

# INFORME DE SEGUIMIENTO AMBIENTAL DEL EMISARIO DE AGUAS RESIDUALES DE LA EDAR DE RINCÓN DE LEÓN (ALICANTE).



Ayuntamiento de  
**Alicante**



**AGUAS  
DE ALICANTE**  
AGUAS MUNICIPALIZADAS DE ALICANTE (Empresa Mixta)

**Diciembre, 2021**

1. Justificación.....	3
2. Plan de muestreo.....	3
3. Metodología.....	5
3.1. Control del medio marino.....	5
3.2. Control de la pradera de Posidonia oceanica.....	10
3.2. Control de sedimentos.....	11
3.4. Valoración de resultados.....	13
4. Resultados.....	16
4.1. Análisis simplificado.....	16
4.1.1. Resultados obtenidos.....	16
4.1.2. Valoración ecológica.....	22
4.2. Análisis completo.....	24
4.3. Posidonia oceanica: Índice POMI_SV.....	29
4.4. Indicadores Sedimentológicos.....	34
5. Valoración ecológica.....	35
Anejo 1. Resultados de análisis simples.....	37
Anejo 2. Análisis Completos (Anexos IV y V RD 9817/2015).....	38
Anejo 3. Resultados Análisis Granulométrico.....	39

## 1. Justificación.

Este estudio se realiza para Aguas de Alicante, a petición del Ayuntamiento de Alicante, al objeto de conocer la evolución del emisario de aguas residuales urbanas de la EDAR Rincón de León (Alicante).

El emisario de a EDAR de Rincón de León se localiza al sur del Puerto de Alicante, junto a la desembocadura del Barranco de las Ovejas, y alcanza una profundidad máxima de 5 m (Figura 1).



Figura 1. Ubicación del emisario de Rincón de León.

## 2. Plan de muestreo.

Al tratarse de un emisario submarino que lleva aguas residuales urbanas de una población superior a 50.000 habitantes equivalentes, se trata de un emisario de tipo III. Por tanto, en base a la Orden de 13 de julio de 1993, por la que se aprueba la Instrucción para el proyecto de conducciones de vertidos desde tierra, se debe realizar el programa de vigilancia y control, que en lo referente al control marino y de sedimentos, es:

### a.- Control del medio marino:

**1. Control de las aguas receptoras:** 6 análisis anuales: 4 simplificados y 2 completos.

Se ha considerado la toma de 4 puntos de muestreo en vez de los 5 habituales, ya que el punto de costa hacia el norte, queda englobado dentro del entorno portuario y por tanto, sus valores quedarían alterados por el propio efecto del puerto (Mapa1).

Los análisis simplificados, incluyen:

Sólidos en suspensión (mg/l)	pH
Temperatura (°C)	Transparencia
Salinidad (p.s.u.)	Oxígeno disuelto (mg/l)
Carbono orgánico total (mg/l)	Nitrógeno total (mg/l)
Nitratos (mg/l)	Nitritos (mg/l)
Nitrógeno Kjeldahl (mg/l)	Fósforo total (mg/l)
Ortofosfatos (mg/l)	Clorofila a (mg/l)
<i>E. coli</i> (ufc/100ml)	<i>E. intestinalis</i> (ufc/100ml)

El Análisis completo, en el que además del análisis simplificado se determinan los parámetros recogidos en el Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental (B.O.E. nº 219 de 12 de septiembre de 2015)

En cada toma de muestras, se indican las observaciones referentes a la climatología en el momento de la toma de muestras (viento, pluviometría, etc).

### 2.- Control anual de la biocenosis:

Se realizará el programa remitido por el interesado, con el seguimiento de los organismos presentes en las muestras, así como de los poblamientos bentónicos de la zona, en especial de las praderas de fanerógamas marinas, en este caso, *Posidonia oceanica*.

### 3.- Control anual de sedimentos:

En cada prospección se tomarán cinco muestras de sedimentos para su análisis granulométrico, una en el punto de vertido y las otras cuatro regularmente espaciadas a ambos lados de éste (50 y 100 m). Se realizarán ensayos sobre las muestras de sedimentos recogidas para determinar: materia orgánica (%), pH, *Clostridium sulfito-reductor* y *Beggiatoa* sp.

### 3. Metodología.

#### 3.1. Control del medio marino.

Las muestras se tomaron en las estaciones marcadas en el mapa 1, con los códigos A1, A2, A3, y A4, cuyas coordenadas geográficas, son:

Tabla 1. Código de las estaciones de seguimiento, profundidad en metros y coordenadas en ETRS89.

Código	Profundidad (m)	X89	Y89
R1	7,5	718255	4244756
R2	5,5	718023	4244979
R3	1,5	717849	4245155
R4	1,5	717609	4244795

##### 3.1.1. Análisis simplificado.

###### a. Parámetros de estimación directa.

PH, Temperatura (°C), Salinidad (p.s.u.), y Oxígeno disuelto (mg/l), se determinaron por medio de una sonda multiparamétrica (YSI-69200). La transparencia se empleó mediante el uso del disco de Secchi.

###### b. Sólidos en suspensión.

Las muestras de mayo y junio se determinaron en el laboratorio del Instituto de Ecología litoral, se procedió al pesado en balanza de precisión (0,0001 g) de los filtros (microfibra de vidrio con poro de 0,45 µm) sobre los que se filtró a vacío el agua-muestra. El resultado es la diferencia de peso del filtro antes y después del filtrado. Las muestras posteriores se efectuaron en el laboratorio de Aguas Municipalizadas de Alicante

###### c. Nutrientes.

Las muestras de mayo y junio se analizaron en el laboratorio del Instituto de Ecología Litoral, analizándose según los métodos estandarizados descritos en: STRICKLAND & PARSONS, 1972<sup>1</sup>; APHA-AWWA-WPCF, 1975<sup>2</sup>; GRASSHOFF *et al.*, 1999<sup>3</sup>, los cuales siguen técnicas de colorimetría y lectura espectrométrica. Las muestras posteriores se analizaron en el laboratorio de Aguas Municipalizadas de Alicante, siguiendo los siguientes métodos:

<sup>1</sup> APHA-AWWA-WPCF, 1975. *Standard methods for the examination of waste and wastewater*. Am. Public Health Assoc. ed.

<sup>2</sup> GRASSHOFF, K.; KREMLING, K. & EHRHARDT, M., 1999. *Methods of seawater analysis*. Wiley-VCH Verlag ed. Weinheim. 3ª edición. 1999. 600 pp.

<sup>3</sup> STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS, T.R. 1972. *A Practical Handbook of Seawater Analysis*. Fisheries Research Board of Canada. Ottawa. 310 pp.

- Nitrógeno total: Método LAA-R-PE-025 Colorimetría.
- Nitratos: Método LAA-R-PE-016 Reducción por cadmio.
- Nitritos: Método LAA-C-PE-0010 Espectrofotometría de absorción.
- Nitrógeno Kjeldahl: Método LAA-R-PE-021 Kjeldahl.
- Ortofosfatos: Método LAA-C-PE-0006 Espectrofotometría de absorción.
- Fósforo total: Método LAA-D-PE-0026 Metales ICP-MS.

Para el caso del Carbono orgánico total (mg/l), y Nitrógeno Kjeldahl (mg/l), las muestras de mayo y junio se tomaron en frascos de vidrio de 250 cc provistos de precinto, y fueron enviadas al laboratorio especializado de PROAGUAS, donde se determinó por combustión – Infrarrojos. Las muestras posteriores se analizaron en el laboratorio de Labaqua, y se determinaron por el procedimiento A-F-PE-0001 Combustión – FTIR.

#### **d. Clorofila.**

El análisis y determinación de clorofila de las muestras de mayo y junio se efectuó en el Instituto de Ecología Litoral, siguiendo la metodología estandarizada (UNESCO, 1966)<sup>4</sup>, que consiste en el filtrado a vacío de agua-muestra (4-5 l) en filtros de fibra de vidrio con una luz de 0,45 µm. El filtro se introduce en una solución de acetona al 90%, con el fin de separar la clorofila del resto del material que es retenido por el filtrado; este paso requiere la espera de entre 2 y 7 días, el tiempo suficiente para que la acetona extraiga la clorofila (se guarda en el frigorífico, en frío y oscuridad para impedir la degradación de la clorofila). El extracto se separa definitivamente del resto de filtrado mediante 2 técnicas: por centrifugado (a 5.000 g durante 10 minutos) o por filtrado (nuevamente a vacío a través del mismo tipo de filtros que los utilizados antes). Una vez separado, el extracto se lleva al espectrofotómetro para la lectura de las absorbancias a 750, 663, 645 y 630 nm. Los resultados obtenidos, junto a los datos de los volúmenes del extracto y del agua-muestra filtrada, se aplican a las fórmulas correspondientes para el cálculo de la concentración de clorofila (en µg/l). Las muestras posteriores se analizaron en el laboratorio de Aguas Municipalizadas de Alicante, siguiendo el método LAA-R-PE-025 por colorimetría.

#### **e. Parámetros microbiológicos.**

*Escherichia coli* (ufc/100ml) y *Enterococcus intestinalis* (ufc/100ml). Las muestras de mayo y junio destinadas a análisis microbiológico se tomaron en frascos esterilizados de 2 l de volumen, y se enviaron en nevera al laboratorio especializado de PROAGUAS, donde se constató su presencia, y se contabilizó, mediante el filtrado de agua muestra

---

<sup>4</sup> UNESCO, 1966. *Determination of photosynthetic pigments in sea-water. Monographs on oceanographic methodology*. Paris. 69 pp.

(0,45 µm) y posterior cultivo de los filtros en medios específicos, según metodologías estandarizadas. El resto de muestras se valoraron en el laboratorio de Aguas Municipalizadas de Alicante, siguiendo los métodos LAA-E-PE-0013, para enterococos, y el LAA-E-PE-0061, para *Escherichia coli*, en ambos casos por aislamiento, cultivo y recuento.

### 3.1.2. Análisis completo.

Las muestras se tomaron en envases de vidrio borosilicato de 1 l y 125 ml y enviados refrigerados en menos de 12 horas al laboratorio de Labaqua. Las sustancias se analizaron mediante las técnicas:

#### Cromatografía de gases (CGM):

Benzo (a) Pireno;

HPA: Benzo (b) Fluoranteno; Benzo (k) Fluoranteno; Benzo (g,h,i) Perileno; Indeno (1,2,3,c,d) Pireno; Naftaleno; Antraceno; Fluoranteno.

Plaguicid. Organoclorados: Aldrin; Dieldrin; Endrin; Suma DDT (p,p-DDT, p,p-DDD, p,p-DDE, o,p-DDT); Endosulfan 1; Endosulfan 2; Endosulfan sulfato; Suma HCH (α-HCH, β-HCH, δ-HCH), Lindano; Trifluralin; Isodrin; Hexaclorobenceno; Pentaclorobenceno; Alaclor; Heptaclor; Heptaclor epóxido (isómero B).

Plaguici.organofosforados: Clorpirifos; Clorfenvinfos.

Plaguicidas nitrogenados: Simazina; Terbutilazina; Terbutrina; Atrazina.

BDE-28.

BDE-47.

BDE-99.

BDE-100.

BDE-153.

BDE-154.

Comp. Orgánicos Volátiles: BTEX (Benceno; Etilbenceno; Tolueno; Xileno (Orto,Meta y Para); o-Xileno; m,p-Xilenos); Diclorometano; Cloroformo; Tetracloruro de Carbono; 1,2-Dicloroetano; Tetracloroetileno; Tricloroetileno; 1,1,1-Tricloroetano; Hexaclorobutadieno; Triclorobencenos suma (1,2,3-Triclorobenceno; 1,2,4-Triclorobenceno; 1,3,5-Triclorobenceno).

Ftalatos.

Di(2-etilhexil)ftalato.

Nonilfenoles.

4-n-nonilfenol.

4-t-octilfenol.

Pentaclorofenol.

Tributilestaño.

Cloroalcanos C10-C13.

Aclonifen.

Bifenox.

Cipermetrina I-IV.

Hexabromociclododecano.

Dicofol

#### **Cromatografía líquida / espectrometría de masas (CLMS):**

Diuron.

Isoproturon.

Quinoxifeno.

Diclorvos.

Cybutryn.

PFOS.

#### **Análisis de metales mediante espectrometría de masas (ICP MS):**

Arsénico disuelto.

Cobre disuelto.

Selenio disuelto.

Zinc disuelto.

Cadmio disuelto.

Plomo disuelto.

Niquel disuelto.

#### **Cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC) y detección por. ICP/MS:**

Cromo VI disuelto.

**Fluorescencia atómica (FA):**

Mercurio disuelto.

Los ensayos para su medición se han efectuado en laboratorio y por procedimientos certificados por normas UNE, garantizando umbrales de detección superiores a los límites establecidos por la norma del RD 817 / 2015.



Mapa 1. Ubicación de las estaciones hidrológicas y sedimentológicas respecto al emisario de Rincón de León.

### 3.2. Control de la pradera de *Posidonia oceanica*.

En este caso se ha optado por aplicar conforme a lo establecido en el RD 817/2015 el índice POMI\_SV.

Para establecer el estado ecológico de cada una de las estaciones de muestreo se emplearon los nueve descriptores utilizados por Fernández-Torquemada *et al.* (2008)<sup>5</sup> dividiéndose la toma de datos en los que eran realizados en el mar mediante equipo de buceo autónomo y los que fueron llevados a cabo en laboratorio (\*).

- **densidad de haces** (3 cuadrados de 40 x 40 cm seleccionados de forma aleatoria).
- **Porcentaje de rizomas plagiotropos**, una vez realizado el conteo de densidad y sobre el mismo cuadrado se contabilizaron el número de rizomas con crecimiento horizontal o plagiotropos.
- **Desenterramiento de rizomas**. En cada estación de muestro el buceador eligió al azar la punta de una hoja de *Posidonia oceanica*, siguiéndola hasta su base y, mediante una regla, midió en cm la distancia entre la lígula y la superficie del sedimento, anotándose con signo positivo si el sedimento estaba por debajo de la lígula, y con signo negativo si el sedimento la recubría (Díaz & Marbà, 2009)<sup>6</sup>.
- **Cobertura de *Posidonia oceanica* viva y mata muerta**. Se utilizó el método del intercepto lineal, en el cual el buceador recorre la cinta métrica a cierta distancia, anotando los límites de los diferentes sustratos según su proyección vertical, la mediada de la longitud de cinta ocupada por cada sustrato, dividida por la longitud total del transecto, da una estima global del porcentaje de cobertura de cada sustrato en el transecto (Díaz & Marbà, 2009). Se realizaron transectos de 20 m de longitud.
- **Superficie foliar de las hojas\***. Se midió la longitud y anchura de cada hoja para obtener la superficie foliar de hojas diferentes tomadas en cada localidad.
- **Presión por herbivorismo\***. Se anotó el estado del ápice registrando, en su caso, la causa de rotura (rotura mecánica, mordiscos de *Sarpa salpa*, *Paracentrotus lividus* o

<sup>5</sup>Fernández-Torquemada, Y., Díaz-Valdés, M., Colilla, F., Luna, B., Sánchez-Lizaso, J. L., & Ramos-Esplá, A. A. 2008. Descriptors from *Posidonia oceanica* (L.) Delile meadows in coastal waters of Valencia, Spain, in the context of the EU Water Framework Directive. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 65(8), 1492-1497.

<sup>6</sup>Díaz, E. & Marbà, N., 2009. 1120 *Posidonion oceanicae*. Praderas de *Posidonia oceanica*. En: VV.AA., *Bases ecológicas preliminares para la conservación de los tipos de hábitat de interés comunitario en España*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino. 129 p.

isópodos, siguiendo la descripción de Boudouresque y Meinesz (1982)<sup>7</sup>.

- **Biomasa de epífitos\***. Los epífitos se separaban cuidadosamente mediante una hoja de afeitar, rascándose cada una de las dos caras de cada hoja (Romero, 2012)<sup>8</sup>. La pesada de los epífitos se efectuaba en seco (tratamiento en la estufa a 105 °C hasta peso constante).
- **Necrosis\***. Frecuencia de hojas con necrosis (en porcentaje).

Una vez obtenidos los datos de todos los ocho descriptores, se realizó una matriz con las variables y las localidades de muestreo, que fue utilizada para hacer un análisis de componentes principales (ACP) según la metodología propuesta por Romero *et al.*, 2007<sup>9</sup>. El ACP construye una transformación lineal que escoge un nuevo sistema de coordenadas para el conjunto original de datos, en el cual la varianza de mayor tamaño del conjunto de datos es capturada en el primer eje (llamado el Primer Componente Principal), la segunda varianza más grande es el segundo eje, y así sucesivamente. Puesto que los datos no eran dimensionalmente homogéneos, se utilizó la matriz de correlaciones (Legendre & Legendre, 1998)<sup>10</sup> con los datos normalizados, calculando el cociente promedio y desviación estándar, para el análisis multivariante. Una vez realizado el ACP se escogieron la “mejor” y “peor” localidad, estableciendo las condiciones más extremas de las estaciones seleccionadas. La puntuación o score de cada localidad de muestreo en el primer eje se consideró como una estimación del estado ecológico de esa zona. El EQR (porcentaje de calidad ecológica) para cada localidad, fue calculado de la forma siguiente:

$$EQR'_x = (CI_x - CI_{peor}) / (CI_{\text{óptima}} - CI_{peor})$$

Donde  $EQR'_x$  es el porcentaje de calidad ecológica de la localidad x.  $CI_x$  es la puntuación o score de la localidad x en el primer componente principal.  $CI_{\text{óptima}}$  es la puntuación o score de la localidad óptima (localidad de referencia) en el primer componente principal.  $CI_{peor}$  es la puntuación o score de la peor localidad de muestreo en el primer componente principal.

### 3.2. Control de sedimentos.

Para el control del efecto del vertido sobre los sedimentos se ha procedido a la recogida de 5 muestras sobre el área potencial de influencia, con una periodicidad anual. La toma de

<sup>7</sup>Boudouresque, C.F & A. Meinesz. 1982. Decouverte de l'herbier de posidonie. *Cahier Parc Nation. Port-Cros* 4: 79 pp.

<sup>8</sup>Romero, J. 2012. Epífitos de las hojas de Posidonia oceanica: variaciones estacionales y batimétricas de biomasa en la pradera de las islas Medes (Girona). *Oecologia aquatica*, 9 (9):19-25.

<sup>9</sup>Romero, J., Martínez-Crego, B., Alcoverro, T., & Pérez, M. 2007. A multivariate index based on the seagrass *Posidonia oceanica* (POMI) to assess ecological status of coastal waters under the water framework directive (WFD). *Marine Pollution Bulletin*, 55(1): 196-204.

<sup>10</sup>Legendre, P. & Legendre, L. 1998. Numerical ecology: second English edition. *Developments in environmental modelling*, 20.

muestras de sedimento se ha realizado desde una embarcación mediante una draga tipo Van Veen de 20 x 20 cm<sup>2</sup> de apertura de boca. La distribución de los puntos de muestreo se visualiza en el mapa 1, y cuyas coordenadas se detallan:

Código	Profundidad (m)	X89	Y89
<b>Rs1</b>	7,5	718255	4244756
<b>Rs2</b>	7,5	718297	4244784
<b>Rs3</b>	7,5	718219	4244721
<b>Rs4</b>	7,5	718182	4244687

Tanto el análisis granulométrico como la evaluación de materia orgánica se efectuaron en el laboratorio de Aguas Municipalizadas de Alicante, según el método de BUCHANAN (1984)<sup>11</sup>, que se encuentra recomendado para estudios del bento marino. De este modo, la composición granulométrica se determinó tras el tamizado de sedimento en una columna de tamices escala ASTM, previo lavado de sales, secado en estufa (a 110 °C durante 24 horas) y posterior molido. Se representa siguiendo la división estándar por diámetro de partículas, si bien, a efectos de simplificar, se han agrupado las fracciones en 6 categorías:

- Fangos y arcillas ( $\phi < 63 \mu\text{m}$ ).
- Arenas muy finas ( $\phi$  entre 63 y 125  $\mu\text{m}$ ).
- Arenas finas ( $\phi$  entre 125 y 250  $\mu\text{m}$ ).
- Arenas medias ( $\phi$  entre 250 y 500  $\mu\text{m}$ ).
- Arenas gruesas ( $\phi$  entre 500 y 1000  $\mu\text{m}$ ).
- Gravas ( $\phi > 1000 \mu\text{m}$ ).

La materia orgánica se calculó siguiendo el procedimiento LAA-R-PE-027 de calcinación y gravimetría.

Las colonias de *Beggiatoa spp.* y de clostridio sulfito reductores, se estimaron por observación microscópica en el primer caso, y siguiendo el método LAA-E-PE-0019 de inoculación.

<sup>11</sup> Buchanan, J.B., 1984. Sediment analysis. En: *Methods for the study of marine benthos* (N.A. Holme & A.D. McIntyre eds.). Blackwell Scientific Publications. Oxford. 41-65 pp.

### 3.4. Valoración de resultados.

Los valores límites y de definición del estado ecológico han sido tomados del RD 817/2015. Para el seguimiento del emisario, la zona está catalogada como ACT-05, para cuyo seguimiento se establecen, los siguientes parámetros (Anejo II, RD 817/2015):

Tabla 2. Parámetros de seguimiento para la zona del emisario de La Albufereta, según RD 817/2015.

Indicador	Unidades	Valor absoluto	Límite muy bueno / bueno	Límite bueno / moderado	Límite moderado / deficiente	Límite deficiente / malo
Chla-a	µg/L	0,9	1,13	1,8	2,5	3,21
POMI-SV		Condición óptima ideal obtenida a partir de la media de los x mejores valores medidos para cada métrica	0,77	0,55	0,32	0,1
Amonio	µmol NH <sub>4</sub> /L			2,3		
Nitritos	µmol NO <sub>2</sub> /L			0,46		
Nitratos	µmol NO <sub>3</sub> /L			3,65		
Fosfatos	µmol PO <sub>4</sub> /L			0,38		

Las sustancias preferentes a efectuar el seguimiento, son (Anejo V, RD 817/2015):

Tabla 3. Sustancias prioritarias objeto de seguimiento.

Nombre de la sustancia	NCA – MA (valor medio anual µg/L)
Etilbenceno	30
Tolueno	50
1,1,1 - Tricloroetano	100
Xileno (Σ isómeros orto, meta y para)	30
Terbutilazina	1
Arsénico	25
Cobre	25
Cromo VI	5
Selenio	10
Zinc	60

Para el resto de sustancias, se han empleado también los valores límites del RD 817/2015, cuando éstos los tienen definidos (Tabla 4)

Tabla 4. Sustancias con sus respectivos límites establecidos en el RD 817/2015 (Anexos IV y V).

Sustancia	Unidades	RD817/2015
Benzo (a) Pireno	µg/L	0,050
Benzo (b) Fluoranteno	µg/L	0,030
Benzo (k) Fluoranteno	µg/L	0,030
Benzo (g,h,i) Perileno	µg/L	0,002
Indeno (1,2,3,c,d) Pireno	µg/L	0,002
Naftaleno	µg/L	1,200
Antraceno	µg/L	0,100
Fluoranteno	µg/L	0,100
Aldrin	µg/L	0,005
Dieldrin	µg/L	0,005
Endrin	µg/L	0,005
Suma DDT	µg/L	0,025
p,p-DDT	µg/L	0,010
Endosulfan	µg/L	0,0005
Suma HCH	µg/L	0,0020
α-HCH	µg/L	0,0020
β-HCH	µg/L	0,0020
δ-HCH	µg/L	0,0020
Lindano	µg/L	0,0020
Trifluralin	µg/L	0,030
Isodrin	µg/L	0,00500
Pentaclorobenceno	µg/L	0,00070
Alaclor	µg/L	0,300
Heptaclor	µg/L	0,000000010
Heptaclor epóxido (isómero B)	µg/L	0,000000010
Clorpirifos	µg/L	0,030
Clorfenvinfos	µg/L	0,100
Simazina	µg/L	1,000
Terbutilazina	µg/L	1,000
Terbutrina	µg/L	0,00650
Atrazina	µg/L	0,600
BDE-28	µg/L	0,000
BDE-47	µg/L	0,00020
BDE-99	µg/L	0,00020
BDE-100	µg/L	0,00020
BDE-153	µg/L	0,00020

Sustancia	Unidades	RD817/2015
BDE-154	µg/L	0,00020
Benceno	µg/L	8,000
Etilbenceno	µg/L	30,000
Tolueno	µg/L	50,000
Xileno (Orto,Meta y Para)	µg/L	30,000
Diclorometano	µg/L	20,000
Tetracloruro de Carbono	µg/L	12,000
1,2-Dicloroetano	µg/L	10,000
Tetracloroetileno	µg/L	10,000
Tricloroetileno	µg/L	10,000
1,1,1-Tricloroetano	µg/L	100,000
Triclorobencenos suma	µg/L	0,400
1,2,3-Triclorobenceno	µg/L	0,400
1,2,4-Triclorobenceno	µg/L	0,400
1,3,5-Triclorobenceno	µg/L	0,400
Diuron	µg/L	0,200
Isoproturon	µg/L	0,300
Quinoxifeno	µg/L	0,015
Diclorvos	µg/L	0,000
Cybutryn	µg/L	0,003
Di(2-etilhexil)ftalato	µg/L	1,300
4-n-nonilfenol	µg/L	0,300
4-t-octilfenol	µg/L	0,010
Pentaclorofenol	µg/L	0,400
Tributilestaño	µg/L	0,00020
Cloroalcanos C10-C13	µg/L	0,400
Arsenico disuelto	µg/L	25,000
Cobre disuelto	µg/L	25,000
Cromo VI disuelto	µg/L	5,000
Selenio disuelto	µg/L	10,000
Zinc disuelto	µg/L	60,000
Cadmio disuelto	µg/L	0,200
Plomo disuelto	µg/L	7,200
Niquel disuelto	µg/L	20,000
PFOS	µg/L	0,000130
Aclonifen	µg/L	0,0120
Bifenox	µg/L	0,00120
Cipermetrina I-IV	µg/L	0,0000080

Sustancia	Unidades	RD817/2015
Hexabromociclododecano	µg/L	0,000800
Dicofol	µg/L	0,000500

## 4. Resultados.

### 4.1. Análisis simplificado.

#### 4.1.1. Resultados obtenidos.

Las muestras fueron tomadas los días 18 de mayo, 6 de julio, 17 de julio, 3 de agosto, 5 de octubre, y 4 de noviembre, y los respectivos resultados se muestran en las tablas 5 a 15.

Tabla 5. Valores del análisis simplificado realizado el 18 de mayo de 2021.

ENCLAVE: Emisario de Rincón de León		FECHA DE MUESTREO: 18/05/21				(09:45–10:15)
PARÁMETROS (Unidades)	COTA (m)	ESTACIONES DE MUESTREO				
		R1	R2	R3	R4	
Temperatura (°C)	0	19,0	19,0	19,4	19,0	
Oxígeno disuelto (mg/l)	0	7,6	7,6	7,6	7,3	
pH	0	8,1	8,1	8,1	8,1	
Salinidad (‰)	0	36,9	37,5	37,4	37,6	
Turbidez (NTU)	0	1,45	1,06	1,32	1,73	
Transparencia (m)		1,5	2,0	2,0	2,0	
Sólidos suspensión (mg/l)	0	12,0	7,3	8,2	9,2	
COT (mg/l)	0	1,7	1,3	1,2	1,3	
Nitrógeno Kedjal (mg/l)	0	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	
Nitritos (µg/l)	0	61,80	41,10	14,90	23,40	
Nitratos (µg/l)	0	3200,00	1420,00	700,00	410,00	
Amonio (µg/l)	0	80,00	< 40,00	< 40,00	< 40,00	
Nitrógeno total (mg/l)	0	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00	
Ortofosfatos (µg/l)	0	1400,00	380,00	120,00	160,00	
Fósforo total (mg/l)	0	0,459	0,130	0,057	0,063	
Clorofila total (µg/l)	0	< 1,00	< 1,00	< 1,00	1,00	
Escherichia coli (UFC/100 ml)	0	440	22	8	1	
Enterococos intestinales (UFC/100 ml)	0	26	39	3	2	

Tabla 6. Condiciones climáticas durante el muestreo de mayo de 2021.

Condiciones				
Estaciones	R1	R2	R3	R4
Viento	Brisa débil	Brisa débil	Brisa débil	Brisa débil
Dirección	E	E	E	E
Oleaje	Mar de fondo	Mar de fondo	Mar de fondo	Mar de fondo

Color	Verde/Marrón	Verde/Marrón	Verde	Verde
Pluviometría (mm)	No	No	No	No

Diagnosis mayo: Los registros físico-químicos se encuentran dentro de la normalidad. Destaca en la estación R1 un descenso de la salinidad con respecto al resto de estaciones, de hasta medio punto. Hay turbidez en la columna de agua, lo que implica escasa transparencia, en todas las estaciones. De tonalidad marrón en la proximidad al vertido. A pesar de la turbidez, las cifras de los sólidos en suspensión son intrascendentes. La concentración de clorofila es discreta ( $\leq 1 \mu\text{g/l}$ ). Se destaca la elevada concentración de nutrientes, generalizada para toda el área, en particular de nitritos, nitratos y fosfatos. Hay indicios de contaminación fecal en todas las estaciones de muestreo, aunque es más notoria en las proximidades al vertido. Las aguas son eutróficas, con claros síntomas de degradación ambiental.

Tabla 7. Valores del análisis simplificado realizado el 6 de julio de 2021.

ENCLAVE: Emisario de Rincón de León		FECHA DE MUESTREO: 06/07/21		(10:30–11:00)	
PARÁMETROS (Unidades)	COTA (m)	ESTACIONES DE MUESTREO			
		R1	R2	R3	R4
Temperatura (°C)	0	25,4	26,0	26,1	26,7
Oxígeno disuelto (mg/l)	0	7,5	7,5	7,6	7,3
pH	0	8,1	8,1	8,1	8,1
Salinidad (‰)	0	36,7	37,0	37,0	37,1
Turbidez (NTU)	0	0,93	1,49	1,59	1,96
Transparencia (m)		2,0	2,0	2,0	2,0
Sólidos suspensión (mg/l)	0	3,6	4,5	5,7	3,5
COT (mg/l)	0	1,6	1,7	1,7	1,7
Nitrógeno Kedjal (mg/l)	0	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00
Nitritos ( $\mu\text{g/l}$ )	0	210,00	50,00	30,00	< 10,00
Nitratos ( $\mu\text{g/l}$ )	0	3160,00	< 200,00	< 200,00	< 200,00
Amonio ( $\mu\text{g/l}$ )	0	< 40,00	< 40,00	< 40,00	< 40,00
Nitrógeno total (mg/l)	0	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00
Ortofosfatos ( $\mu\text{g/l}$ )	0	1290,00	< 30,00	< 30,00	80,00
Fósforo total (mg/l)	0	0,443	0,093	0,099	0,130
Clorofila total ( $\mu\text{g/l}$ )	0	5,00	8,00	11,00	9,00
Escherichia coli (UFC/100 ml)	0	0	6	2	0
Enterococos intestinales (UFC/100 ml)	0	0	0	0	0

Tabla 8. Condiciones climáticas durante el muestreo de julio de 2021.

<b>Condiciones</b>				
Estaciones	R1	R2	R3	R4
Viento	Calma	Calma	Calma	Calma
Dirección	-	-	-	-
Oleaje	Calma	Calma	Calma	Calma
Color	Amarillento	Amarillento	Amarillento	Amarillento
Pluviometría (mm)	No	No	No	No

Diagnosís Julio: Los registros físico-químicos están dentro de la normalidad. En R1, se observa un ligero descenso de la salinidad con respecto al resto de estaciones. El agua es turbia, de escasa transparencia, en todas las estaciones. De tonalidad amarillenta o marrón en la proximidad al vertido. A pesar de la turbidez, las cifras de los sólidos en suspensión son intrascendentes. Hay gran concentración de nutrientes, en particular en R1, donde destacan nitritos, nitratos y fosfatos. La concentración de clorofila es muy elevada en todas las estaciones, propiciada por la gran disponibilidad de nutrientes desde su aporte en R1. Lejos de lo que se podría sospechar, no se registra contaminación fecal. Apenas se contabilizan unas pocas colonias en R2 y R3. Las aguas son eutróficas, con claros síntomas de degradación ambiental.

Tabla 9. Valores del análisis simplificado realizado el 3 de agosto de 2021.

ENCLAVE: Emisario de Rincón de León		FECHA DE MUESTREO: 03/08/21		(11:30–12:30)	
PARÁMETROS (Unidades)	COTA (m)	ESTACIONES DE MUESTREO			
		R1	R2	R3	R4
Temperatura (°C)	0	27,3	27,5	27,7	27,6
Oxígeno disuelto (mg/l)	0	6,3	6,9	6,7	6,9
pH	0	8,1	8,1	8,1	8,1
Salinidad (‰)	0	36,7	37,1	37,0	37,0
Turbidez (NTU)	0	2,15	1,19	2,89	1,42
Transparencia (m)		2,0	2,5	2,5	2,5
Sólidos suspensión (mg/l)	0	5,5	4,7	4,0	3,2
COT (mg/l)	0	1,5	1,5	1,5	1,9
Nitrógeno Kedjal (mg/l)	0	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00
Nitritos (µg/l)	0	210,00	150,00	80,00	< 10,00
Nitratos (µg/l)	0	1950,00	2010,00	370,00	< 200,00
Amonio (µg/l)	0	< 40,00	< 40,00	< 40,00	< 40,00
Nitrógeno total (mg/l)	0	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00
Ortofosfatos (µg/l)	0	520,00	500,00	130,00	90,00
Fósforo total (mg/l)	0	0,185	0,206	0,076	0,099
Clorofila total (µg/l)	0	2,00	2,00	3,00	4,00
Escherichia coli (UFC/100 ml)	0	3	0	4	4
Enterococos intestinales (UFC/100 ml)	0	0	0	0	0

Tabla 10. Condiciones climáticas durante el muestreo de agosto de 2021.

Condiciones				
Estaciones	R1	R2	R3	R4
Viento	Brisa débil	Brisa débil	Brisa débil	Brisa débil
Dirección	E	E	E	E
Oleaje	Calma	Calma	Calma	Calma
Color	Amarillento	Amarillento	Amarillento	Amarillento
Pluviometría (mm)	No	No	No	No

Diagnóstico Agosto: Los Registros físico-químicos se encuentran dentro de la normalidad. En R1, hay un ligero descenso de la salinidad con respecto al resto de estaciones. La columna de agua está turbia, con escasa transparencia, en todas las estaciones. De tonalidad marrón amarillenta en la proximidad al vertido (R1). A pesar de la turbidez, las cifras de los sólidos en suspensión son intrascendentes. Hay gran concentración de nutrientes, en particular en R1, R2 y R3, donde destacan nitritos, nitratos y fosfatos. Es notable la concentración de clorofila, incluso es abundante en R3 y R4. Lejos de lo que se podría sospechar, no se registra contaminación fecal. Apenas se contabilizan unas pocas colonias en R1, R3 y R4. Las aguas son eutróficas, con claros síntomas de degradación ambiental.

Tabla 11. Valores del análisis simplificado realizado el 5 de octubre de 2021.

ENCLAVE: Emisario de Rincón de León		FECHA DE MUESTREO: 05/10/21		(10:30–11:00)	
PARÁMETROS (Unidades)	COTA (m)	ESTACIONES DE MUESTREO			
		R1	R2	R3	R4
Temperatura (°C)	0	24,3	24,2	24,0	24,0
Oxígeno disuelto (mg/l)	0	5,8	5,6	5,7	5,8
pH	0	8,1	8,1	8,1	8,1
Salinidad (‰)	0	36,6	36,8	37,0	37,0
Turbidez (NTU)	0	1,45	1,22	18,65	1,37
Transparencia (m)		2,5	2,0	2,0	2,5
Sólidos suspensión (mg/l)	0	5,8	4,9	4,5	6,4
COT (mg/l)	0	1,4	1,5	1,0	1,5
Nitrógeno Kedjal (mg/l)	0	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00
Nitritos (µg/l)	0	160,00	50,00	20,00	10,00
Nitratos (µg/l)	0	1180,00	430,00	210,00	250,00
Amonio (µg/l)	0	< 40,00	< 40,00	< 40,00	< 40,00
Nitrógeno total (mg/l)	0	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00
Ortofosfatos (µg/l)	0	430,00	150,00	< 30,00	140,00
Fósforo total (mg/l)	0	0,151	0,078	< 0,034	0,068
Clorofila total (µg/l)	0	2,00	2,00	3,00	3,00
Escherichia coli (UFC/100 ml)	0	770	63	32	26
Enterococos intestinales (UFC/100 ml)	0	70	10	13	8

Tabla 12. Condiciones climáticas durante el muestreo de octubre de 2021.

Condiciones				
Estaciones	R1	R2	R3	R4
Viento	Brisa débil	Brisa débil	Brisa débil	Brisa débil
Dirección	W	W	W	W
Oleaje	Calma	Calma	Calma	Calma
Color	Amarillento	Amarillento	Amarillento	Amarillento
Pluviometría (mm)	No	No	No	No

Diagnosis Octubre: Los registros físico-químicos están dentro de la normalidad. En la estación R1, se observa un ligero descenso de la salinidad con respecto al resto de estaciones. La columna de agua tiene una elevada turbidez, con escasa transparencia, en todas las estaciones. Muy acentuada, incluso exagerada, en la estación R3. A pesar de la turbidez, las cifras de los sólidos en suspensión son intrascendentes. Hay gran concentración de nutrientes, generalizada en todas las estaciones de muestreo. Es notable la concentración de clorofila, incluso es abundante en R3 y R4. Se detecta contaminación fecal, mucho más evidente en R1. Las aguas eutróficas, con claros síntomas de degradación ambiental.

Tabla 13. Valores del análisis simplificado realizado el 4 de noviembre de 2021.

ENCLAVE: Emisario de Rincón de León		FECHA DE MUESTREO: 04/11/21		(10:30–11:00)	
PARÁMETROS (Unidades)	COTA (m)	ESTACIONES DE MUESTREO			
		R1	R2	R3	R4
Temperatura (°C)	0	20,4	20,1	20,3	20,2
Oxígeno disuelto (mg/l)	0	6,6	6,4	6,5	6,4
pH	0	8,2	8,2	8,2	8,2
Salinidad (‰)	0	36,3	36,4	37,0	37,0
Turbidez (NTU)	0	0,63	0,96	0,86	1,07
Transparencia (m)		2,0	2,0	3,0	3,0
Sólidos suspensión (mg/l)	0	6,3	3,4	2,3	5,1
COT (mg/l)	0	1,3	1,1	1,0	5,3
Nitrógeno Kedjal (mg/l)	0	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00
Nitritos (µg/l)	0	180,00	110,00	30,00	20,00
Nitratos (µg/l)	0	2860,00	1030,00	< 200,00	< 200,00
Amonio (µg/l)	0	140,00	80,00	< 40,00	< 40,00
Nitrógeno total (mg/l)	0	< 5,00	< 5,00	< 5,00	< 5,00
Ortofosfatos (µg/l)	0	860,00	410,00	< 30,00	< 30,00
Fósforo total (mg/l)	0	0,287	0,145	< 0,034	< 0,034
Clorofila total (µg/l)	0	2,00	2,00	2,00	2,00
Escherichia coli (UFC/100 ml)	0	400	39	4	3
Enterococos intestinales (UFC/100 ml)	0	70	41	8	2

Tabla 14. Condiciones climáticas durante el muestreo de noviembre de 2021.

Condiciones				
Estaciones	R1	R2	R3	R4
Viento	Brisa débil	Brisa débil	Brisa débil	Brisa débil
Dirección	W	W	W	W
Oleaje	Calma	Calma	Calma	Calma
Color	Amarillento	Amarillento	Amarillento	Amarillento
Pluviometría (mm)	No	No	No	No

Diagnóstico Noviembre: Los registros físico-químicos, se encuentran dentro de la normalidad. En las estaciones más próximas al vertido (R1 y R2) se detecta un ligero descenso de la salinidad. La columna de agua se encuentra turbia, con escasa transparencia, en todas las estaciones. A pesar de la turbidez, las cifras de los sólidos en suspensión son intrascendentes. Hay gran concentración de nutrientes en R1 y R2. La cantidad de nitritos también es notable en R3 y R4. Es notable la concentración de clorofila en todas las estaciones de muestreo. Hay contaminación fecal en R1, aunque en el resto de estaciones también presentan trazas. Las aguas son eutróficas, con claros síntomas de degradación ambiental.

#### 4.1.2. Valoración ecológica.

La zona presenta unos valores propios de una zona eutrofizada, muy afectada por el vertido, con todas las estaciones con signos de contaminación, especialmente advertibles por los niveles de nutrientes y clorofilas, que evidencian perturbaciones a nivel de costa.

En relación a los niveles de calidad ecológica establecidos en el RD 817/2015, en relación a clorofilas, se han sintetizado los valores por estaciones y fechas (Tabla 15), se destaca la condición promedio de todas las estaciones de “Muy bueno” en mayo, mientras que en el mes de julio fue de “Malo” en todas las estaciones. Los muestreos de agosto y noviembre, tuvieron valoraciones de “moderado” – “Deficiente” (excepto R4, en agosto que continuó en la categoría de “Malo”).

Tabla 15. Valores de clorofilas por estaciones y fecha; el código de color define los distintos niveles del estado ecológico.

Clorofila µg/l	R1	R2	R3	R4	Promedio
18/05/21	< 1,00	< 1,00	< 1,00	1,00	0,63
06/07/21	5,00	8,00	11,00	9,00	8,25
03/08/21	2,00	2,00	3,00	4,00	2,75
05/10/21	2,00	2,00	3,00	3,00	2,50
04/11/21	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Promedio	2,30	2,90	3,90	3,80	3,23

	< 1,13: Muy bueno		1,13 ≤ , < 1,8: Bueno
	1,8 ≤ , < 2,5: Moderado		2,5 ≤ , < 3,21: Deficiente
	> 3,21: Malo		

Las concentraciones de nitritos mostraron valores por encima del límite establecido de 0,46 µmol/l, excepto en las muestras tomadas en R3 y R4, que presentaron valores de “Bueno” en mayo y octubre, en el primer caso; y de julio a noviembre, en el segundo, siendo esta última estación la única cuyo promedio es de “Bueno” (Tabla 16).

Tabla 16. Concentraciones de nitritos para todas las estaciones y fechas.

Nitritos µmol/l	R1	R2	R3	R4	Promedio
18/05/21	1,34	0,89	0,32	0,51	0,77
06/07/21	4,57	1,09	0,65	< 0,22	1,60
03/08/21	4,57	3,26	1,74	< 0,22	2,42
05/10/21	3,48	1,09	0,43	0,22	1,30
04/11/21	3,91	2,39	0,65	0,43	1,85
Promedio	3,57	1,74	0,76	0,28	1,59

PM NH2 :46

	< 0,46: Bueno		≥ 0,46 Malo
---	---------------	---	-------------

En las concentraciones de nitratos, la pauta fue similar, siendo la pauta general de valoraciones de “Malo”, salvo en R2 en julio; en R3 en julio, octubre y noviembre; y en R4 de julio a agosto y, en noviembre. (Tabla 17).

Tabla 17. Concentraciones de nitratos para todas las estaciones y fechas.

Nitratos $\mu\text{mol/l}$	R1	R2	R3	R4	Promedio
18/05/21	51,61	22,90	11,29	6,61	23,10
06/07/21	50,96	< 3,23	< 3,23	< 3,23	13,95
03/08/21	31,45	32,42	5,97	< 3,23	17,86
05/10/21	19,03	6,93	3,39	4,03	8,35
04/11/21	46,13	16,61	< 3,23	< 3,23	16,49
Promedio	39,84	16,10	4,77	3,10	15,95

PM NH4 :62,0049  < 3,65: Bueno   $\geq$  3,65 Malo

Paradójicamente, las concentraciones de amonio, estuvieron por debajo del límite de 4,6  $\mu\text{mol/l}$ , en todos los casos a excepción de la muestra de noviembre en el punto de vertido R1. (Tabla 18).

Tabla 18. Concentraciones de nitratos para todas las estaciones y fechas.

I	R1	R2	R3	R4	Promedio
18/05/21	4,43	< 2,22	< 2,22	< 2,22	1,94
06/07/21	< 2,22	< 2,22	< 2,22	< 2,22	< 2,22
03/08/21	< 2,22	< 2,22	< 2,22	< 2,22	< 2,22
05/10/21	< 2,22	< 2,22	< 2,22	< 2,22	< 2,22
04/11/21	7,76	4,43	< 2,22	< 2,22	3,60
Promedio	3,11	1,77	< 2,22	< 2,22	1,77

PM NH4 :18,04  < 4,6: Bueno   $\geq$  4,6 Malo

Siguiendo la pauta de nitritos y nitratos, las concentraciones de fosfatos, fueron muy elevadas teniendo la valoración de “Malo” en todos los casos, salvo muestreos puntuales en R2, R3 y R4 (Tabla 19).

Tabla 19. Concentraciones de fosfatos para todas las estaciones y fechas.

Fosfatos $\mu\text{mol/l}$	R1	R2	R3	R4	Promedio
18/05/21	14,74	4,00	1,26	1,68	5,42
06/07/21	13,58	< 0,32	< 0,32	0,84	3,69
03/08/21	5,48	5,26	1,37	0,95	3,26
05/10/21	4,53	1,58	< 0,32	1,47	1,93
04/11/21	9,06	4,32	< 0,32	< 0,32	3,42
Promedio	9,48	3,06	0,62	1,02	3,55

PM PH4 :94,9714



< 0,38: Bueno



$\geq 0,38$  Malo

## 4.2. Análisis completo.

El análisis completo se llevó a cabo en la estación R1 el 3 de. Los resultados se muestran en la Tabla 20. En casi todos los casos las distintas sustancias analizadas estuvieron por debajo del umbral de detección, y por tanto, muy alejadas de las concentraciones límites especificadas en el RD 817/2015.

El análisis de agosto detectó niveles de Cadmio, en agosto, superiores a los valores límite, concretamente de 0,49  $\mu\text{g/l}$  cuando el máximo admitido es de 0,08. Sin embargo, otras sustancias tales como Mercurio; Bifenox (plaguicida); del grupo de los plaguicidas organoclorados: endosulfán, heptaclor epóxido, y pentaclorobenceno; piretroides (cipermetrinas); cloroalcanos; y del grupo de los bromodifenil éteres (PBDE 153, PBDE 154, PBDE 99, PBDE 100, PBDE 47, PBDE 66, PBDE 28); tributilestaño; y ácido de perfluoro-pctan-sulfonato (PFOS), presentaron en ambos análisis valores analíticos por debajo del umbral de detección, pero éste se sitúa por encima del valor máximo admitido en las normas del RD817/2015. Por tanto, no es posible conocer si el límite de concentración se ha sobrepasado en estos casos. En la tabla 14 se han marcado los valores que sobrepasar los valores límite en rojo, y los valores cuyo umbral analítico está por encima del límite, en amarillo.

En las analíticas realizadas en 2017, los valores que fueron superiores al valor máximo admitido en R1, fueron Diurón y Zinc, cuyos valores este año han estado por debajo de sus respectivos límites.

Tabla 20. Concentraciones de las sustancias incluidas en los Anexos IV y V del RD 817/2015 y los respectivos valores límites. En amarillo, aquellos cuyos umbrales de análisis químico estuvieron por encima del valor máximo admitido o con error de incertidumbre próximo a éste.

PARÁMETROS	RD 817/2015 NCA	RESULTADOS	Unidad
<b>Caracteres Físico-Químicos</b>			
Carbono orgánico total		1,9	mg/L
* Cianuros totales	40	<50	µg/L
<b>Aniones</b>			
Fluoruros	1700	854,00 ±12%	µg/L
<b>Metales</b>			
Arsénico disuelto	25	< 2,00	µg/L
Cadmio disuelto	0,08	<0,05 ±25%	µg/L
Cobre disuelto	5	< 5,00	µg/L
Cromo disuelto	50	< 2,00	µg/L
Cromo VI disuelto	5	< 5 ±14%	µg/L
Mercurio disuelto	0,07	< 0.010 ±18%	µg/L
Niquel disuelto	20	< 1.0 ±19%	µg/L
Plomo disuelto	7,2	< 1.0 ±19%	µg/L
Selenio disuelto	1	< 2,00	µg/L
Zinc disuelto	30	< 5,00	µg/L
<b>Compuestos orgánicos volátiles</b>			
1,1,1-Tricloroetano	100	< 0,5	µg/L
1,2,3-Triclorobenceno	0,4	< 0,1 ±24%	µg/L
1,2,4-Triclorobenceno	0,4	< 0,1 ±25%	µg/L
1,2-Dicloroetano	10	< 0,5 ±24%	µg/L
1,3,5-Triclorobenceno	0,4	< 0,1 ±24%	µg/L
Clorobenceno	20	< 0,5	µg/L
Diclorometano	20	< 0,5 ±25%	µg/L
Hexaclorobutadieno	0,6	< 0,1 ±25%	µg/L
Suma de diclorobencenos	20	< 1,5	µg/L
Tetracloroetano	10	< 0,5 ±24%	µg/L
Tetracloruro de carbono	12	< 0,5 ±25%	µg/L
Tricloroetano	10	< 0,5 ±25%	µg/L
<b>Trihalometanos</b>			
Cloroformo	2,5	< 0,5 ±24%	µg/L

PARÁMETROS	RD 817/2015 NCA	RESULTADOS	Unidad
<b>BTEXs</b>			
Benceno	8	< 0,5 ±24%	µg/L
Etilbenceno	30	< 0,50	µg/L
Suma de Xilenos		< 1,5	µg/L
m+p-Xileno		< 1,00	µg/L
O-Xileno		< 0,50	µg/L
Tolueno	50	< 0,50	µg/L
<b>Hidrocarburos aromaticos policíclicos</b>			
Antraceno	0,1	< 0,0010 ±30 %	µg/L
Benzo-a-pireno	0,05	< 0,0001 ±30 %	µg/L
Fluoranteno	0,1	< 0,0010 ±30 %	µg/L
Naftaleno	1,2	< 0,5 ±27,8%	µg/L
Suma de benzo-(g,h,i)-perileno e indeno-(1,2,3-c,d)-pireno		< 0,0010 ±39 %	µg/L
Benzo-(g,h,i)-perileno	0,002	< 0,0005 ±29 %	µg/L
Indeno-(1,2,3-c,d)-pireno	0,002	< 0,0005 ±26 %	µg/L
Suma de benzo-b-fluoranteno y benzo-k-fluoranteno		< 0,0002 ±44 %	µg/L
Benzo-b-fluoranteno	0,03	< 0,0001 ±33 %	µg/L
Benzo-k-fluoranteno	0,03	< 0,0001 ±29 %	µg/L
<b>Plaguicidas</b>			
Aclonifen	0,12	< 0,03 ±26 %	µg/L
Bifenox	0,12	<0,0010	µg/L
Cibutrina (irgarol)	0,0025	< 0,03 ±26 %	µg/L
<b>Plaguicidas organoclorados</b>			
a-HCH		< 0,0010 ±30 %	µg/L
Alaclor	0,3	< 0,0010 ±30 %	µg/L
b-HCH		< 0,0010 ±31 %	µg/L
d-HCH		< 0,0010 ±32 %	µg/L
Endosulfán	0,0005	< 0,0005 ±26 %	µg/L
Heptaclor		< 0,0010 ±30 %	µg/L
Heptaclor epóxido	0,0000002	< 0,0010 ±30 %	µg/L
Hexaclorobenceno	0,05	< 0,0010 ±29 %	µg/L
Lindano		< 0,0010 ±26 %	µg/L
Metolaclor	1	< 0,01	µg/L

PARÁMETROS	RD 817/2015 NCA	RESULTADOS	Unidad
Pentaclorobenceno	0,0007	< 0,0007 ±30 %	µg/L
Suma DDT Total	0,025	< 0,004 ±58 %	µg/L
o,p'-DDT		< 0,0005 ±30 %	µg/L
p,p'-DDD		< 0,0010 ±25 %	µg/L
p,p'-DDE		< 0,0010 ±28 %	µg/L
p,p'-DDT	0.01	< 0,0010 ±32 %	µg/L
Suma de plaguicidas de tipo ciclodieno		< 0,0040 ±60 %	µg/L
Aldrín		< 0,0010 ±35 %	µg/L
Dieldrin		< 0,0010 ±28 %	µg/L
Endrín		< 0,0010 ±26 %	µg/L
Isodrín		< 0,0010 ±31 %	µg/L
<b>Plaguicidas organofosforados</b>			
Clorfenvinfos	0,1	< 0,0010 ±30 %	µg/L
Clorpirifós	0,03	< 0,0021 ±30 %	µg/L
Diclorvos		< 0,03 ±26 %	µg/L
<b>Plaguicidas organonitrogenados</b>			
Atrazina	0.6	< 0,03 ±31%	µg/L
Simazina	1	< 0,03 ±31%	µg/L
Terbutilazina	1	< 0,01	µg/L
Terbutrina	0,065	0.0031 ±34%	µg/L
<b>Bifenilos policlorados (PCBs,congeneres)</b>			
PCB-105		< 0,0010 ±30 %	µg/L
PCB-118		< 0,0010 ±37 %	µg/L
PCB-156		< 0,0010 ±30 %	µg/L
<b>PCBs Dioxin Like</b>			
PCB-114		< 0,0010 ±30 %	µg/L
PCB-123		< 0,0010 ±30 %	µg/L
PCB-126		< 0,0010 ±30 %	µg/L
PCB-157		< 0,0010 ±30 %	µg/L
* PCB-167		< 0,0010 ±30 %	µg/L
PCB-169		< 0,0010 ±30 %	µg/L
PCB-189		< 0,0010 ±30 %	µg/L
PCB-77		< 0,0010 ±30 %	µg/L
PCB-81		< 0,0010 ±30 %	µg/L

PARÁMETROS	RD 817/2015 NCA	RESULTADOS	Unidad
<b>Fenoles</b>			
Pentaclorofenol	0,4	< 0,05 ±28 %	µg/L
<b>Alquilfenoles</b>			
4-tert-octilfenol	0,01	< 0,003 ±27 %	µg/L
Nonilfenol	0,3	< 0,10 ±31 %	µg/L
<b>Ftalatos</b>			
Bis(2-etilhexil) ftalato	1,3	< 0,05 ±35 %	µg/L
<b>Piretroides</b>			
Cipermetrinas Mezcla de Isómeros	0,000008	< 0,0010 ±34 %	µg/L
<b>Cloroalcanos</b>			
Cloroalcanos(C10-C13)	0,4	< 0,30 ±35 %	µg/L
<b>Bromodifenil éteres</b>			
2,2',3,4,4',5'-Hexabromodifenil éter (PBDE 138)		< 0,0002 ±31 %	µg/L
2,2',3,4,4'-Pentabromodifenil éter (PBDE 85)		< 0,0002 ±27 %	µg/L
2,2',4,4',5,5'-Hexabromodifenil éter (PBDE 153)	0,0002	< 0,0002 ±31 %	µg/L
2,2',4,4',5,6'-Hexabromodifenil éter (PBDE 154)	0,0002	< 0,0002 ±36 %	µg/L
2,2',4,4',5-Pentabromodifenil éter (PBDE 99)	0,0002	< 0,0002 ±35 %	µg/L
2,2',4,4',6-Pentabromodifenil éter (PBDE 100)	0,0002	< 0,0002 ±33 %	µg/L
2,2',4,4'-Tetrabromodifenil éter (PBDE 47)	0,0002	< 0,0002 ±34 %	µg/L
2,3',4,4'-Tetrabromodifenil éter (PBDE 66)	0,0002	< 0,0002 ±37 %	µg/L
2,4,4'-Tribromodifenil éter (PBDE 28)	0,0002	< 0,0002 ±29 %	µg/L
<b>Compuestos organoestannicos</b>			
Tributilestaño	0,0002	< 0,0002 ±33 %	µg/L
<b>Otros plaguicidas</b>			
Dicofol	0,0013	0,0004 ±29 %	µg/L
Diuron	0,2	< 0,01 ±26 %	µg/L
Hexabromociclododecano (HBCD)	0,0016	< 0,0005 ±28 %	µg/L
Isoproturon	0,3	< 0,01 ±24 %	µg/L
Quinoxifeno	0,15	< 0,0005 ±29 %	µg/L
Trifluralin	0,03	< 0,0010 ±30 %	µg/L
<b>Compuestos orgánicos semivolátiles</b>			
Ácido de perfluoro-octan-sulfonato	0,00013	< 0,03 ±32%	µg/L

### 4.3. *Posidonia oceanica*: Índice POMI\_SV.

#### a) Descripción general.

La fanerógama submarina *Posidonia oceanica* forma extensa praderas que constituyen uno de los principales hábitats del Mediterráneo. Esta especie permite el asentamiento de un variado elenco de organismos, ya sea sobre sus hojas o sobre sus rizomas: sobre las hojas crecen algas fotófilas, que siguen un proceso determinado de colonización: en primer término, se instala un estrato algal incrustante, formado por las especies *Pneophyllum lejolisii*, *Hydrolithon farinosum*, *Myrionema magnussi*, *Dermatolithon* spp. Este estrato, a su vez, es aprovechado para la fijación de una segunda capa algal, esta vez de tipo erecto, como *Giraudia sphacelarioides*, *Castagnea* spp., *Dictyota linearis*, *Sphacelaria cirrosa*, *Stylonema alsidii* y *S. conur-cervi*. En las hojas también se adhiere fauna, caso de hidrozoos (*Sertularia perpusilla* y *Plumularia oblicua* f. *posidoniae*), el briozoo *Electra posidoniae*, el poliqueto *Spirorbis* spp., y el tunicado *Botrillus schlosseri*. En los rizomas se instalan especies esciáfilas, cuyo crecimiento es posible merced a la sombra o penumbra creada por las hojas superiores. Por lo general, se trata de algas poco específicas de la comunidad, pudiéndolas hallar en otras biocenosis con condiciones ambientales análogas, como los entornos esciáfilos en modo calmo. Algunas de estas especies algales son *Peyssonelia squamaria*, *Flabellia petiolata* y *Digenea simplex*. También contiene invertebrados sésiles, como ascidias (*Halocynthia papillosa*) y moluscos bivalvos, algunos de estos últimos con gran interés faunístico, caso de la especie amenazada *Pinna nobilis*.

El conjunto de la pradera de *Posidonia oceanica* atrae una rica fauna vágil: equinodermos (*Paracentrotus lividus*, *Sphaerechinus granularis*, *Echinaster sepositus*, *Holothuria* spp.), crustáceos decápodos (*Idothea* spp., *Alpheus dentipes*, *Palaemon serratus*), anfípodos, misidáceos, moluscos cefalópodos (*Octopus vulgaris*, *Sepia officinalis* y *Glossodoris valenciannensis*) y peces (*Chromis chromis*, *Symphodus tinca*, *Sarpa salpa*, *Oblada melanura*, *Spicara maena*, *Scorpaena porcus*). Muchas de estas especies hallan alimento en la pradera, otras, cobijo para sus individuos juveniles.

La gran diversidad que posee la pradera de *Posidonia oceanica*, así como las múltiples e intrincadas relaciones que se dan entre las diferentes especies que habitan en ella, le confieren altos niveles de estructuración y madurez, estando considerada una de las biocenosis de mayor valor ecológico de los fondos litorales mediterráneos. Asimismo, su elevada productividad primaria, la fijación y asiento del sedimento marino causada por la acción prensora de los rizomas, y el constituir verdaderos viveros para la pesca por albergar organismos de interés comercial, instan a su protección y conservación.

En el área de Rincón de León la pradera más cercana se encuentra a 1.250 m de distancia

del punto de vertido, junto a la bocana del puerto. La estación de seguimiento se ha ubicado algo más alejada a 2.000 m, para facilitar los trabajos de muestreo (Mapa 1). En esta zona, los restos de la antigua pradera se encuentran a partir de los 14 m de profundidad, estando alterada en el sector que va desde el puerto hasta el barranco de Agua Amarga por la elevada turbidez presente en la zona. La pradera profunda se extiende hasta los 27 m de profundidad, donde también se encuentra afectada por los efectos de la pesca de arrastre. Estos efectos dejan de ser patentes a partir de los 21 m de profundidad, debido a la presencia de grandes matas de pradera, con espesores de hasta 2 m. La pradera de *P. oceanica* desde los 21 a los 18 m de profundidad presenta una densidad menor a la esperada, pero su aspecto es bueno. A partir de los 18 m de profundidad y hasta los 14 m, en la franja donde se ubica la estación de seguimiento, la pradera está afectada por los efectos de vertidos que se han venido produciendo en la pradera a lo largo del tiempo. En las zonas más cercanas a la costa la pradera ha dejado de existir permaneciendo la mata muerta, que ha sido colonizada por una densa pradera del alga *Caulerpa prolifera*.

### b) Resultados de parámetros.

Las muestras se tomaron en la estación marcada en el Mapa 2. Los parámetros estudiados en la pradera de *P. oceanica* en 2021 fueron tomados el 3 de agosto. La densidad de haces por superficie presentó un promedio de 76 haces/m<sup>2</sup>. La cobertura en la pradera presenta un promedio del 45%, y observando un porcentaje de mata muerta del 46%.

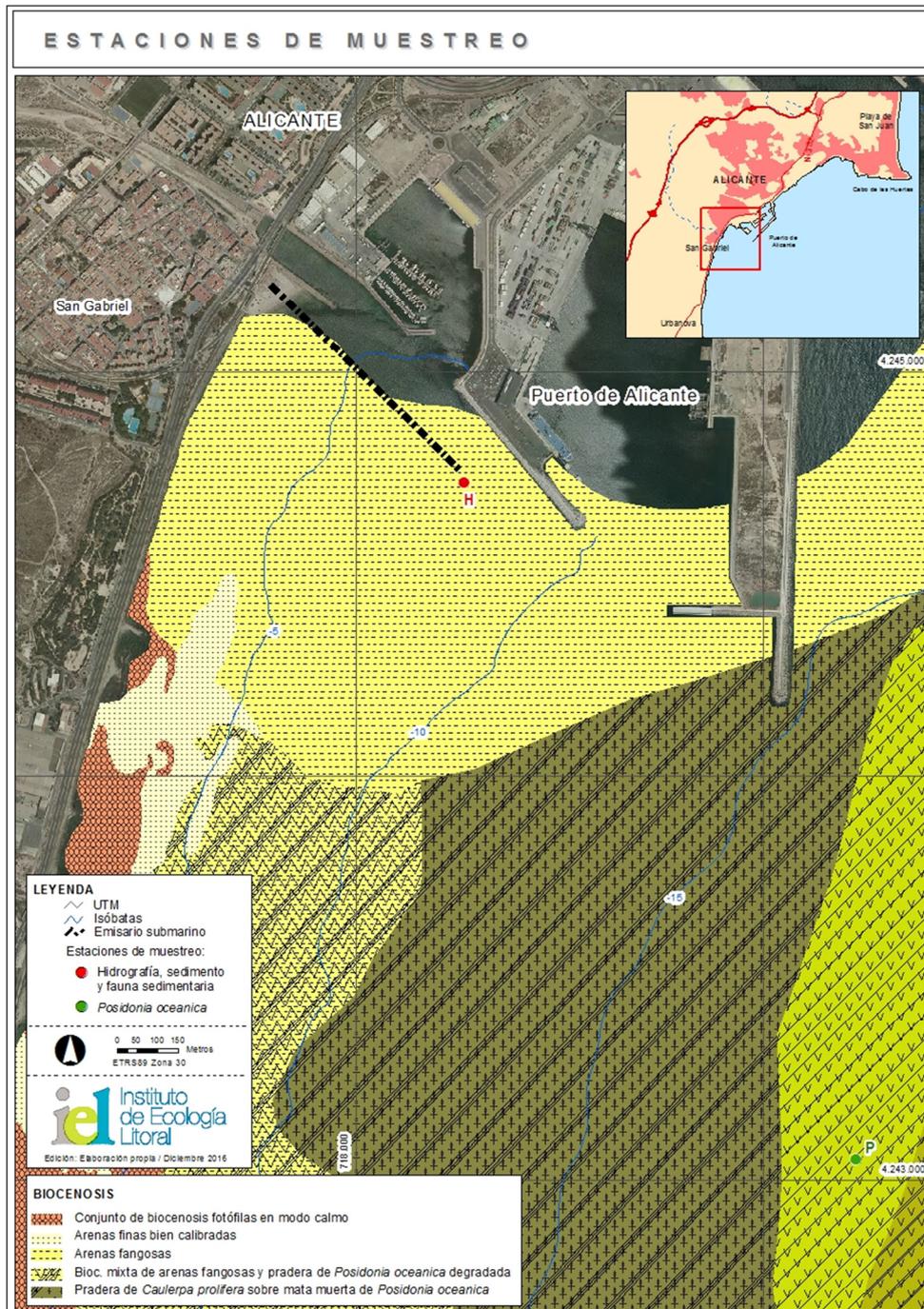
Tabla 21. Resultados obtenidos durante el año 2021 en la pradera de *P. oceanica* control y comparación respecto a valores patrón.

	Herv. (%)	S.fo- liar	Epífi- tos	Necro- sis (%)	Densi- dad	Cober. (%)	Plagiotr. (%)	Des.	MM (%)
<b>Muy Buena</b>	0.000	92.36	7.700	10.130	508.125	85.086	8.602	4.390	0
<b>Mala</b>	42.6	12.63	38.251	70.716	226.38	47.16	1.861	7.89	46
<b>R. León</b>	60.55	87.72	23.08	59,460	75,87	44,67	6,69	1.38	46,00

Respecto a los parámetros calculados en el laboratorio para la aplicación del índice POMI-SV, los valores registrados mostraron promedios de 87,72 cm<sup>2</sup> de superficie foliar en el haz, 23,08 mg de peso seco/cm<sup>2</sup> de biomasa de epífitos, un 60,55% de presión de herbívoros, y un 59,46% de tejido necrosado.

En la representación gráfica del ACP (Figura 2) se advierte, como los factores de ponderación hacia un buen estado ambiental, son la densidad, la cobertura y la superficie foliar, parámetros que a excepción del último, presentan valores muy bajos. Por el contrario, se registraron valores elevados en los parámetros que indican un mal estado de conservación, porcentaje de rizomas plagiotropos, y muy especialmente porcentajes de presión de herbívoros y mata. El análisis de componentes principales (ACP) con todas las variables introducidas en cada una de las tres estaciones de muestreo (dos con valores extremos y la de la localidad de

Tabarca). La interpretación que se realiza con este análisis resulto excelente ya que el primer eje explicó una variabilidad del 82,7%, mientras que el segundo fue del 17,3%, siendo el total del 100%.



Mapa 2. Ubicación de la estación de seguimiento de *Posidonia oceanica* respecto al emisario de Rincón de León.

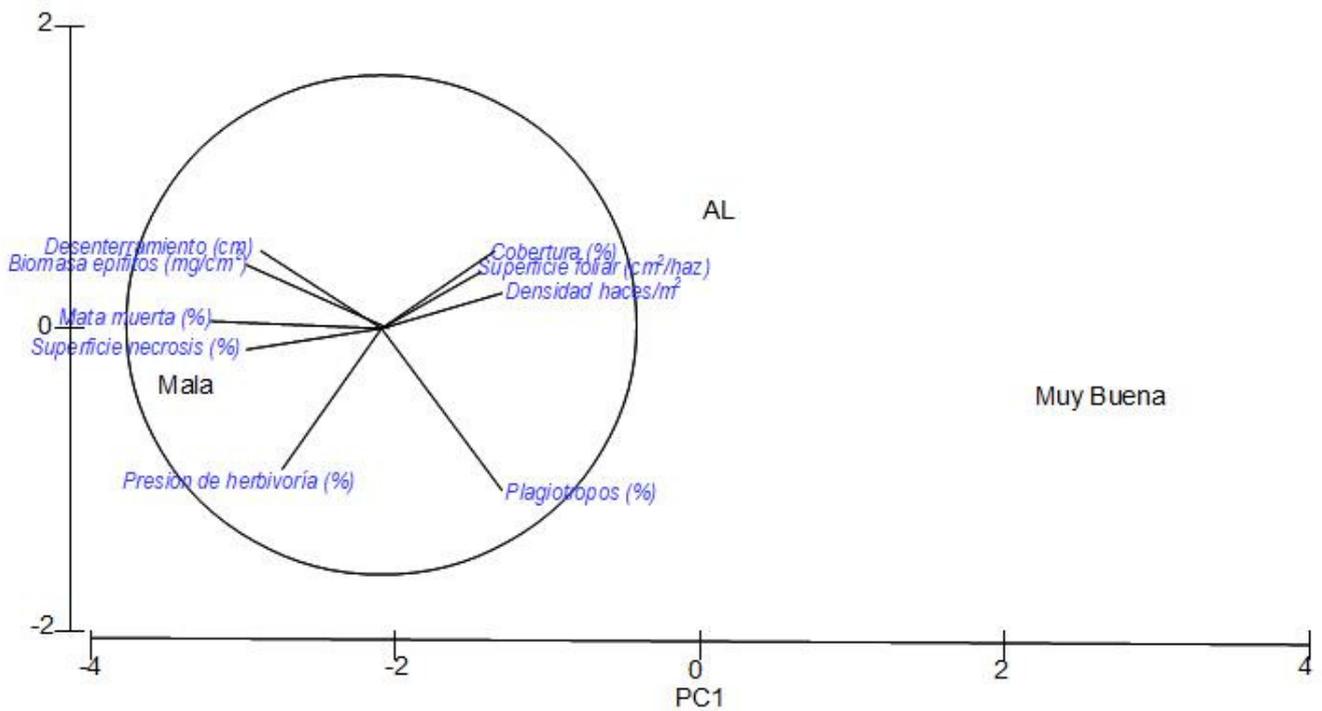


Figura 2. Resultado del análisis de componentes principales.

El resultado de la aplicación del análisis MDS para el valor del EQR calculado se representa en la figura 3, en la que se representa un gradiente de menor a mayor calidad ambiental de izquierda a derecha del gráfico. El resultado mostró como la pradera de *P. oceanica* próxima al Rincón de León está próxima a la zona de baja calidad y alejada de los valores de las praderas de alta calidad ambiental.

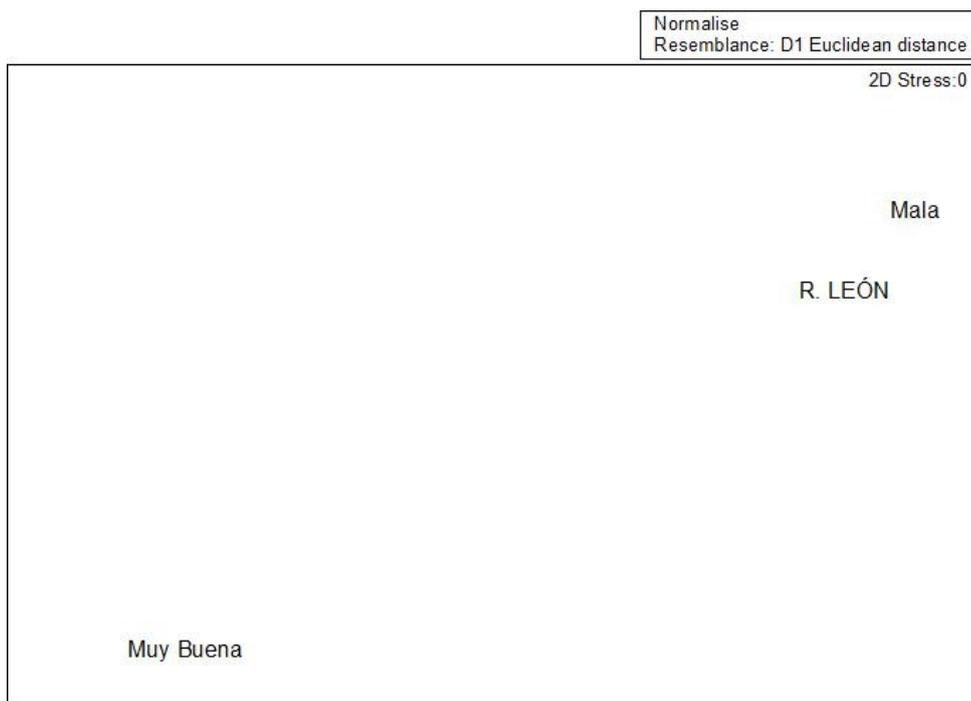


Figura 3. en el cual se describe un gradiente de menor a mayor calidad ambiental de izquierda a derecha del gráfico, en cuanto a conservación de las praderas de *P. oceanica*.

El resultado de la aplicación del análisis de componentes principales para el valor del EQR calculado se representa en la Tabla 23. Este valor, conforme a los valores indicados en la Tabla 1 para clasificación del buen estado ecológico, da un valor de 0,72, lo cual es indicativo de un valor de **buen estado ecológico** para la pradera de Tabarca próxima al emisario.

Tabla 22. Valores de referencia y de la estación estudiada absorbidos por los ejes en el análisis de componentes principales para el cálculo del EQR.

	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4	EQR	Intervalo	Valoración
Baja Calidad	-3,549	-0,410	0,608	0,336			
Alta Calidad	2,633	1,295	0,734	0,088			
R. León	-1,193	1,925	0,674	0,405	<b>0,385</b>	<b>0,32-0,55</b>	<b>Moderado</b>

Tabla 18: Valores de referencia y de la estación estudiada absorbidos por los ejes en el análisis de componentes principales y cálculo del correspondiente EQR.

#### 4.4. Indicadores Sedimentológicos.

El sedimento correspondió a la categoría de fangos en las muestras Rs1 y Rs2, mientras que en el resto fueron arenas muy finas (Rs3 y Rs4) y arenas finas, en Rs5, según se corresponde con la muestra tomada el 3/8/21 (Tabla 23; Anejo 3. Análisis granulométrico y microbiológico).

En cuanto a los contenidos de materia orgánica, éstos fueron elevados, con un máximo de 11,6% en R1, y un gradiente de 9,7 a 4,8%, conforme nos separamos del punto de vertido (Tabla 23).

El análisis sobre la presencia de *Beggiatoa* y Clostridio sulfito-reductores, de acuerdo con los laboratorios cuyos resultados se adjuntan en el Anejo 3, resultó muy elevado para el caso de las colonias de Clostridio sulfito reductores, con un máximo de 22.949 colonias/g para la estación R1, y un mínimo de 1090 colonias/g, para la estación del punto de vertido, R5. En el caso de colonias de *Beggiatoa*, el análisis, no detectó ninguna (Tabla 23).

Tabla 23. Valores sedimentológicos para las estaciones en la muestra tomada el 3 de agosto de 2021. (En la moda del sedimento AF significa Arenas finas y F significa fangos).

Estaciones R. León		Rs1	Rs2	Rs3	Rs4	Rs5
<b>Moda</b>		F	F	AMF	AMF	AF
<b>D<sub>50</sub></b>	mm	<0,063	<0,063	0,1	0,1	0,22
<b>Materia orgánica</b>	% m.s	11,6	8,0	9,7	5,7	4,8
<b>Clostridio sulfito reductores</b>	UFC/g	22949,0	6691,4	16297,8	3135,9	1090,5
<b><i>Beggiatoa</i></b>	Fil/1,11 g	0	0	0	0	0

## 5. Valoración ecológica.

La tabla 24 esquematiza los resultados de los distintos índices elaborados con la metodología del RD 817/2015:

Tabla 24. Valoración ecológica de los distintos indicadores para el emisario de Rincón de León (Alicante).

Parámetro	Estado ecológico			
	R1	R2	R3	R4
Fitoplancton: clorofilas	Moderado	Deficiente	Malo	Malo
Posidonia POMI_SV	Moderado			
Nitritos	Malo	Malo	Malo	Bueno
Nitratos	Malo	Malo	Malo	Bueno
Nitrógeno Total	Malo	Malo	Malo	Bueno
Orofosfatos	Malo	Malo	Malo	Malo
Fósforo total	Malo	Malo	Malo	Malo
Etilbenceno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Tolueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
1,1,1 - Tricloroetano	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Xileno ( $\Sigma$ isómeros orto, meta y para)	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Terbutilazina	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Arsénico	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Cobre	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Cromo VI	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Selenio	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Zinc	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
Sustancias anexos IV y V	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno

Los resultados muestran categorías de Mal estado ecológico para las clorofilas, sólo en las dos estaciones más alejadas del vertido: R3 y R4, lo que evidencia un estado de eutrofización en la zona. El índice POMI, con la estación alejada cerca de 2 Km del punto de vertido presenta un valor de EQR en la categoría de Moderado. El resto de parámetros presenta valores de Mal estado ecológico para nutrientes (a excepción del amonio) y, para el resto de sustancias valores normales. Se destaca también los elevados valores de contaminación microbiana de Clostridiosulfitorreductores.

El estudio sedimentológico muestra sedimentos de categoría de fangos en las estaciones más cercanas al punto de vertido, y de arenas muy finas o finas, conforme se distancian las muestras del punto de vertido, de igual forma los porcentajes en materia orgánica disminuyen al aumentar la distancia.

Informe realizado por el Instituto de Ecología Litoral, a 10 de diciembre de 2021.



**iel** Instituto  
de Ecología  
Litoral

Fdo. Juan E. Guillén Nieto.  
Jefe de Investigación del Área Marina



VºBº El Director  
Fdo.: Gabriel Soler Capdepón.

## **Anejo 1. Resultados de análisis simples**

## **Anejo 2. Análisis Completos (Anexos IV y V RD 9817/2015).**

## **Anejo 3. Resultados Análisis Granulométrico.**