

CALIDAD DE AGUAS Y SEDIMENTOS DEL PUERTO DE BARCELONA

RESUMEN 2017



*Dep. Medi Ambient
Autoritat Portuària de Barcelona*

INDICE

1.- Introducción	3
2. Fisicoquímicos aguas	6
2.1. Condiciones generales aguas	6
Transparencia Secchi	6
Temperatura	7
Oxígeno	8
Índice FAN	9
2.2 Contaminantes específicos aguas	11
Selenio	11
Benzo (a) pireno	12
Cibutrina	13
Valoración Contaminantes específicos aguas	14
3. Fisicoquímica sedimentos	15
3.1. Condiciones generales sedimentos	15
Grano medio D-50	15
Materia Orgánica	16
3.2. Contaminantes específicos sedimentos	17
Cobre	17
Mercurio	18
Plomo	19
Zinc	20
Policlorobifenilos (PCB's)	21
Hidrocarburos poliaromáticos (PAH's)	22
Categorías DCMD sedimentos	23
4. Elementos Biológicos	24
4.1. Fitoplancton	24
4.2. Macroinvertebrados bentónicos	26
Índice MEDOCC	26
5. Conclusiones	28

1.- Introducción

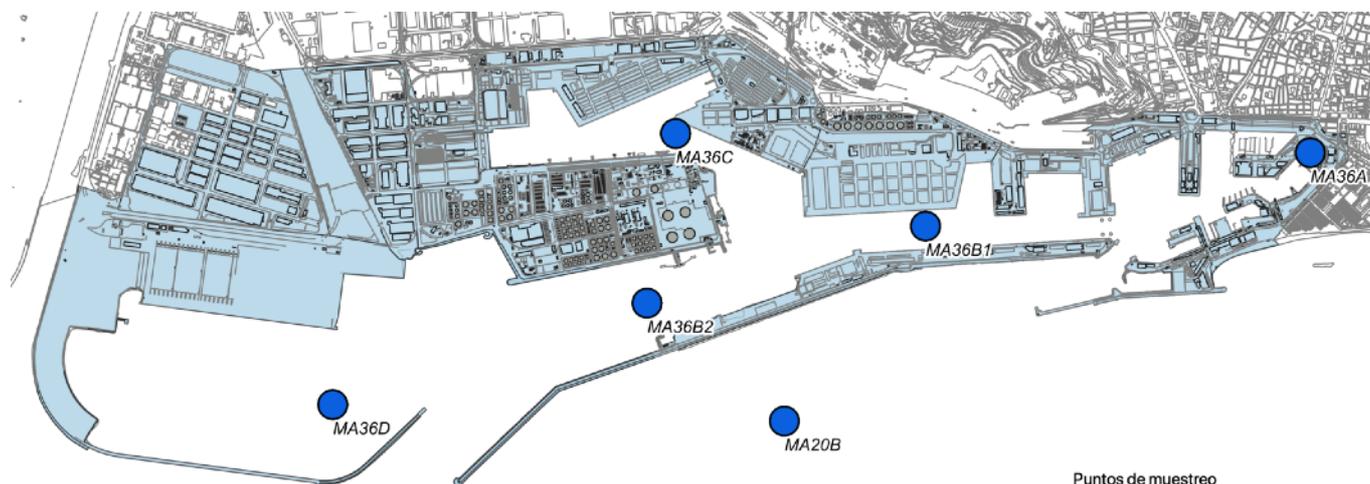
El seguimiento de la calidad del agua del Puerto de Barcelona que se realiza en el marco de la Directiva Marco Agua (D.M.A.), está basado en los resultados analíticos obtenidos durante el año 2019 y basado siguientes marcos normativos y recomendaciones:

- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000, conocida como Directiva Marco del Agua (DMA), la cual establece un marco de actuación comunitario en el ámbito de la política de aguas y fue transpuesta al marco legislativo español mediante la Ley 62/2003, de 30 de diciembre de 2000, actualizada en los criterios de seguimiento y evaluación y sus normas de calidad ambiental con el Real Decreto 817/2015.
- *Protocol d'avaluació de l'estat ecològic i químic de les aigües costaneres* (PROTOCOLO), elaborado por la Agència Catalana de l'Aigua (ACA), que es la administración ambiental competente y responsable de la aplicación de la DMA en Catalunya y basa su cumplimiento en los resultados del "Programa de Seguiment i Control de vigilància de les aigües costaneres" con vigencia de 6 años (2013-2018) en renovación para el periodo 2019-2024.
- Directrices para la caracterización del material material dragado y su reubicación en aguas de dominio público marítimo-terrestre (DCMD), de la comisión Interministerial de Estrategias Marinas de 2015.

La Autoritat Portuària de Barcelona (APB), según la legislación portuaria vigente, tiene determinadas competencias sobre el medio marino y está reconocida como Autoridad Competente dentro de los órganos de gestión de las cuencas internas. El Puerto de Barcelona se encuentra en la demarcación hidrográfica de *Conques internes de Catalunya*, considerada intracomunitaria al pertenecer toda la cuenca a una sola Comunidad Autónoma.

El objetivo que se persigue en este informe es mostrar los datos más relevantes del estado de las masas de agua portuaria en 2019, recogiendo los criterios establecidos en la normativa, en cumplimiento de los principios establecidos en la DMA.

Las estaciones de muestreo, o puntos de muestreo se muestran en el siguiente mapa y tabla:



Mapa 1. Puntos de muestreo

Punto de muestreo	X UTM	Y UTM	Profundidad (m)	Masa de agua
MA20B	431594	4576708	27	MA20
MA36A	431815	4581231	11	MA36
MA36B1	430833	4578396	17	MA36
MA36B2	430280	4576252	18	MA36
MA36C	429257	4577096	17	MA36
MA36D	429755	4573776	17	MA36

Tabla 1. Coordenadas puntos de muestreo y características

El presente informe integra los resultados obtenidos y la valoración de los mismos a lo largo del año 2017 en las campañas con las fechas siguientes:

	08/07/2017	13/09/2017	16/11/2017
Estado fisicoquímico del agua (1)	X	X	X
Nutrientes inorgánicos en aguas (2)	X	X	X
Metales pesados en aguas (1)	X		
Contaminantes orgánicos en agua (3)		X	
Estado químico del sedimento (1)		X	
Comunidades macrobentónicas de fondo sedimentario (4)		X	

Tabla 2. Tipos de muestras y analíticas por campaña de muestreo. (1) Laboratorio consultoría TECNOAMBIENTE. (2) ICM-CSIC. (3) IDAEA-CSIC. (4) CEAB-CSIC

Para realizar este resumen, se ha utilizado los indicadores, elementos y parámetros de la tabla que figura a continuación, basada en gran parte en la que figura en los PROTOCOLOS con el añadido de los niveles de acción de los DCMD, para determinar el estado ecológico de las masas de agua costera de Catalunya:

Indicadores	Elementos	Parámetros	Métricas utilizadas	Parámetros contemplados
Fisicoquímicos aguas	Condiciones generales aguas	Transparencia Secchi	---	Transparencia Secchi promedio por punto
		Condiciones térmicas	---	Temperatura promedio por punto
		Condiciones de oxigenación	---	Oxígeno disuelto promedio por punto
		Salinidad	Índice FAN	Índice Fan promedio por punto
	Condiciones relativas a nutrientes inorgánicos			
Contaminantes específicos aguas	Substancias contaminantes del Anexo VIII de la DMA	Límites establecidos en normativa	Sustancias que sobrepasan en promedio el NCA-MA o NCA-CMA por punto	
Fisicoquímicos sedimentos	Condiciones generales sedimentos	Granulometría	Tamaño medio de grano D-50	Tamaño medio de grano por punto
		Materia orgánica	Porcentaje del peso seco	Materia orgánica por punto
	Contaminantes específicos sedimentos	Metales	Directrices para la caracterización del material dragado	Metales o sustancias que sobrepasan el Nivel de Acción por punto
		Suma PCB		
		Suma PAH		
Suma TBT				
Biológicos	Fitoplancton	Abundancia y biomasa de fitoplancton.	Concentración de clorofila <i>a</i>	Clorofila <i>a</i> promedio por punto
	Macroinvertebrados bentónicos	Composición y abundancia de la fauna bentónica invertebrados	Índice MEDOCC	Índice MEDOCC por punto

Tabla 3. Indicadores utilizados para determinar el estado ecológico de las masas de agua portuaria.

Como se ve, se incluyen en este resumen elementos descriptivos fisicoquímicos de aguas y sedimentos, además de los compuestos que sobrepasan los niveles de concentración admisible (NCA) de la DMA y los metales y sustancias que sobrepasan algún nivel de acción (NAA o NAB) de los PROTOCOLOS.

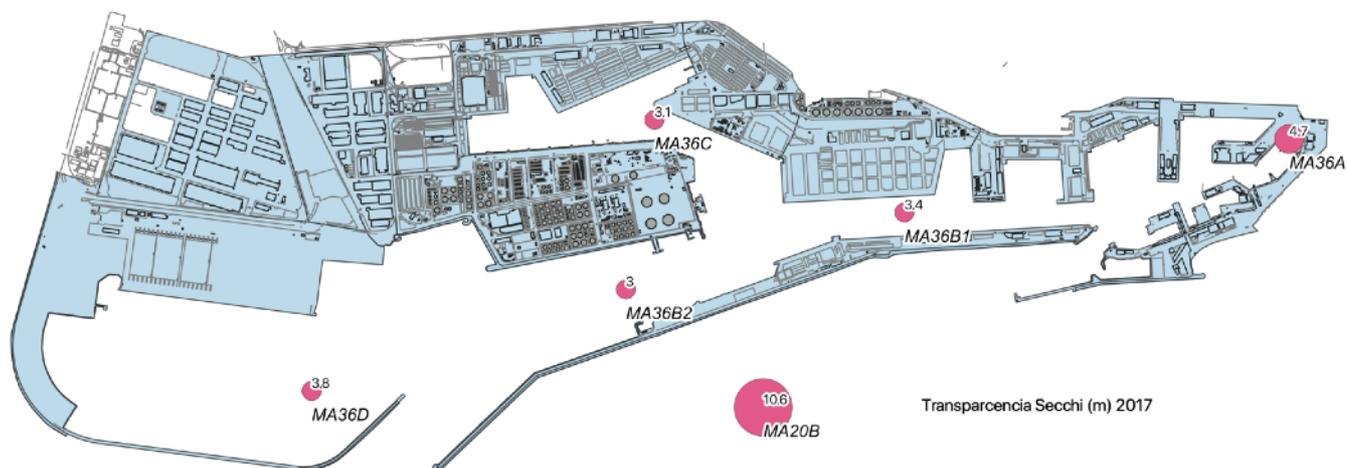
Tratamiento de los datos

Como se indica en la Directiva Marco del Agua y utilizando los criterios establecidos por ACA, en los resultados que se agrupan para calcular promedios, medianas y otras agrupaciones estadísticas se tendrán en cuenta las concentraciones que den por debajo del nivel de detección (o LOD). En estos casos se asignará la mitad del valor de detección que tenga la metodología analítica. Todos los resultados que se presentan a continuación en las tablas y que se tendrán en cuenta para la valoración han seguido este criterio.

2. Fisicoquímicos aguas

2.1. Condiciones generales aguas

Transparencia Secchi



Mapa 2. Promedio de transparencia Secchi (m) 2017

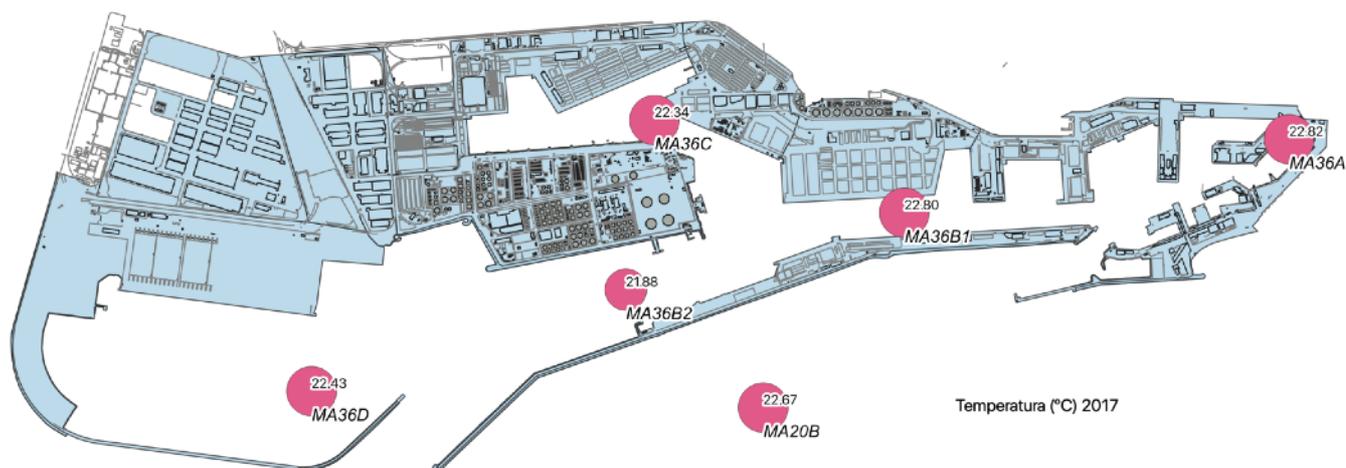
Las estaciones de muestro situadas en el interior del puerto presentan valores de penetración de la luz inferiores a los de la estación exterior (MA20B). Esta situación obedece a la diferente intensidad de los fenómenos de agitación y aportes de contaminantes.

Los valores de penetración de la luz de las estaciones situadas a abrigo del puerto oscilan entre 1 m y 5 m, mientras que los valores de la estación MA20B se sitúan entre 6 m y 19 m.

Punto	Promedio - Secchi 2017
MA20B	10,6
MA36A	4,7
MA36B1	3,4
MA36B2	3,0
MA36C	3,1
MA36D	3,8

Tabla 4. Resumen transparencia disco Secchi (m) 2017

Temperatura



Mapa 3. Promedio de temperatura del agua (°C) 2017

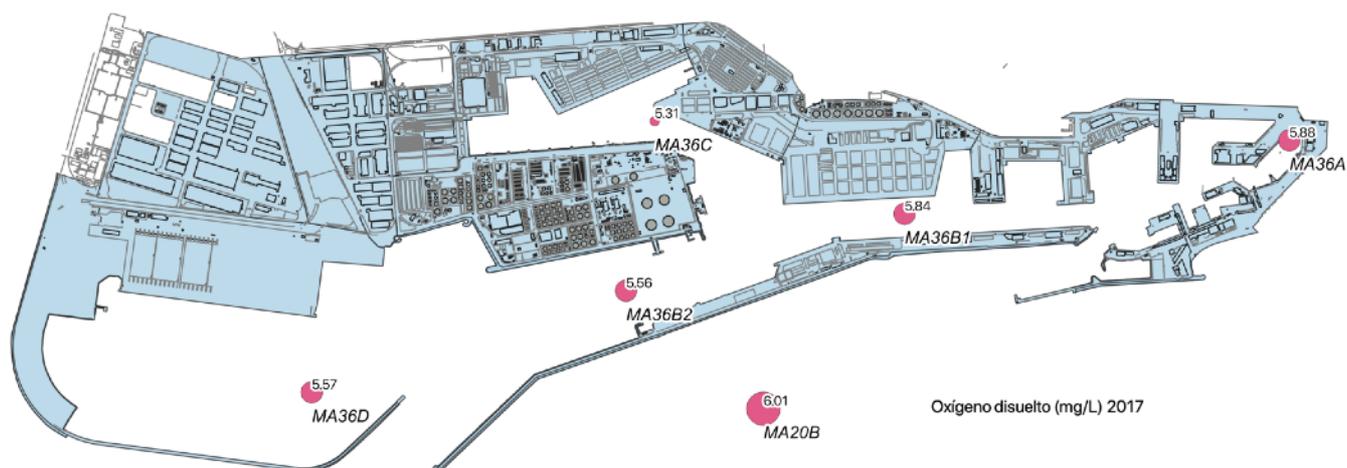
En todas las estaciones se observa una marcada estacionalidad térmica. Se observa una elevada homogeneidad entre estaciones y para toda la columna de agua, presentando un patrón característico de la cada una de las épocas en las que se han realizado muestreos.

En el mes de julio se observa una estratificación desde la superficie y el fondo con diferencias de entre 2,5 y 1°C entre ellas. En ese mes se alcanzaron los 26°C en superficie, en el mes de octubre del orden de 24,5°C y en noviembre de 18,1 a 17,5°C. Es en el mes de noviembre cuando la mezcla vertical de la columna de agua homogeneiza las temperaturas con pequeñas diferencias entre superficie y fondo.

Punto	Promedio de Temperatura 2017
MA20B	22,67
MA36A	22,82
MA36B1	22,80
MA36B2	21,88
MA36C	22,34
MA36D	22,43

Tabla 5. Resumen temperatura (°C) 2017

Oxígeno



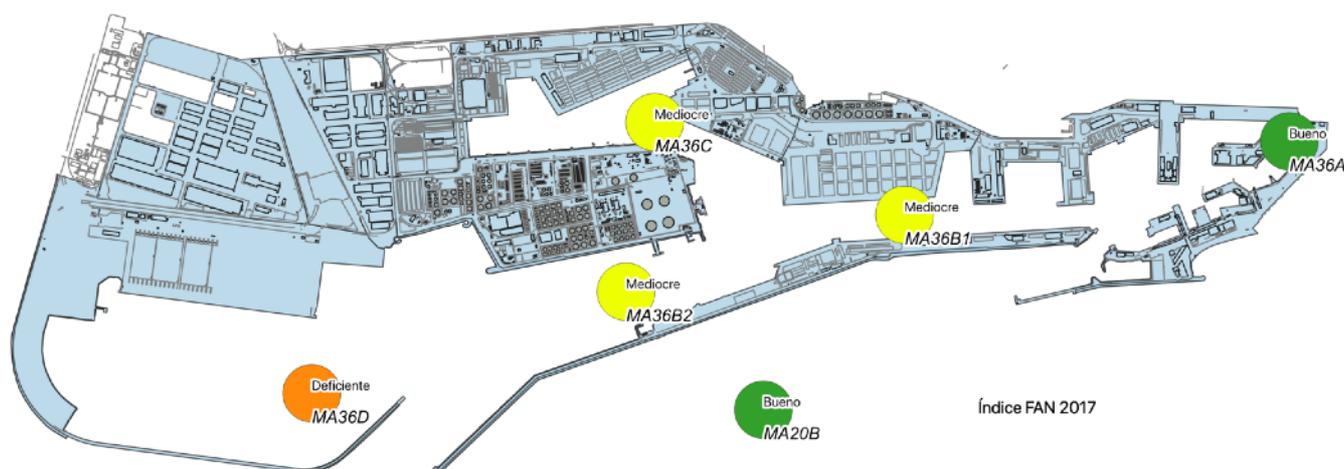
Mapa 4. Promedio de oxígeno disuelto en agua (mg/L) 2017

El contenido en oxígeno del agua de mar varía normalmente entre 6 y 9 mg/l. En el puerto, en cambio, se aprecia una menor concentración de oxígeno debido a que la presencia de aportes de materia orgánica y el consecuente aumento de los procesos metabólicos derivados de su consumo junto a las mayores temperaturas que se registran en las aguas portuarias hacen que el oxígeno oscile entre 7,9 (en aguas superficiales y con agitación e intercambio con el exterior suficiente) y 2,3 mg/L (en aguas profundas de las aguas abrigadas).

Punto	Promedio de Oxígeno disuelto 2017
MA20B	6,01
MA36A	5,88
MA36B1	5,84
MA36B2	5,56
MA36C	5,31
MA36D	5,57

Tabla 6. Resumen oxígeno disuelto (mg/L) 2017

Índice FAN



Mapa 5. Promedio de índice FAN 2017

Las condiciones fisicoquímicas de las masas de agua de la costa catalana se evalúan a partir de datos superficiales relativas al contenido en agua dulce (calculado a partir del valor de salinidad) y en la concentración de nutrientes inorgánicos disueltos (nitratos, nitritos, amonios, fosfatos y silicatos), obtenidas a nivel de la línea de costa (campo cercano) ya 1000 metros de la línea de costa (campo medio).

El nivel de calidad final de las condiciones fisicoquímicas generales se obtiene a partir del índice FAN, que mide el grado de antropización de una masa de agua y es inversamente proporcional a la calidad de la misma.

Este índice se basa en la idea de que las aguas costeras dependen de las condiciones del continente o zona terrestre adyacente y en la premisa de que únicamente las aportaciones continentales antrópicas (básicamente las urbanas, que aportan nitritos, amonios y fosfatos en el medio), son las que hacen disminuir su calidad, al alejar las condiciones fisicoquímicas generales de su estado natural.

Una vez se dispone del índice FAN de cada punto se hace la media aritmética de los resultados de cada punto de muestro y se compara con las tablas de valoración, teniendo en cuenta la proximidad a la costa y la profundidad del punto de donde se han tomado los valores.

En el caso del puerto de Barcelona se ha considerado que las aguas abrigadas son de “campo próximo” y las abiertas de “campo medio”.

Nivel de calidad	FAN	
	Campo próximo	Campo medio
Muy bueno	$FAN \leq -0,2$	$FAN \leq -0,3$
Bueno	$-0,2 < FAN \leq 0,2$	$-0,3 < FAN \leq 0$
Mediocre	$0,2 < FAN \leq 0,6$	$0 < FAN \leq 0,3$
Deficiente	$0,6 < FAN \leq 1$	$0,3 < FAN \leq 0,6$
Malo	$FAN > 1$	$FAN > 0,6$

Tabla 7. Intervalos de calidad fisicoquímica según el índice FAN

Calidad de aguas y sedimentos. Resumen 2017

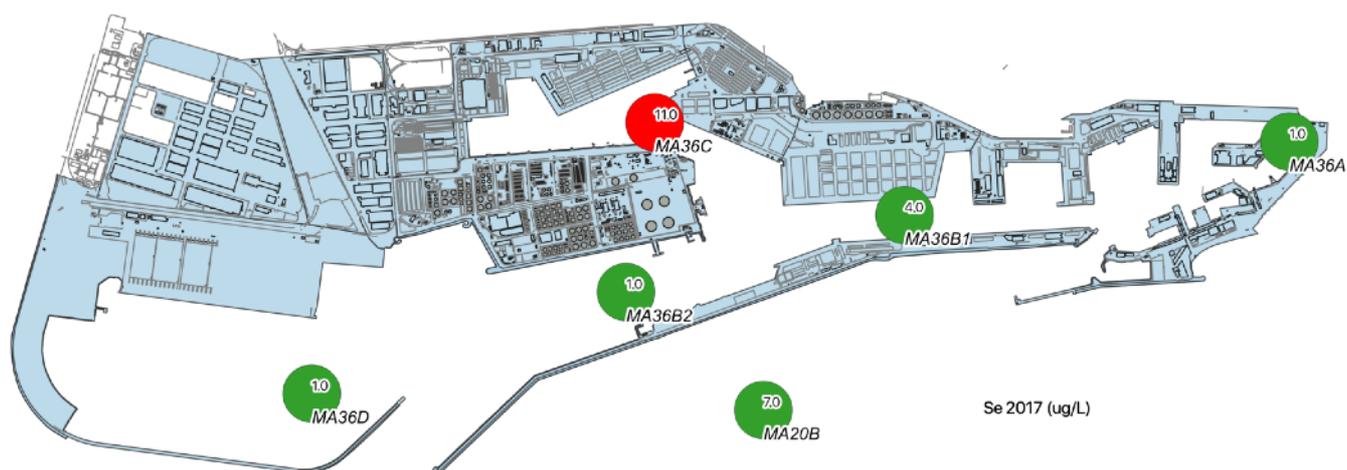
Punto	Salinidad (PSU)	Nitrato (umol/L)	Nitrito (umol/L)	Amonio (umol/L)	Fosfato (umol/L)	Silicato (umol/L)	Indice FAN 2017	Valoracion	Criterio
MA20B	37,710	0,51	0,1	0,34	0,53	0,37	-0,128	Bueno	CAMPO MEDIO
MA36A	37,754	0,81	0,18	0,47	0,94	0,69	0,194	Bueno	CAMPO PROXIMO
MA36B1	37,685	0,7	0,2	1,46	0,93	0,59	0,481	Mediocre	
MA36B2	37,675	0,56	0,17	1,06	1,02	0,44	0,430	Mediocre	
MA36C	37,702	0,69	0,17	1,15	0,81	0,51	0,329	Mediocre	
MA36D	37,707	0,77	0,23	3,26	1,27	0,61	0,961	Deficiente	

Tabla 8. Resultados del índice FAN, calculado con los promedios de salinidad y nutrientes inorgánicos.

2.2 Contaminantes específicos aguas

En este apartado se muestran los datos que, en promedio tal y como indica la DMA, sobrepasaron la norma de calidad ambiental (NCA), ya sea la media anual (NCA-MA) o la cantidad máxima anual (NCA-CMA) y que figuran 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.

Selenio



Mapa 6. Promedio de Selenio en agua (ug/L) 2017

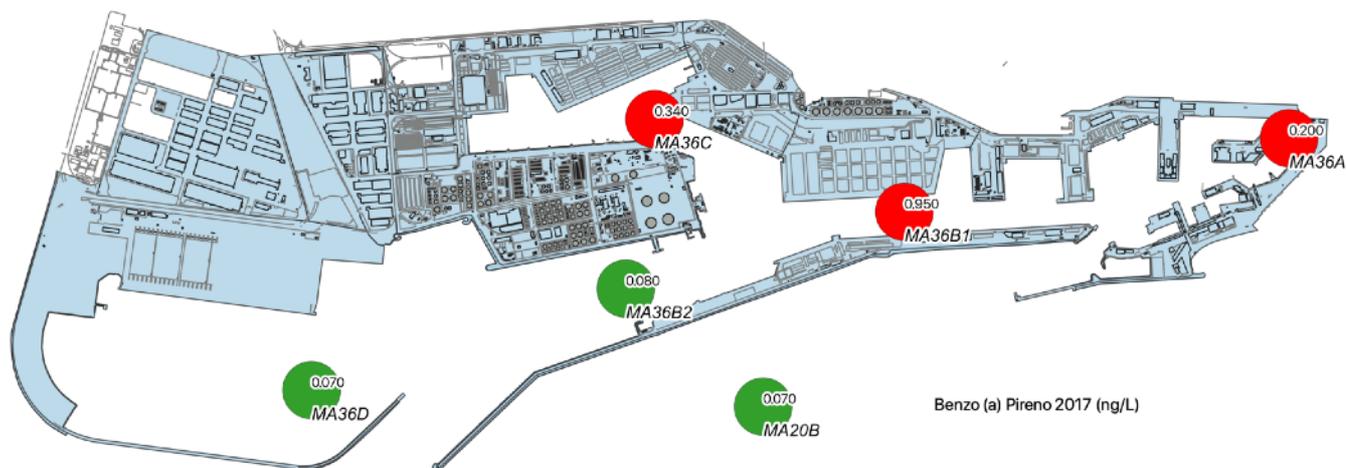
Es selenio es un elemento natural distribuido en la corteza terrestre. Se utiliza en forma comercial, principalmente como producto secundario en la refinación del cobre. en artículos fotográficos, en limpiadores metálico, plásticos, pinturas, champús, suplementos nutricionales, fungicidas y vidrios. El selenio que puede estar presente en combustibles fósiles se combina con oxígeno cuando se quema, y el producto formado puede reaccionar con agua y formar compuestos solubles de selenio. Hay cierta evidencia que indica que el selenio puede ser incorporado en los tejidos de organismos acuáticos y aumentar en concentración a medida que pasa a través de la cadena alimentaria.

En promedio, en 2017 se superó la NCA-MA fijado en 10 ug/L en MA36C.

Punto	Promedio - Selenio 2017
MA20B	7,00
MA36A	1,00
MA36B1	4,00
MA36B2	1,00
MA36C	11,00
MA36D	1,00

Tabla 9. Resumen Selenio en agua (ug/L) 2017

Benzo (a) pireno



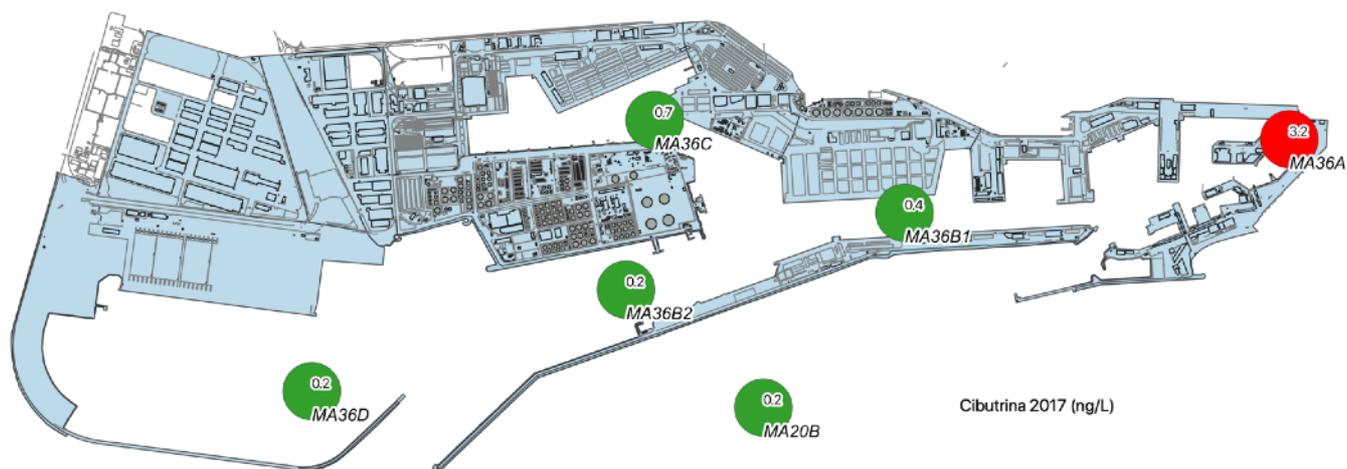
Mapa 7. Promedio de Benzo (a) pireno en agua (ng/L) 2017

El benzo (a) pireno es una sustancia de la familia de los hidrocarburos poliaromáticos (PAH), regulada en el RD 817/2015 con una NCA-MA de 0,17 ng/L. Es la sustancia regulada que más veces ha sobrepasado el nivel de referencia en el puerto (aguas abrigadas y abiertas) desde 2015 debido entre otros a los aportes de hidrocarburos por derrames, efluentes de buques y de las descargas del sistema de saneamiento de la ciudad (DSU). En 2017 se sobrepasó, en promedio, en MA36A, MA36B1 y MA36C.

Punto	Promedio - Benzo_a_pireno
MA20B	0,07
MA36A	0,2
MA36B1	0,95
MA36B2	0,08
MA36C	0,34
MA36D	0,07

Tabla 10. Resumen benzo (a) pireno (ng/L) 2017

Cibutrina



Mapa 8. Promedio de Cibutrina en agua (ng/L) 2017

La cibutrina es un biocida que es utilizado como antifouling en embarcaciones de recreo. En promedio, en 2017 se sobrepasó la NCA-MA (2,5ng/L) regulada en el RD 817/2015 en aguas abrigadas de Port Vell (MA36A), en la zona donde hay mayor concentración de ese tipo de embarcaciones.

Punto	Promedio - Cibutrina 2017
MA20B	0,21
MA36A	3,2
MA36B1	0,37
MA36B2	0,21
MA36C	0,66
MA36D	0,21

Tabla 11. Resumen cibutrina (ng/L) 2017

Valoración Contaminantes específicos aguas

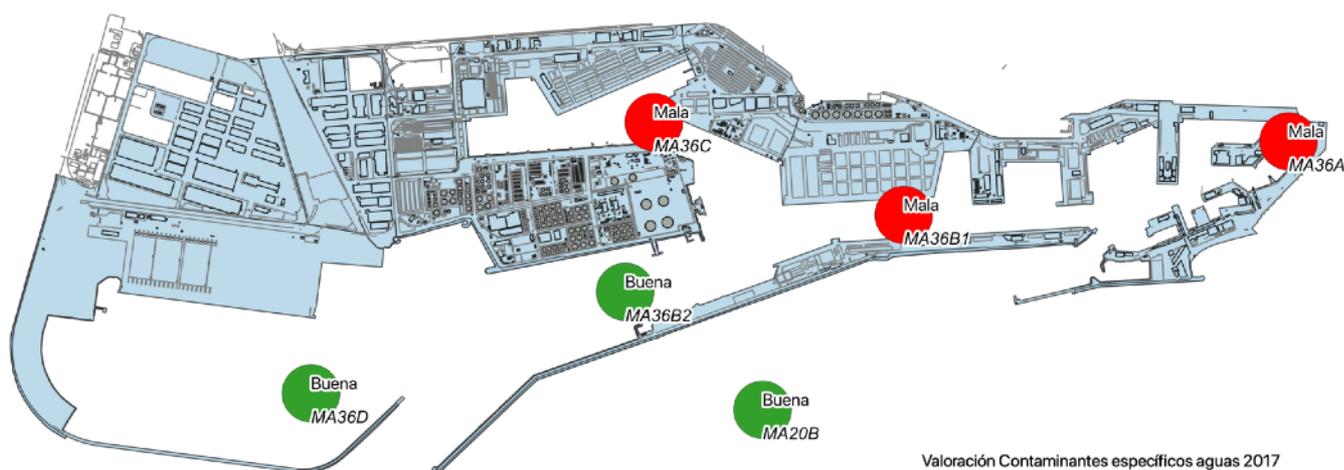
LA DMA sólo contempla dos estados en función de si la masa de agua sobrepasa el NCA de cualquier sustancia de las que figuran en el Anexo 3 de Real Decreto 817/2015:

- Buena: no es sobrepasado ningún NCA
- Mala: Se sobrepasa en alguna o varias sustancias el NCA

Con este criterio, la calidad química derivada de los contaminantes específicos de cada estación de muestreo se refleja en la siguiente tabla y mapa:

Punto	Selenio	Benzo_a_pireno	Cibutrina	Valoración global
MA20B	Buena	Buena	Buena	Buena
MA36A	Buena	Mala	Mala	Mala
MA36B1	Buena	Mala	Buena	Mala
MA36B2	Buena	Buena	Buena	Buena
MA36C	Mala	Mala	Buena	Mala
MA36D	Buena	Buena	Buena	Buena

Tabla 12. Calidad química agua por estación 2017

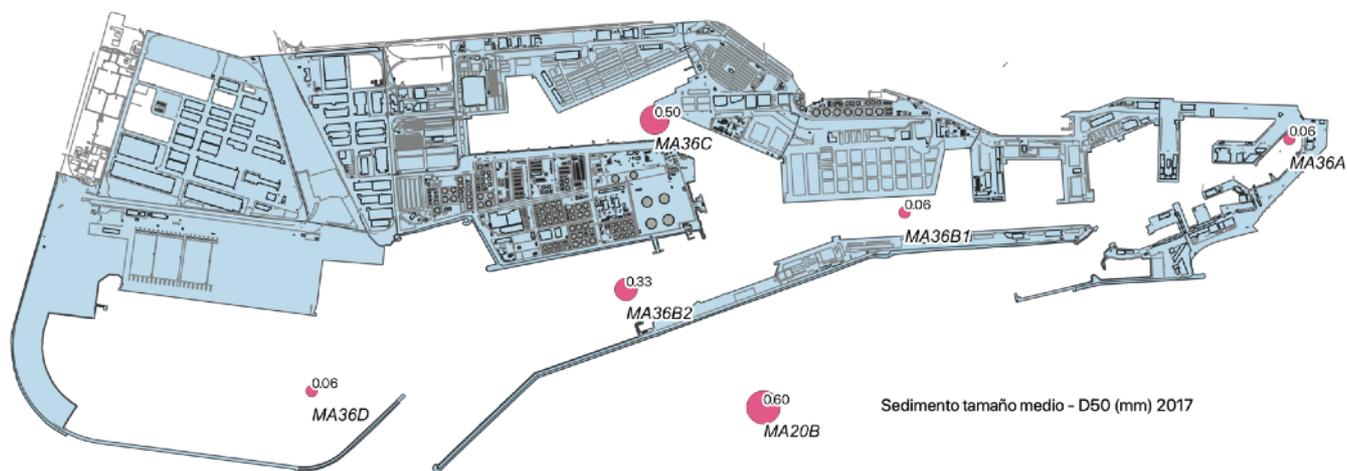


Mapa 9. Calidad química agua por estación 2017

3. Físicoquímica sedimentos

3.1. Condiciones generales sedimentos

Grano medio D-50



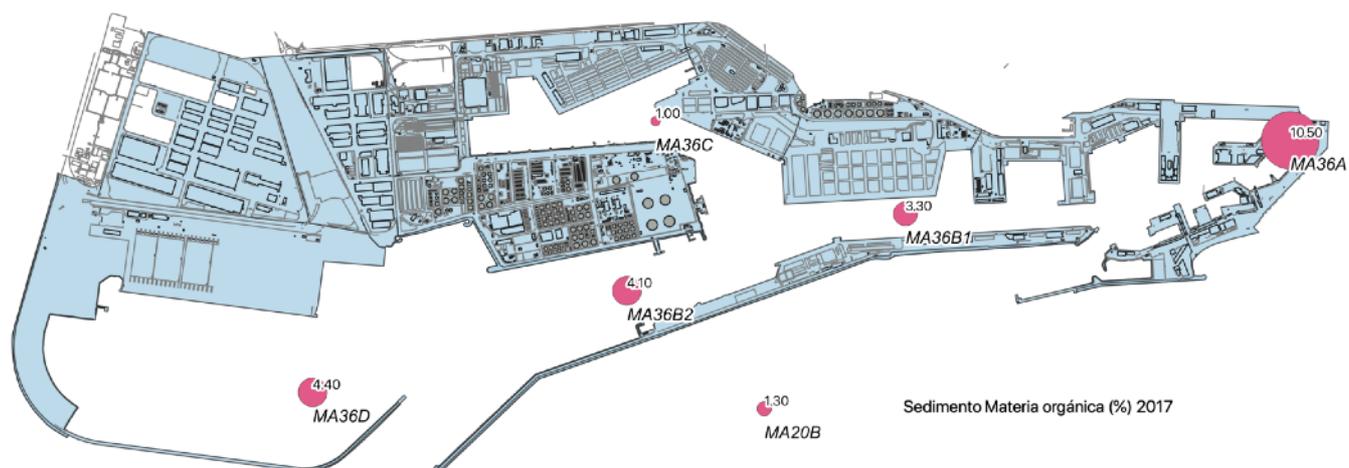
Mapa 10. Grano medio sedimentos (mm) 2017

Los resultados indican que en aguas abrigadas dominan los finos y en aguas abiertas en grano medio es mayor. Se explica por las características hidrodinámicas de las aguas confinadas que favorece la deposición de las partículas más pequeñas. También los aportes continentales favorecen el aporte de esas partículas más pequeñas al medio y por consecuencia su deposición en el sedimento.

Punto	D50 (mm) 2017
MA20B	0,6
MA36A	0,063
MA36B1	0,063
MA36B2	0,33
MA36C	0,5
MA36D	0,063

Tabla 13. Resumen grado medio D-50 (mm) 2017

Materia Orgánica



Mapa 11. Materia orgánica en sedimentos (%) 2017

Los resultados de porcentaje de materia orgánica en sedimento son más elevados en la estación MA36A (10,5 %), apreciándose una gran diferencia respecto a las demás estaciones. Las restantes estaciones de aguas abrigadas presentan una concentración que oscila entre 1 % (MA36C) y 4,4% (MA36D). En aguas abiertas el valor es de 1,3%.

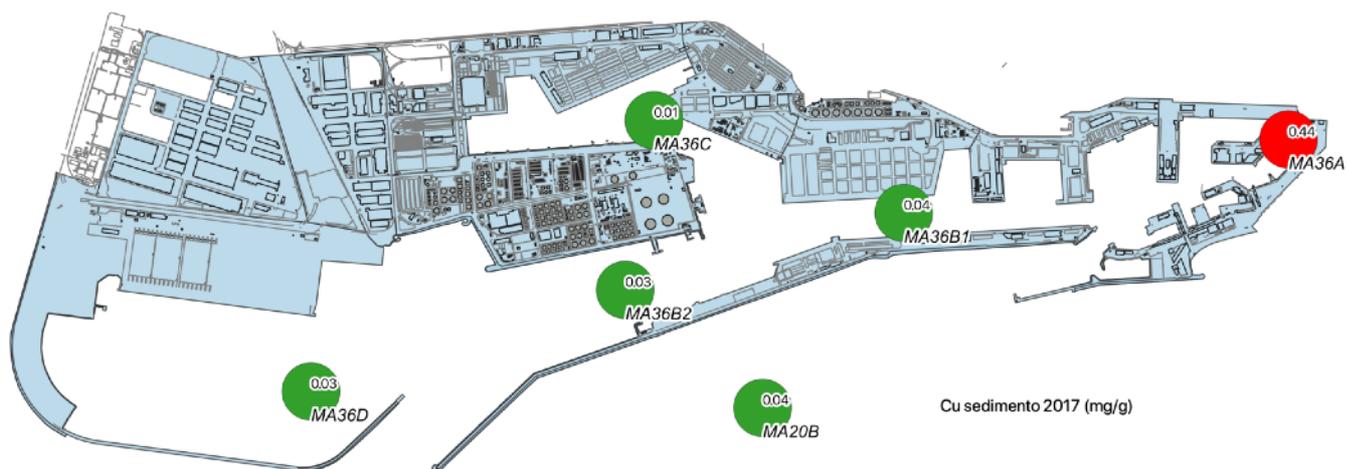
Punto	Materia_Organica (%) 2017
MA20B	1,3
MA36A	10,5
MA36B1	3,3
MA36B2	4,1
MA36C	1
MA36D	4,4

Tabla 14. Resumen materia orgánica (%) 2017

3.2. Contaminantes específicos sedimentos

En este apartado se muestran los contaminantes contemplados en las Directrices para la caracterización del material de dragado y su reubicación en aguas de dominio público marítimo-terrestre (DCMD), ya que la DMA contempla a los sedimentos marinos sin referencias del tipo NCA. Estas directrices se utilizarán en este informe sólo como referencias de calidad, ya que la caracterización de los sedimentos para su dragado incluye más condiciones y pruebas analíticas que no se contemplan en este documento.

Cobre



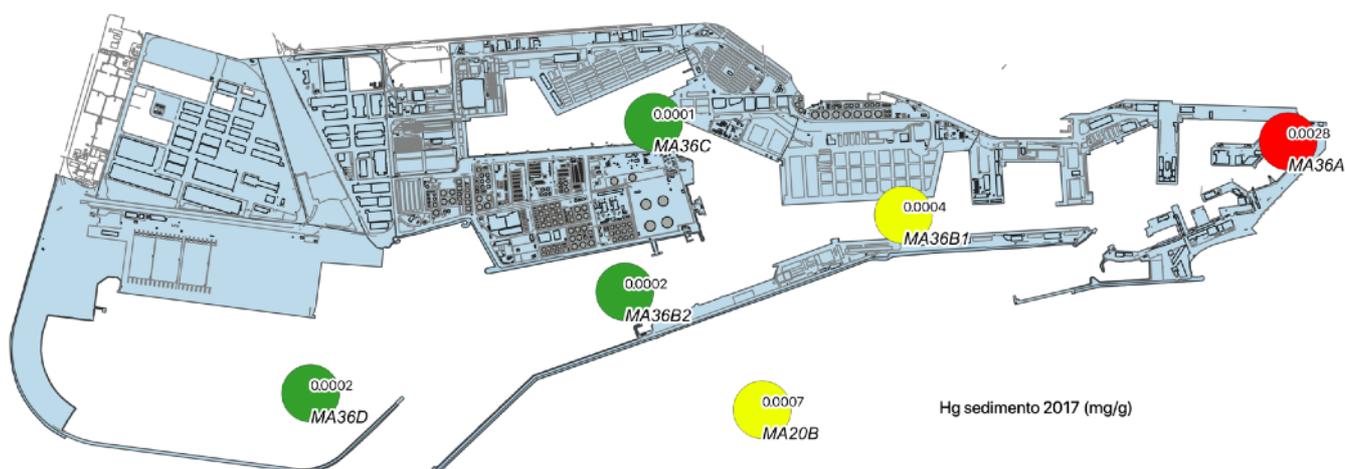
Mapa 12. Cobre en sedimentos (mg/g) 2017

La concentración de cobre en los sedimentos supera el NAB (0,168 mg/g) en la estación MA36A, apreciándose una gran diferencia respecto a las demás estaciones, que oscila entre 0,01 y 0,045 mg/g.

Punto	Cu (mg/g) 2017
MA20B	0,0450
MA36A	0,4400
MA36B1	0,0370
MA36B2	0,0260
MA36C	0,0100
MA36D	0,0270

Tabla 15. Resumen cobre en sedimento (mg/g) 2017

Mercurio



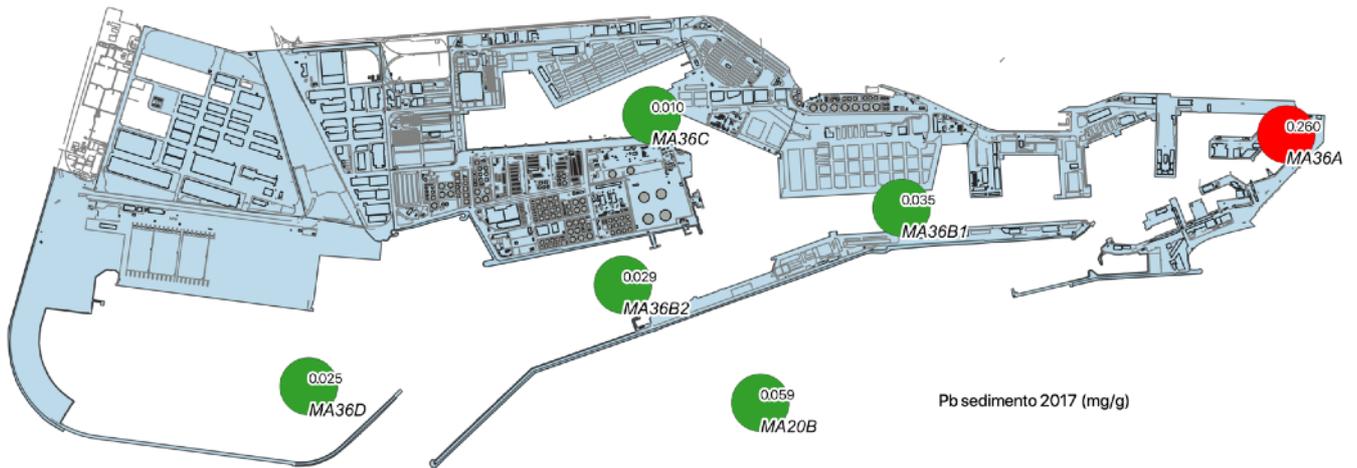
Mapa 13. Mercurio en sedimentos (mg/g) 2017

La concentración de mercurio en los sedimentos analizados supera el NAB (0,00071 mg/g) en la estación MA36A y el NAA (0,00035 mg/g) en MA36B1 y MA36C. Las restantes estaciones de muestreo presentan concentraciones inferiores que oscilan, entre 0,1 y 0,19µg/g, por debajo del NAA.

Punto	Hg (mg/g) 2017
MA20B	0,0007
MA36A	0,0028
MA36B1	0,0004
MA36B2	0,0002
MA36C	0,0001
MA36D	0,0002

Tabla 16. Resumen mercurio en sedimento (mg/g) 2017

Plomo



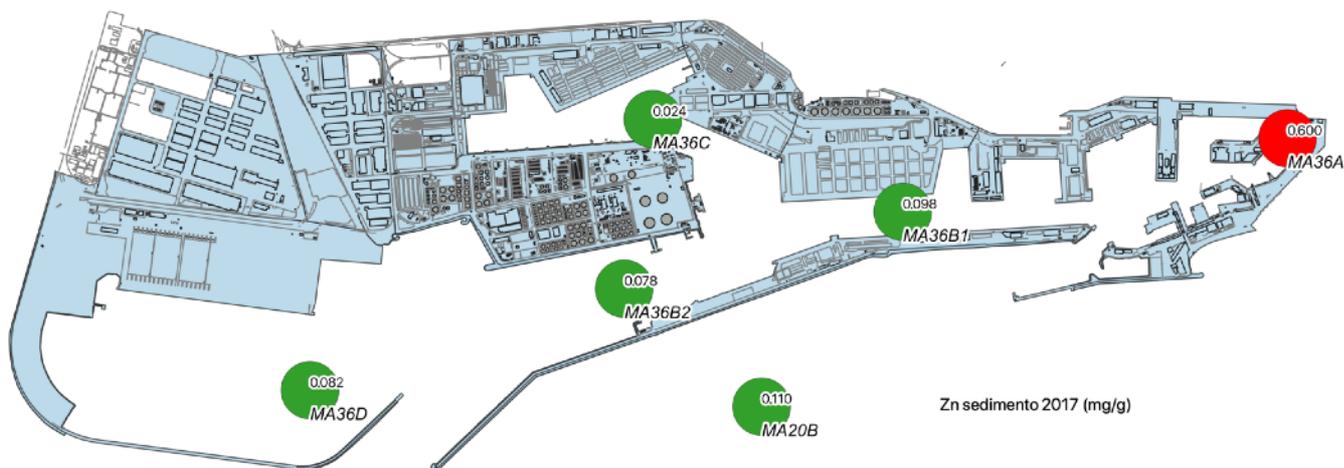
Mapa 14. Plomo en sedimentos (mg/g) 2017

La concentración de plomo en los sedimentos supera el NAB (0,218 mg/g) en MA36A (0,26 mg/g). En las estaciones de muestreo la concentración oscila entre 0,01 y 0,059 mg/g.

Punto	Pb (mg/g) 2017
MA20B	0,0590
MA36A	0,2600
MA36B1	0,0350
MA36B2	0,0290
MA36C	0,0100
MA36D	0,0250

Tabla 17. Resumen plomo en sedimento (mg/g) 2017

Zinc



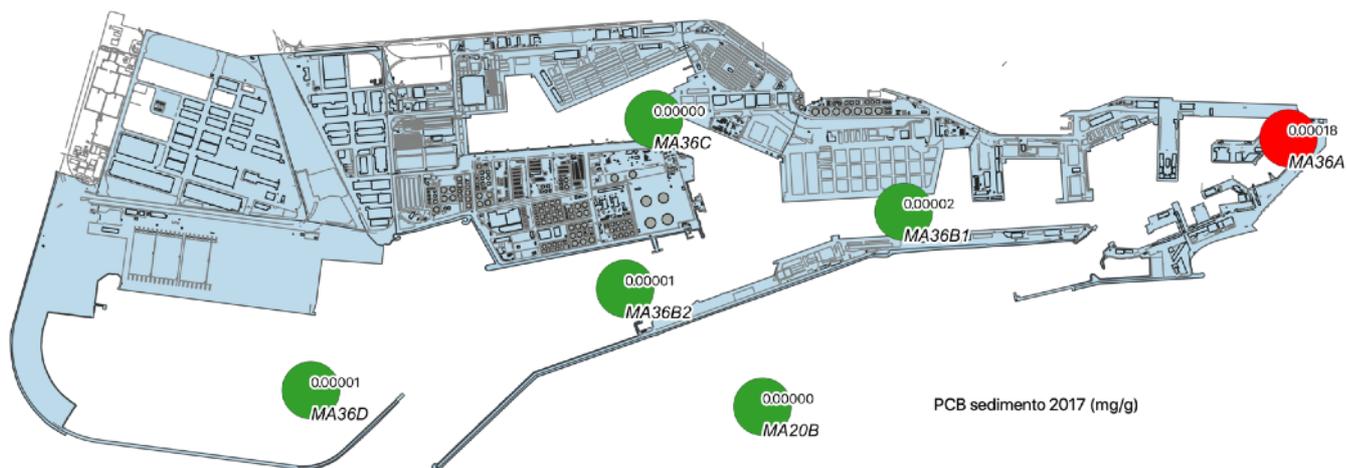
Mapa 15. Zinc en sedimentos (mg/g) 2017

La concentración de zinc en los sedimentos supera el NAB (0,41 mg/g) en la estación MA36A (0,6 mg/g) y en el resto de estaciones no se supera el NAA (0,205 mg/g,) oscilando las concentraciones entre 0,024 (MA36C) y 0,11 mg/g (MA20B).

Punto	Zn (mg/g) 2017
MA20B	0,1100
MA36A	0,6000
MA36B1	0,0980
MA36B2	0,0780
MA36C	0,0240
MA36D	0,0820

Tabla 18. Resumen zinc en sedimento (mg/g) 2017

Policlorobifenilos (PCB's)



Mapa 16. PCB's en sedimentos (mg/g) 2017

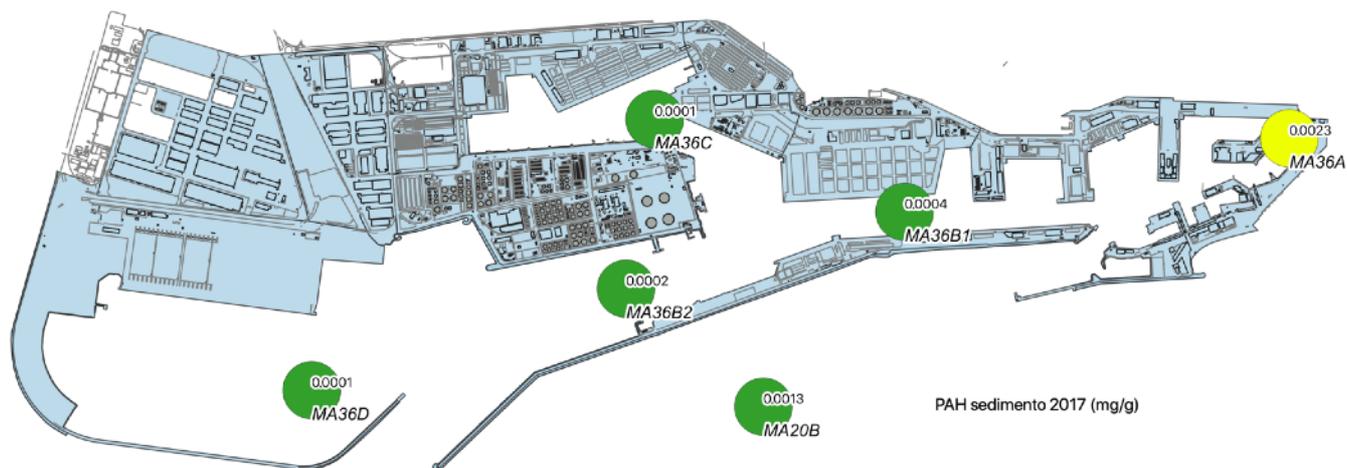
Los datos que se reflejan en la tabla y el gráfico de PCB son la suma de los congéneres IUPAC números 28, 52,101, 118, 138, 153 y 180.

El sumatorio de concentración de PCB's en los sedimentos portuarios supera el NAB (0,00018 mg/g) en la estación de muestreo MA36A (0,000182 mg/g). Las restantes estaciones de muestreo presentan una concentración de PCB's menor que oscila entre 0,000004 y 0,000017 mg/g.

Punto	Suma PCB (mg/g) 2017
MA20B	0,000004
MA36A	0,000182
MA36B1	0,000017
MA36B2	0,000012
MA36C	0,000004
MA36D	0,000006

Tabla 19. Resumen PCB (mg/g) 2017

Hidrocarburos poliaromáticos (PAH's)



Mapa 17. PCB's en sedimentos (mg/g) 2017

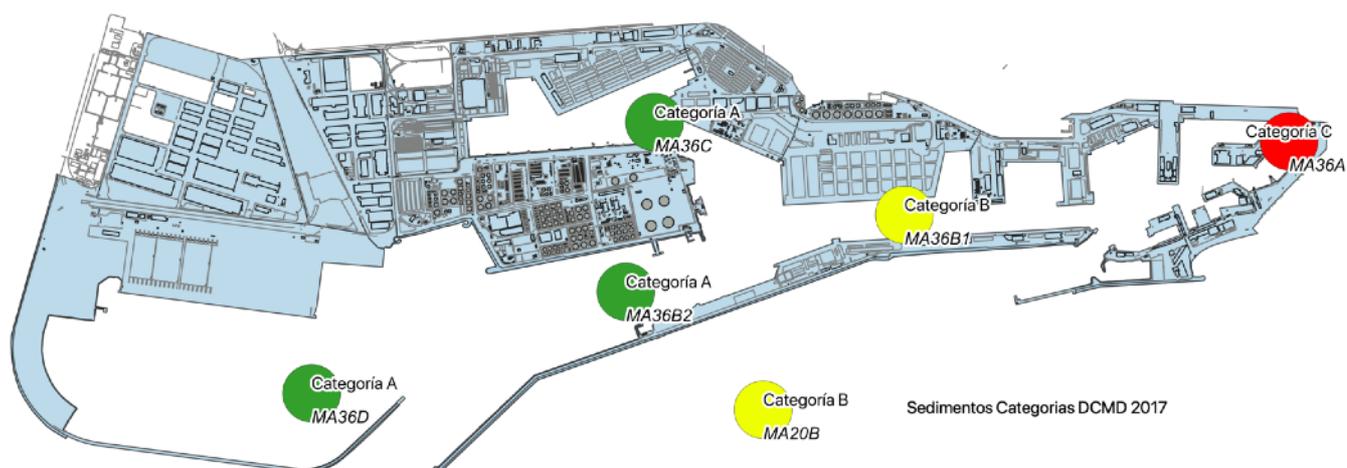
Los datos que se reflejan en la tabla y el gráfico son la suma de los nueve hidrocarburos poliaromáticos recomendados por OSPAR (Antraceno, Benzo(a)antraceno, Benzo(ghi)perileno, Benzo(a)pireno, Criseno, Fluoranteno, Indeno(1,2,3-cd)pireno, Pireno y Fenantreno).

El sumatorio de concentración de PAH's en los sedimentos portuarios supera el NAA (0,00188 mg/g) en la estación de muestreo MA36A (0,00234 mg/g). El resto de estaciones no superan el límite de concentración NAA, oscilando entre 0,00009 y 0,00131 mg/g.

Punto	Suma PAH (mg/g) 2017
MA20B	0,001310
MA36A	0,002340
MA36B1	0,000420
MA36B2	0,000240
MA36C	0,000090
MA36D	0,000130

Tabla 20. Resumen PAH en sedimento (mg/g) 2017

Categorías DCMD sedimentos



Mapa 18. Categorías DCMD de los sedimentos 2017

Para asignar una categoría a los sedimentos, se han utilizado los niveles de acción que figuran en las DCMD que clasifican los materiales en tres categorías diferentes (A, B y C) según la concentración del contaminante correspondiente.

Según estos criterios los sedimentos de las estaciones de muestreo MA36B2, MA36C, MA36D se clasifican como materiales de categoría A, las estaciones MA20B y MA36B1 como Categoría B y la estación MA36A como material de categoría C.

Punto	Cu	Hg	Pb	Zn	Suma PCB	Suma PAH	Categoría DCMD
MA20B	Categoría A	Categoría B	Categoría A	Categoría A	Categoría A	Categoría A	Categoría B
MA36A	Categoría C	Categoría B	Categoría C				
MA36B1	Categoría A	Categoría B	Categoría A	Categoría A	Categoría A	Categoría A	Categoría B
MA36B2	Categoría A						
MA36C	Categoría A						
MA36D	Categoría A						

Tabla 21. Categorías de los sedimentos 2017

En conclusión, se puede afirmar que en la estación MA36A el sedimento analizado presenta fuerte contaminación por cobre, mercurio, plomo, zinc y PCB's; en las estaciones MA36B1y MA20B presentan contaminación moderada por mercurio. Los sedimentos del resto de estaciones (MA36B2, MA36C, MA36D) no presentan contaminación destacable.

4. Elementos Biológicos

4.1. Fitoplancton

En este apartado se utilizan los indicadores recogidos en el documento Protocol d'avaluació de l'estat ecològic i químic de les aigües costaneres, de la ACA, administració ambiental competente y responsable de la aplicación de la DMA en la demarcación hidrográfica de Conques internes de Catalunya.

Clorofila a

La clorofila es el pigmento fotosintético mayoritario de los productores primarios, que permite hacer una estimación de la biomasa fitoplanctónica, indicador que se utiliza en la mayor parte de normativas relativas a los mares y océanos, siempre relacionada con posibles problemáticas originadas por enriquecimiento con nutrientes o eutrofización

Los valores de la Clorofila-a oscilan entre 0,15 y 1,8 µg/L en aguas abiertas, y de entre 0,43 y 9,07 µg/L en las abrigadas. Es en agosto donde se hayan los máximos de clorofila a y los mínimos en diciembre; en cambio, en aguas abiertas el máximo de clorofila se encuentra en marzo. En promedio la clorofila en cada estación de muestreo se muestra en la siguiente tabla:

Punto	Promedio - Clorofila a 2017
MA20B	0,37
MA36A	3,66
MA36B1	0,84
MA36B2	0,74
MA36C	1,72
MA36D	1,41

Tabla 22. Resumen clorofila a (µg/L) 2017

Para utilizar la clorofila a como indicador es necesario conocer la influencia de los aportes continentales mediante la salinidad promedio y comparándola con los siguientes valores:

- Influencia elevada: Salinidad promedio inferior a 34,5
- Influencia moderada: salinidad entre 34,5 y 37,5 PSU
- Influencia baja: Salinidad superior a 37,5

Los valores de referencia de clorofila a para masas de agua de baja influencia continental, en función de la proximidad a la costa y la profundidad (Campo Próximo y Campo Medio) son (en ug/L o mg/m3):

Valores de referencia Clorofila a					
Influencia continental elevada		Influencia continental moderada		Influencia continental baja	
Campo Próximo	Campo Medio	Campo Próximo	Campo Medio	Campo Próximo	Campo Medio
4,69	2,25	1,82	0,90	1,12	0,52

Tabla 23. Valores de referencia Clorofila a (µg/L)

El siguiente paso es calcular el EQR de Campo Próximo y Campo Medio para cada punto según la siguiente fórmula:

$$EQR = \text{Clorofila de referencia} / \text{Clorofila promedio}$$

Con estos valores se asignan los niveles de calidad del campo cercano y del campo medio de cada punto, a partir del valor de la EQR obtenido, según las tablas de evaluación para las diferentes tipologías (o Types UE) que se resumen a continuación:

Calidad de aguas y sedimentos. Resumen 2017

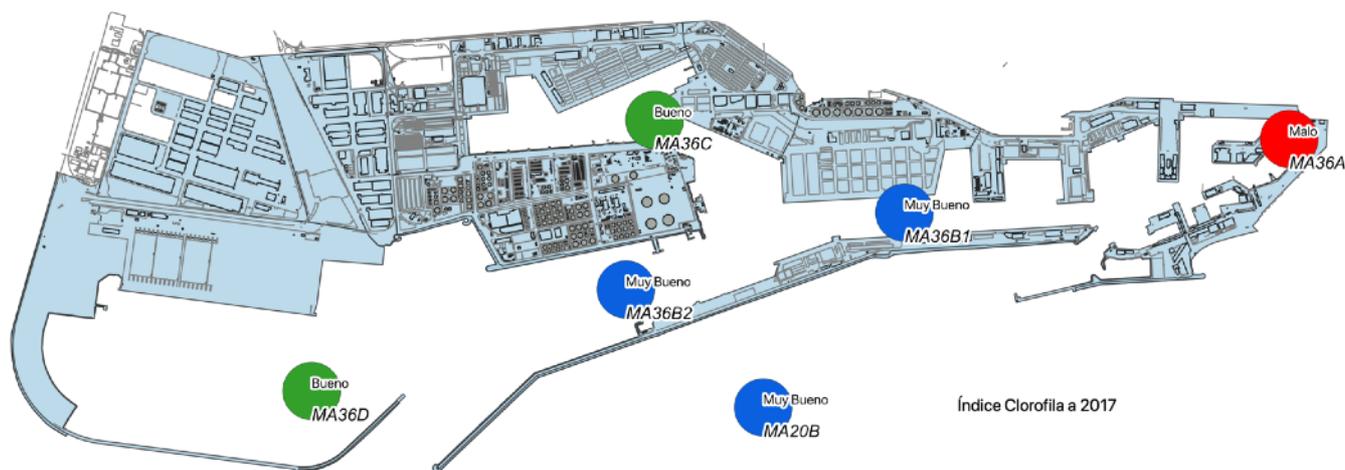
NIVEL DE CALIDAD	Influencia continental elevada	Influencia continental moderada	Influencia continental baja
Muy bueno	$EQR \geq 0,82$	$EQR \geq 0,83$	$EQR \geq 0,85$
Bueno	$0,47 \leq EQR < 0,82$	$0,54 \leq EQR < 0,83$	$0,61 \leq EQR < 0,85$
Mediocre	$0,33 \leq EQR < 0,47$	$0,40 \leq EQR < 0,54$	$0,50 \leq EQR < 0,61$
Deficiente	$0,25 \leq EQR < 0,33$	$0,33 \leq EQR < 0,40$	$0,42 \leq EQR < 0,50$
Malo	$EQR < 0,25$	$EQR < 0,33$	$EQR < 0,42$

Tabla 24. Niveles de calidad según EQR de clorofila a ($\mu\text{g/L}$)

Con estas herramientas ya se puede evaluar el nivel de calidad de cada estación de muestreo:

Punto	Promedio Salinidad (PSU) 2017	Influencia Continental	Referencia	Valor Referencia Clorofila	Promedio Clorofila_a ($\mu\text{g/L}$) 2017	EQR	Nivel Calidad Clorofila 2017
MA20B	37,710	Influencia Baja	Campo Medio	0,52	0,37	1,405	Muy Bueno
MA36A	37,754	Influencia Baja	Campo Proximo	1,12	3,66	0,306	Malo
MA36B1	37,685	Influencia Baja	Campo Proximo	1,12	0,84	1,333	Muy Bueno
MA36B2	37,675	Influencia Baja	Campo Proximo	1,12	0,74	1,514	Muy Bueno
MA36C	37,702	Influencia Baja	Campo Proximo	1,12	1,72	0,651	Bueno
MA36D	37,707	Influencia Baja	Campo Proximo	1,12	1,41	0,794	Bueno

Tabla 25. Niveles de calidad según promedio clorofila a ($\mu\text{g/L}$) 2017



Mapa 19. Valoración del nivel de calidad de Clorofila a en agua (mg/m^3) 2017

4.2. Macroinvertebrados bentónicos

Índice MEDOCC

Existen varios índices para evaluar la calidad ambiental basados en el estudio de las comunidades de macroinvertebrados bentónicos de fondos blandos. Para las estaciones muestreadas dentro del Puerto de Barcelona y la zona exterior se ha aplicado el índice MEDOCC (Pinedo et al. 2015), desarrollado por investigadores del Centro de Estudios Avanzados de Blanes CEAB-CSIC.

La base del índice MEDOCC, es la capacidad que tienen los organismos de responder a las variaciones en el enriquecimiento en materia orgánica según la sucesión descrita por Pearson & Rosenberg (1978).

La metodología se basa en asignar un grupo ecológico en cada una de las especies de macroinvertebrados presentes en la comunidad según la bibliografía existente y el criterio experto: GE1: especies sensibles; GE2: especies indiferentes; GE3: especies tolerantes y GE4: especies oportunistas. A partir de la abundancia de las especies se calcula el valor del índice MEDOCC.

$$MEDOCC = [(0 \times \%GE1) + (2 \times \%GE2) + (4 \times \%GE3) + (6 \times \%GE4)]/100$$

Condiciones de referencia

Para que las valoraciones obtenidas con las métricas o índices escogidos sean comparables entre los diferentes elementos o entre diferentes métodos utilizados en un mismo elemento, la DMA propone trabajar con los Ecological Quality Ratios (EQRs), que representan la relación entre los valores observados en el medio y los valores de referencia para el índice en cuestión. La escala de los EQRs varía entre 0 y 1, siendo el EQR más cercano a 1 lo que más se parezca al valor observado en la referencia, y más cercano a 0 lo que más alejado esté de esta condición (European Commission, 2000 y 2005). De esta manera se relaciona el estado ecológico medido en la zona de estudio con el estado ecológico potencial, es decir el mejor estado ecológico que se podría alcanzar en aquella zona.

El CEAB ha trabajado con condiciones de referencia en aguas costeras de la costa catalana y las masas de agua de transición muy modificadas (como las del puerto). Es decir, la condición de referencia, en este caso máximo potencial ecológico, de la masa de agua del puerto se ha definido empíricamente en base a las comunidades de macrofauna bentónica que se han encontrado.

Así, para el grupo de estaciones de aguas abrigadas se aplica un valor de MEDOCC = 2,4 (25% de especies sensibles, 40% de especies indiferentes, 25% de especies tolerantes y 10% de especies oportunistas) obtenida con los datos obtenidos en el muestreo de 2018. En aguas abiertas se ha aplicado la misma condición de referencia que en el resto de la costa catalana (MEDOCC = 0,2).

Los valores obtenidos como referencia del índice MEDOCC y EQR para establecer el estado/potencial ecológico para aguas litorales costeras y de transición figuran en la siguiente tabla:

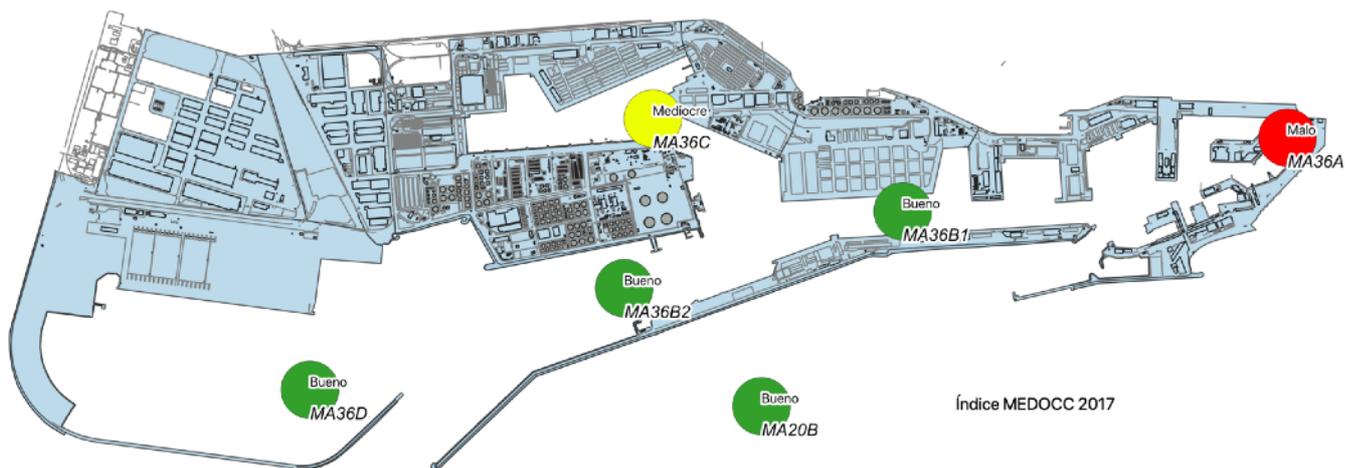
Estado/Potencial Ecológico	MEDOCC (0-6)	EQR
Muy bueno	$0 < MEDOCC < 1,60$	$EQR > 0,73$
Bueno	$1,6 \leq MEDOCC < 3,2$	$0,47 < EQR \leq 0,73$
Mediocre	$3,20 \leq MEDOCC < 4,77$	$0,20 < EQR \leq 0,47$
Deficiente	$4,77 \leq MEDOCC < 5,5$	$0,08 < EQR \leq 0,20$
Malo	$5,50 \leq MEDOCC \leq 6$	$EQR \leq 0,08$

Tabla 26. Criterios de valoración MEDOCC y EQR

Con la Tabla 26 se pueden asignar el estado ecológico/potencial ecológico de los sedimentos muestreados en 2019 en el puerto:

Año	Punto	Condicion de Referencia	MEDOCC	EQR	Estado/Potencial ecológico 2017
2017	MA20B	0,2	2,26	0,65	Bueno
2017	MA36A	2,4			Malo
2017	MA36B1	2,4	3,76	0,62	Bueno
2017	MA36B2	2,4	3,23	0,77	Bueno
2017	MA36C	2,4	4,34	0,46	Mediocre
2017	MA36D	2,4	3,59	0,67	Bueno

Tabla 27. Clasificación sedimentos portuarios según los datos de 2017



Mapa 20. Índice MEDOCC de la comunidad bentónica 2017

5. Conclusiones

La valoración de las aguas portuarias por estación de muestreo se resume en la siguiente tabla que engloba todos los índices y niveles de calidad de cada grupo de parámetros ya mostrados:

Punto	índice FAN (físicoquímica aguas)	Calidad Química Agua (físicoquímica aguas)	Categoría DCMD (físicoquímica sedimentos)	Nivel de Calidad Clorofila a (Elementos Biológicos)	Índice MEDOCC Bentos (Elementos Biológicos)
MA20B	Bueno	Buena	Categoría B	Muy Bueno	Bueno
MA36A	Bueno	Mala	Categoría C	Malo	Malo
MA36B1	Mediocre	Mala	Categoría B	Muy Bueno	Bueno
MA36B2	Mediocre	Buena	Categoría A	Muy Bueno	Bueno
MA36C	Mediocre	Mala	Categoría A	Bueno	Mediocre
MA36D	Deficiente	Buena	Categoría A	Bueno	Bueno

Tabla 28. Indicadores utilizados para determinar el estado ecológico de las masas de agua portuaria.

De las dos masas de agua portuaria, aguas abiertas (MA20 y su punto de muestreo MA20B) y las aguas abrigadas (MA36 con las estaciones de muestreo MA36A, MA36B1, MA36B2, MA36C y MA36D), la que presenta mejor calidad ambiental son las aguas abiertas. Estas, a diferencia de las aguas abrigadas, están alejadas de los impactos generados por la actividad portuaria y de la ciudad. Todos los indicadores son buenos o muy buenos, a excepción de los sedimentos que por la presencia moderadamente elevada de mercurio, están clasificados como categoría B.

En las aguas abrigadas es en Port Vell (MA36A) donde se encuentran los peores índices de calidad química y biológica. La razón estriba en que los aportes de embarcaciones de recreo y pesqueras, actividades de reparación naval y del sistema de saneamiento de la ciudad que se combinan con la baja renovación de sus aguas y la ausencia de saneamiento de los sedimentos al no realizarse operaciones de dragado con la misma frecuencia que en otras zonas del puerto, arrastrando su contaminación histórica.

La calidad química de resto de las aguas abrigadas está afectada por la presencia de diversas sustancias reguladas cuya fuente son las actividades portuarias más frecuentes (como las operaciones de bunkering) y por los vertidos del sistema de saneamiento (como los nutrientes inorgánicos que se recogen en el índice FAN). En cambio, los indicadores biológicos son en general casi todos los casos buenos o muy buenos.

Junio 2020