona suroeste y central de la laguna. En 2025 han aparecido éfiras en invierno, detectándose 3 éfiras el día 9 de enero en la parte de la cubeta central y zona sur de la laguna y 1 en la zona norte el 6 de marzo. A finales de primavera, el 2 de junio, aparecieron 10 éfiras de esta especie repartidas por la zona central y la cubeta interna de la laguna. El crecimiento de la primera cohorte detectada ha seguido lo observado en años anteriores, con algunos de los ejemplares alcanzando las tallas más altas en menos de un mes (Fernández-Alías *et al*., 2020).

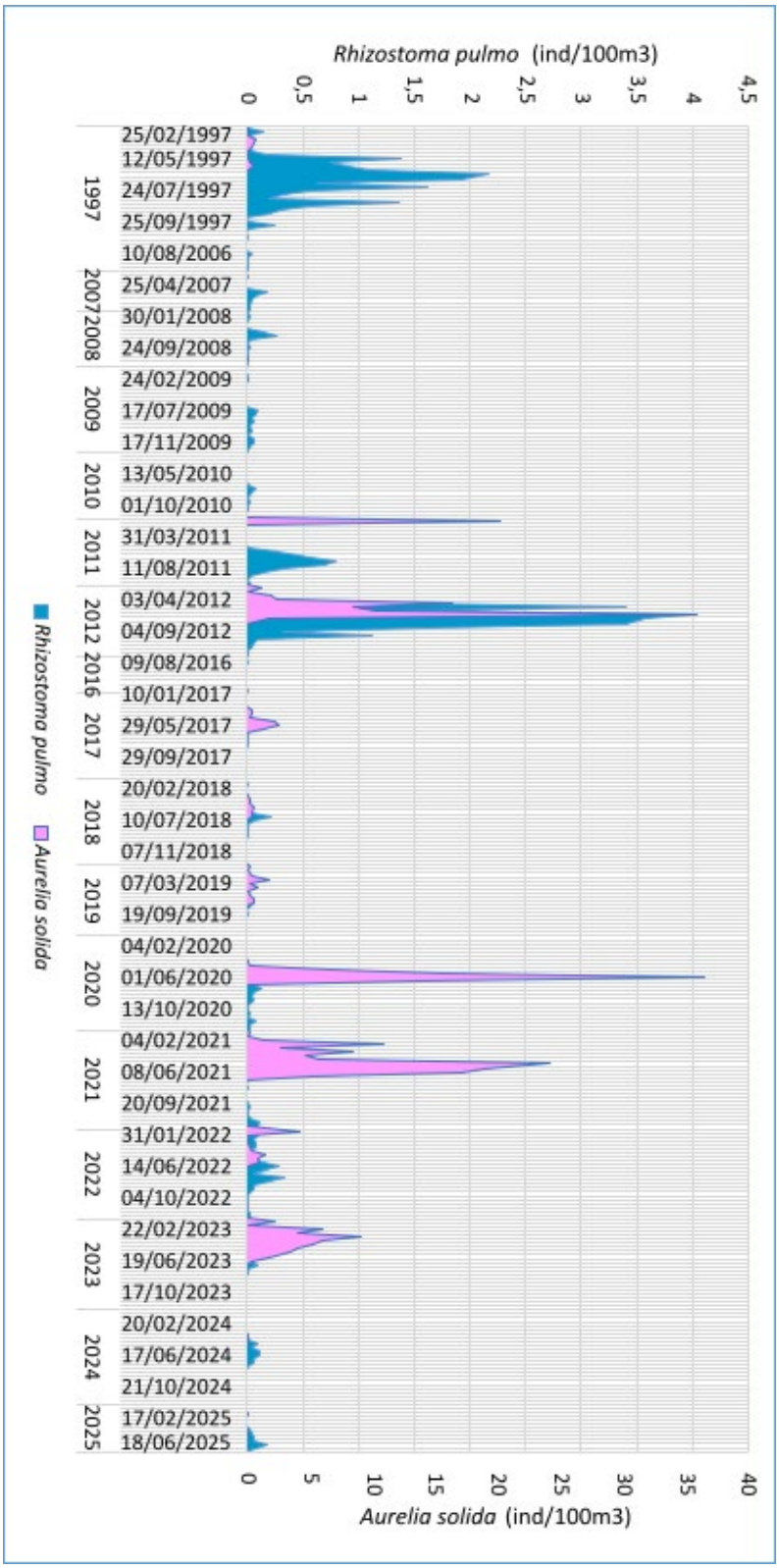


Figura 5.2.1. Evolución de las poblaciones de los escifozoos Rhizostoma pulmo y Aurelia solida en el interior del Mar Menor hasta junio de 2025.

5.2.3. Cotylorhiza tuberculata

Ciclo de vida

La medusa huevo frito, *C. tuberculata*, es la especie que mayores densidades ha alcanzado en el interior del Mar Menor, con poblaciones cercanas a los 900 millones de individuos en las proliferaciones más importantes. Las éfiras de esta especie se liberan a la columna de agua con el incremento de temperatura que se produce durante la segunda parte de la primavera, siendo especialmente pronunciada cuando la temperatura alcanza los 24°C, momento en el que, junto con la estrobilación (liberación de éfiras por parte de los pólipos), se permite el desarrollo de estas hasta la fase medusa (Figura 5.2.2). La liberación de éfiras y su transición a medusa en el Mar Menor puede ocurrir durante todo el verano y parte del otoño debido a que las condiciones térmicas son las adecuadas.

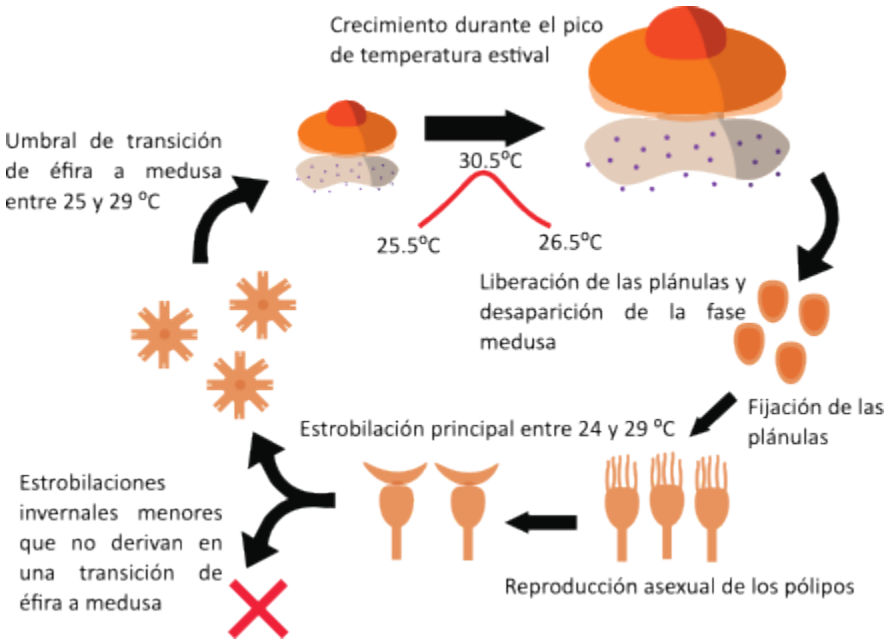


Figura 5.2.2. Ciclo de vida de Cotylorhiza tuberculata en el Mar Menor. Modificado de Fernández-Alías et al. (2023).

Abundancia

En 2024, las éfiras de esta especie aparecieron entre los meses de mayo y julio, siendo junio el mes con la segunda mayor abundancia media registrada desde 2016, con 338.32 ± 84.57 ind/100 m^3 (promedio ± error estándar) (Fig. 5.2.3). En 2025 la primera presencia de éfiras de esta especie se detectó el 1 de abril, apareciendo también en mayo y junio. El 2 de junio se alcanzó el mayor valor medio de abundancia registrado desde 2016 con un valor de 431.44 ± 247.45 ind/100 m^3, debido principalmente a la estación E05 donde se registraron más de 4500 éfiras, siendo el mayor número de individuos de éfira para una estación desde 2016 (Fig. 5.2.3)

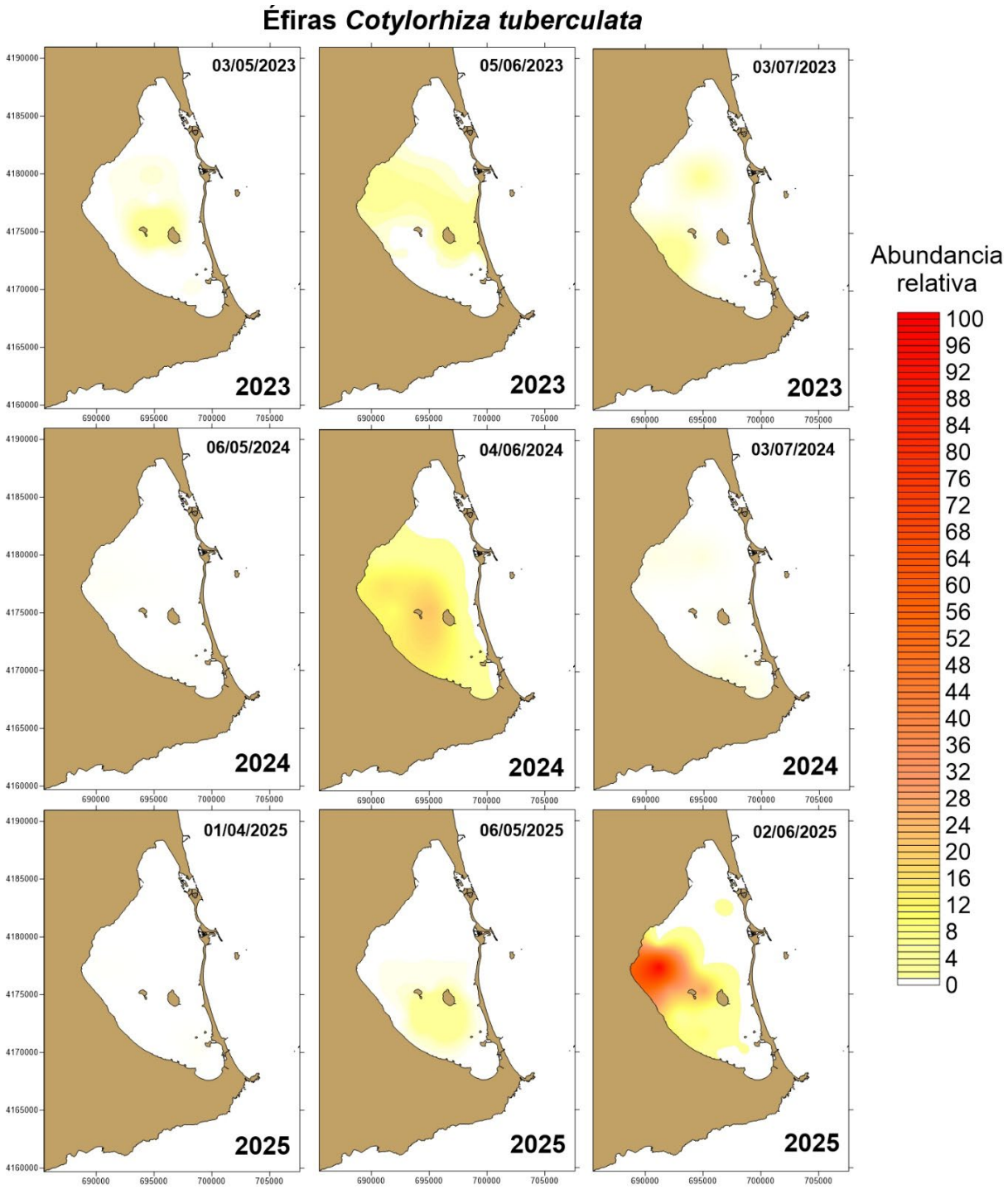


Figura 5.2.3. Distribución espacial de éfiras de C. tuberculata en el Mar Menor en sus meses de aparición desde 2023 hasta junio de 2025. La coloración indica abundancia relativa (%) frente al máximo encontrado para una estación en la serie histórica.

En el año 2024, los primeros individuos de la fase medusa comenzaron a observarse el 4 de junio, con una densidad de 4.26 ± 2.29 ind/100 m^3, tras el incremento desde 20.83°C (6 de mayo) hasta 23.46 °C (4 de junio) siendo coherente con la fenología de la especie (Fernández-Alías *et al*., 2023). A fecha de 17 de junio de 2024 la densidad de la especie fue de 68.94 ± 35.92 ind/100 m^3, constituyendo la mayor densidad poblacional registrada para el mes de junio en el Mar Menor (el anterior máximo de este mes corresponde al 28 de junio de 2012 con 53.21 ± 18.11 ind/100 m^3). La población aumentó progresivamente durante el mes de julio y el pico poblacional de 2024 se registró el 1 de agosto con una densidad de 247.12 ± 90.64 ind/100 m^3. Desde entonces, la densidad de la población comenzó a descender con pequeños altibajos manteniéndose en torno a los 150 ind/100 m^3 hasta principios de octubre. El 21 de octubre la abundancia promedio de la especie disminuyó a 65.31 ± 29.21 ind/100 m^3, continuando un descenso progresivo hasta 7.82 ± 2.69 ind/100 m^3 el 17 de diciembre (Fig. 5.2.4).

Como ya se preveía, la especie desapareció a mediados de febrero de 2025, registrándose su última aparición en invierno el día 5 de febrero con una abundancia promedio menor a 0.01 ind/100 m^3. La especie ha continuado ausente durante el resto de la primera mitad de 2025 hasta finales de junio, cuando se ha vuelto a registrar la presencia de esta medusa en la laguna el día 18 de junio con una abundancia de 33.07 ± 23.84 ind/100 m^3 (Fig. 5.2.4).

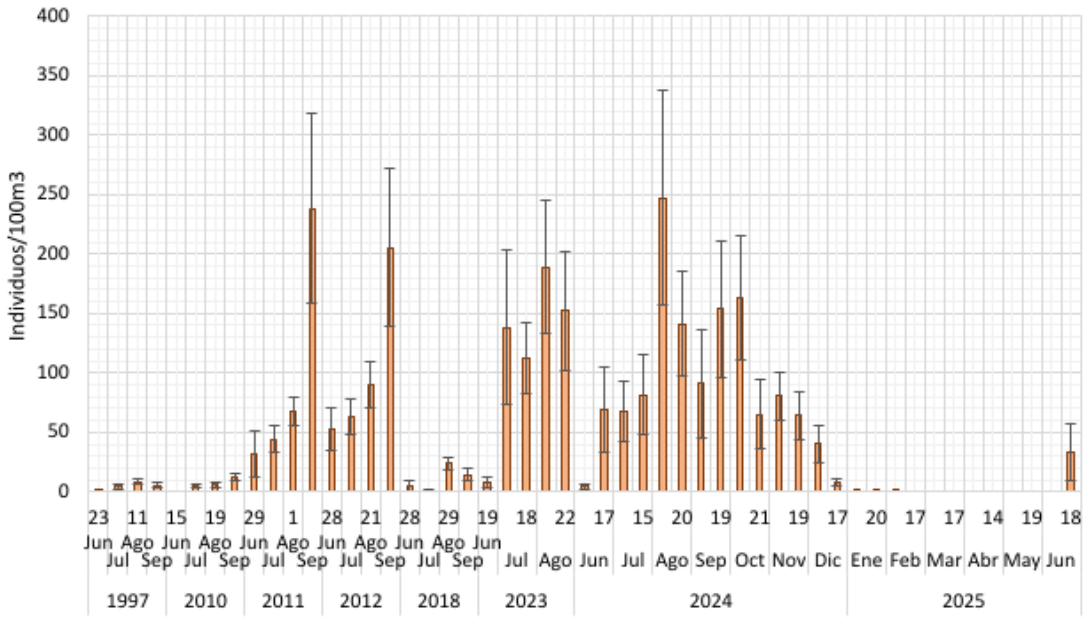


Figura 5.2.4. Densidad de Cotylorhiza tuberculata en el Mar Menor durante sus proliferaciones masivas y su evolución hasta junio de 2025.

Distribución

Aunque la medusa huevo frito puede encontrarse por todo el Mar Menor, de forma general, *C. tuberculata* tiene preferencia por la zona central y la costa interna de la laguna (Fernández-Alías *et al*., 2023). Históricamente, la población aparece en la zona comprendida entre las islas Perdiguera y de El Barón, lugar donde probablemente se encuentren los pólipos de la especie, y a partir de la cual se distribuye por toda la laguna (Fernández-Alías *et al*., 2020, 2023).

Durante el verano de 2024 la distribución de la población de *C. tuberculata* fue similar a la encontrada en el resto de sus proliferaciones. Se puede observar que, durante el mes de junio, la especie comenzó a aparecer en el Mar Menor entre las islas y al norte de estas para posteriormente expandirse por el resto de la laguna. Fueron destacables los enjambres focalizados en la zona norte de la laguna, principalmente en la zona de Los Alcázares y Santiago de la Ribera (Fig. 5.2.5). Sin embargo, la interferencia con el baño no fue excesivamente importante ya que los enjambres de medusas se concentraron en zonas con una profundidad mayor a los 3 metros, si bien se produjeron acumulaciones de cierta intensidad en algunos tramos costeros y zonas de baño. En estos casos, se recomendó la retirada de las que quedan varadas en la playa como parte de las tareas de retirada de biomasa, procurando no dejarlas esparcidas por las zonas de arena en las áreas de baño. A comienzos de 2025 los pocos ejemplares que se han podido observar ha sido por la zona de la cubeta interior y centro de la laguna. La distribución de la población a finales de junio ha sido similar a la encontrada el año anterior (Fig. 5.2.6).

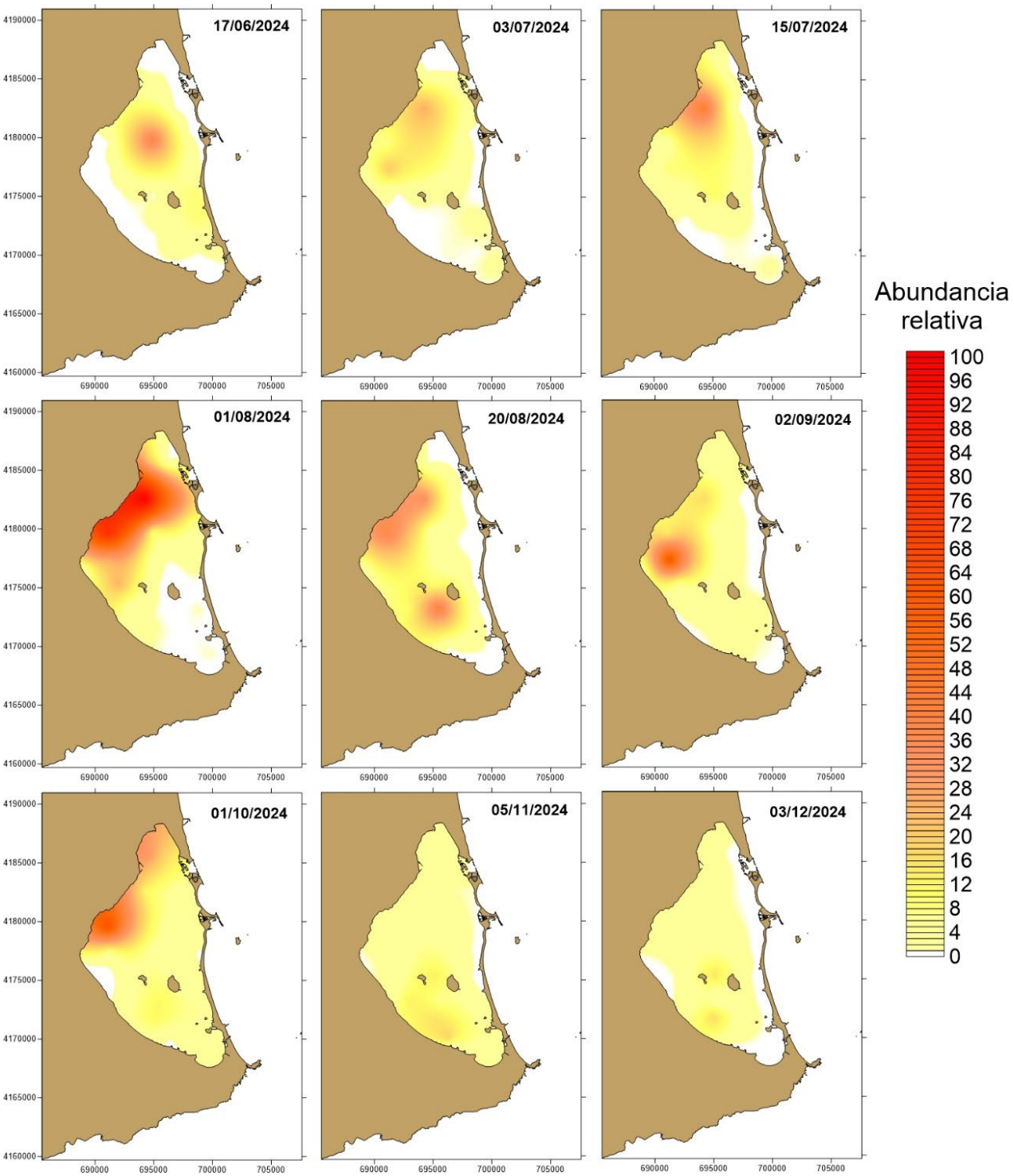


Figura 5.2.5. Distribución espacial de C. tuberculata en el Mar Menor durante el verano de 2024. La coloración indica abundancia relativa (%) frente al máximo encontrado para una estación en la serie histórica.

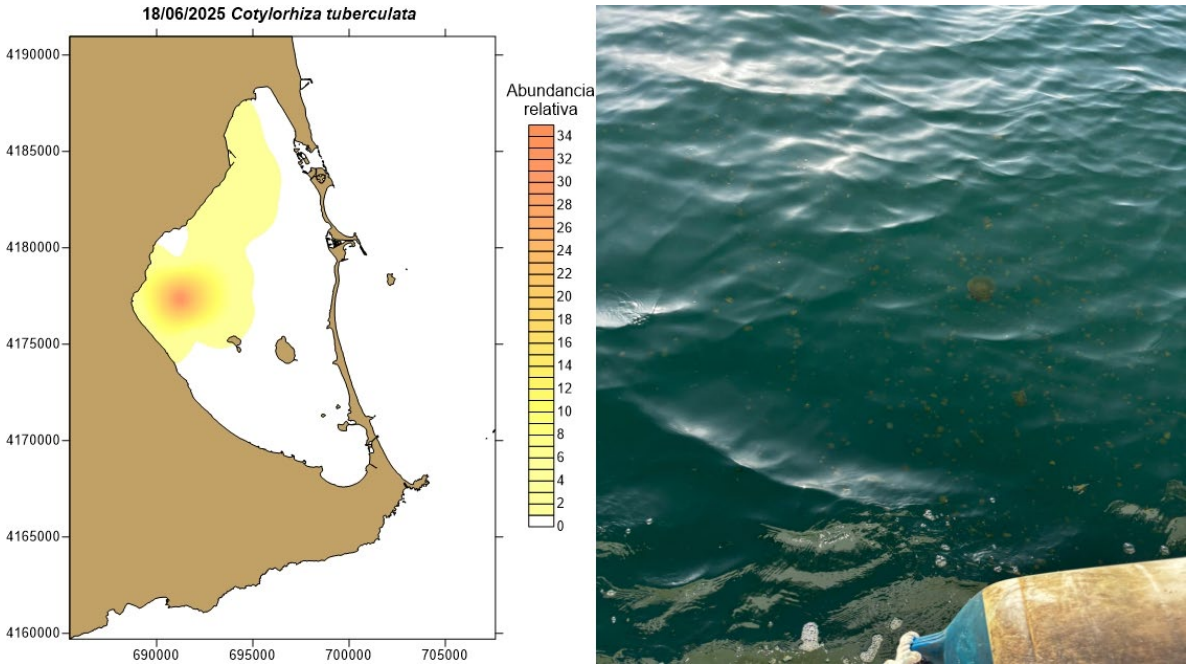


Figura 5.2.6. Izquierda: distribución espacial de C. tuberculata en el Mar Menor el día 18 de junio de 2025. La coloración indica abundancia relativa (%) frente al máximo encontrado para una estación en la serie histórica. Derecha: fotografía tomada en el muestreo del día 18 de junio de 2025 frente a Santiago de la Ribera.

Indicador de proliferación

El análisis del indicador de proliferación propuesto en Fernández-Alías *et al*. (2023) para las poblaciones de escifozoos del Mar Menor, combinando abundancia y cobertura, indica que la proliferación ha seguido una dinámica similar en los años 2011, 2012, 2023 y 2024, los años con las mayores proliferaciones registradas (Fig. 5.2.7). En 2024, la proliferación comenzó en junio, alcanzó su pico en agosto y redujo progresivamente su importancia a lo largo del otoño. En diciembre de 2024 el indicador todavía se situó en 5 debido a su extensa cobertura, aunque la abundancia únicamente contribuyó en 1 sobre un máximo de 4, algo que indica que esta se redujo hasta menos del 25% del máximo registrado para el Mar Menor. A principios de 2025 el indicador se situó en 1 sobre 8, reduciéndose a 0 desde mediados de invierno hasta finales de primavera. El indicador de proliferación se ha situado en 2 en junio debido a la presencia de esta especie en la laguna a mediados de este mes.

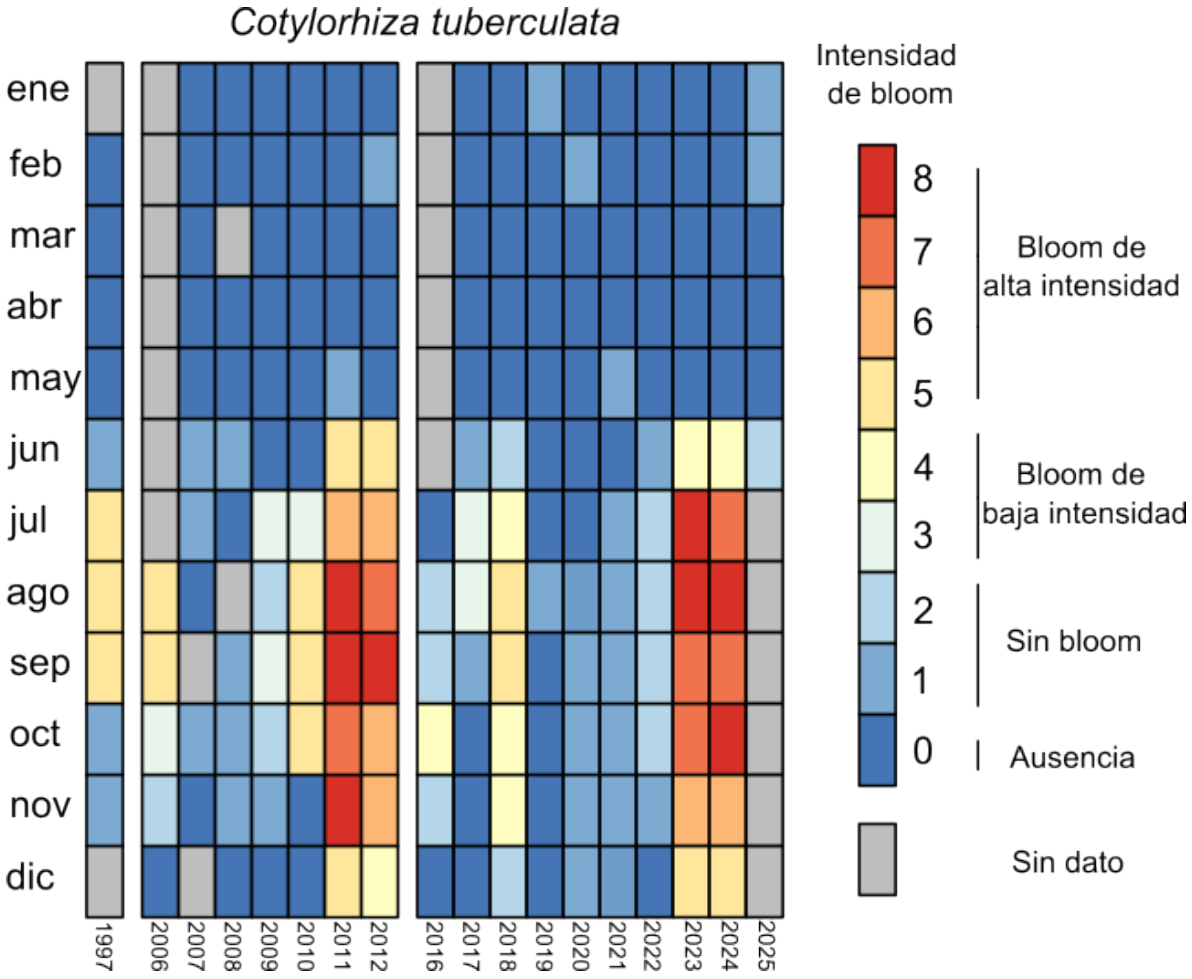


Figura 5.2.7. Evolución del indicador de proliferación de Cotylorhiza tuberculata en el Mar Menor desde el año 1997 hasta junio de 2025. Modificado de Fernández-Alías et al. (2023).

Crecimiento y talla de los ejemplares

En las proliferaciones de *C. tuberculata* en el Mar Menor, los ejemplares son detectados por medio de censos visuales desde el momento en que alcanzan un tamaño entre 1 y 5 cm de diámetro de campana y experimentan un crecimiento continuo de acuerdo con la función de crecimiento de Von Bertalanffy (Fernández-Alías *et al*., 2020). El crecimiento de los ejemplares se produce a lo largo de toda la temporada estival (Fig. 5.2.2), considerándose que el pico de abundancia poblacional se alcanza cuando el tamaño promedio de estos es de aproximadamente 15 cm (Fernández-Alías *et al.*, 2023). Una vez superado el pico poblacional se encuentra una mayor dispersión interanual en el tamaño promedio de los ejemplares debido a que pueden liberarse éfiras de forma tardía que se incorporen a la población como juveniles a la vez que mueren ejemplares de las tallas más grandes.

A lo largo de los meses de junio, julio y agosto de 2024 pudo apreciarse como esta tendencia se mantuvo, con un mes de junio dominado por juveniles de pequeño tamaño que fueron creciendo a lo largo del verano. El 20 de agosto, el tamaño promedio de los ejemplares era de 18,30 cm y la

población se encontraba dominada por las clases de talla de 10 a 20 cm y de 20 a 30 cm. El día 2 de septiembre, la clase de talla dominante fue la de 10 a 20 cm, habiendo disminuido en importancia relativa los ejemplares mayores a 20 cm debido a la mortalidad de estos tras su reproducción (Fig. 5.2.8). En el informe del 2 de septiembre se anticipó que la talla promedio se mantendría en torno a los 15 cm hasta la desaparición de los individuos que componen la población de *C. tuberculata* debido a la retirada de ejemplares adultos y la aparición de juveniles, algo que se comprobó durante el último trimestre de 2024. 2025 comenzó con una dominancia en la talla de 0 a 10 cm hasta su desaparición a principios de febrero. A mediados de junio la talla dominante ha vuelto a ser de 0 a 10 cm, al igual que ocurrió el año anterior.

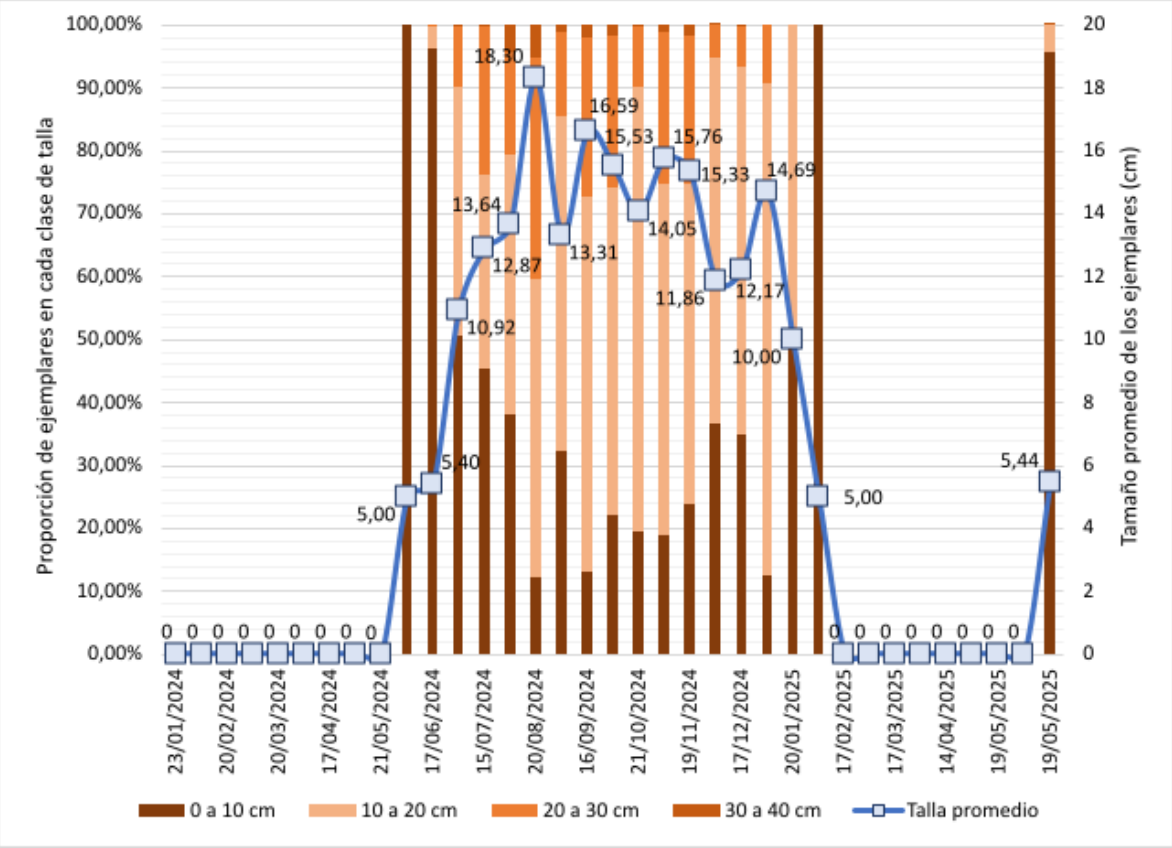


Figura 5.2.8. Evolución de la proporción de ejemplares de Cotylorhiza tuberculata pertenecientes a cada clase de talla y tamaño promedio de estos desde principios de enero de 2024 hasta junio de 2025.

5.2.4. Phyllorhiza punctata

La medusa de puntos australiana, *P. punctata*, que consiguió comenzar a reproducirse en el interior del Mar Menor en el año 2022, comparte estacionalidad y nicho trófico con *C. tuberculata.* Debido a esto, existe una gran competencia interespecífica entre ambas especies. De hecho, la proliferación de *C. tuberculata* durante el año 2023 fue tan abundante que pudo desplazar a *P. punctata* del

ecosistema antes de que esta alcanzase su fase adulta (desapareció en una etapa juvenil) (Pérez-Ruzafa, 2023). Durante el verano de 2024 se detectó un desarrollo análogo, con observaciones de ejemplares juveniles aislados de esta especie en el mes de julio, pero sin ser capaces de competir o desplazar a *C. tuberculata*. En el primer semestre de 2025, y por el momento, no se ha observado ningún ejemplar de *P. punctata.*

6. Bibliografía

Fernández-Alías, A., Marcos, C., Quispe, J.I., Sabah, S., & Pérez-Ruzafa, A. (2020). Population dynamics and growth in three scyphozoan jellyfishes, and their relationship with environmental conditions in a coastal lagoon. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 243, 106901. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2020.106901

Fernández-Alías, A., Montaño-Barroso, T., Conde-Caño, M.R., Manchado-Pérez, S., López-Galindo, C., Quispe-Becerra, J.I., Marcos, C., & Pérez-Ruzafa, A. (2022). Nutrient overload promotes the transition from top-down to bottom-up control and triggers dystrophic crises in a Mediterranean coastal lagoon. *Science of The Total Environment*, 846, 157388. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.157388

Fernández-Alías, A., Molinero, J.C., Quispe-Becerra, J.I., Bonnet, D., Marcos, C., & Pérez-Ruzafa, A. (2023). Phenology of scyphozoan jellyfish species in a eutrophication and climate change context. *Marine Pollution Bulletin*, 194, 115286. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115286

Fernández-Alías, A., Quispe-Becerra, J.I., Conde-Caño, M.R., Marcos, C., & Pérez-Ruzafa, A. (2024). Mediterranean biogeography, colonization, expansion, phenology, and life cycle of the invasive jellyfish *Phyllorhiza punctata* von Lendenfeld, 1884. *Estuarine Coastal and Shelf Science*, 299, 108699. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2024.108699

Gilabert, J. (2001). Seasonal plankton dynamics in a Mediterranean hypersaline coastal lagoon: the Mar Menor. *Journal of Plankton Reseach,* 23(2), 207-218.

Oosterbaan, M., Gómez-Jakobsen, F., Barberá, G. G., Mercado, J. M., Ferrera, I., Yebra, L., Valero-Garcés, B., Delgado-Huertas, A., Álvarez, M., Marín-Guirao, L., Martínez, P.M., Orenes-Salazar, V., Galofré, M., Granados, A., Verdugo, C., Cabello, A.M., Camarena-Gómez, M.T., Gazulla, C.R., Ouaissa, S., Pérez-Rubín, E., Salles, S., Sánchez, A., Valcárcel-Pérez, N., García-Muñoz, R-., Pérez-Tórtola, P., Sandoval Cánovas, V., González.Vega, A., Fraile-Nuez, E. & Ruíz, J.M. (2025). Characterization and potential causes of a whiting event in the Mar Menor coastal lagoon (Mediterranean, SE Spain). *Science of The Total Environment*, 978, 179391. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179391

Pérez-Ruzafa, A. (1989). *Estudio Ecológico y Bionómico de los Poblamientos Bentónicos del Mar Menor (Murcia, SE de España)*. Ph.D. Thesis, University of Murcia, Murcia, Spain: 751 pp.

Pérez-Ruzafa, A. (Coord.) (1996). *Estudio del ciclo de vida y la dinámica de la población de la medusa Cotylorhiza tuberculata en el Mar Menor*. Informe final del grupo de investigación "Ecología y Ordenación de Ecosistemas Marinos Costeros". Departamento de Ecología e Hidrología. Universidad de Murcia.

Pérez-Ruzafa, A. (Coord.) (1997). *Estudio de la dinámica de las poblaciones de medusas en el Mar Menor, problemática asociada y búsqueda de soluciones.* Informe final del grupo de investigación "Ecología y Ordenación de Ecosistemas Marinos Costeros". Departamento de Ecología e Hidrología. Universidad de Murcia.

Pérez-Ruzafa, A. (Coord.) (2023). *Seguimiento y análisis predictivo de la evolución del estado ecológico del ecosistema lagunar de Mar Menor y prevención de impactos.* Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, Informe final de febrero 2023, 267 pp.

Pérez-Ruzafa, A. (Coord.) (2024). *Seguimiento y análisis predictivo de la evolución del estado ecológico del ecosistema lagunar de Mar Menor y prevención de impactos.* Consejería de Agua, Agricultura y Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, Informe final de febrero 2024, 256 pp.

Pérez-Ruzafa, A., & Aragón, R., 2002. Implicaciones de la gestión y el uso de las aguas subterráneas en el funcionamiento de la red trófica de una laguna costera. En: Fornés, J.M. & Llamas, M.R. (Eds.), *Conflictos entre el desarrollo de las aguas subterráneas y la conservación de los humedales: litoral mediterráneo.* Fundación Marcelino Botín- Ediciones Mundi-Prensa. Madrid: 215-245.

Pérez-Ruzafa, A., Gilabert, J., Gutiérrez, J.M., Fernández, A.I., Marcos, C., & Sabah, S. (2002). Evidence of a planktonic food web response to changes in nutrient input dynamics in the Mar Menor coastal lagoon, Spain. *Hydrobiologia* 475/476, 359-369

Pérez-Ruzafa, A., Campillo, S., Fernández-Palacios, J. M., García-Lacunza, A., García-Oliva, M., Ibañez, H., Navarro-Martínez, P. C., Pérez-Marcos, M., Pérez-Ruzafa, I. M., Quispe-Becerra, J. I., Sala-Mirete, A., Sánchez, O., & Marcos, C. (2019a). Long-Term Dynamic in Nutrients, Chlorophyll a, and Water Quality Parameters in a Coastal Lagoon During a Process of Eutrophication for Decades, a Sudden Break and a Relatively Rapid Recovery. *Frontiers in Marine Science*, 6, 26. https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00026

Pérez-Ruzafa, A., Pérez-Ruzafa, I., Newton, A., & Marcos, C. (2019b). Coastal lagoons: environmental variability, ecosystem complexity and goods and services uniformity. En: Wolanski E., Day J., Elliott M. & Ramesh R. (Eds.), *Coasts and Estuaries, The Future*. Elsevier, 253-276. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814003-1.00015-0

Redfield, A.C. (1958). The biological control of chemical factors in the environment. *American Scientist,* 46 (3), 230-221.

Steele J.H., Thorpe S.A., & Turekian K.K. (Eds.) (2011). *Encyclopedia of ocean sciences.* Academic Press, San Diego, London.