

Anexo 8. Propuesta para el establecimiento de planes de seguimiento y vigilancia ambiental

ÍNDICE

1. El programa de vigilancia ambiental	2
2. Los planes de vigilancia (PVA)	3
3. Planes de seguimiento ambiental (PSA).....	8
3.1 Planes de seguimiento ambiental en plantas de acuicultura	9
3.2 Planes de seguimiento ambiental en emisarios y conducciones de desagüe.....	11
4. Niveles de referencia	12
5. Autoría.....	13

1. El programa de vigilancia ambiental

El Programa de vigilancia ambiental es la instrucción que un determinado proyecto recibe en el trámite de evaluación ambiental y que normalmente incorpora las propuestas que incluye en su receptivo estudio de impacto ambiental (EslA), con las modificaciones e implementaciones que el Órgano ambiental competente incluya en la declaración de impacto ambiental (DIA) según *la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental*.

Según esta norma, el programa de vigilancia ambiental debe establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y de las medidas previstas para prevenir, corregir y, en su caso, compensar, contenidas en el estudio de impacto ambiental, tanto en la fase de ejecución como en la de explotación, desmantelamiento o demolición. Este programa atenderá a la vigilancia durante la fase de obras, y al seguimiento durante la fase de explotación del proyecto.

Los objetivos del programa de vigilancia y seguimiento ambiental son los siguientes (anexo VI, Ley 21/2013):

a) Vigilancia ambiental durante la fase de obras:

- 1.º Detectar y corregir desviaciones, con relevancia ambiental, respecto a lo proyectado en el proyecto de construcción.
- 2.º Supervisar la correcta ejecución de las medidas ambientales.
- 3.º Determinar la necesidad de suprimir, modificar o introducir nuevas medidas.
- 4.º Seguimiento de la evolución de los elementos ambientales relevantes.

b) Seguimiento ambiental durante la fase de explotación. El estudio de impacto ambiental justificará la extensión temporal de esta fase, considerando la relevancia ambiental de los efectos adversos previstos:

- 1.º Verificar la correcta evolución de las medidas aplicadas en la fase de obras.
- 2.º Seguimiento de la respuesta y evolución ambiental del entorno a la implantación de la actividad.
- 3.º Diseñar los mecanismos de actuación ante la aparición de efectos inesperados o el mal funcionamiento de las medidas correctoras previstas.

Por ello, y aunque todo forme parte del Programa de vigilancia ambiental, en este anexo se distinguen los planes de vigilancia ambiental (PVA) que hacen referencia al cumplimiento del programa de vigilancia ambiental durante la fase de obras o de instalación, de los planes de seguimiento ambiental (PSA), enfocados a la observancia de los parámetros de referencia durante la fase de ejecución o explotación.

Como norma general no deben autorizarse proyectos que permitan la destrucción de praderas de fanerógamas marinas ni en espacios marinos protegidos de la Red Natura 2000, ni fuera de ellos. Por tanto, resulta imprescindible contar con una cartografía bionómica actualizada que permita la valoración de la potencial afección de la actuación proyectada. A menudo, las cartografías de referencia tienen una antigüedad superior a los 10 años, o bien su nivel de escala no permite valorar correctamente la potencial afección. En el caso de que el proyecto en cuestión tenga un potencial riesgo para las praderas marinas, y cuando la cartografía bionómica no exista o tenga una antigüedad

superior a dos años, o no presente un detalle o precisión adecuado, se recomienda elaborar una cartografía de distribución de praderas de fanerógamas marinas de detalle que permita valorar los potenciales efectos que la actuación pueda tener sobre estos hábitats.

En el punto 5 se representan distintos casos esquematizados sobre cómo evaluar un proyecto para cada fanerógama marina y distintos casos de proyectos.

2. Los planes de vigilancia (PVA)

Los PVA tienen por objeto el asesorar a la dirección de la obra sobre el desarrollo del proyecto en el día a día, y sobre los diferentes procesos que abarque el desarrollo de una determinada actuación. La selección de las variables indicadoras de impacto ambiental en los diferentes compartimentos del medio es fundamental, ya que deben permitir la detección de cambios debidos a la influencia de la actuación distintos de los cambios naturales, por lo que deben ser específicas para el tipo de impacto. Las variables que se utilicen para monitorizar los impactos ambientales deben cumplir una serie de propiedades:

- Capacidad para establecer relaciones causa-efecto:
 - Que sean específicos y potentes: que su respuesta sea concreta para un tipo de impacto concreto sin que surjan dudas a la hora de interpretar los resultados que nos aportan.
 - Que sean consistentes y plausibles: su respuesta ha de mostrarse robusta, sólida, poco sujeta a cambios bruscos en su variabilidad y, por lo tanto, recomendable en su utilización.
 - Que se ajuste a secuencias espaciales y temporales: su respuesta permita discriminar claramente entre zonas con distintos niveles de impacto en función de los niveles de la variable, y que la variación de sus niveles se ajuste al tiempo de exposición a la fuente de impacto.
 - Que su respuesta sea clara frente a la causa del impacto: sus resultados deben corresponderse con los impactos producidos.
- Método analítico desarrollado y contrastado, y al alcance de cualquier usuario.
- Resultados relevantes, significativos de las condiciones del medio.
- Expresión comprensible de los resultados: facilidad y claridad para interpretar los niveles o valores obtenidos por respuesta.

El número de variables a considerar o la frecuencia con que se miden va a depender esencialmente de la magnitud, intensidad y duración de la actuación objeto del estudio de impacto ambiental.

Cualquier PVA debe estar basado en un exhaustivo estudio ambiental que forme parte de la EIA, que sirva tanto para efectuar una correcta valoración del potencial impacto, como para determinar el estado inicial previo a la actuación, en caso de autorizarse ésta. En tales estudios ambientales se considera imprescindible la correcta caracterización de:

a) **Caracterización bionómica:** donde se muestre la distribución de las praderas de fanerógamas marinas, con inclusión de las isobatas. Las categorías deberán unificarse conforme al listado siguiente:

- Praderas de *Posidonia oceanica*:
 - Praderas de *P. oceanica*: se cuantificará en su totalidad, pudiéndose aportar en plano aparte otra planimetría con el grado de desarrollo de la pradera, cuya clasificación deberá justificarse en el estudio: muy desarrollada, desarrollo intermedio o en regresión, distribución a manchas o parches, arrecifes barrera, etc.
 - Mata muerta (colonizada o no por algas).
- Praderas de *C. nodosa*.
- Praderas de *Z. noltei*.
- Praderas de *Z. marina*.
- Praderas de *H. decipiens*.
- Praderas de *Ruppia* spp.

La cartografía deberá tener la máxima resolución espacial posible, siendo recomendable para ello el empleo de métodos acústicos (sónar de barrido lateral o multihaz), y en aquellas zonas someras donde la transparencia lo permita (normalmente fondos inferiores a 10 m de profundidad) la fotografía aérea, imágenes de satélite o *dron*. Los resultados de las prospecciones realizadas con estos métodos deben ser obligatoriamente simultaneadas y contrastados (“*groundtruthing*”) con imágenes de video arrastrado o ROV y observación directa mediante buceo.

La cartografía bionómica no debe limitarse sólo a las praderas de fanerógamas marinas, sino a todos los hábitats y/o especies de interés prioritario presentes en el área de estudio (especialmente en la potencial área de influencia), en particular los más vulnerables al impacto de la actividad humana, hábitats y especies prioritarios incluidos en los listados de las normativas. Esto es importante en el contexto del estudio a realizar, ya que éste debe contemplar las acciones del proyecto susceptibles de producir alteraciones sobre estas comunidades.

La cartografía, independientemente de que se adjunte en el informe a modo de figura o plano, deberá adjuntarse en un formato estándar compatible con los principales sistemas de gestión de información geográfica.

b) Estudio de corrientes: para conocer y cuantificar las posibles afecciones derivadas de la actuación proyectada respecto a las praderas u otros hábitats sensibles que se hayan identificado en la cartografía bionómica.

Se estudiarán las corrientes generadas por el efecto del oleaje en la zona de rotura en la costa. Si la actuación quedara dentro de la zona de rotura del oleaje (es decir, aquella donde a una determinada altura de ola [hs] se comienza a generar un efecto sobre el transporte sedimentario a través de las corrientes longitudinales y transversales) será necesario realizar modelizaciones del comportamiento del oleaje a través de software específicos.

En caso de que la actuación quede fuera de la zona de rotura, las modelizaciones pueden

complementarse con la instalación de correntímetros, estudio de la información bibliográfica de la zona, así como el análisis de los modelos de interacción meteorológicos-oceanográficos que generan mapas de corrientes en función de las determinadas condiciones climáticas de la zona de estudio. Se persigue el estudio del desplazamiento de las masas de agua cuya dinámica no es tan dependiente de la dirección adoptada por los oleajes dominantes sino que están más influenciadas por la circulación general y las diferencias de densidad entre masas de agua.

En cualquier caso y circunstancia, y sobre todo en el caso de vertidos, los resultados de las modelizaciones hidrodinámicas para determinar el alcance de los vertidos no deben tomarse en términos absolutos, tan solo como una herramienta orientativa a nivel cualitativo, primando siempre el principio de precaución.

c) Diseño de muestreo: una vez conocida la distribución de las praderas y conocidos los parámetros principales de las actuaciones proyectadas se deberá realizar un muestreo tal que permita determinar el estado de la pradera antes del impacto de la actuación y su evolución posterior. Para ello, como mínimo, deberán establecerse una serie de estaciones de caracterización y seguimiento distribuidas en tres zonas principales: a) influencia máxima (la más próxima y/o la que más probablemente reciba la influencia del impacto), b) influencia intermedia (zonas más alejadas a continuación de la zona de afección máxima) y c) zonas control o referencia (zonas alejadas que no reciban influencia de ninguna actividad). Para el establecimiento de las zonas se deberán tener en cuenta las direcciones predominantes de las corrientes (no solo la más dominante), de forma que debería establecerse más de una zona de influencia intermedia. En cada zona se establecerán, como mínimo, dos estaciones de muestreo. Las estaciones deben tener características ambientales similares (profundidad, orientación, tipo de sustrato, pendiente de la plataforma, tipo de sedimento, etc.) de forma que sean comparables entre sí. La distancia entre estaciones dependerá de las características de la actuación y su área de influencia potencial. La determinación de dicha área deberá basarse tanto en el criterio experto como en la bibliografía disponible (si la hay) de casos similares publicados (tanto literatura científica o informes técnicos). Los muestreos se deberán ajustar a la duración de las obras o fase de instalación del proyecto, siendo recomendable para el caso de las praderas de fanerógamas marinas uno inicial y uno final, procurando que el muestreo se produzca en la misma estación del año, para evitar el efecto de la variabilidad estacional de los diferentes descriptores. El estado de las praderas en el área de influencia se determinará mediante comparación estadística con las estaciones “control” de referencia. Cuando la duración de la obra abarque varios años será pertinente efectuar muestreos intermedios.

d) Parámetros a muestrear: en las estaciones de muestreo se determinarán una serie de variables ambientales y descriptores del estado y funcionalidad de la pradera:

1. Calidad de aguas: Además de las propias de seguimiento de la calidad del agua (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto, pH, potencial rédox, clorofila y turbidez), que en el caso de que el proyecto prevea emisiones, bien en la fase de instalación o de funcionamiento, deberán implementarse con mediciones Sólidos en Suspensión, Nitrógeno Total, Fosfatos, Carbono orgánico oxidable, Metales (Mercurio, Cadmio, Plomo, Cobre, Zinc, Cromo y Níquel), Arsénico, y parámetros indicadores de contaminación fecal incluidos en la normativa estatal o autonómica que resulte de aplicación o de cualquier otro contaminante hidrosoluble, si hay constancia de la presencia de éste en las potenciales emisiones.
2. Calidad sedimentológica: muestras de sedimento superficial sobre las que se realizará un

análisis granulométrico, Potencial rédox, y COT. Si el proyecto prevé la posibilidad de emisión o remoción en el sedimento de contaminantes, además se determinará, como mínimo, el contenido en: COT, Metales (Mercurio, Cadmio, Plomo, Cobre, Zinc, Cromo y Níquel), Arsénico, PCBs y HAPs.

3. Parámetros descriptores de las praderas: densidad, cobertura, índices multivariantes (véase anexo 7).

A parte de ello, los planes de vigilancia ambiental, con relación a las praderas de fanerógamas marinas, deben centrarse en el seguimiento de todas las fuentes de contaminación que se hayan identificado en la DIA como potenciales fuentes de alteración del hábitat. Las principales causas de perturbación en praderas por actuaciones en la costa son:

- Alteraciones sedimentarias por dragado o deposición de sedimentos y sus incrementos de turbidez asociados.
- Alteraciones físicas por cortes o zanjas para tendido de cables o tuberías.
- Alteraciones de la dinámica litoral por espigones o escolleras.
- Introducción de elementos: bloques hormigón, de roca, etc.
- Introducción de elementos de fondeo: lastres, cadenas, etc.

En las Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre del CEDEX de 2015, en sus artículos 44 a 46 y 49 a 50, se encuentra una referencia adecuada sobre cómo deben efectuarse los PVA para actuaciones en el medio marino sobre dragados y vertido de sedimentos, pero que pueden servir de referencia para otro tipo de actuaciones. Según estas directrices la presencia de praderas de fanerógamas marinas implica siempre la realización de un PVA acorde con la magnitud del proyecto, y revisar periódicamente sus resultados. Posteriormente las Directrices han debido modificarse para adaptarse a la normativa de residuos y han sido asimismo mejoradas en base a la experiencia adquirida durante su aplicación en los últimos años. La versión definitiva de las "[Directrices para la caracterización del material dragado y su reubicación en aguas del dominio público marítimo-terrestre](#)" ha sido aprobada por la Comisión Interministerial de Estrategias Marinas en 2021. Estas Directrices, que vienen a sustituir a las RGMD de 1994 y se constituyen como el mecanismo para evaluar la aceptabilidad ambiental de las operaciones de dragado, establecen los procedimientos para su adecuada caracterización y sirven de guía para establecer el procedimiento de gestión más conveniente, incluyendo los criterios y estudios necesarios para la selección de la zona de reubicación.

Es muy importante que en el PVA se garantice el posicionamiento de los medios a utilizar (dragas, cortes, tendidos...) mediante la utilización de GPS diferencial, que asegure que se está operando dentro de los límites de la zona convenida y correcta en cada instante de la operación proyectada; también es preciso el control de los efectos sobre la calidad de la masa de agua o las zonas sensibles que pudieran existir en el entorno. En este sentido, y teniendo en cuenta la vulnerabilidad de las fanerógamas marinas, se deberá:

- **Efectuar el control de calidad de las aguas**, preferentemente mediante la monitorización en continuo, en lo referente a la turbidez generada por la operación de dragado o vertido del

sedimento.

- **Estudiar las posibles afecciones a los hábitats o especies protegidas**, con especial atención a la deposición sobre los mismos de material particulado. Para ello, se deberá establecer como mínimo un indicador con el que expresar su comportamiento ambiental, con su correspondiente programa de muestreo y medición representativo, tanto de la zona de actuación como de su área de influencia y de las zonas sensibles que pudieran existir en el entorno, con indicación de la frecuencia temporal con que se realizarán las medidas y la toma de muestras, así como de los parámetros a determinar sobre cada una de las muestras. Los indicadores más habituales para la medición de la turbidez son los sensores de turbidez por fluorimetría con mediciones in situ en continuo (frecuencia mínima cada 30 minutos durante las operaciones de vertido y/o dragado), fijándose umbrales de paralización de las operaciones y/o de adopción de medidas complementarias que minimicen los efectos producidos. En cuanto a los indicadores de estado de las praderas de fanerógamas marinas son los indicados en el anejo 7, y su frecuencia deberá incluir, al menos, una toma antes de las operaciones, una durante (en caso de una duración superior al año), y una tras finalizar, coincidiendo con la misma época en la que se tomó la primera medición.

Tales umbrales deberán ser numéricos y referidos a normativas o estándares (véase R.D. 817/2015 para definir los valores límite en función de la masa de agua que se trate).

En los casos en que se precisen operaciones de vertido se deberá llevar un adecuado control que evite el vertido de residuos sólidos de origen antrópico, estableciéndose en su caso los medios necesarios para su retirada y adecuada gestión en tierra. En los casos que se prevea un vertido de un volumen superior a 250.000 m³, dada la posibilidad de movilización de sedimentos, se deberá comprobar la no afección a hábitats o especies protegidas del entorno mediante las correspondientes batimetrías de comprobación mediante sonar de barrido lateral de los fondos de la zona de vertido una vez que se lleve realizado una parte significativa de la operación y a la finalización del mismo.

El PVA debe definir el tipo de informes técnicos de seguimiento a elaborar por el promotor, así como su frecuencia, independientemente que las autoridades competentes puedan recabar información adicional. Éstos, de acuerdo con la Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente, deberán ser públicos y recoger la valoración de los resultados de los diferentes aspectos ambientales incluidos en el programa respecto de los valores de referencia establecidos para determinar el estado ecológico o ambiental de la zona de actuación. En esta valoración se debe determinar:

- La afección real al medio ambiente durante la realización de las obras y su evolución en el tiempo respecto del estado inicial.
- El grado de desviación sobre las previsiones iniciales en la identificación y valoración de los impactos.
- La eficacia de las medidas preventivas, correctoras y, en su caso, compensatorias implantadas y la necesidad de nuevas medidas.
- La identificación de impactos no previstos o valorados de forma incorrecta en el proyecto,

estudio de impacto ambiental, o en el documento ambiental correspondiente y la necesidad de proponer medidas para su prevención y corrección.

El PVA deberá aportar sus resultados de forma que puedan ser incorporados directamente a los programas de seguimiento establecidos en el marco de las estrategias marinas que, para el caso de las fanerógamas, se definen en su programa “HB-5-Angiospermas marinas”, de las que se extractan las principales a tener en cuenta en un PVA:

- Distribución/área:

- Daño físico sobre los hábitats (HN-Daño): en caso de producirse (m²).
- Área afectada significativamente por presiones (HB-Área): en caso de producirse (m²).
- Área de pérdida de hábitat (HB-PerdHab): en caso de producirse (m²).

- Composición y cuantificación de especies:

- Condiciones ambientales en praderas de angiospermas (HB-CondAmbP): detalle de los parámetros físico químicos medidos en el PVA.
- Abundancia de organismos oportunistas en praderas de angiospermas marinas (HB-OP): detallar especies, en su caso.
- Crecimiento demográfico neto de *Posidonia oceanica* (HB-DemP): variación densidad de haces inicio – final.
- En función del tipo de proyecto, POMI o ‘Valencian’ POMI (HB-DMA Angio): en caso de praderas de *P. oceanica*.
- Densidad de haces (ABU).
- % Cobertura de pradera (ABU-REL).
- Número de individuos de *Pinna nobilis* y otras especies típicas del hábitat como equinodermos (ABU).

En el punto 5 se representan distintos casos esquematizados sobre medidas a tomar en la definición del PVA para cada especie y distintos casos de proyectos.

3. Planes de seguimiento ambiental (PSA)

Los planes de seguimiento ambiental (PSA) son los documentos encargados de efectuar el control en la fase de funcionamiento del proyecto en cuestión una vez finalizada la fase de construcción o instalación, que es controlada por los PVA que se expusieron en el punto anterior.

El objeto de los PSA es garantizar el cumplimiento del condicionado en la DIA del proyecto. Por tanto, la periodicidad, frecuencia y parámetros a seguir deben estar indicados en dicho documento.

La mayoría de proyectos sujetos a PSA son aquellos en cuyo funcionamiento se emiten sustancias al medio. Las principales sustancias que afectan a las praderas marinas son de naturaleza hidrosoluble, y cuya dispersión es función del grado de disolución desde el foco emisor, pudiendo causar fenómenos de contaminación por bioacumulación o desencadenar alteraciones ecológicas cuando se sobrepasa un determinado umbral.

El seguimiento ambiental abordará la continuación del muestreo establecido en el PVA, si bien éste se efectuará ahora con una menor periodicidad, y centrado principalmente en detectar posibles alteraciones en las praderas de fanerógamas marinas:

- Los indicadores físico químicos, cuyo muestre antes era en continuo o semanal, pueden realizarse en esta fase de forma mensual, o si durante la realización de las obras no se presentaron valores anómalos, pueden efectuarse sólo coincidiendo los muestreos de hábitats y especies en los que vaya a consistir el PSA.
- Los indicadores sobre especies y/o hábitats se seguirán realizando anualmente.
- Si durante el PVA se detectaron impactos o afecciones que no había sido identificadas en el EIA y la DIA, correspondería incluir su seguimiento en el PSA.
- En cuanto al diseño de muestreo, lo deseable será continuar los muestreos en las mismas estaciones que se establecieron en el PVA si lo que se desea es determinar la evolución del hábitat en los siguientes años y a largo plazo.
- En cuanto a la duración del seguimiento ambiental, éste deberá realizarse durante toda la fase de funcionamiento y, en caso de que se produzca una fase de desmantelamiento, es recomendable mantenerlo durante dos años más para comprobar la reversión de los efectos ambientales que se hayan podido producir.

En este apartado se consideran dos tipos de proyectos en cuyo funcionamiento se emiten estas sustancias hidrosolubles, y que igualmente son representados en el punto 5 para cada especie de fanerógama marina:

- Plantas de acuicultura.
- Efluentes con vertidos (vertidos de aguas residuales tratadas: emisarios, conducciones desagüe, emisarios de salmuera, emisarios de vertidos de origen industrial).

3.1 Planes de seguimiento ambiental en plantas de acuicultura

El principal impacto de las plantas de acuicultura es debido a la alimentación y metabolismo del proceso de engorde de los peces estabulados en las jaulas y, en menor medida, a los metabolitos del cultivo de bivalvos en rías y pequeñas bahías. Los residuos son de tipo particulado y coloidales, son dispersados dependiendo de su tamaño, y tienden a depositarse en los fondos en las inmediaciones de las instalaciones de cultivo, pudiendo llegar a ocasionar alteraciones en el sistema bentónico.

La influencia de los cultivos marinos sobre *P. oceanica* ha sido ampliamente estudiado (Ruiz *et al.*, 2001; Holmer *et al.*, 2008), mientras que sobre *C. nodosa* se ha prestado una menor atención (Delgado *et al.*, 1997). No obstante, aunque la magnitud de la respuesta puede variar entre ambas especies, las causas que conducen a su degradación son las mismas (atenuación de la luz incidente, hipersedimentación, epifitismo y presión por herbívoros, principalmente), siendo los efectos netos, la disminución tanto del tamaño de los haces como de su densidad, lo que supone una pérdida progresiva de la superficie y producción de las praderas.

Una adecuada selección y planificación de los emplazamientos aptos y un correcto procedimiento del EIA deben dejar tanto a praderas de fanerógamas marinas como a comunidades del coralígeno al margen de la influencia de los subproductos hidrosolubles de los cultivos.

La distancia mínima de las plantas de cultivo respecto a los límites de las praderas de fanerógamas marinas ha ido aumentando conforme los estudios de efectos han ido aportando resultados. En este sentido, trabajos recientes en los que se ha realizado un seguimiento de la señal isotópica del ^{15}N han puesto de manifiesto que el alcance espacial de los residuos (esencialmente de tipo disuelto) derivados de los cultivos en mar abierto -denominado “alcance difuso”- es mayor que lo que se consideraba respecto a la difusión de material particulado procedente de heces, pseudo heces y del alimento. Así, en la actualidad, para el caso de la fanerógama más vulnerable a este tipo de impactos, *P. oceanica*, se considera oportuno mantener distancias superiores a 1,5-3 Km respecto al límite inferior, dependiendo de la combinación de factores clave (profundidad, hidrodinámica y producción acuícola total) en cada caso.

Para el seguimiento de estos cultivos se desarrolló la “Propuesta Metodológica para la Elaboración y Ejecución de los Planes de Vigilancia Ambiental de las Instalaciones de Cultivos Marinos en Jaulas Flotantes” (JACUMAR, 2012), cuyo fin es el de diseñar un seguimiento ambiental sencillo en su ejecución, estadísticamente robusto en su dimensionamiento y tratamiento de datos y, a su vez, dinámico en relación a la evolución del medio, estandarizado en cuanto a los métodos analíticos y de obtención de muestras, y uniforme para todo el territorio nacional.

Esta propuesta metodológica establece distintas zonas de influencia de las plantas de acuicultura, o incluso de la sinergia entre varias de éstas, estableciendo controles en función de la capacidad de producción o de su efecto sinérgico, en su caso, con relación a distintos parámetros fisicoquímicos, sedimentológicos o bióticos, y en lo referente a fanerógamas marinas se establece como parámetro indicador la densidad global, con los niveles expresados en la Tabla 1.

Debe mencionarse que en la propuesta metodológica del JACUMAR la distancia mínima para aplicar medidas de seguimiento en praderas de *P. oceanica* es de 2,5 Km, cuando según lo expresado en estas Directrices, estudios más recientes han demostrado que en determinadas circunstancias praderas ubicadas a 3 km pueden haberse visto afectadas por la contaminación de estas plantas. Por tanto, se recomienda tomar como distancia de seguridad 3 Km en vez de 2,5 km.

Tabla 1. Nivel de seguimiento en *P. oceanica* en función de la capacidad de producción según el protocolo de JACUMAR (2012). *Z* expresa el número de zonas de muestreo; *A* próximo a la planta; *C1* y *C2*, controles, alejados de la zona de influencia; *S* es el número de estaciones; *n* el número de réplicas de mediciones; y *T* el número de épocas a lo largo del año que se exige que el muestreo coincida con la época de máxima producción.

Capacidad	Nivel	Parámetro	Parámetros y nivel de muestreo
< 500t/año	V1	Densidad, Cobertura, Densidad global	Z = 3 (A, C1, C2) S=3 n=3 T=1
500 – 1.500t / año	V2		Z = 3 (A, C1, C2) S=4 n=3 T=1
> 1.500 t/año / varias granjas próximas ≥1.000 t/año	V3a / V3b-V3c		Z = 3 (A, C1, C2) S=5 n=3 T=1

3.2 Planes de seguimiento ambiental en emisarios y conducciones de desagüe.

Los emisarios o conducciones de desagüe quedan regulados por la Orden de 13 de julio de 1993, que los cataloga. Su seguimiento ambiental es competencia de las Comunidades Autónomas. Por otro lado, el R.D. 817/2015 de 11 de septiembre, establece los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

Según el tipo de emisario que se trate, en función de sus características técnicas y tamaño de la población que esté vinculada a la estación depuradora de aguas residuales (EDAR), los vertidos de los emisarios en las aguas costeras están sujetos a una serie de muestreos, tanto en la calidad fisicoquímica del agua, como en la biota de sus aguas y fondos próximos. Así, se establecen unos muestreos denominados “análisis simplificados” que, con una periodicidad igual o superior a 5 muestras por año, se toman, normalmente en una red de puntos de muestro cuya disposición suele ser en gradiente desde el punto de muestreo hacia la playa o costa, y cuyo número de estaciones habitualmente es de 5. En los análisis simplificados se toman parámetros físicos: temperatura, pH, salinidad, oxígeno disuelto, sólidos en suspensión, nutrientes (nitritos, nitratos, fosfatos, ...), clorofila, y parámetros microbiológicos. Los denominados “análisis completos” se toman al menos dos veces al año e incluyen una lista de contaminantes que incluyen más de 70 sustancias (compuestos bencénicos, fenoles, plaguicidas, metales pesados, hidrocarburos, etc.). Los muestreos en sedimentos y praderas de fanerógamas marinas se llevan a cabo con carácter anual.

En lo referente a fanerógamas marinas en el R.D. 817/2015 sólo se contemplan en las masas de aguas mediterráneas con presencia de *P. oceanica*, siendo los métodos de valoración los multivariantes: POMI y POMI “Valenciano”, quedando, por tanto, el resto de masas de aguas y especies a criterio de las

exigencias que las administraciones autonómicas competentes efectúen en los respectivos planes de control y seguimiento. Sin embargo, se recomienda que además se lleve a cabo un seguimiento de diseño muestral similar la propuesta para el caso de la acuicultura, por comparación respecto a zona control. De este modo, en la tabla 2 se muestra el tipo de muestreo propuesto, teniendo en cuenta la clasificación de emisarios en función de sus capacidades de vertido:

Tabla 2. Nivel de seguimiento en *P. oceanica* en función de la capacidad de vertido de los emisarios. *Z* expresa el número de zonas de muestreo; *A* próximo a la planta; *C1* y *C2*, controles, alejados de la zona de influencia; *S* es el número de estaciones; *n* el número de réplicas de mediciones; y *T* el número de épocas a lo largo del año que se exige que el muestreo coincida con la época de mayor concentración poblacional.

<i>Población equivalente</i>	Tipo de emisario	Parámetro	Parámetros y nivel de muestreo
< 10.000	I	Densidad global	Z = 3 (A, C1, C2) S=3 n=3 T=1
10.000 – 50.000	II		Z = 3 (A, C1, C2) S=4 n=3 T=1
> 50.000	III		Z = 3 (A, C1, C2) S=5 n=3 T=1

4. Niveles de referencia

En los PVA dirigidos a controlar las obras y fases de instalación de los diferentes proyectos, para el control de los niveles de referencia para las fanerógamas marinas se deberán fijar unas estaciones o localidades control (C1, C2...) o de seguimiento (A), que se tomarán en la zona ambientalmente semejante (igual profundidad, corrientes, hábitat...) más próxima. Al menos en cada una de estas estaciones o localidades se tomarán tres muestras (S1, S2, S3...) con tres réplicas como mínimo (n1, n2, n3...) separadas entre sí lo suficiente para abarcar toda la zona de potencial afección, y para la comparación entre los controles y los puntos de seguimiento se efectuará mediante análisis de varianza, considerándose la existencia de diferencias significativas cuando el factor de probabilidad “p” sea menor o igual a 0,05. En tal caso, se deberán emprender las acciones definidas en el PVA (detener dragados, esperar que las condiciones meteorológicas se restablezcan, corregir métodos de vertido/extracción ...).

En el caso de los PSA los niveles de referencia, en el caso seguimientos ambientales en efluentes de vertidos, y de acuerdo con el Real Decreto 817 de 11 de septiembre de 2015, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental, se establece en su artículo 13 los elementos de calidad para la clasificación del estado o potencial ecológico para las masas de agua de la categoría de aguas costeras. Esta norma está directamente relacionada con la Directiva Marco del Agua y, a su vez, con las Estrategias Marinas, y establece los valores de referencia para cada una de las masas de agua y sus respectivas zonas. En la

Tabla 3 se muestran los valores de referencia para las praderas de *Posidonia oceanica*, única especie de fanerógama marina recogida en las normas de calidad ambiental.

Tabla 3. Valores límites dados para una zona ACT05 (aguas costeras mediterráneas) según el RD 817/2015.

Indicador	Valor absoluto	Límite muy bueno / bueno	Límite bueno / moderado	Límite moderado / deficiente	Límite deficiente / malo
POMI-SV (Indicador del hábitat <i>Posidonia oceanica</i>)	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

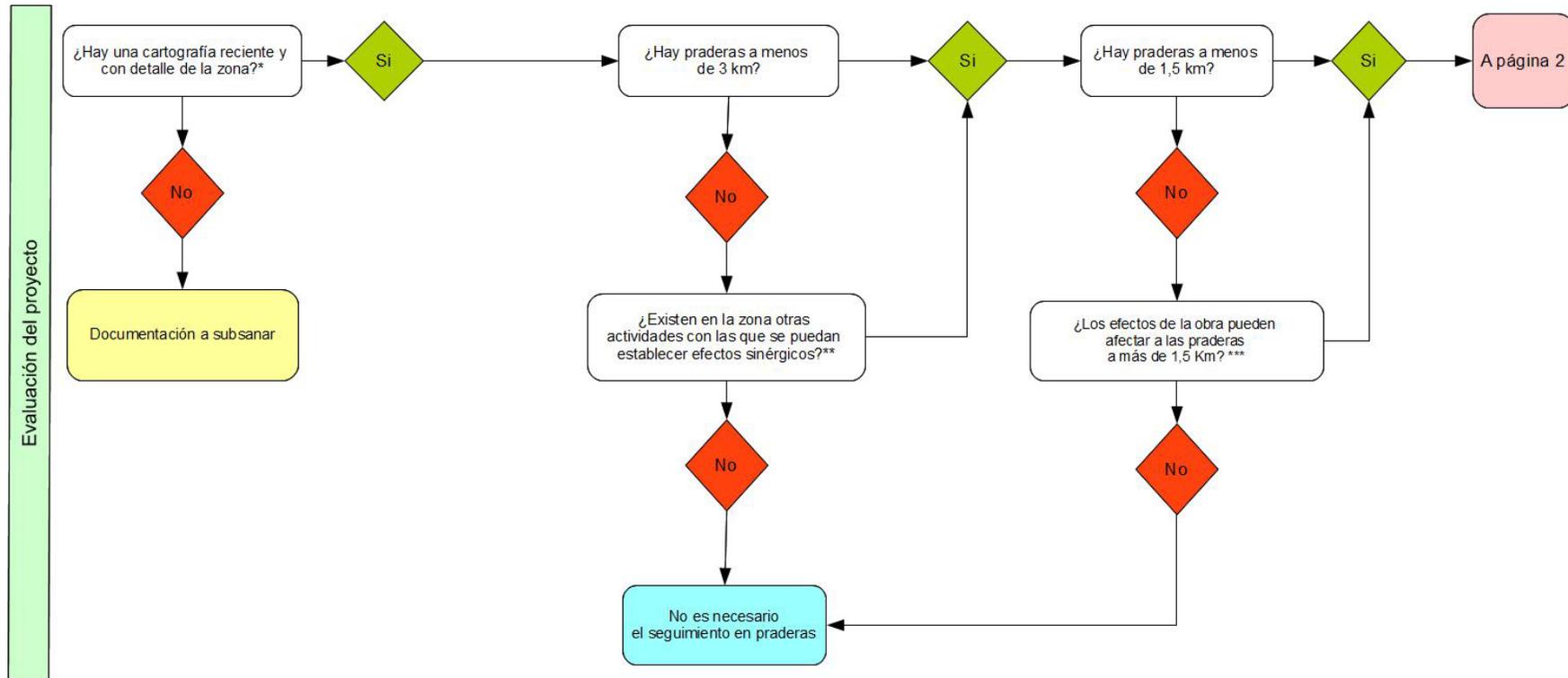
En el caso de los PSA para plantas de acuicultura y de emisarios de aguas residuales los niveles de referencia no son fijados por valores absolutos, si no por comparación de la evolución en el tiempo de la densidad global de haces entre la zona de la pradera más próxima a las instalaciones y praderas control mediante ANOVA para el contraste de hipótesis H_0 : no existen diferencias significativas para $Z_{i,Tj}$, de forma similar a la expresada para los PVA, pero siendo el número de controles mayor por lo general, y estando definido por el tamaño de producción de la planta, la proximidad de praderas, y también de otras granjas de cultivo, ante la posibilidad de producirse efectos sinérgicos.

5. Autoría

Independientemente de que la dirección del PVA pueda recaer en el personal técnico encargado de la obra, es muy recomendable que el personal implicado tanto en la toma de muestras como en el diseño del propio PVA, así como en la interpretación de los resultados tenga una sólida formación en aspectos ambientales referentes a la calidad de las aguas, presencia de contaminantes, y conocimiento sobre especies y hábitats presentes. Dada la gran variedad de temas y la complejidad de los mismos, resulta prácticamente imposible que todo ello recaiga sobre una misma persona. Por ello, es recomendable crear un grupo técnico de evaluación del PVA y del PSA constituido por especialistas con experiencia en cada uno de las disciplinas referidas.

Este principio es aplicable también a la misma redacción del EIA, ya que su participación redundará en un conocimiento de mayor detalle en el estudio con aportaciones específicas para proponer el PVA y el PSA, siendo de especial ayuda para los técnicos de la Administración que elaboren la DIA o informes de afección y, en este sentido, contribuyendo a acortar los plazos de su tramitación. Por ello, es preferible en los proyectos destinar un mayor esfuerzo a este apartado, huyendo de las clásicas recopilaciones bibliográficas que poco aportan para la una correcta valoración del proyecto desde el punto de vista medioambiental.

6. CUADROS LÓGICOS DE SEGUIMIENTO Y VIGILANCIA POR ESPECIE



* Cartografía con antigüedad inferior a 2 años, y nivel de detalle (Mínimo equivalente a 1:2.000).

** Presencia de emisarios submarinos, plantas acuicultura, u otras actividades capaces de producir emisiones.

*** Deben realizarse modelizaciones de dispersión de contaminantes, que contemplen escenarios más probables y, también "peores casos posibles".



Fase de instalación

¿Se pretende extraer o aportar Sedimentos / Modificación de la línea de costa?

No

Si

PVA

Cedex, 2015¹

Parámetro	Nivel de muestreo
Densidad global (densidad, cobertura)	Z = 3 (A, C1, C2) S=3 n=3 T=inicio /final o anual, si T>1
T ^a * Nutrientes * Turbidez* Sustancias tóxicas***	T= * mensual; ** diario, o en continuo; *** si hay presencia en los estudios sedimentológicos o materiales a instalar.

△ ANOVA contraste de hipótesis H0: Si existen diferencias significativas para ZixTj (p<0,05)

△ Paralización temporal: - temporales o presencia de basuras



Posidonia oceanica

Fase de explotación o funcionamiento

¿Se producirán emisiones de Sustancias hidrosolubles?

No

Si

¿Piscicultura?

Si

PSA

Jacumar, 2012

¿Emisarios submarinos? Otros vertidos: desaladoras,...

Si

PSA

(recomendado)

Capacidad	Parámetro	Nivel de muestreo
< 500t/año (Emisario I)	Densidad global (densidad, cobertura)	Z = 3 (A, C1, C2) S=3 n=3 T=1
500 – 1.500t / año (Emisario II)		Z = 3 (A, C1, C2) S=4 n=3 T=1
> 1.500 t/año / varias granjas próximas ≥1.000 t/año / (Emisario III)		Z = 3 (A, C1, C2) S=5 n=3 T=1

△ ANOVA contraste de hipótesis H0: Si existen diferencias significativas para ZixTj (p<0,05)

¿Modificaciones hidrodinámicas?

No

Si

Cedex, 2015¹

Parámetro	Nivel de muestreo
Densidad global (densidad, cobertura)	Z = 3 (A, C1, C2) S=3 n=3 T=1

△ ANOVA contraste de hipótesis H0: Si existen diferencias significativas para ZixTj (p<0,05)

RD 817/2015

Parámetro	Nivel de muestreo
POMI, POMI Val.	Z = 1 (A) S=1 n=9 T=1

△ EQR < valor anterior

¿Protección de praderas?: Boyas de fondeo, u otros balizamientos

No

Si

(recomendado)

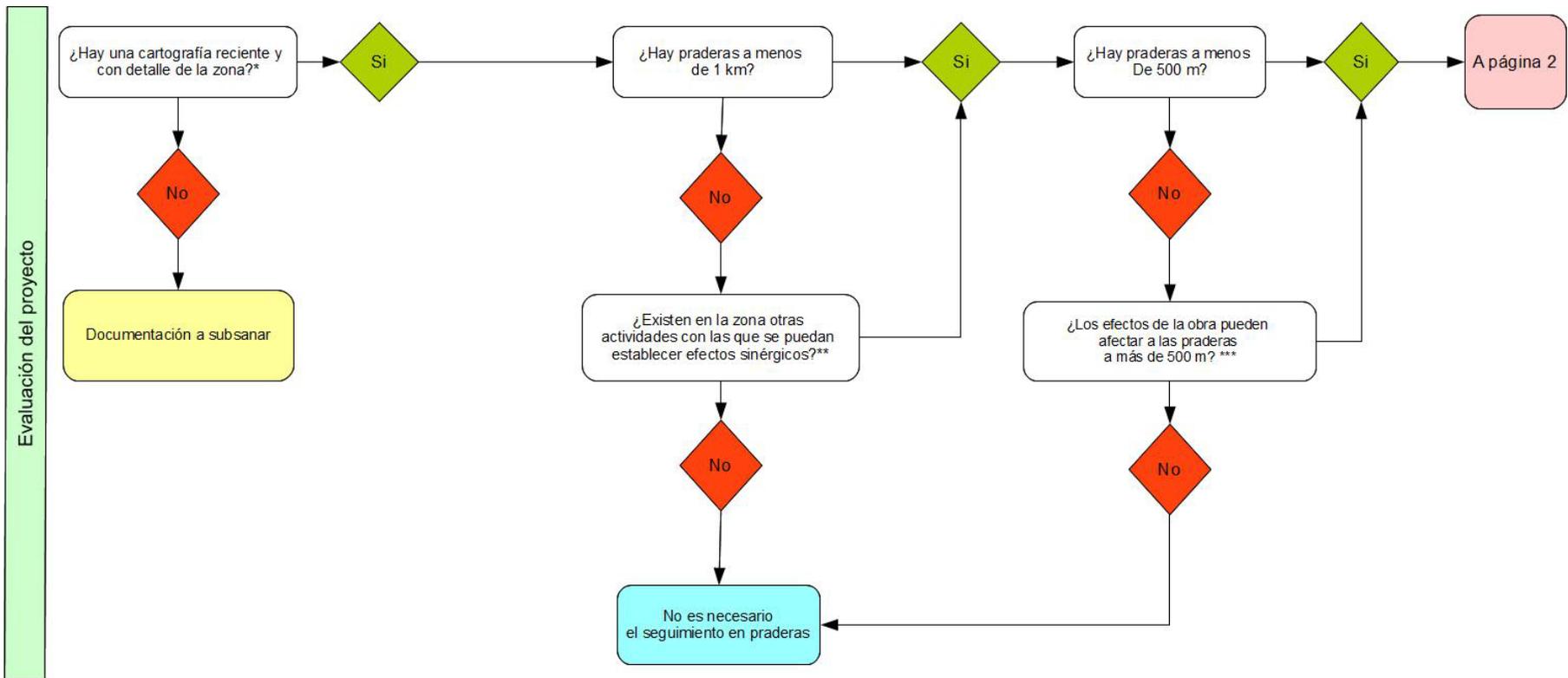
Parámetro	Nivel de muestreo
Densidad global (densidad, cobertura)	Z = 3 (A) S=3 n=3 T=1
Comprobación boyas no ubicadas sobre praderas o empleo correcto de los anclajes ecológicos	

△ Los parámetros tienen una tendencia negativa Para una serie anual > 4 años (p<0,05)

Mala ubicación o anclajes incorrectos

¹ Se indica la necesaria monitorización de los parámetros; en las Directrices se concretan éstos y se indica la metodología a seguir.

No es necesario el seguimiento en praderas



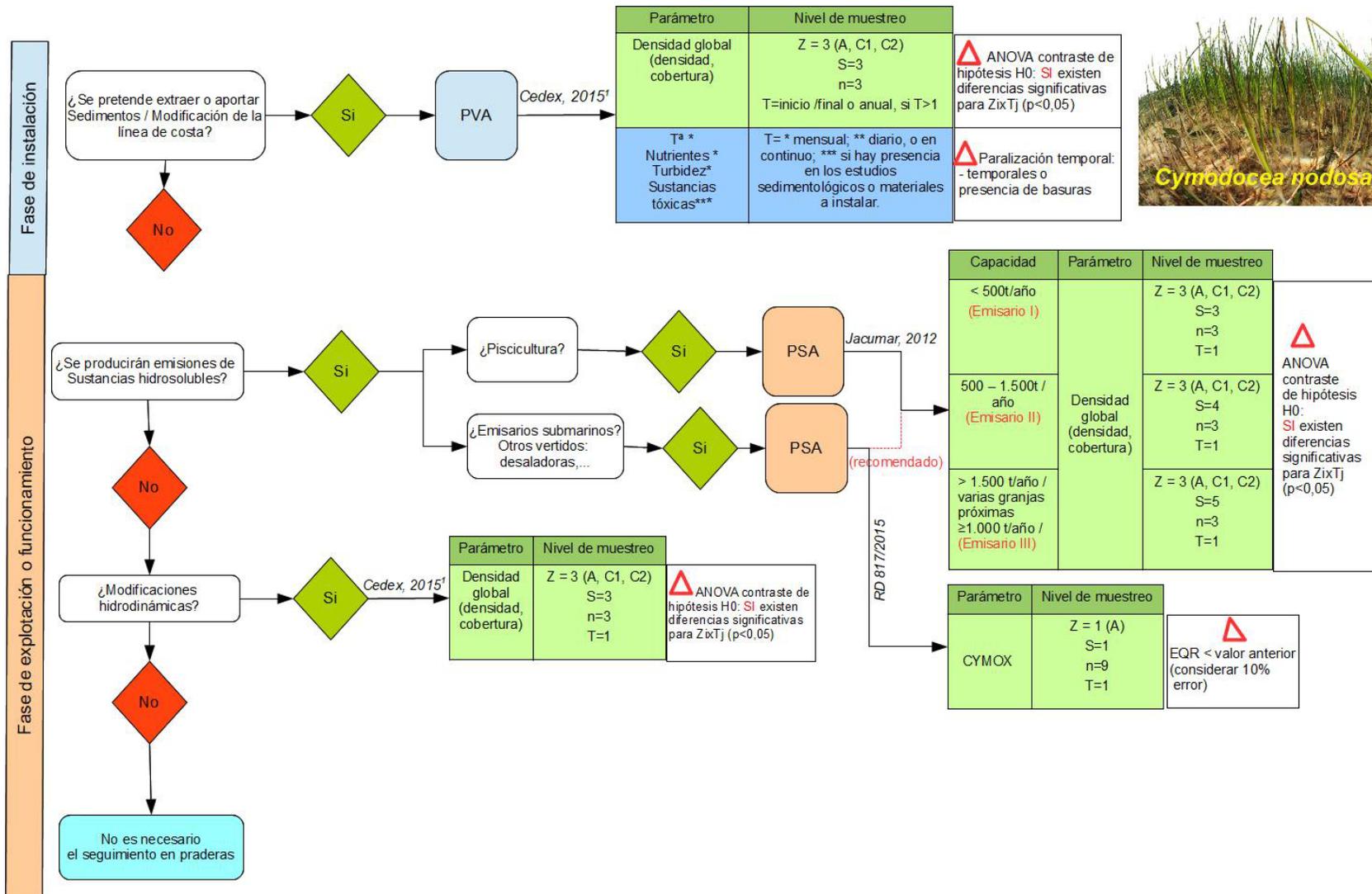
* Cartografía con antigüedad inferior a 2 años, y nivel de detalle (Mínimo equivalente a 1:2.000).

** Presencia de emisarios submarinos, plantas acuicultura, u otras actividades capaces de producir emisiones.

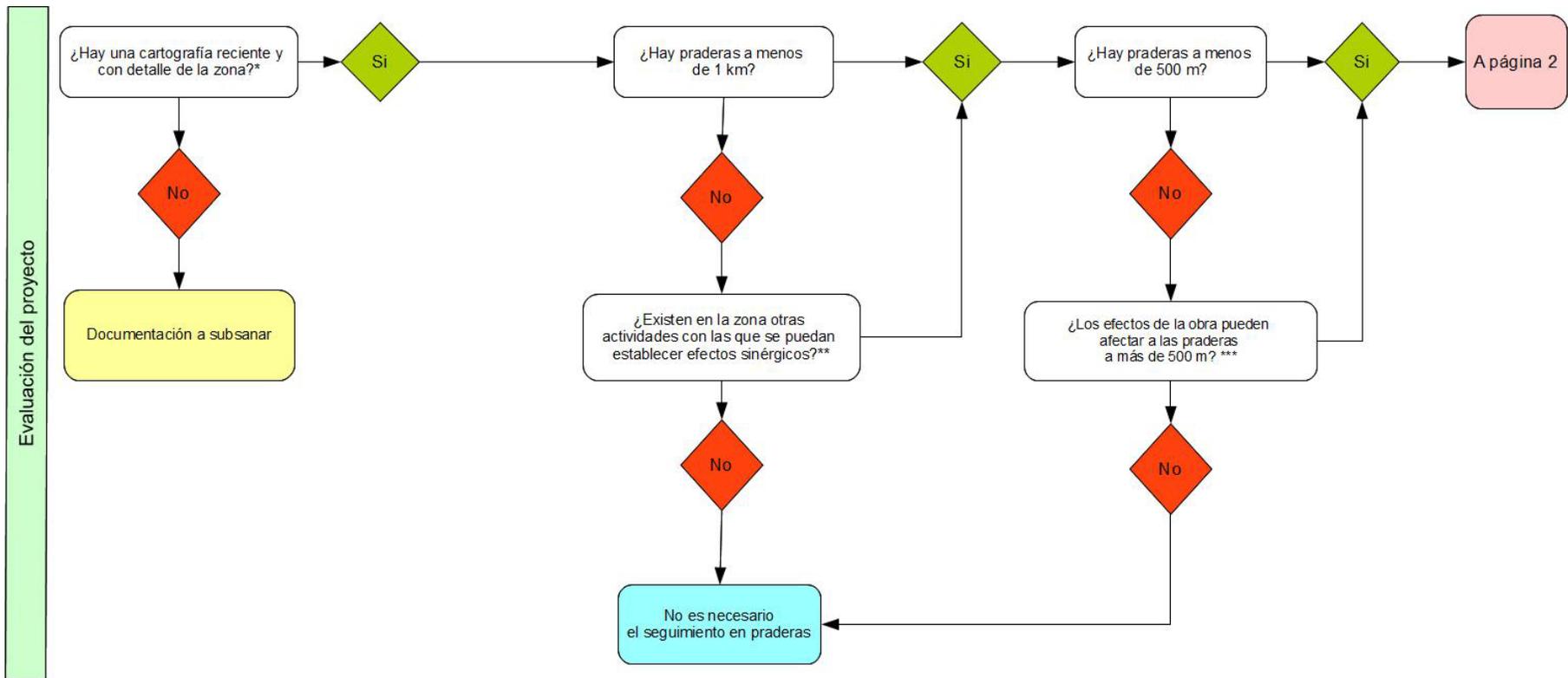
*** Deben realizarse modelizaciones de dispersión de contaminantes, que contemplen escenarios más probables y, también "peores casos posibles".

Página 1





¹ Se indica la necesaria monitorización de los parámetros; en las Directrices se concretan éstos y se indica la metodología a seguir.



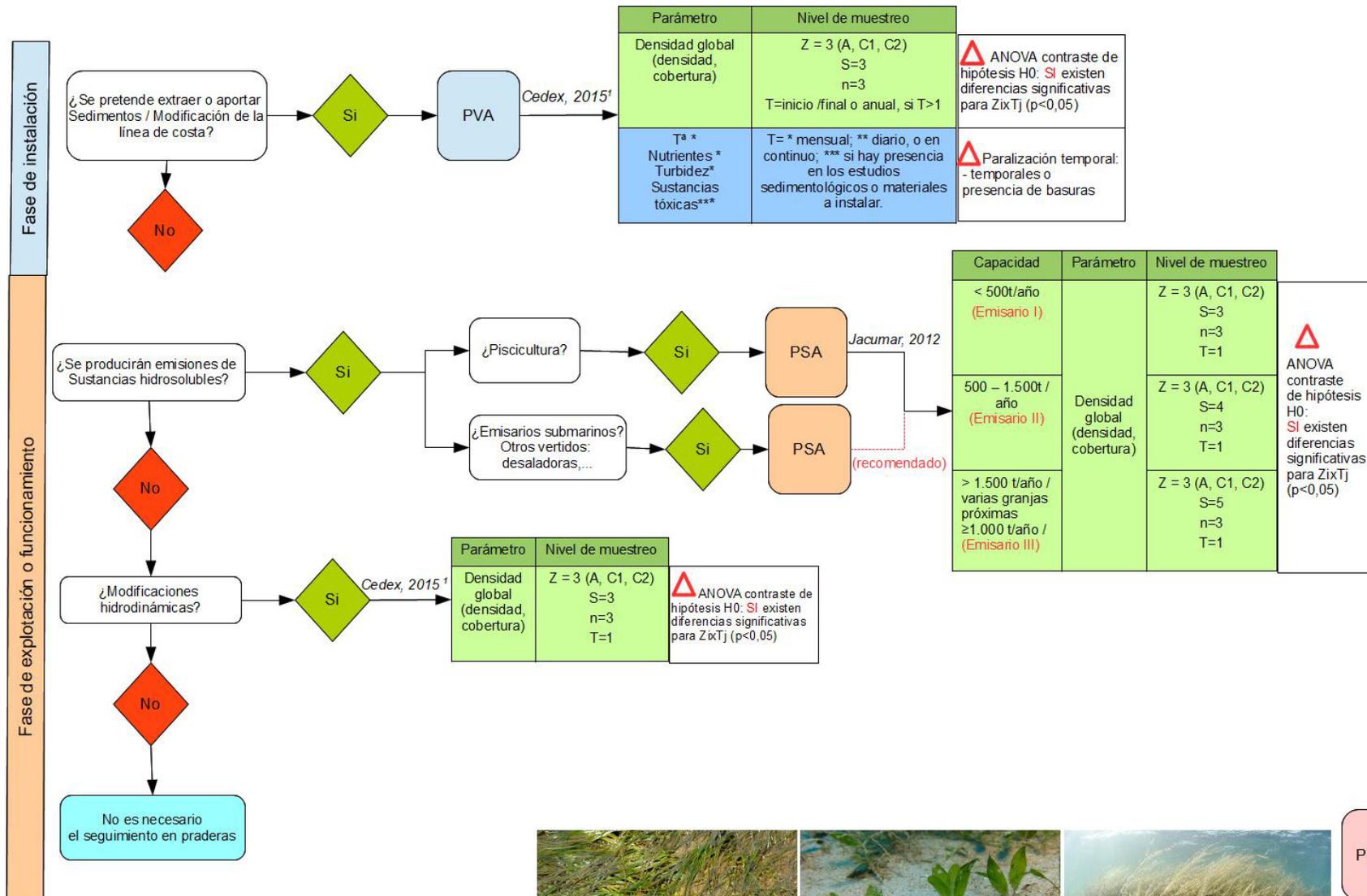
* Cartografía con antigüedad inferior a 2 años, y nivel de detalle (Mínimo equivalente a 1:2.000).

** Presencia de emisarios submarinos, plantas acuicultura, u otras actividades capaces de producir emisiones.

*** Deben realizarse modelizaciones de dispersión de contaminantes, que contemplen escenarios más probables y, también "peores casos posibles".

Página 1





¹ Se indica la necesaria monitorización de los parámetros; en las Directrices se concretan éstos y se indica la metodología a seguir.