



Anejo III

Plan de Vigilancia de las medidas compensatorias

1. PLAN DE VIGILANCIA DE LA RECUPERACIÓN DE LA MARISMA DE ELECHAS Y MARISMA Nº5 DEL ALTO CUBAS

Una vez realizado el diseño de la restauración de la marisma de Elechas y marisma Nº5 del alto Cubas, debe plantearse el Plan de Vigilancia Ambiental de dicha restauración, tanto durante las fases de ejecución de las diferentes actuaciones planteadas, como una vez haya sido efectuada.

Dicho programa de vigilancia debe tener en cuenta dos aspectos complementarios: el control de las modificaciones físicas, químicas y biológicas generadas fuera de la zona de actuación y el seguimiento de la evolución de las comunidades en la zona que se pretende restaurar.

1.1. Fase de construcción

Con el fin de detectar posibles alteraciones no consideradas inicialmente o desviaciones significativas de las previsiones de impacto realizadas en el ecosistema estuarino durante las fases de construcción y acondicionamiento de las marismas objeto de restauración, se establecerá un plan de vigilancia que nos permita evaluar los posibles efectos de dichas obras sobre el medio, tanto en el área adyacente a las marismas restauradas como en el conjunto de la Bahía de Santander.

Debido a que las obras a realizar se encuentran principalmente centradas en movimientos de tierras y alteraciones del prisma de marea de la ría de Cubas, los posibles efectos que han de ser evaluados se encuentran relacionados, en su mayor parte, con procesos de sedimentación y erosión, tanto en el área de actuación como en los alrededores de las mismas. Del mismo modo, otro de los efectos que ha de ser evaluado durante las fases de construcción y acondicionamiento de las obras de compensación son las modificaciones realizadas en las comunidades vegetales existentes junto a los diferentes diques, así como en el interior de las marismas a restaurar.

1.1.1. *Procesos de sedimentación/erosión*

La vigilancia de los procesos de sedimentación se realizará mediante tres tipos de estudios: evaluación de la turbidez del agua, trampas de sedimento y composición granulométrica del sustrato.

Para ello se han diseñado diferentes mallas de muestreo que incluyen toda la zona de posible afección, así como una zona control aguas arriba de la marisma Nº5 del alto Cubas (Figuras 1, 2 y 3), realizando una diferenciación de estaciones para el estudio de la calidad del agua y estudio del sedimento (análisis granulométrico y trampas de sedimento).

La red de vigilancia diseñada para el estudio de la turbidez de las aguas consiste en seis puntos de muestreo distribuidos a lo largo del área de estudio (Figura 1).



Figura 1. Localización de las estaciones de recogida de muestras para la evaluación de la turbidez de la masa de agua.

La toma de muestras para estimar la turbidez de las aguas se iniciará antes de que comiencen las obras de retirada de los diques, con el objeto de poseer datos correspondientes a la situación normal de la ría de Cubas. Una vez se haya comenzado el proceso de acondicionamiento hidrológico de las marismas, la toma de muestras se realizará tras cada actuación de apertura de diques, con una frecuencia diaria a lo largo de un ciclo de mareas vivas (lo que aproximadamente se corresponde con 10 días), dos o tres horas después de la pleamar. Una vez finalizado el periodo de mareas vivas, en la época correspondiente a la etapa entre actuaciones de apertura de los diques, la toma de muestras se realizará con una periodicidad quincenal.

Con el objeto de realizar la cuantificación del sedimento existente en la ría de Cubas, se procederá a la instalación de tres trampas de sedimento a lo largo de la ría, cuya ubicación se detalla en la Figura 2. La recogida y evaluación del contenido de las mismas se realizará con una periodicidad quincenal, lo que se estima suficiente para evaluar el proceso de sedimentación de la ría.



Figura 2. Ubicación de las trampas de sedimento.

La malla de muestreo diseñada para el análisis de la sedimentación mediante el estudio de las características granulométricas del sedimento consiste en diez puntos de muestreo, distribuidos en cinco estaciones y localizados a lo largo de la ría de Cubas (Figura 3).



Figura 3. Localización de las estaciones de toma de muestras para el estudio de la composición granulométrica del sustrato.

Para finalizar, cabe señalar la necesidad de elaborar perfiles topo-batimétricos que nos permitan evaluar las posibles modificaciones que se produzcan en el canal de la ría de Cubas a causa de los procesos de erosión y sedimentación generados por el cambio creado en el prisma de marea de la ría. Estos perfiles se realizarán 10 días después de cada actuación de apertura de diques.

1.1.2. Evolución de la vegetación intermareal

El seguimiento de las comunidades vegetales intermareales durante las obras de restauración de las marismas se realizará mediante estudios semicuantitativos, consistentes en visitas al estuario durante las cuales se analizará la variación espacial de la vegetación intermareal.

Las visitas al estuario se realizarán en el periodo de bajamar correspondiente a la última marea viva anterior a la realización de alguna de las fases de acondicionamiento hidrodinámico de las marismas, es decir, la semana anterior a la ejecución de la actuación. Así, la primera visita se realizará una semana antes del inicio de las obras de ejecución del proyecto y la última se realizará tres semanas después de finalizadas las obras.

Para ello, se generará una cartografía específica de la zona y se estudiarán las modificaciones en la distribución de la vegetación mediante el uso de GPS y técnicas cartográficas.

Igualmente, con el fin de posibilitar la pronta detección de alteraciones causadas por la modificación de los procesos de erosión en la pradera de *Zostera* situada en la desembocadura de la ría de Cubas, se realizarán mediciones periódicas de la extensión de la misma mediante el uso de GPS. Estas mediciones se realizarán, al igual que en el caso anterior, una vez transcurridos 10 días desde las diferentes actuaciones de acondicionamiento hidrodinámico.

1.2. Fase de acondicionamiento ambiental

Con este planteamiento de vigilancia ambiental se pretende realizar un seguimiento de la evolución de las características físico-químicas, ecológicas y biológicas del humedal que ha sido diseñado. Ello permitirá valorar la eficacia de la restauración ambiental llevada a cabo, así como aplicar los criterios desarrollados para diseñar otros planes de vigilancia ambiental en el futuro y el cumplimiento de los objetivos planteados.

El plan de vigilancia ambiental gira en torno a tres grandes bloques: las características del medio físico (sedimento y masa de agua), la flora (vegetación microbentónica, vegetación halófila y vegetación terrestre), y la fauna del humedal (macroinvertebrados bentónicos y avifauna). Esta vigilancia tendrá una duración de 6 años (Niedowski, 2000), durante los cuales se efectuarán diferentes estudios y mediciones que permitan establecer la evolución del sistema restaurado.

1.2.1. *Sedimentos*

Se considera necesario desarrollar un seguimiento en profundidad de la evolución de las características y la composición de los sedimentos, ya que, además de ser parte estructurante del sistema, funciona como soporte para la vegetación halófila y numerosas especies animales.

La red de vigilancia del sedimento se compone de 10 estaciones de muestreo, siete ubicadas en la marisma de Elechas y otras tres en la parcela N°5 del alto Cubas (Figura 4). Se trata de un diseño de muestreo estratificado, el cual responde a dos gradientes: nivel de la marea y diversidad de hábitats.

La toma de muestras y análisis de las mismas se realizará con una periodicidad estacional, es decir, en cuatro campañas de muestreo anuales, durante los seis años de duración del plan de vigilancia ambiental.

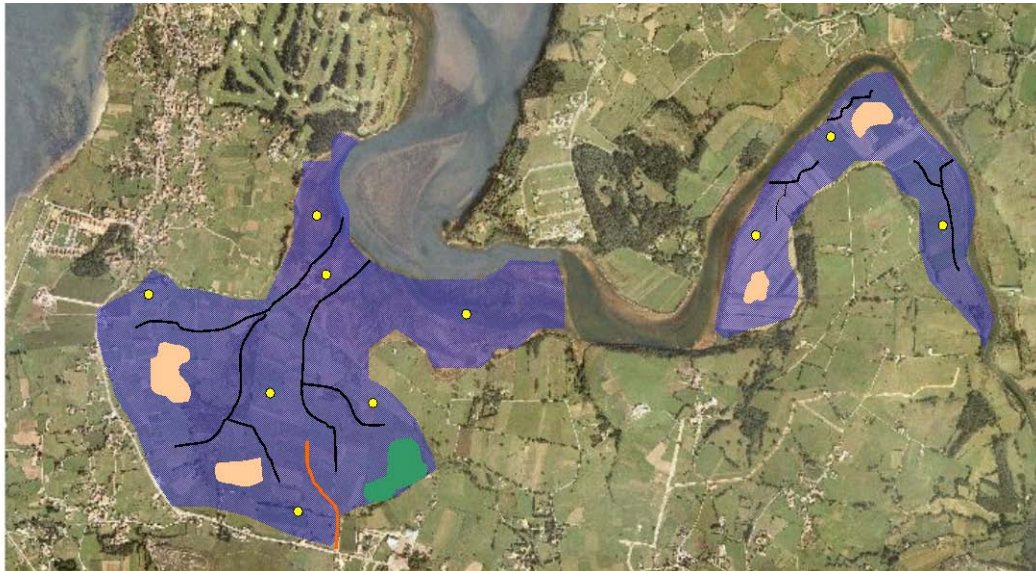


Figura 4. Localización de las estaciones de muestreo de sedimentos.

De este modo, la vigilancia se basará en el análisis de las características granulométricas, así como el estudio de su contenido en materia orgánica. Para ello, se emplearán las mismas técnicas llevadas a cabo durante la vigilancia de la fase de construcción de las marismas.

1.2.2. *Calidad del agua*

La vigilancia de la calidad de la columna de agua se realizará mediante la realización de muestreos periódicos en los puntos representados en la Figura 5. Esta red de vigilancia se encuentra compuesta por siete estaciones de muestreo, localizadas a lo largo de las marismas restauradas, formando un diseño estratificado en respuesta al gradiente mareal.

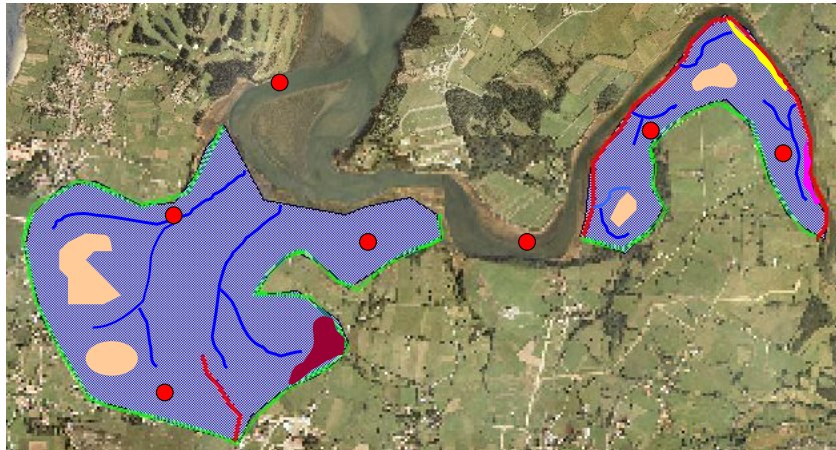


Figura 5. Posible ubicación de las estaciones de muestreo de las características físico-químicas de las aguas.

Este análisis se realizará con una periodicidad mínima bianual durante los seis años de duración de la vigilancia ambiental, aunque durante los tres primeros años de control es recomendable realizar muestreos, al menos, estacionales.

1.2.3. Flora

La vigilancia ambiental de la flora se realizará en tres bloques diferenciados: vegetación microbentónica, vegetación intermareal y vegetación de ribera.

Vegetación microbentónica

El seguimiento de la sucesión ecológica estuarina se realizará mediante la realización de estudios periódicos de la vegetación microbentónica (diatomeas) existente en la superficie intermareal de las marismas restauradas.

La frecuencia de muestreo será bimensual durante el primer año del plan de vigilancia, pasando a ser estacional durante los restantes cinco años de dicho plan.

La toma de muestras se realizará mediante la recogida de la biopelícula vegetal existente en la superficie del sedimento, identificándose posteriormente en el laboratorio las especies presentes.

Vegetación Intermareal

El seguimiento ambiental de la vegetación intermareal estuarina se realizará mediante estudios semicuantitativos, los cuales se ejecutarán a través de transectos. Con ello, se analizará el estado ecológico de las comunidades de flora intermareal (cobertura y riqueza específica, presencia de especies invasoras, etc) y se valorará la calidad del mismo.

La ubicación de dichos transectos se encuentra detallada en la Figura 6. Mediante esta distribución se pretende analizar la respuesta de la vegetación intermareal a los diferentes gradientes existentes, tanto de profundidad como de influencia mareal, diferenciando las áreas en las que se desarrollaron replantaciones de *Halimione portulacoides* y *Spartina* de las áreas en las que se permitió la revegetación natural.

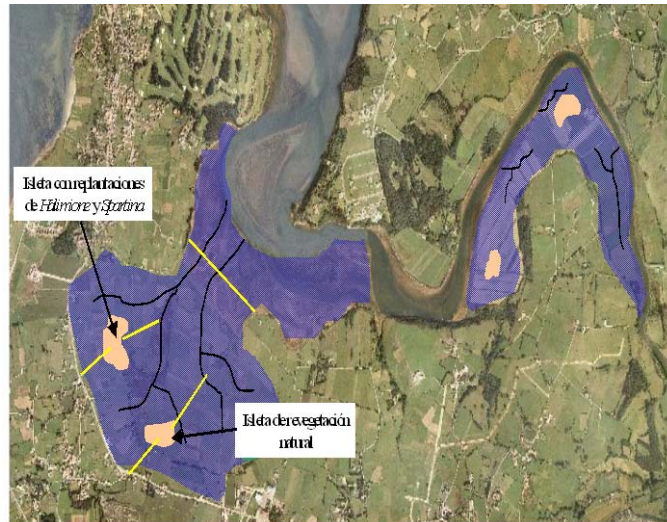


Figura 6. Localización de los transectos de evaluación del estado ecológico de la vegetación intermareal

La valoración del estado de la vegetación estuarina y el seguimiento de su evolución temporal se realizará con una periodicidad estacional, es decir, un muestreo en primavera, verano, otoño e invierno, durante los seis años del programa de vigilancia.

Vegetación de ribera

En el caso de la vegetación de ribera que se replante, la vigilancia ambiental de las comunidades vegetales se realizará mediante su observación directa en el terreno con el fin de estimar el éxito de los trasplantes.

El seguimiento ambiental de estas comunidades se centrará en la observación de la evolución de las mismas. Con este objeto, se valorará la existencia y/o desarrollo de un piso de vegetación inferior al arbóreo-arbustivo, se analizará el estado fisiológico de los árboles y arbustos (existencia de epífitos y/o enfermedades, coloración de las hojas, existencia de yemas de crecimiento, etc), y el diámetro y altura alcanzado por las diferentes especies.

Este estudio ha de desarrollarse de forma anual, coincidiendo con el final de la primavera.

1.2.4. Fauna

Invertebrados bentónicos

Para el análisis de la fauna bentónica intermareal se ha realizado un diseño de muestreo consistente en 10 estaciones de recogida de muestras localizadas en las marismas restauradas (Figura 7). Siete de estas estaciones se encuentran en la marisma de Elechas, mientras que las otras tres se sitúan en la parcela N°5 del alto Cubas. Se trata de un muestreo estratificado en el que la distribución de las estaciones de muestreo intenta cubrir el espectro de hábitats existente en las marismas, así como el gradiente de influencia mareal.

Este estudio se realizará con una periodicidad estacional (primavera, verano, otoño e invierno), durante los seis años del seguimiento del área restaurada.

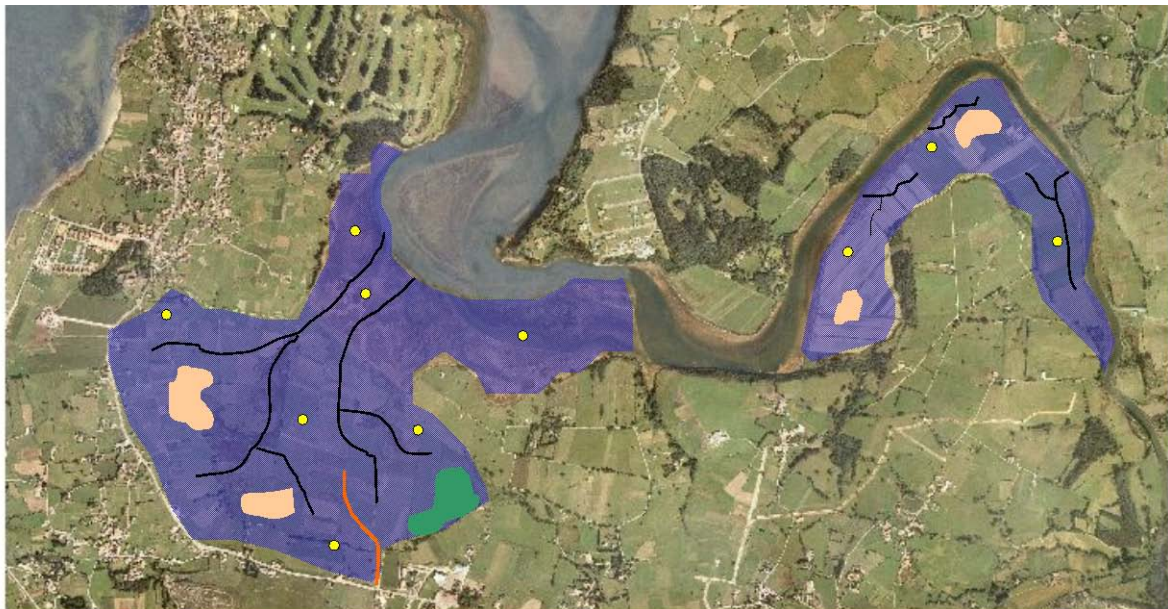


Figura 7. Ubicación teórica de las estaciones de muestreo de macroinvertebrados bentónicos en las marismas de Elechas y parcela N°5 del alto Cubas.

Avifauna

La avifauna acuática será monitorizada mediante la realización de estudios mensuales, ya que existen grandes diferencias en la composición específica de la comunidad de aves y en sus demandas energéticas dependiendo de la época del año (van de Kam et al., 2004). Ello nos permitirá establecer, además, conclusiones sobre su utilización como área de alimentación y/o descanso y, en su caso, de nidificación.

Las aves acuáticas siguen el ritmo de las mareas en los estuarios, alimentándose en las áreas intermareales durante el período de bajamar, y descansando en zonas emergidas durante la pleamar. En este sentido, se plantea la realización de estudios trimestrales de aves acuáticas durante los seis años de duración de la vigilancia ambiental, pudiendo ser

mensuales en el quinto año de vigilancia, con el objeto de determinar la utilización del hábitat, así como su potencial como zona de alimentación y/o descanso. Para ello las marismas restauradas se dividirán en 5 sectores, 3 coincidentes con las fases a restaurar de la marisma de Elechas, y 2 en la marisma N°5 del Cubas Alto.

Así, se llevarán a cabo censos totales cada dos horas en los cinco sectores señalados, a lo largo de un ciclo de marea diurno completo (12 horas), comenzando 4 horas antes de la bajamar diaria, y finalizando 8 horas después de la misma. Con este esquema metodológico se obtendrá el uso y la selección del hábitat que realiza cada especie, en las distintas épocas del año.

De este modo, si alguno de los sectores, una vez realizada la restauración, es seleccionado como zona de alimentación prioritaria por alguna especie, las mayores densidades las esperaremos en los períodos más cercanos al momento de bajamar (-2, 0, +2h). Si, en cambio, es seleccionado como zona de alimentación secundaria o complementaria, esperaremos una mayor densidad de aves en los períodos intermedios (-4, -2) y (+2, +4). Si ningún sector es seleccionado como zona de alimentación, sino que son utilizados de forma esporádica, las densidades no seguirán ninguno de los patrones indicados.

Simultáneamente, se medirá la tasa de forrajeo (% de aves alimentándose respecto del total) de las especies de limícolas, para valorar a priori el potencial de las mismas como zona de alimentación, en cada período de marea.

En este sentido, si alguna de las zonas restauradas no es completamente inundada por la marea, como en las isletas planteadas, durante la pleamar podría ser seleccionada por las aves como área de descanso. En este caso, durante los conteos realizados en los períodos (+4 , +6, -4) esperaríamos una presencia continua de aves en estas zonas. Si, en cambio, no son seleccionadas, su utilización durante la pleamar no seguirá un patrón definido.