

Los Programas de Vigilancia Ambiental de las Instalaciones Desalinizadoras de Agua Marina. Desarrollo de un método de valoración de su aplicación

SARAH RUIZ ARRIAGA (*) y MANUEL GARCÍA SÁNCHEZ-COLOMER (**)

RESUMEN El presente artículo tiene como objetivo desarrollar una herramienta metodológica que permita evaluar la aplicación de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias incluidas en los Programas de Vigilancia Ambiental. El estudio se centra en el caso concreto del proyecto de construcción de una instalación desaladora de agua marina en el litoral mediterráneo español, en ejecución actualmente.

Se ha seleccionado un conjunto de medidas que deben adoptarse en general en cualquier proyecto de construcción de una desaladora, así como los requisitos derivados de ellas. Su análisis permitirá determinar el nivel de cumplimiento (en las medidas tomadas del PVA o de la Declaración de Impacto Ambiental) o la valoración (de las medidas tomadas de la bibliografía especializada) en la aplicación de los indicadores.

Este seguimiento proporciona al responsable de medioambiente una herramienta válida para acordar con la dirección de obra determinadas modificaciones, con objeto de mejorar la eficacia en la aplicación de las medidas contempladas en el Programa de Vigilancia Ambiental.

ENVIRONMENTAL VIGILANCE PROGRAMMES OF DESALINATION PLANTS. DEVELOPMENT OF AN EVALUATION'S METHOD OF ITS APPLICATION

ABSTRACT *This article aims to develop a working methodology to assess the application of the measures designed to avoid, reduce and, if possible, remedy significant adverse effects, included in the Environmental Vigilance Programmes. The study is based on a practical case study of the building project, currently under development, of a desalination plant located in the Spanish Mediterranean coast.*

A collection of measures was selected to be fulfilled in any building project of a desalination plant, and thus the requirements derived from them. Their analysis will allow to establish the level of fulfillment (regarding to the measures taken from the Environmental Vigilance Programme or the Declaration of Environmental Impact) and the evaluation (regarding to the measures taken from specialized bibliography) of the indicators implementation.

This monitoring provides the supervisor of environmental issues with a valid tool to negotiate with the developer certain modifications, with the objective of improving the effectiveness of the measures described in the Environmental Vigilance Programme.

Palabras clave: Desaladoras, Indicadores, Programa de Vigilancia Ambiental.

1. INTRODUCCIÓN

Las Instalaciones Desalinizadoras de Agua Marina (IDAM), como cualquier infraestructura, producen diferentes impactos sobre el medio en el que se localizan. Por ello es necesario establecer unas medidas con el fin de reducir, eliminar o compensar los efectos ambientales negativos.

El Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos (EvIA), publicada en el BOE

de 26 de enero de 2008. El artículo 7 de este Real Decreto Legislativo regula el contenido de los Estudios de Impacto Ambiental (EsIA), incluyendo en su apartado e el Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) cuyo objeto es el seguimiento de la efectividad de las medidas citadas anteriormente (artículo 11 del Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental).

Los proyectos de desalinización de agua se encuentran contemplados en la Ley 1/2008, Anexo II, grupo 8e relativo a Proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua: Instalaciones de desalación o desalobración de agua con un volumen nuevo o adicional superior a 3.000m³/día.

(*) Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas (FIRE).

(**) Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del CEDEX.

El objetivo de este trabajo es generar una herramienta que permita valorar la aplicación de los PVA, tanto en la parte sistematizada en el EsIA como en la regulada en la Declaración de Impacto Ambiental (DIA). Esta valoración resulta de utilidad en las EvIA de todo tipo de proyectos, como control de calidad en la aplicación del PVA. La selección de indicadores o medidas que se van a evaluar debe preceder al inicio de las obras, como herramienta que se emplea durante toda la fase de ejecución y al comienzo de la explotación. Gómez Orea (2007) señala que “para cada aspecto sujeto a vigilancia se define un indicador que expresa su comportamiento ambiental” y que a partir de los valores tomados por cada indicador “se decidirá la necesidad o no de aplicar medidas correctoras de carácter complementario”.

Los motivos que justifican la selección del proyecto de una desalinizadora son:

- La multiplicidad de medios afectados (marino y terrestre, superficial y subterráneo), que permite realizar un análisis del medio en su totalidad.
- La novedad en la aplicación de una metodología que permita realizar el control del procedimiento de EvIA, y en concreto del PVA.
- El actual auge de este tipo de infraestructuras, como solución para el suministro de agua potable.

2. METODOLOGÍA

El análisis se ha realizado a dos niveles:

- Metodológico.** Se analizan las medidas preventivas, correctoras y compensatorias que debe incluir un PVA de una infraestructura de estas características.
- Aplicado,** conforme al procedimiento definido en el apartado anterior, se evalúa la aplicación del PVA a una IDAM que se encuentra actualmente en ejecución.

El punto de partida consiste en la selección de un conjunto de **medidas** correctoras, preventivas y compensatorias comunes a la mayor parte de estas infraestructuras, que se emplearán como **indicadores** que permitan realizar una estimación sencilla, semicuantitativa, del grado de cumplimiento del PVA. De la valoración de estos indicadores se deducirá la necesidad de diseñar las actuaciones precisas para resolver posibles fallos, ya sea por una aplicación defectuosa del PVA o porque no se alcanzan los resultados esperados en alguna de las medidas que contienen.

En el apartado 3 se especifican las medidas elegidas y los requisitos que generan. Debido a que existen medidas sobre diferentes materias, se han agrupado en diversas categorías con el fin de facilitar la comparación de las mismas.

Este trabajo parte del proyecto de una desalinizadora actualmente en fase de ejecución. Para mantener la confidencialidad de los datos, sólo se dirá que corresponden a una de las IDAM que se están ejecutando actualmente en el litoral mediterráneo español. Del análisis de la documentación relativa a su procedimiento de EvIA se obtiene el conjunto de medidas, que pueden aplicarse a otros proyectos similares. También sobre este proyecto se lleva a la práctica la metodología propuesta para la valoración de la aplicación del PVA.

La documentación de la que se obtienen las medidas y en la que se valora su cumplimiento es: EsIA, DIA, Informes Ordinarios e Informes Trimestrales elaborados por la asistencia técnica ambiental, incluyendo el Informe del Estado Inicial, y la documentación relativa al Modificado nº 1 del Proyecto: Anejo ambiental, Memoria Descriptiva, Memoria Resumen y *Addenda*.

La valoración de las medidas obtenida de estos documentos refleja el **grado de cumplimiento** de los requisitos que conllevan y, por lo tanto, la calidad en la aplicación del PVA.

Se ha manejado también otra bibliografía que no se corresponde con documentos relativos a la EvIA del proyecto de estudio. Los requisitos demandados por las medidas obtenidas a partir de esta otra documentación no estarán sujetos a ninguna obligación y por tanto no se analizará el grado de cumplimiento, sino únicamente su **valoración**.

La determinación del nivel de cumplimiento o valoración, está sujeta a un análisis semicuantitativo que reflejará el ajuste a las exigencias contempladas por cada medida. El **valor semicuantitativo** proviene de las siguientes categorías:

D: Desconocido. No se dispone de datos suficientes para determinar el grado de cumplimiento o valoración de la medida.

N: No se valora. Corresponde a la fase de funcionamiento (que aún no ha tenido lugar) o a otra etapa del procedimiento de EvIA que aún no se ha alcanzado o que no ha sido necesaria.

1: Nulo. No se cumple el requisito demandado por la medida en las diferentes fases del proyecto.

2: Mejorable. No se cumple íntegramente la medida en las diferentes fases del proyecto.

3: Adecuado. Sí se cumplen íntegramente los requisitos demandados por la medida en las diferentes fases del proyecto.

3. LISTA DE MEDIDAS

Con el fin de facilitar el acceso a las diferentes tipologías de medidas, se presenta un esquema de las mismas.

A. Medidas preventivas sobre el medio físico.

- De carácter general.
- Aire y medio atmosférico.
- Acústica.
- Suelo-sedimento marino.
- Hidrología.

B. Medidas preventivas sobre le medio biótico.

- Paisaje.
- Comunidades naturales terrestres.
- Comunidades bentónicas.
- Comunidades pelágicas.
- Espacios naturales protegidos.
- Especies protegidas.

C. Medidas preventivas sobre aspectos socio-económicos.

- Infraestructuras y servicios.
- Calidad de vida.
- Actividad pesquera.
- Patrimonio histórico-artístico.

D. Medidas correctoras sobre el medio físico.

- De carácter general.
- Suelo.

E. Medidas correctoras sobre le medio biótico.

- Paisaje.
- Comunidades naturales terrestres.
- Espacios naturales protegidos.

F. Medidas compensatorias sobre comunidades naturales terrestres.

G. Programa de Vigilancia Ambiental.

- Objetivos generales.
- Contenido básico.
 - Descripción de las operaciones de vigilancia ambiental.
 - Programación de todas las acciones y operaciones de vigilancia: diagrama y calendario respecto a la obra.
 - Planificación metodológica del funcionamiento de la asistencia técnica ambiental.

G.3. Contenido indicativo.

- G.3.1. Previo a la realización de la obra.
- G.3.2. Durante la realización de la obra.
- G.3.3. Durante la fase de funcionamiento.
 - G.3.3.a. Protección de la vegetación y revegetación.
 - G.3.3.b. Plan de vigilancia de las tareas de mantenimiento.
 - G.3.3.c. Vigilancia estructural de la conducción de vertido.

- G.3.3.d. Control del efluente.
- G.3.3.e. Calidad de las aguas marinas receptoras.
- G.3.3.f. Control del sedimento y de los organismos bentónicos.
- G.3.3.g. Control de praderas.
- G.3.4. Emisión de informes.

Las medidas tomadas de la EvIA y bibliografía especializada en relación con el PVA son las mostradas en las siguientes tablas.

A. Medidas preventivas sobre el medio físico		
A.1. De carácter general		
Número	Medida	Requisitos
A.1.1	Delimitación de la zona de instalación (parte terrestre), la ubicación de las edificaciones, los depósitos, las conducciones de agua y salmuera, las zonas de ocupación temporal y los parques de maquinaria previstos.	Durante el desarrollo de las obras, las actividades en la zona quedarán visiblemente marcadas y la zona de trabajo estará debidamente señalizada (Figura 1). Se emplearán marcas visibles que delimitarán el perímetro de la obra. Durante la fase de funcionamiento, las instalaciones de la planta de tratamiento y el resto de edificaciones, estarán debidamente señalizadas y el paso quedará restringido al personal de mantenimiento y a los trabajadores.
A.1.2	Marcaje del área afectada por la obra (parte marina).	Con anterioridad al inicio de la obra. Balizamiento de la zona de actuación marítima. Durante las operaciones de excavación de la zanja y el tendido del emisario, tanto los tubos, como el buque y las embarcaciones auxiliares estarán debidamente señalizadas como determinan las normas internacionales de navegación.
A.1.3	Equipos mecánicos.	Modernos. Cumplimiento de los requerimiento técnicos. Poco contaminantes. Certificado de homologación CE y certificado de conformidad CE, además de la indicación del nivel de potencia acústica o nivel de presión acústica de acuerdo con las normativas comunitarias.
A.1.4	Aplicación de buenas prácticas ecológicas relativas al tratamiento de los materiales y de los elementos que intervienen en la obra.	La propia medida.
A.1.5	Aplicación de buenas prácticas de trabajo.	El personal guardará normas de conducta correctas y de respeto por el entorno. Impartir cursos formativos.
A.1.6	Movimientos de la maquinaria.	Controlado.
A.1.7	Ejecución de las operaciones de excavación submarina y dragado.	Se realizará entre la línea costera y la batimétrica de -6.5m. La traza de la conducción de vertido deberá discurrir por la alineación que presente la menor cobertura de <i>Posidonia oceanica</i> .
A.1.8	Entrada del efluente al mar.	Evitando el contacto directo con el fondo sedimentario.
A.1.9	Revisiones de la puesta a punto de los elementos mecánicos.	Revisiones periódicas.
A.1.10	Gestión de todos los residuos sólidos y líquidos producidos durante las obras y durante la fase de funcionamiento.	Periódica. Llevar los residuos a vertedero controlado, planta de revaloración de residuos o a gestor autorizado, según proceda. Adecuada según legislación aplicable. (Figura 2).
A.1.11	Revisión de la estanqueidad de las bases, depósitos y conducciones de salmuera y productos químicos.	Revisiones periódicas.
A.1.12	Características del cubeto de retención de seguridad.	Se dispondrá alrededor de cada uno de los depósitos de productos químicos. De igual o mayor capacidad volumétrica a la del depósito. Impermeabilizado correctamente.
A.1.13	Manipulación de los reactivos químicos en su trasvase desde las cubas de transporte a los depósitos de almacén.	Manipulación correcta.
A.1.14	Planificación de un calendario adecuado para las actuaciones en el medio terrestre.	Reducir el máximo posible el tiempo de intervención de la maquinaria en el medio.
A.1.15	Planificación de un calendario adecuado para las actuaciones en el medio marino.	Planificar la duración de las operaciones. Ejecución durante el menor tiempo posible. Durante los períodos de más baja hidrodinámica (finales de primavera), aunque sin coincidir con la época de baños.

A. Medidas preventivas sobre el medio físico (continuación)		
A.2. Aire y medio atmosférico		
Número	Medida	Requisitos
A.2.1	Control de la emisión de polvo y partículas en suspensión a la atmósfera.	Riegos diarios a los accesos y áreas donde se den movimientos de tierra que generen polvo.
A.3. Acústica		
Número	Medida	Requisitos
A.3.1	Equipos a emplear.	Insonorizados en sus elementos principales (silenciadores) y materiales de construcción aislantes sobre los elementos emisores de origen mecánico.
A.3.2	Control de los niveles de emisión e inmisión sonora de la maquinaria e instalaciones.	Emisión sonora de 65 dB(A) a 10m de las edificaciones. Las bombas de instalación cumplirán la normativa vigente respecto a los niveles de emisión sonora. El nivel de inmisión sonora de la maquinaria deberá ajustarse a las prescripciones de la normativa de la UE.
A.4. Suelo-sedimento marino		
Número	Medida	Requisitos
A.4.1	Terreno afectado.	Estrictamente necesario.
A.4.2	Asfaltar vías de acceso a las instalaciones.	La propia medida.
A.4.3	Localizar un parque de maquinaria.	La propia medida.
A.4.4	Decapado de tierra vegetal durante los movimientos de tierra.	Correcta ejecución. Correcta conservación de los acopios. Espesores adecuados según la calidad de los suelos en las diferentes zonas. Adecuado extendido.
A.4.5	Características del sistema de dragado y extracción tanto del material que conforma el afloramiento rocoso como el sustrato blando.	Adecuados. Que provoquen la menor resuspensión posible de sedimentos al medio.
A.4.6	Características de los materiales en todas las nuevas tuberías, depósitos y bases.	Resistentes.
A.4.7	Limpieza de los terrenos.	Durante la fase de construcción. (Figura 3).
A.4.8	Descompactación de caminos nuevos de tierra utilizados.	Una vez finalizada la ejecución de la obra.
A.5. Hidrología		
Número	Medida	Requisitos
A.5.1	Protección del dominio público hidráulico.	Evitar su ocupación.
A.5.2	Adoptar medidas de acondicionamiento del terreno durante la excavación de zanjas y colocación de tuberías, movimiento de tierras y construcción de la planta desaladora.	La propia medida.
A.5.3	Mejora de obras de drenaje de los caminos, para su utilización por la fauna.	La propia medida.
A.5.4	Utilización de embarcaciones y de medios auxiliares para el dragado de la zanja y la instalación de la conducción.	Cumplir la normativa vigente en cuanto al vertido al mar de sustancias peligrosas desde buques (MARPOL).
A.5.5	Utilización de medios materiales.	Que liberen al medio la menor cantidad posible de finos y de la materia orgánica contenida en el sedimento aportado.
A.5.6	Uso de los productos y aditivos del proceso de desalación.	Optimización de su uso.
A.5.7	Optimización de caudales de agua marina de rechazo de vertidos.	La propia medida.
A.5.8	Características del efluente.	Cumplir límites establecidos en la Autorización de vertido.
A.5.9	Gestión de las aguas sanitarias que se produzcan en las instalaciones.	Evacuadas a la red pública, o tratadas mediante los oportunos sistemas de depuración (para que sean vertidas en las mejores condiciones que a tal efecto prevé la reglamentación).
A.5.10	Elaboración de un Plan de emergencia.	Que contemple el modo de proceder en caso de producirse vertido accidental.



FIGURA 1. Zona de trabajo en la IDAM señalizada.



FIGURA 2. Separación de residuos en planta.



FIGURA 3. Limpieza de la zona de conducción desde los pozos de captación hacia la IDAM.

B. Medidas preventivas sobre el medio biótico		
B.1. Paisaje		
Número	Medida	Requisitos
B.1.1	Reducir el impacto visual de los acabados de las obras, en las restauraciones y construcciones.	Potenciar la utilización de materiales típicos. Empleo de colores que se adecuen a la composición cromática de la zona. (Figura 4).
B.1.2	Continuar con las permanencias formales del espacio y garantizar una buena inserción paisajística.	Mantener los patrones de distribución de las parcelas.
B.2. Comunidades naturales terrestres		
Número	Medida	Requisitos
B.2.1	Mantenimiento y potenciación de la vegetación de la zona.	Continuo a lo largo de todo el trazado de las instalaciones y edificaciones. Disponer sistemas de protección a ejemplares vegetales singulares que se estiman en riesgo debido a su proximidad a la obra o caminos de acceso.
B.2.2	Reducir efectos negativos sobre las aves.	Insonorizados en sus elementos principales (silenciadores) y materiales de construcción aislantes sobre los elementos emisores de origen mecánico. Emisión sonora de 65 dB(A) a 10m de las edificaciones. Las bombas de instalación cumplirán la normativa vigente respecto a los niveles de emisión sonora. El nivel de inmisión sonora de la maquinaria deberá ajustarse a las prescripciones de la normativa de la UE.
B.2.3	Las líneas de alta tensión que suministran energía irán enterradas aprovechando las zanjas de las canalizaciones.	La propia medida.
B.2.4	Organización de los trabajos.	Evitar las obras durante los períodos de cría y nidificación de la avifauna, comprendidos entre marzo y agosto. Los trabajos que puedan resultar más conflictivos no coincidirán con los períodos de máxima actividad de la fauna más sensible (evitar las primeras y últimas horas del día y de la noche).
B.2.5	Disminuir la velocidad de los vehículos.	La propia medida.
B.2.6	Limpieza periódica de la superficie foliar del polvo generado por los acopios de áridos y por la manipulación del cemento.	Sobre todo de forma que se evite la formación de depósitos sólidos encima de las hojas.
B.2.7	Desbroce.	Iniciarse en el centro de la explanada de la planta y que progrese hacia el borde exterior. (Figura 5).
B.2.8	Adoptar medidas de protección en caso de detectarse nidadas, camadas o puestas de especies de fauna.	Previo al desbroce y otras actuaciones. Realizar un Proyecto de Actuación para la Protección de la Fauna Vulnerable, en coordinación con los organismos responsables.
B.3. Comunidades bentónicas		
Número	Medida	Requisitos
B.3.1	Se aplicarán las medidas preventivas relativas a suelo-sedimento marino (A.4) e hidrológicas (A.5).	Se aplicarán los requisitos de las medidas preventivas relativas a suelo-sedimento marino (A.4) e hidrológicas (A.5).
B.4. Comunidades pelágicas		
Número	Medida	Requisitos
B.4.1	Se aplicarán las medidas preventivas relativas a suelo-sedimento marino (A.4) e hidrológicas (A.5).	Se aplicarán los requisitos de las medidas preventivas relativas a suelo-sedimento marino (A.4) e hidrológicas (A.5).
B.5. Espacios naturales protegidos		
Número	Medida	Requisitos
B.5.1	Tipología y localización de las tuberías.	Las tuberías estarán enterradas.
B.5.2	Mantenimiento y potenciación de la vegetación de la zona.	Continuo a lo largo de todo el trazado de las instalaciones y edificaciones. Disponer sistemas de protección a ejemplares vegetales singulares que se estiman en riesgo debido a su proximidad a la obra o caminos de acceso.
B.6. Especies protegidas		
Número	Medida	Requisitos
B.6.1	Se aplicarán las medidas preventivas relativas a suelo-sedimento marino (A.4) e hidrológicas (A.5).	Se aplicarán los requisitos de las medidas preventivas relativas a suelo-sedimento marino (A.4) e hidrológicas (A.5).



FIGURA 4. Empleo de materiales y colores típicos de la zona en la instalación para los pozos de captación.



FIGURA 5. Desbroce en el acceso a la IDAM.

C. Medidas preventivas sobre aspectos socio-económicos		
C.1. Infraestructuras y servicios		
Número	Medida	Requisitos
C.1.1	Minimizar riesgos de fallo o parada del proceso de desalación de agua.	La propia medida.
C.2. Calidad de vida		
Número	Medida	Requisitos
C.2.1	Control de la emisión de polvo y partículas en suspensión a la atmósfera. Se aplicarán las medidas preventivas acústicas (A.3) e hidrológicas (A.5).	Riegos diarios a los accesos y áreas donde se den movimientos de tierra que generen polvo. Se aplicarán los requisitos de las medidas preventivas relativas a aire y medio atmosférico (A.2), acústicas (A.3) e hidrológicas (A.5).
C.3. Actividad pesquera		
Número	Medida	Requisitos
C.3.1	Se aplicarán las medidas preventivas relativas a suelo-sedimento marino (A.4) e hidrológicas (A.5).	Se aplicarán los requisitos de las medidas preventivas relativas a suelo-sedimento marino (A.4) e hidrológicas (A.5).
C.3.2	Notificar a las Cofradías de pescadores de los municipios colindantes el periodo de ejecución de las obras marinas.	No afectar a la navegación de las embarcaciones pesqueras profesionales en sus recorridos habituales.
C.4. Patrimonio histórico-artístico		
Número	Medida	Requisitos
C.4.1	Control de posibles hallazgos de restos en yacimientos no catalogados durante el PVA.	La propia medida.

D. Medidas correctoras sobre el medio físico		
D.1. Infraestructuras y servicios		
Número	Medida	Requisitos
D.1.1	Incorporar al proyecto un sistema de dilución previa, con toma de agua de mar.	Se pondrá en marcha un Protocolo de parada progresiva en caso de superar 38,3 UPS (unidades de salinidad práctica) el 25% de las observaciones o 39,5 UPS el 5%. Si la salinidad supera 38,3 UPS: se mezcla el rechazo con agua marina. Si aún así se supera el límite de salinidad marcado se mezcla el rechazo hipersalino con el vertido de la depuradora existente. En caso de seguir superando el límite: parada de la planta enviando el agua bruta por el by-pass de los filtros de arena, que conecta con el emisario de salida; procediendo a la revisión de la instalación para realizar correcciones necesarias antes de la nueva puesta en funcionamiento.
D.1.2	Limpieza y restitución de los suelos contaminados, en caso de producirse un derrame accidental de productos químicos o salmuera.	La propia medida.
D.2. Suelo		
Número	Medida	Requisitos
D.2.1	Superficie afectada por la excavación de la zanja.	Restitución a su estado inicial tras la finalización de las obras. (Figura 6).
D.2.2	Elaboración de un Plan de emergencia.	Que contemple el modo de proceder en caso de producirse vertido accidental.

E Medidas correctoras sobre le medio biótico		
E.1. Paisaje		
Número	Medida	Requisitos
E.1.1	Restauración vegetal en las áreas afectadas por las obras.	Emplear elementos como mínimo de la misma tipología y valor ecológico que los existentes inicialmente (en el caso de que proceda, se exigirá la utilización de plantas autóctonas).
E.1.2	Integración en el paisaje del edificio de la desaladora, el depósito y la estación de impulsión.	Incorporación de pantallas vegetales que reduzcan su visión desde el exterior.
E.1.3	Tipología y localización de las tuberías.	Las tuberías estarán enterradas. (Figura 7).
E.1.4	Mantenimiento de las pantallas vegetales y de las revegetaciones realizadas en el entorno de las instalaciones.	Dotar de medios necesarios.
E.1.5	Instalaciones auxiliares.	Desmantelamiento tras el cese de las obras.
E.2. Comunidades naturales terrestres		
Número	Medida	Requisitos
E.2.1	Minimizar la contaminación lumínica de las instalaciones.	Adoptar medidas correctoras. Especialmente en zonas con ambientes naturales bien conservados. Caso que sea necesario realizar trabajos por la noche, la potencia y orientación de los puntos de luz deberá minimizar la dispersión más allá de la zona de actuación.
E.2.2	Sustitución de los sistemas de protección que hayan sufrido deterioro.	La propia medida.
E.2.3	Medidas en aquellos pies de especies de flora en los que se juzgue insuficiente las medidas de protección adoptadas.	Incrementarlas.
E.3. Espacios naturales protegidos		
Número	Medida	Requisitos
E.3.1	Replantar nuevas especies en caso de afección accidental a alguna de las estructuras arbóreas por actuaciones incluidas en áreas con algún interés paisajístico (en concreto, ubicación de la planta y las conducciones desde la planta IDAM hasta el punto de conexión con la red existente).	La propia medida.



FIGURA 6. Restitución a su estado inicial de la superficie afectada por la zanja en un torrente.



FIGURA 7. Vial por donde se encuentra soterrada la conducción de salmuera.

F. Medidas compensatorias sobre comunidades naturales terrestres		
Número	Medida	Requisitos
F.1	Mantenimiento de las actuaciones de revegetación.	Continuo a lo largo de la traza de la conducción, en la estación de impulsión y el depósito, y en la urbanización de la planta desaladora.

G. Programa de Vigilancia Ambiental		
G.1. Objetivos generales		
Número	Medida	Requisitos
G.1.1	Analizar el grado de ajuste entre el impacto que teóricamente generará la actuación, y el impacto real producido durante la ejecución de la obra o durante la fase de funcionamiento.	La propia medida.
G.1.2	Detectar las eventualidades aparecidas durante el desarrollo de la actuación.	La propia medida.
G.1.3	Seguimiento y control de la eficacia de las medidas moderadoras.	La propia medida.
G.2. Contenido básico		
G.2.1. Descripción de las operaciones de vigilancia ambiental		
Número	Medida	Requisitos
G.2.1.a	Adaptación del PVA propuesto en el EsIA al contenido de la DIA, si fuera necesario.	La propia medida.
G.2.1.b	Elaboración de un cuadro resumen de operaciones de vigilancia y sistemas de control.	La propia medida.
G.2.1.c	Preparación de listado de operaciones a realizar.	La propia medida.

G.2.2. Programación de todas las acciones y operaciones de vigilancia: diagrama y calendario respecto a la obra		
Número	Medida	Requisitos
G.2.2.a	Programación específica del PVA en función de las diferentes unidades impactantes de carácter temporal.	La propia medida.
G.2.2.b	Programación de operaciones a realizar a corto plazo (durante la ejecución de la obra) y a medio plazo (como mínimo en el plazo de 2 años desde su finalización).	La propia medida.
G.2.2.c	Programación espacial de la vigilancia ambiental.	La propia medida.
G.2.2.d	Elaboración de un plano-síntesis de situación de todas las medidas que deben ser sometidas a control.	La propia medida.
G.2.3. Planificación metodológica del funcionamiento de la asistencia técnica ambiental		
Número	Medida	Requisitos
G.2.3.a	Secuencia de controles: criterio de decisión.	La propia medida.
G.2.3.b	Revisiones sistemáticas.	La propia medida.
G.2.3.c	Coordinación con la Dirección de la obra.	Participación en las modificaciones del proyecto, en la aprobación de partidas de obra con incidencia ambiental, determinación de atribuciones ejecutivas de la vigilancia ambiental, en la resolución de las quejas planteadas por la población supuestamente afectada por la obra, con intervención en el ámbito de los medios de comunicación social.
G.3. Contenido indicativo		
G.3.1. Previo a la realización de la obra		
Número	Medida	Requisitos
G.3.1.a	Reconocimiento del terreno donde se va a implantar el proyecto de la desaladora	La propia medida
G.3.2. Durante la realización de la obra		
Número	Medida	Requisitos
G.3.2.a	El equipo de asistencia técnica medioambiental estará en la obra.	Realizará la comprobación de que la ejecución de la obra se ajusta a lo previsto en el EsIA.
G.3.2.b	Supervisión del trazado de los caminos de la obra.	La propia medida.
G.3.2.c	Control de la ubicación y uso que se haga de instalaciones, almacenes y maquinaria de obra.	Parques de maquinaria y almacenes en emplazamientos adecuados. Contenedores adecuados para el contenido que almacenen. Control del buen funcionamiento de la maquinaria de la obra. Emisiones de ruido y gases de combustión se ajustarán a la normativa.
G.3.2.d	Comprobar que la ejecución de la obra se ajusta a lo previsto en el EsIA.	La propia medida.
G.3.2.e	Control del abastecimiento de agua en la obra.	Controlar que la procedencia del agua de la obra es de la red de abastecimiento. Vigilar que el consumo de agua se ajuste a las necesidades reales y no se desaprovecha agua de forma innecesaria.
G.3.2.f	Control de las obras de drenaje superficial.	Se vigilará que durante el movimiento de tierras y construcción de los elementos del proyecto, no se produzcan modificaciones sustanciales de las redes y sistemas de drenaje natural. Se vigilará la correcta ejecución de las obras de drenaje.
G.3.2.g	Control de la contaminación de aguas subterráneas y superficiales.	En el caso de que aparezcan contaminantes en las aguas será el equipo de vigilancia ambiental quien, junto con la dirección de obra, determine su importancia.
G.3.2.h	Vigilancia de actuaciones sobre patrimonio natural.	En el caso de que aparezcan elementos de interés faunístico o florístico no previstos, será el equipo de vigilancia ambiental junto con la dirección de obra quienes determinen su importancia. Examen periódico de la zona de actuación, con recogida (si fuera necesario) de ejemplares de fauna vertebrada y traslado hacia zonas próximas. En el supuesto de no llegar a un acuerdo, se acudirá a un profesional especializado y se paralizarán las obras hasta que se tome una decisión.

G.3.2. Durante la realización de la obra (continuación)		
Número	Medida	Requisitos
G.3.2.i	Análisis del efecto barrera.	La propia medida.
G.3.2.j	Evaluar el incremento de los riesgos de incendios y deslizamientos.	Control de la estabilidad de taludes y laderas. Control de los riesgos de incendio.
G.3.2.k	Vigilancia del patrimonio histórico-artístico.	Controles periódicos para comprobar la no-aparición de elementos del patrimonio arqueológico. En el caso de que eventualmente se produzca un hallazgo, se procederá a la entrega del material a la Administración competente más próxima.
G.3.2.l	Control de los materiales utilizados en el proyecto.	Control de la calidad de los materiales utilizados en la obra. Cumplimiento con su cometido de prevención de riesgos ambientales.
G.3.2.m	Vigilancia de las operaciones de plantación de vegetación y del paisaje.	Se hará un seguimiento y control de las plantaciones que se realicen.
G.3.2.n	Alertar al personal que esté aplicando incorrectamente las medidas protectoras prescritas, e informar en relación a afecciones graves sobre el medio no previstas.	Identificación de: la actuación causante del impacto, elemento del medio afectado, medidas adoptadas para la minimización de las afecciones.
G.3.3. Durante la fase de funcionamiento		
G.3.3.a. Protección de la vegetación y revegetación		
Número	Medida	Requisitos
G.3.3.a.1	Seguimiento detallado de las labores de siembra, plantación y mantenimiento.	A la finalización de las plantaciones se comprobará su correcta ejecución. Posteriormente se hará un seguimiento de las labores de mantenimiento y se procederá a la reposición de marras.
G.3.3.b. Plan de vigilancia de las tareas de mantenimiento		
Número	Medida	Requisitos
G.3.3.b.1	Comprobación del tratamiento de los residuos domésticos y de proceso de la planta.	Por su conexión con la depuradora municipal o en la propia planta.
G.3.3.b.2	Control de la gestión, destino y retirada de residuos de lubricantes, combustibles y otros productos químicos utilizados en las instalaciones.	Gestión rigurosa. Destino: depositados en talleres y otros lugares especializados y acondicionados. Retirada: Lo realizará una empresa especializada en su tratamiento.
G.3.3.c. Vigilancia estructural de la conducción de vertido		
Número	Medida	Requisitos
G.3.3.c.1	Inspección del tramo sumergido de la conducción y de sus principales elementos en lo referente a posibles roturas, corrimientos, fisuras y descalces de las tuberías.	Toda la longitud del tramo. Emplear buceadores o instrumental sumergible. Frecuencia: anualmente. En condiciones de carga hidráulica máxima.
G.3.3.d. Control del efluente		
Número	Medida	Requisitos
G.3.3.d.1	Equipos para el muestreo.	Conducciones con dispositivos específicos que permitan acceso fácil para obtención de muestras representativas del flujo y determinación de características físicas del vertido en cada momento.
G.3.3.d.2	Muestreo del efluente.	Lugar: en el arranque de la conducción. Frecuencia, orientativa: mensual. Determinaciones, orientativo: salinidad, T [°] , caudal, concentración de SS, turbidez, concentración de nutrientes (nitritos, nitratos, ortofosfatos y amonio), pH.

G.3.3.e. Calidad de las aguas marinas receptoras		
Número	Medida	Requisitos
G.3.3.e.1	Seguimiento del control de la salinidad.	Se establecerá un Protocolo de parada: Se pondrá en marcha en caso de superar 38,3 UPS el 25% de las observaciones o 39,5 UPS el 5%. Si la salinidad supera 38,3 UPS: se mezcla el rechazo con agua marina. Si aún así se supera límite de salinidad marcado se mezcla el rechazo hipersalino con el vertido de la depuradora existente. En caso de seguir superando el límite: parada de la planta enviando el agua bruta por el by-pass de los filtros de arena, que conecta con el emisario de salida; procediendo a la revisión de la instalación para realizar correcciones necesarias antes de la nueva puesta en funcionamiento.
G.3.3.e.2	Comparativa de la modelización realizada sobre el comportamiento de dilución mediante el método Cormix.	Con los resultados reales que se obtengan de la red de muestreo.
G.3.3.e.3	Calibrar y validar el modelo de dilución del vertido.	Muestreos mensuales. Empleo de sonda multiparamétrica CTD. Establecer puntos de muestreo alrededor del punto de inyección.
G.3.3.e.4	Control de la calidad del medio receptor del efluente.	Simultáneo al control de la calidad del efluente.
G.3.3.e.5	Puntos de muestreo.	3 sobre la línea de costa (2 a ambos lados de la conducción de vertido y 1 en el arranque de ésta). 1 en la salida del efluente. Puntos suficientemente representativos y contrastados, fijados para posteriores controles.
G.3.3.e.6	Frecuencia de muestreo.	2 veces al año.
G.3.3.e.7	Programa de Medidas.	En continuo de la estructura termohalina y concentración de oxígeno disuelto. Toma de muestras de agua para análisis de: concentración de SS, turbidez y concentración de nutrientes (nitritos, nitratos, ortofosfatos y amonio), oxígeno disuelto.
G.3.3.e.8	Obtención de datos.	2 campañas de distribución de salinidad, una al inicio y otra la final de los 6 meses previstos de duración del plan de seguimiento. Campaña semanal de obtención de datos y limpieza de equipos, asegurando así la fiabilidad de los datos obtenidos por el mismo.
G.3.3.f. Control del sedimento y de los organismos bentónicos		
Número	Medida	Requisitos
G.3.3.f.1	Muestras de sedimento superficial.	Mediante draga tipo Van Veen. Frecuencia: anual. Época: primavera.
G.3.3.f.2	Estaciones de muestreo.	3 estaciones sobre la misma cota batimétrica. Una en la zona de influencia directa del vertido (a distancia <20 m). Otra a unos 50 m en el sentido de la corriente predominante. Otra a unos 100 m fuera del área de influencia.
G.3.3.f.3	Análisis físico-químico sobre las muestras de sedimento.	Contenido de materia orgánica y potencial redox.
G.3.3.f.4	Análisis biológico sobre las muestras de sedimento.	Elaboración de listados faunísticos y florísticos. Cálculo de la riqueza, densidad y espectro de diversidad, abundancia y dominancia de la comunidad. Cálculo de la biomasa y de las relaciones porcentuales de los principales grupos faunísticos. Los datos serán comparados con los valores obtenidos en el estudio inicial del medio y en la primera muestra.
G.3.3.g. Control de praderas		
Número	Medida	Requisitos
G.3.3.g.1	Seguimiento de la influencia del vertido hipersalino sobre las praderas de <i>P. oceanica</i> y su evolución.	Establecer una red de muestreo con 3 estaciones (una de ellas fijada como estación sensible).
G.3.3.g.2	Análisis parámetros relativos a las praderas de fanerógamas marinas.	Nº de haces/ud. de superficie. Tipología de crecimiento de los haces (<i>ortótropos/plagiótropos</i>). Grado de enterramiento. Nº de hojas/haz. Longitud y forma de las hojas. Recubrimiento de epifitos. Grado de herbivorismo.

G.3.4. Emisión de informes		
Número	Medida	Requisitos
G.3.4.a	Emisión de informes con carácter quincenal durante la ejecución de la obra.	Se emitirán a la Propiedad. Contenido: Resultados referidos al periodo inmediatamente anterior. Verificación del grado de ajuste del impacto real al previsto, con el seguimiento en la evolución de la calidad del medio y la comprobación de que no se produzcan fenómenos no contemplados en el EsIA. Valoración de la producción de efectos secundarios sobre los receptores del ecosistema o los recursos naturales.
G.3.4.b	Emisión de informes de las actuaciones ejecutadas y una valoración global del impacto producido.	Se emitirán a la Propiedad. Antes de la emisión del acta de recepción provisional de la obra.
G.3.4.c	Contenido de los informes.	Propuestas y recomendaciones que se estimen necesarias. Desbroce y eliminación de la cubierta vegetal en la zona de actuación, así como la recuperación y mantenimiento de tierra vegetal. Actuaciones relativas al mantenimiento de la permeabilidad territorial en carreteras y viales. Actuaciones en relación con la protección del sistema hidrológico. Actuaciones en relación con la protección de ecosistemas. Residuos procedentes del mantenimiento de la maquinaria y su gestión. Residuos derivados del funcionamiento y mantenimiento de las instalaciones. Señalización de las zonas a proteger, estado de la misma y labores de reposición si fuese necesario. Disposición de la vegetación implantada y labores de mantenimiento. Nuevos problemas ambientales detectados y medidas adoptadas.
G.3.4.d	Emisión de informes anualmente y durante 2 años a partir del acta de recepción provisional de la obra.	Se emitirán a la Propiedad.
G.3.4.e	Inclusión de propuestas y recomendaciones en los informes.	La propia medida.
G.3.4.f	Emisión de un informe especial.	Cuando se presenten circunstancias o sucesos excepcionales que impliquen un deterioro ambiental o situaciones de riesgo.
G.3.4.g	Replanteamiento del PVA.	En el caso de que fuera necesario. En el plazo de 6 meses a partir de la puesta en funcionamiento de la planta desaladora. Teniendo en cuenta los datos obtenidos de evolución de la salinidad del agua del mar así como de la evolución de las praderas de <i>P. oceanica</i> .

4. EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS

Puesto que se han establecido dos grados de evaluación (cumplimiento y valoración) se realizarán dos análisis. El primero de ellos interpreta la consecución de unas exigencias y podrá adoptarse como punto de partida para ajustar las medidas necesarias para resolver las deficiencias encontradas. Sin embargo, la valoración se ha estimado conveniente para determinar el grado de ajuste del procedimiento de EvIA a los requisitos establecidos en un marco más amplio; por ello su cumplimiento debe considerarse como una mejora sin que su omisión comprometa a adoptar ningún tipo concreto de actuaciones.

Con el fin de abordar el análisis, se debe aplicar la expresión matemática [1]¹ a partir de la cual se estima el nivel de cumplimiento o valoración de la totalidad de los indicadores o de un determinado grupo de ellos:

$$\frac{\sum a}{b} * 100 = c\% \quad (1)$$

donde:

- Σa** es la puntuación obtenida.
- b** es la puntuación máxima que podría obtenerse, excluyendo los indicadores con categoría D ó N.
- c** es el porcentaje total de cumplimiento o valoración.

(1) Expresión empleada en los Informes Trimestrales de la IDAM de estudio.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA LA IDAM SELECCIONADA

Mediante el empleo de [1], se obtiene que el porcentaje total de cumplimiento de los indicadores de estudio es de 89,8%, por tanto muy elevado, y el porcentaje total de valoración es de 54,2%. A partir de estos valores es posible determinar que la aplicación del PVA en el proyecto de la IDAM seleccionada se cumple con elevado éxito, a partir del seguimiento de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias incluidas en el EsIA y la DIA.

Por otro lado, en lo relativo a la valoración de las medidas obtenidas de la literatura especializada sobre evaluación ambiental de proyectos, se presenta un porcentaje aceptable (54,2 %). Aunque este dato no comprometa a adoptar ningún tipo concreto de actuaciones, sí resulta de especial interés aplicar la expresión [1] a cada grupo de medidas con el fin de analizar los resultados con más detalle (Tabla 1).

Las medidas preventivas sobre el medio físico y el biótico así como las medidas correctoras sobre el medio biótico presentan los porcentajes de valoración más bajos. Debe considerarse como que aún podrían aplicarse algunas medidas en estos aspectos. Por otro lado cabe destacar que el PVA presenta unos porcentajes de cumplimiento y de valoración considerablemente altos (92,7 y 83,3 % respectivamente), lo que indica que la asistencia técnica ambiental está actuando eficientemente.

En la Figura 8 se observa que el porcentaje de medidas incluidas en el EsIA o en la DIA que se están aplicando ade-

TABLA 1. Porcentaje total de cumplimiento y valoración para cada uno de los grupos de medidas.

	Cumplimiento %	Valoración %
Medidas preventivas sobre el medio físico	90,1	50,0
Medidas preventivas sobre el medio biótico	79,5	33,3
Medidas preventivas sobre aspectos socio-económicos	73,3	-
Medidas correctoras sobre el medio físico	100,0	-
Medidas correctoras sobre el medio biótico	90,5	55,6
Medidas compensatorias sobre comunidades naturales terrestres	100,0	-
Programa de Vigilancia Ambiental	92,7	83,3

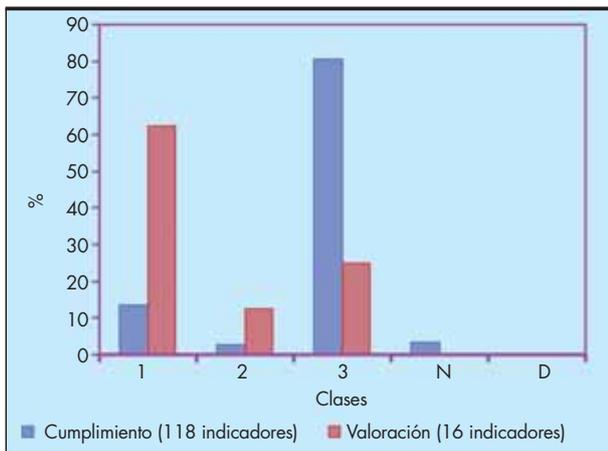


FIGURA 8. Distribución en porcentaje de cada categoría tanto en cumplimiento como en valoración. Se señala también el número de indicadores utilizados en cada uno.

cuadramente es muy alto, por encima del 80%. Por el contrario, del resto de medidas recogidas en la bibliografía especializada, aproximadamente un 25% se están valorando adecuadamente, lo que deja abierta la posibilidad de mejorar no sólo en lo que es de estricto cumplimiento el desarrollo del PVA en esta desalinizadora. Sin embargo el número de medidas de este último grupo es muy inferior (16) al de las medidas incluidas en el EsIA o en la DIA (118).

6. CONCLUSIONES

La valoración semicuantitativa de la aplicación de las medidas incluidas en los PVA es útil para controlar la calidad de su aplicación. Por el contrario, la valoración cualitativa mediante colores o iconos dificulta el seguimiento de la aplicación de los citados Programas.

Esta valoración semicuantitativa del desarrollo del PVA permite detectar las carencias durante la ejecución del proyecto, de modo que la dirección ambiental en coordinación con la dirección de obra puedan gestionar las medidas convenientemente. También puede facilitar la discriminación de los grupos de medidas que más se estarían descuidando, si éste fuera el caso. Por tanto, este seguimiento proporciona al responsable de medioambiente una herramienta para requerir a la dirección de obra determinadas modificaciones en la aplicación de las medidas.

La selección de estas medidas variará conforme a las características del proyecto de cada IDAM, si bien las que se han seleccionado en este caso son válidas para la mayor parte de este tipo de proyectos.

La aplicación a una IDAM concreta ha permitido mostrar la viabilidad de la metodología de evaluación expuesta. Por otro lado, es factible su aplicación en sucesivas campañas durante la ejecución y al inicio del funcionamiento, como control de calidad de la aplicación del PVA.

Los resultados obtenidos en la valoración de esta IDAM son los esperados, ya que las medidas procedentes del EsIA y la DIA son de obligado cumplimiento, de modo que los responsables ambientales y de obra ponen todos los medios para alcanzar su mejor desarrollo. Sin embargo las medidas recogidas en diferentes fuentes bibliográficas, al no ser necesario su cumplimiento, suponen un gasto económico difícilmente asumible por el promotor.

7. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la colaboración del personal encargado de la asistencia ambiental de la IDAM y de Manuel Antequera Ramos, del Centro de Estudios de Puertos y Costas del CEDEX.

El presente artículo se basa en el proyecto de graduación del Master Oficial en Restauración de Ecosistemas de la Universidad de Alcalá presentado por Sarah Ruiz Arriaga, titulado "Desarrollo de un método de análisis sobre la aplicación de la Evaluación de Impacto Ambiental. El caso de la Vigilancia Ambiental de una Instalación Desaladora de Agua Marina". El proyecto fue dirigido por Manuel García Sánchez-Colomer en el Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas, dentro del Acuerdo de Colaboración firmado entre la Universidad de Alcalá y el CEDEX el 20 de febrero de 2006.

8. BIBLIOGRAFÍA

- EsIA, DIA, Informes Ordinarios e Informes Trimestrales elaborados por la asistencia técnica ambiental, incluyendo el Informe del Estado Inicial, Modificado nº 1 del Proyecto: Anejo ambiental, Memoria Descriptiva, Memoria Resumen y *Addenda* de la IDAM de estudio.
- BOE nº 23 de 26/1/2008, Pág. 4986 a 5000. Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos.
- BOE nº 239 de 5/10/1988, Pág. 28911 a 28916. Real Decreto 1131/1988, de 30 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de junio, de Evaluación de Impacto Ambiental.
- Gómez Orea, D.; Gómez Villarino M. (2007). *Consultoría e Ingeniería Ambiental*. Ed. Mundi-Prensa.
- Juan J. Martínez de la Vallina, Borrador abril (2007). *Medio ambiente, evaluación ambiental y desalinización (Guía metodológica para la elaboración de estudios de impacto ambiental de desaladoras)*.