

ENTREGABLES 1.1. y 1.2a		Expediente	RM16-XX-038	Anualidad	01
Entidad	Fundación Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria (FIHAC)				



**Entregable 1.1. Documento de
diseño del sistema**

Entregable 1.2.a Manual de uso



ÍNDICE

1. Descripción general	2
2. Diseño de la arquitectura de la aplicación	2
3. Diseño de la interfaz de usuario	5
4. Valoración del Impacto	11
4.1 Función de ruido.....	11
4.2 Función de ocupación de espacios naturales protegidos	12
4.3 Función de ocupación de recursos marinos.....	12
4.4 Función de ocupación de ocio y turismo	13
4.5 Función de ocupación de tráfico marino	13
4.6 Función de rotores	14
4.7 Función de afección por estructuras	14
4.8 Función de visibilidad	15
4.9 Función de ocupación de espacios restringidos	15
5. Resultados	15
6. Incertidumbres	16
7. Instalación AMBEMAR-DSS	17

ANEXO I. Criterios de evaluación para la aplicación de AMBEMAR-DSS_v1.0 (en inglés)



1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Las energías renovables marinas constituyen en la actualidad una solución viable a la creciente demanda energética y la amenaza del Cambio Climático. Sin embargo, a menudo, el desarrollo de este tipo de proyectos se ve frenado por no superar el correspondiente proceso de Evaluación de Impacto Ambiental.

Para ello se plantea el desarrollo de AMBEMAR-DSS, un Sistema de Soporte a las Decisiones que, basado en información cartográfica y utilizando criterios de evaluación objetivos, cuantificables y estandarizados, permite realizar valoraciones y análisis geoespaciales comparativos entre distintas alternativas de proyecto.

AMBEMAR-DSS trata de establecer una base para el entendimiento y el acuerdo entre las distintas partes implicadas (investigadores, promotores, administraciones públicas, organizaciones ambientales y público en general), de cara a buscar soluciones que permitan el desarrollo de las energías renovables marinas, minimizando su coste ambiental.

En el presente documento se describen los avances realizados en la tarea 1 del proyecto, correspondiente al desarrollo del sistema AMBEMAR-DSS, y más concretamente en lo referente al análisis y el diseño del sistema (Entregable 1.1). Además, también se incluye el entregable 1.2a, correspondiente al manual de usuario. El entregable 1.2b corresponde al software AMBEMAR-DSS-v1.0, entregado por separado

2. DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DE LA APLICACIÓN

El diseño, desarrollo e implementación del Sistema AMBEMAR-DSS ha sido llevado a cabo mediante un enfoque iterativo e incremental, en el cual el DSS ha sido desarrollado a través de ciclos repetidos (iterativos) y en porciones a la vez (incrementales), permitiendo a los miembros del equipo AMBEMAR aprovechar lo aprendido durante el desarrollo de versiones anteriores. Cada ciclo llevó a cabo cuatro tareas, ver Figura 1: (1) análisis de requisitos, (2) especificaciones de software, (3) desarrollo de software y (4) retroalimentación y corrección de errores.

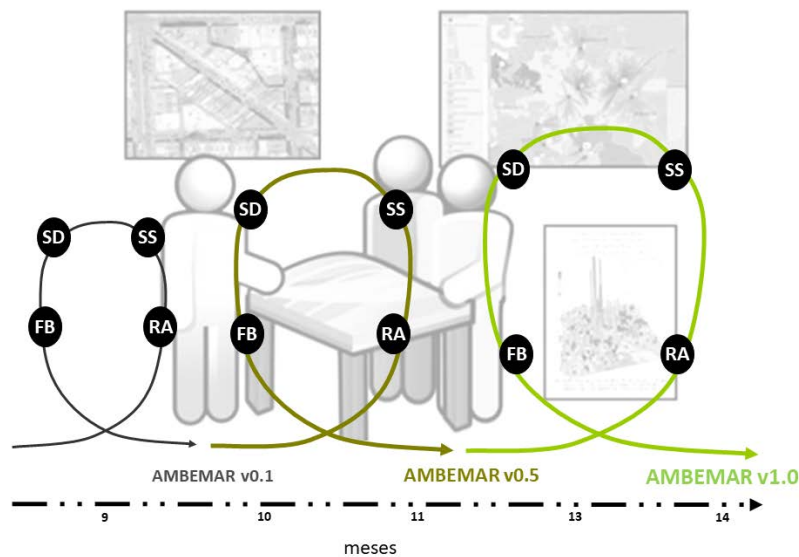


Figura 1. Desarrollo de software iterativo

El **análisis de requisitos (RA)** se centró en las relaciones entre las diferentes características del sistema, se analizaron los datos y los requisitos funcionales del Sistema. Esta etapa desglosó los requisitos funcionales y no funcionales en una vista de diseño básico para proporcionar un marco para el proceso de desarrollo de software.

Las funcionalidades principales que el Sistema proporciona a los usuarios finales fueron definidos por las **especificaciones del software (SS)**. Esta descripción se basó en el análisis de requisitos (RA). Las especificaciones del software describen completamente lo que hace el software y cómo se espera que funcione. Las especificaciones ayudan a evitar la duplicación y las inconsistencias y actúan como una referencia para el desarrollo de software.

A partir de las especificaciones del software, la fase de **desarrollo del software (SD)** desarrolló los componentes y módulos para satisfacer todas las especificaciones indicadas anteriormente. Esta acción proporciona una versión de software del DSS AMBEMAR. Cada versión incluye más funcionalidad en un enfoque iterativo e incremental. Actualmente la versión del Sistema AMBEMAR es v1.0, ver Figura 2, la cual podría ir evolucionando con la incorporación de nuevas metodologías a través de nuevos proyectos (por ejemplo, AMBEMAR 2) y por lo tanto nuevas funcionalidades.



Figura 2. Versionado de AMBEMAR-DSS v1.0 (arriba izquierda)

La última fase de cada ciclo iterativo en el desarrollo del Sistema AMBEMAR fue la retroalimentación y el **seguimiento de errores (FB)**, esta información es muy relevante para un correcto desarrollo del Sistema, incorporando inputs para el análisis de requerimientos (RA) del siguiente ciclo.

La selección de tecnologías necesarias para el desarrollo del software AMBEMAR-DSS está fundamentada en el análisis de requisitos y las especificaciones del software. En este sentido, ha sido seleccionada la tecnología Python y el software *open source* QGIS como base tecnológica geoespacial.

Python es un lenguaje de programación ampliamente conocido por la comunidad científica, se trata de un lenguaje de programación multiparadigma, ya que soporta orientación a objetos, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional. Es un lenguaje interpretado, usa tipado dinámico y es multiplataforma. La filosofía de Python hace hincapié en una sintaxis que favorezca un código legible.

QGIS es un Sistema de Información Geográfica *open source* para plataformas GNU/Linux, UNIX, Mac OS, Microsoft Windows y Android. Permite manejar formatos ráster y vectoriales a través de las librerías GDAL (*Geospatial Data Abstraction Library*) y OGR (*OGR Simple Features Library*). El uso de QGIS ha permitido no partir de cero, y focalizar los esfuerzos en la generación de un plugin que hace uso de muchas de las librerías *open source* geoespaciales.

Un *plugin* es una aplicación que se relaciona con otra para agregarle una función nueva y generalmente más específica. Esta aplicación adicional es ejecutada por la aplicación principal e interactúan por medio de la interfaz de programación de aplicaciones (API).

3. DISEÑO DE LA INTERFAZ DE USUARIO

El diseño de la Interfaz de Usuario (UI) ha sido realizado con Qt Designer, integrando el software en QGIS como un plugin desarrollado en python. Qt Designer es una herramienta para el diseño y la construcción de interfaces gráficas de usuario (GUI por sus siglas en inglés) con las bibliotecas Qt (<https://www.qt.io/>).

El proceso de desarrollo iterativo e incremental ha permitido diseñar y desarrollar la UI del Sistema AMBEMAR. La UI del Sistema está compuesta por cinco secciones: (1) *About*, (2) *Data input*, (3) *Impact Matrix*, (4) *Results* y (5) *Uncertainty*. A continuación, son descritas cada una de ellas:

About

La sección *About*, ver Figura 3, proporciona una introducción al plugin, sus creadores, instituciones que financiaron el desarrollo y un enlace a la página Web donde se los usuarios interesados pueden encontrar más información sobre el producto.



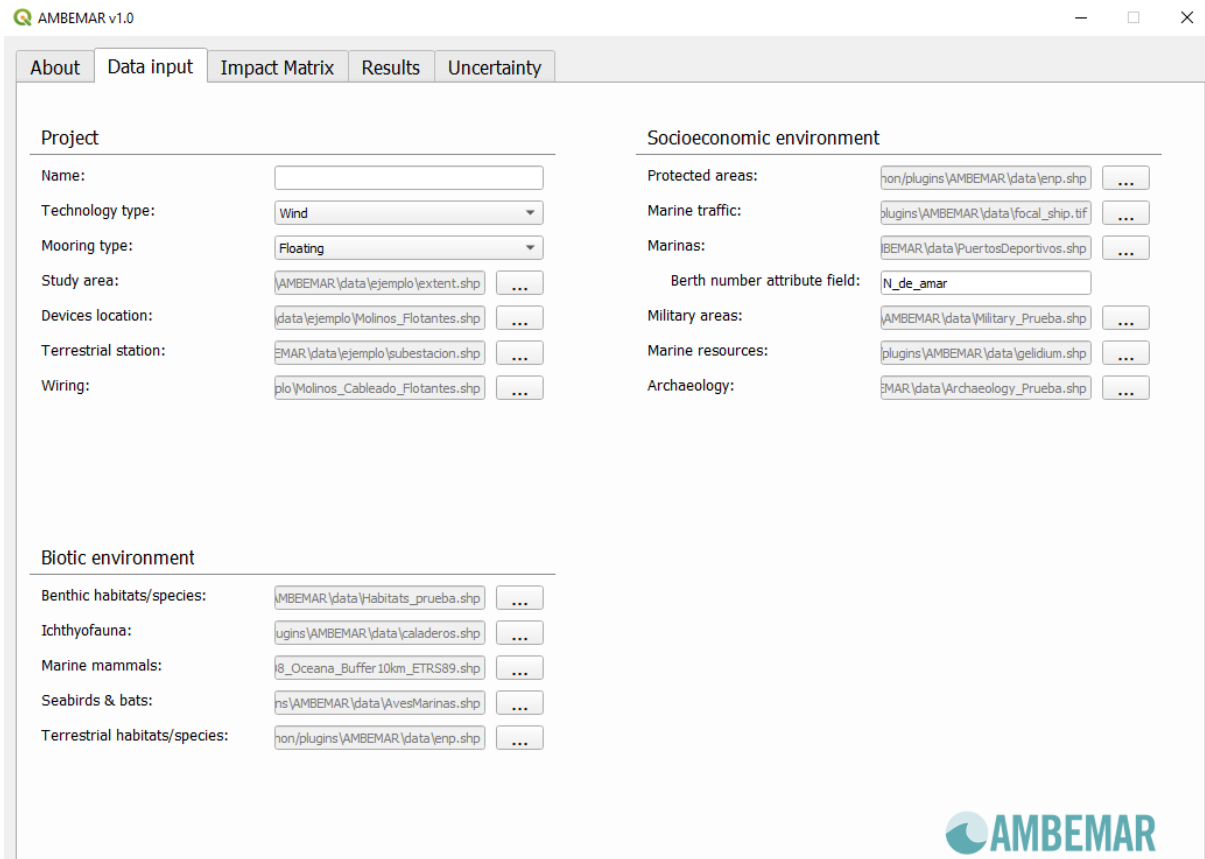
Figura 3. Sección *About* de AMBEMAR-DSS v1.0

Data input

La sección *Data Input* permite al usuario configurar el proyecto con nueva información para la evaluación de impacto. Tal y como puede observarse en la Figura 4, el plugin proporciona

toda la información necesaria por defecto, la cual ha sido compartimentada en tres subsecciones: información relativa al proyecto, información socioeconómica e información medioambiental (hábitats, mamíferos marinos, etc.).

Es importante resaltar que los análisis realizados para la evaluación dependerán de la validez y calidad de los datos incorporados en esta sección.



The screenshot shows the 'Data input' section of the AMBEMAR v1.0 software. The interface is organized into three main sections:

- Project:** Includes fields for Name, Technology type (Wind), Mooring type (Floating), Study area, Devices location, Terrestrial station, and Wiring.
- Socioeconomic environment:** Includes fields for Protected areas, Marine traffic, Marinas, Berth number attribute field, Military areas, Marine resources, and Archaeology.
- Biotic environment:** Includes fields for Benthic habitats/species, Ichthyofauna, Marine mammals, Seabirds & bats, and Terrestrial habitats/species.

Each field is accompanied by a file selection button (three dots) or a dropdown menu. The AMBEMAR logo is visible in the bottom right corner of the interface.

Figura 4. Sección *Data input* de AMBEMAR-DSS v1.0

Impact Matrix

La sección *Impact Matrix* permite la ejecución del cálculo de los diferentes factores de impacto en las fases de construcción, operación y desmantelamiento. En total, el plugin AMBEMAR-DSS v0.1 proporciona 11 Factores de análisis, y 20 funciones de cálculo, ver Figura 5.

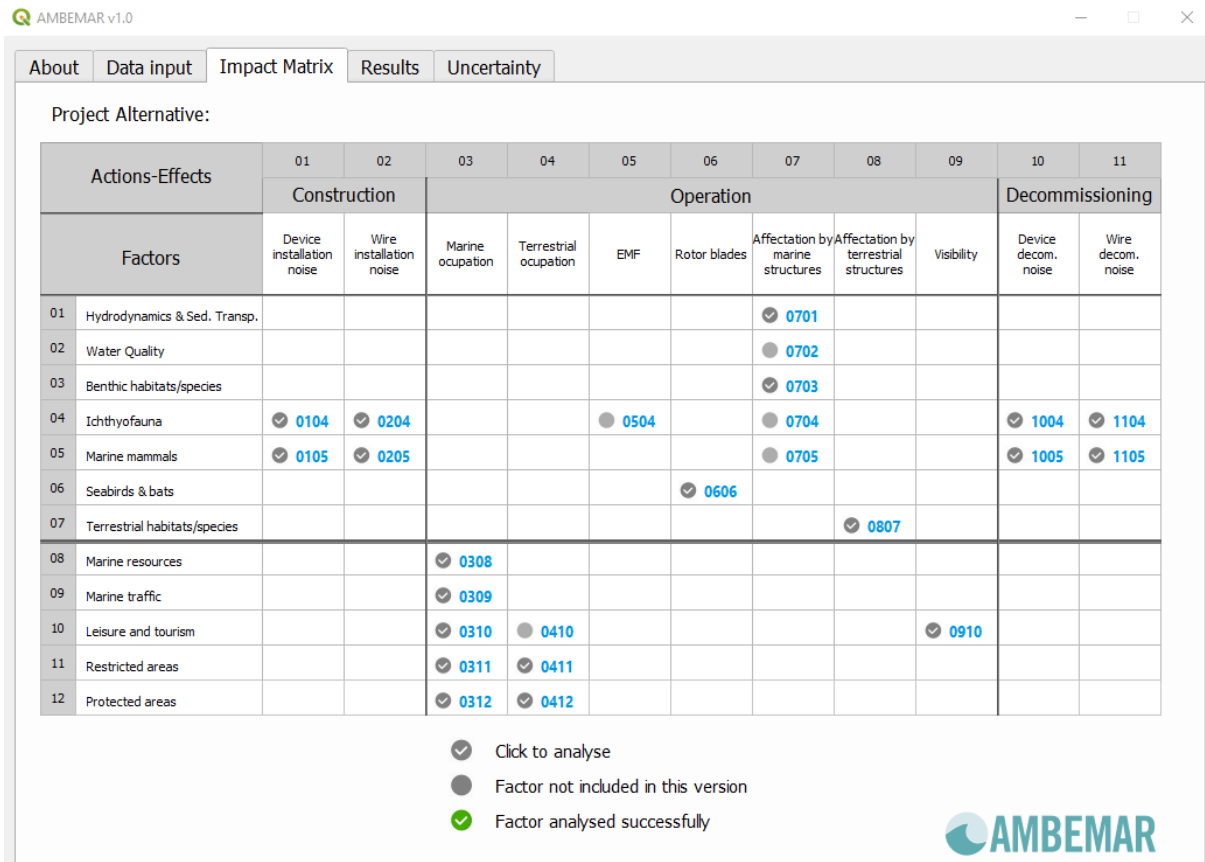


Figura 5. Sección *Impact Matrix* de AMBEMAR-DSS v1.0

La mayor parte de las funciones de cálculo generadas requieren de información adicional que debe ser proporcionada por el usuario. Por lo tanto, en el momento que el usuario selecciona el impacto para su análisis, el sistema proporciona un menú contextual específico para cada función, incluyendo una breve descripción de la funcionalidad, ver Figura 6.

AMBEMAR v1.0

About Data input Impact Matrix Results Uncertainty

Project Alternative:

Actions-Effects	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
Factors	Device installation noise	Construction noise	Construction noise	Construction noise	Construction noise	Construction noise	Construction noise	Disturbance by terrestrial structures	Visibility	Device decom. noise	Wire decom. noise
01 Hydrodynamics & Sed. Transp.											
02 Water Quality											
03 Benthic habitats/species											
04 Ichthyofauna	✓ 0104									✓ 1004	✓ 1104
05 Marine mammals	✓ 0105									✓ 1005	✓ 1105
06 Seabirds & bats											
07 Terrestrial habitats/species								0807			
08 Marine resources											
09 Marine traffic											
10 Leisure and tourism									✓ 0910		
11 Restricted areas											
12 Protected areas											

Hydrodynamic

Mooring type: Floating

Hydrodynamic regime: Soft (e.g. Mediterranean)

Depth (m): 60

Grain Size (D50): 125

Sediment density (kg/m3): 2400

Mooring devices:

Horizontal affection (m2): -

Vertical affection (m): -

Horizontal impact: -

Vertical impact: -

Total impact: -

Calculate

i This element evaluates the impact caused by marine structures and moorings on the hydrodynamics and scouring, considering the type of mooring systems, the hydrodynamic regime of the region, the site depth, the sediment grain size and its density. In case of rocky substrates this element is not applicable.

- ✓ Click to analyse
- Factor not included in this version
- ✓ Factor analysed successfully




Figura 6. Menú contextual Impacto 0701 AMBEMAR-DSS v1.0

El usuario puede ir completando los análisis de toda la matriz de impacto, pudiendo ver claramente todas aquellas que han sido calculadas con éxito, ver Figura 7.

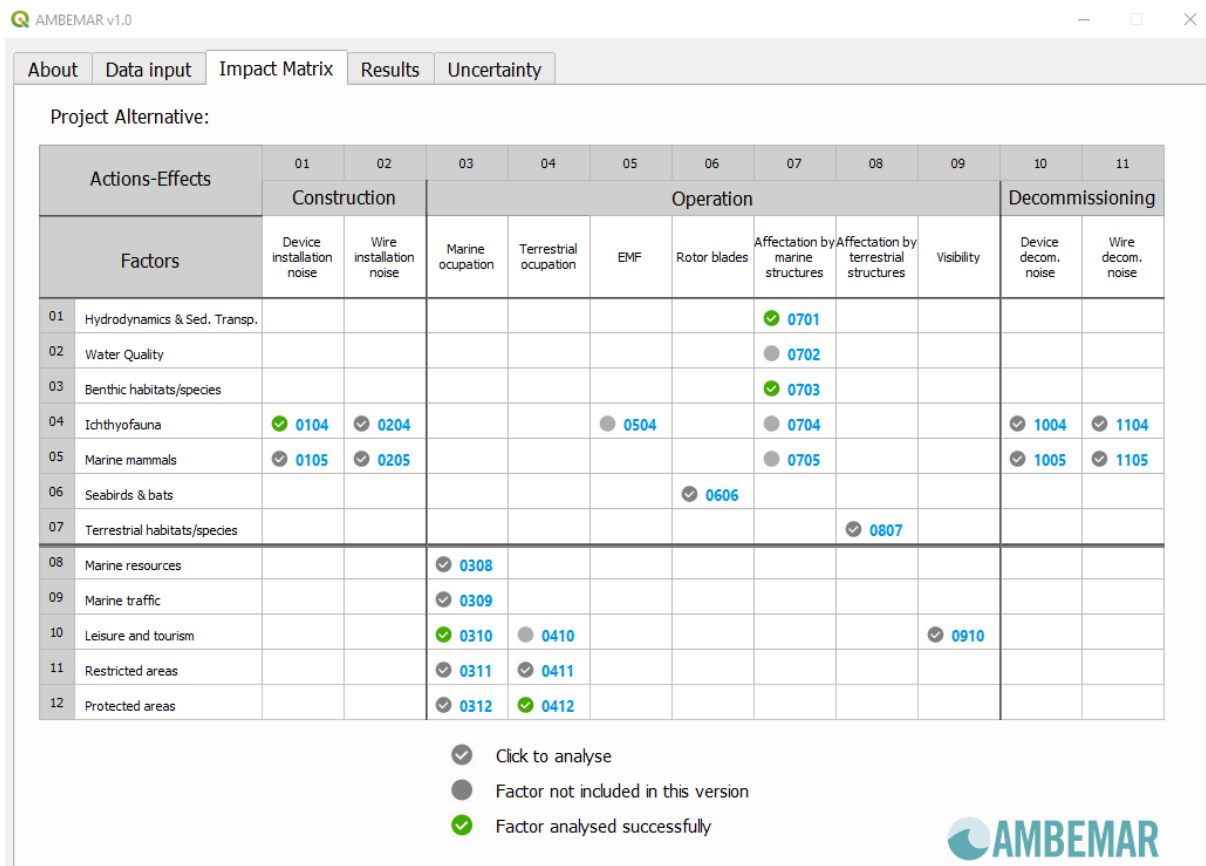


Figura 7. Sección *Impact Matrix* con evaluaciones completadas AMBEMAR-DSS v1.0

Results

La sección *Results* incluye todos los resultados que van asociándose al proyecto de evaluación ambiental, pudiendo volver a la sección *Impact Matrix* y continuar con la evaluación de más factores. La Figura 8 proporciona un ejemplo de resultados en los que se puede apreciar con claridad los aspectos críticos, en negro, impactos compatibles, en verde, y aquellos que presentan un impacto moderado, en amarillo.

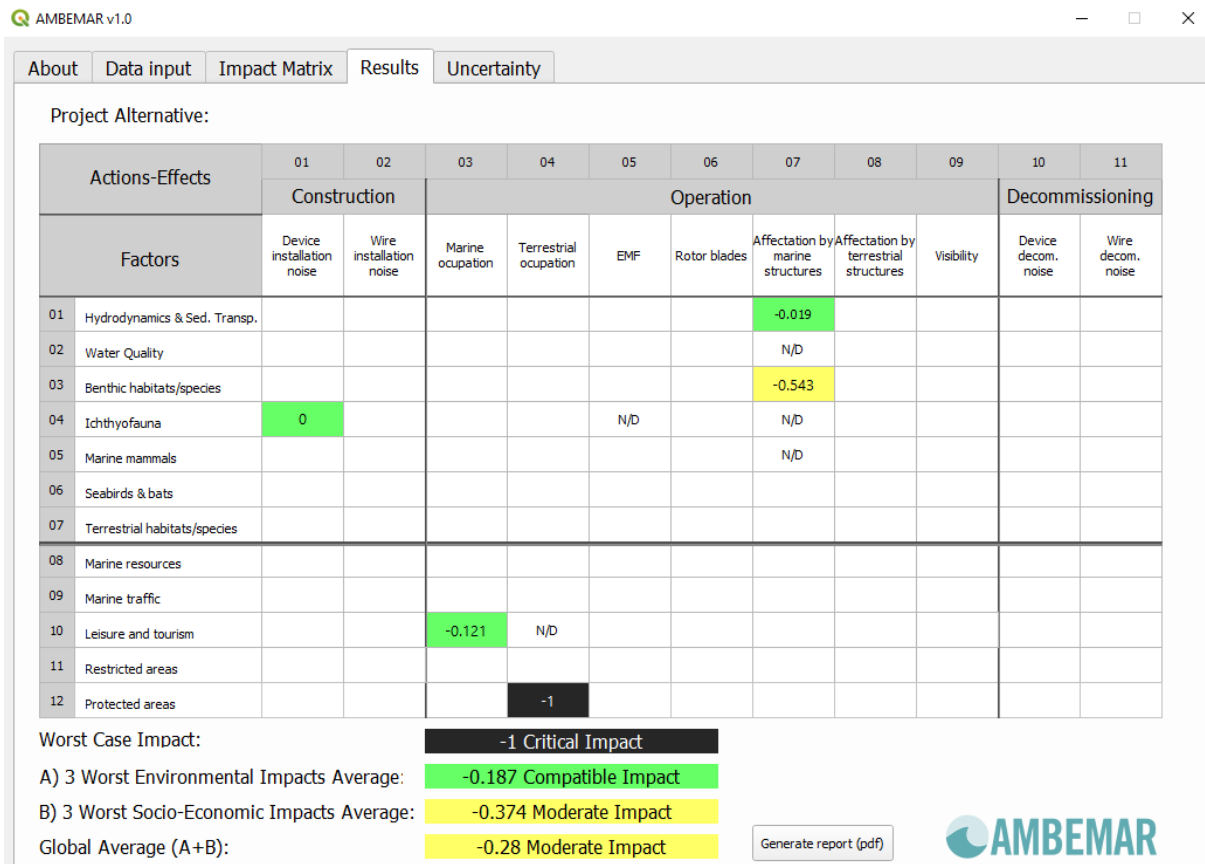


Figura 8. Sección Results de AMBEMAR-DSS v1.0

Uncertainty

Finalmente, la sección *Uncertainty* proporciona el nivel de confianza de la evaluación realizada, ver Figura 9. Para ello el usuario selecciona para cada uno de los impactos si el criterio utilizado ha sido el criterio experto, el criterio oficial o el criterio técnico.

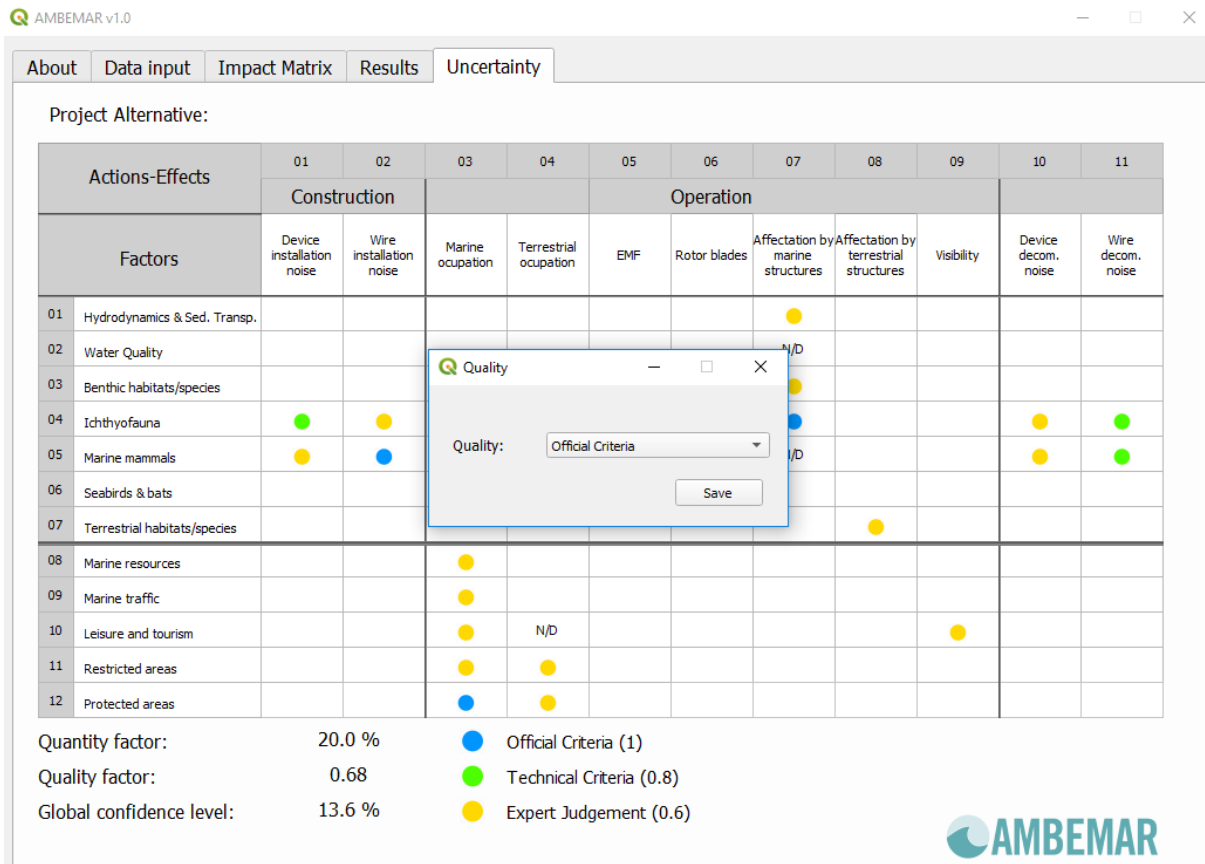


Figura 9. Sección *Uncertainty* de AMBEMAR-DSS v1.0

4. VALORACIÓN DEL IMPACTO

La interacción entre (i) las acciones y efectos del proyecto y (ii) los factores ambientales y socioeconómicos, se utilizan para generar una matriz de impacto que es utilizada como base para realizar la Evaluación de Impacto Ambiental. Cada elemento de la matriz se codificado de acuerdo con los números de columnas y filas. Las columnas representan las acciones y los efectos que ocurren en las diferentes fases del proyecto. Las filas representan los factores ambientales y socioeconómicos afectados por el proyecto.

Cada elemento de la matriz es evaluado de acuerdo con los criterios específicos descritos en el documento "Assessment criteria for the application of AMBEMAR-DSS_V1.0".

4.1 Función de ruido

La función de ruido evalúa el impacto del ruido considerando la atenuación del ruido en agua, la sensibilidad acústica de las especies y su importancia ecológica. Los elementos de la matriz de impacto que hacen uso de la función del ruido son los siguientes: 0104, 0204, 0105, 0205, 1004, 1104, 1005, 1105.

Para el cálculo de esta función son necesarias las siguientes capas de información:

- Localización del dispositivo
- Área de estudio
- Ictiofauna en el caso de impacto 0104 y 0204
- Mamíferos marinos en el caso de impacto 0105 y 0205

Adicionalmente el usuario tiene que proporcionar la siguiente información:

- Nivel de exposición al sonido (dB)
- Sensibilidad acústica
- Importancia ecológica

Técnicamente esta función genera una capa ráster de ruido, la cual al superponerse con el buffer de los dispositivos y aplicando la metodología desarrollada genera el valor del impacto correspondiente.

4.2 Función de ocupación de espacios naturales protegidos

La función de ocupación espacios naturales protegidos evalúa la posibilidad de ocupación de medio marino y terrestre por el proyecto, considerando la presencia de espacios marinos y terrestres protegidos. Los elementos de la matriz de impacto que hacen uso de la función de ocupación espacios naturales protegidos son los siguientes: 0312, 0412

Para el cálculo de esta función son necesarias las siguientes capas de información:

- dispositivos
- espacios naturales protegidos (ENP)

Adicionalmente el usuario tiene que proporcionar la siguiente información:

- Si existe un plan de gestión y la actividad está permitida, no permitida o no contemplada en el caso del impacto 0312 y 0412

Técnicamente la función genera la zona de exclusión alrededor del dispositivo, la cual es superpuesta con la capa de espacios naturales protegidos. Para aquellos dispositivos que entran en la zona de exclusión es aplicada la metodología y obtenido el valor de impacto correspondiente.

4.3 Función de ocupación de recursos marinos

La función de ocupación de recursos marinos evalúa el impacto producido por la ocupación del proyecto en zonas de explotación de recursos marinos, considerando el porcentaje de áreas afectadas y la importancia económica de los recursos afectados para la región. Los elementos de la matriz de impacto que hacen uso de la función de recursos marinos son los siguientes: 0308

Para el cálculo de esta función son necesarias las siguientes capas de información:

- Dispositivos

- Recursos marinos

Adicionalmente el usuario tiene que proporcionar la siguiente información:

- Importancia económica

Técnicamente la función genera la zona de afección alrededor del dispositivo, la cual es superpuesta con la capa de recursos marinos. Para aquellos dispositivos cuya zona de afección entra en contacto con las zonas de recursos marinos es aplicada la metodología y obtenido el valor de impacto correspondiente.

4.4 Función de ocupación de ocio y turismo

La función de ocupación de ocio y turismo evalúa el impacto producido por la ocupación del proyecto en zonas de explotación turística y ocio, considerando su proximidad a marinas y su magnitud. Los elementos de la matriz de impacto que hacen uso de la función de ocupación de ocio y turismo son los siguientes: 0310

Para el cálculo de esta función son necesarias las siguientes capas de información:

- Dispositivos
- Puertos deportivos y el campo "número de amarres".
- Área de estudio

Técnicamente la función genera la zona de afección alrededor del dispositivo (1 kilómetro alrededor de la capa del dispositivo y un buffer de 25 kilómetros alrededor de la capa de puertos), la cual es superpuesta con la capa de puertos deportivos. Para aquellos dispositivos cuya zona de afección entra en contacto con las zonas de puertos deportivos es aplicada la metodología y obtenido el valor de impacto correspondiente.

4.5 Función de ocupación de tráfico marino

La función de ocupación de tráfico marino evalúa el impacto producido por la ocupación del proyecto en las rutas de tráfico marino. Los elementos de la matriz de impacto que hacen uso de la función de ocupación de tráfico marino son los siguientes: 0309

Para el cálculo de esta función son necesarias las siguientes capas de información:

- Dispositivos
- Tráfico marino

Técnicamente la función genera la zona de afección alrededor del dispositivo, la cual es superpuesta con la capa de tráfico marino. Para aquellos dispositivos cuya zona de afección entra en contacto con las zonas de tráfico marino es aplicada la metodología y obtenido el valor de impacto correspondiente.

4.6 Función de rotores

La función de rotores evalúa el impacto producido por las turbinas en murciélagos y aves marinas, considerando la distancia a las colonias y su estatus de protección. Los elementos de la matriz de impacto que hacen uso de la función de rotores son los siguientes: 0606

Para el cálculo de esta función son necesarias las siguientes capas de información:

- Dispositivos
- Aves marinas

Técnicamente la función genera un cálculo de distancias entre dispositivos y colonias de aves, obteniendo las distancias para aplicar la metodología y finalmente el valor de impacto correspondiente.

4.7 Función de afección por estructuras

La función de afección por estructuras evalúa el impacto causado por estructuras marinas y terrestres, considerando las condiciones hidrodinámicas, la ocupación de hábitats bentónicos y terrestres. Los elementos de la matriz de impacto que hacen uso de la función de afección por estructuras son los siguientes: 0701, 0703, 0807.

El cálculo de la afección por estructuras está compuesto por tres funciones: hidrodinámica, hábitats bentónicos y hábitats terrestres.

Para el cálculo de la función hidrodinámica es necesario que el usuario proporcione la siguiente información:

- Régimen hidrodinámico
- Profundidad
- Tamaño de grano
- Densidad de sedimento
- Número de dispositivos de amarre

Para el cálculo de la función de hábitats bentónicos son necesarias las siguientes capas de información:

- Dispositivos
- Hábitats bentónicos

Para el cálculo de la función de hábitats terrestres es necesario que el usuario proporcione la siguiente información:

- Afección o no de hábitats protegidos o vulnerables

Técnicamente las funciones generan la zona de afección alrededor del dispositivo, la cual es superpuesta con la capa de hábitats. Para aquellos dispositivos cuya zona de afección entra en contacto con las zonas de hábitats es aplicada la metodología y obtenido el valor de impacto correspondiente.

4.8 Función de visibilidad

La función de visibilidad evalúa el impacto visual causado por la presencia de dispositivos sobre ocio y turismo, considerando los núcleos de población y el número de habitantes. Los elementos de la matriz de impacto que hacen uso de la función de visibilidad son los siguientes: 0910

Para el cálculo de esta función son necesarias las siguientes capas de información:

- Dispositivos

Adicionalmente el usuario tiene que proporcionar la siguiente información:

- Altura de dispositivos
- Núcleos de población

Técnicamente la función realiza cálculos de distancia y población afectada, aplicándolo la metodología y obtenido el valor de impacto correspondiente.

4.9 Función de ocupación de espacios restringidos

La función de ocupación de espacios protegidos evalúa el impacto de la ocupación sobre áreas restringidas marinas y terrestres (por ejemplo, zonas de interés arqueológico, zonas militares, etc.). Los elementos de la matriz de impacto que hacen uso de la función de ocupación de espacios protegidos son los siguientes: 0311, 0411

Para el cálculo de esta función son necesarias las siguientes capas de información:

- Dispositivos
- Áreas militares
- Zonas arqueológicas

Técnicamente la función genera la zona de afección alrededor del dispositivo, la cual es superpuesta con las capas de zonas restringidas. Para aquellos dispositivos cuya zona de afección entra en contacto con las zonas restringidas es aplicada la metodología y obtenido el valor de impacto correspondiente.

5. RESULTADOS

Los resultados son proporcionados al usuario a través de la matriz de resultados. La ejecución de las funciones desde la matriz de impactos genera los resultados que pueblan la tabla de resultados del proyecto. La sección "Diseño de Interfaz de usuario" de este documento muestra los resultados obtenidos en la Figura 8.

Finalmente, el panel de resultados proporciona cuatro indicadores que sintetizan la valoración del proyecto:

- *Worst Case Impact*: Se obtiene a partir del peor resultado posible.
- *3 Worst Environmental Impacts Average*: Se obtiene de la media de los tres peores valores ambientales.
- *3 Worst Socio-Economic Impacts Average*: Se obtiene de la media de los tres peores valores socioeconómicos.
- *Global Average (A+B)*: Se obtiene de la media de los tres peores valores ambientales sumados a los tres peores valores socio-económicos.

6. INCERTIDUMBRES

Las incertidumbres son mostradas en el panel *Uncertainty*. La sección “Diseño de Interfaz de usuario” de este documento muestra el panel de incertidumbres en la Figura 9.

Para calcular la incertidumbre se tienen en cuenta el número de impactos ejecutados y un factor de calidad, obteniendo finalmente el nivel de confianza global.

Finalmente, el panel de incertidumbre proporciona tres indicadores que sintetizan la incertidumbre del proyecto:

- *Quantity factor*: Porcentaje de impactos valorados
- *Quality factor*: Factor de 0 a 1 de la calidad de la valoración
- *Global confidence level*: nivel de confianza global que tiene en cuenta los dos anteriores

7. INSTALACIÓN AMBEMAR-DSS

La instalación del Sistema AMBEMAR-DSS v1.0 requiere de la previa instalación del software QGIS Madeira 3.4.4, así como los requerimientos hardware y software mínimos para el correcto funcionamiento de este software GIS de escritorio.

La descarga del software QGIS puede realizarse de forma gratuita desde su Web:

<https://qgis.org>

Una vez haya sido instalado el software QGIS debemos copiar la carpeta completa del plugin llamada "AMBEMAR" en la ruta de almacenamiento de plugins de QGIS. En una instalación habitual, en un Sistema Operativo Windows, la ruta es la siguiente:

C:\Users\nombreusuario\AppData\Roaming\QGIS\QGIS3\profiles\default\python\plugins

Una vez haya sido copiado el plugin AMBEMAR en la carpeta "plugins" podemos abrir el software QGIS y activarlo en la sección "Plugins/Manage and Install Plugins", ver Figura 10.

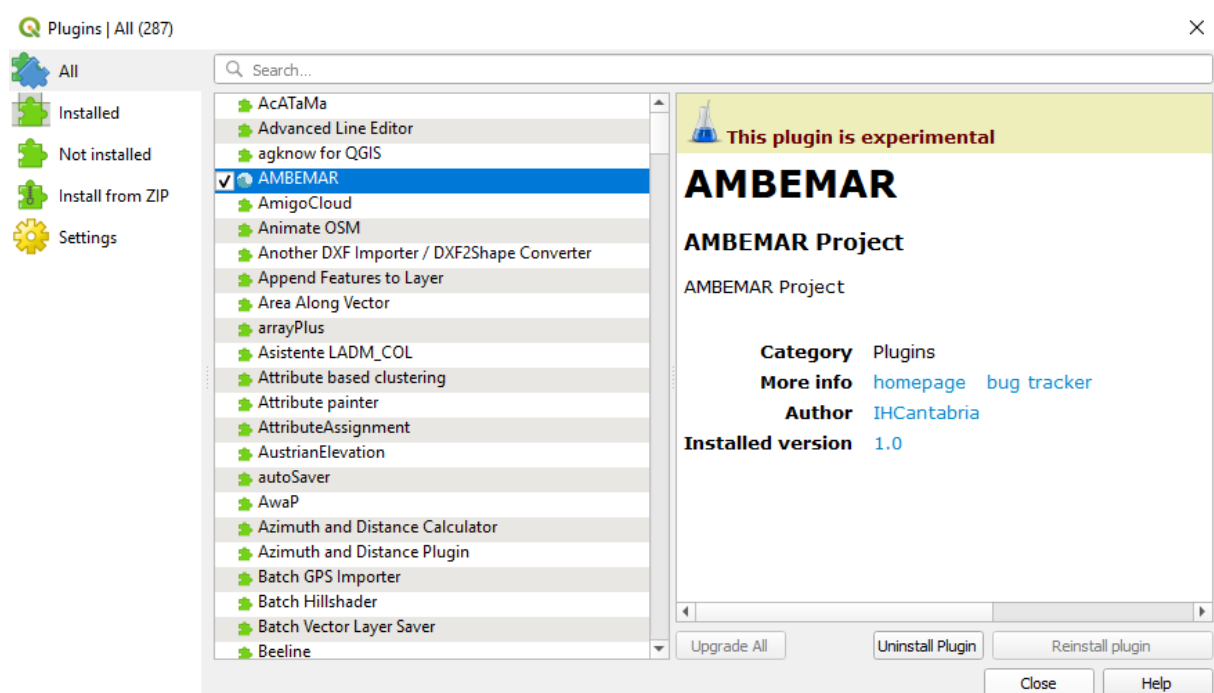


Figura 10. Activación del plugin AMBEMAR-DSS en la consola de gestión de plugins

Una vez activado el plugin, el icono de AMBEMAR formará parte de la barra de herramientas, ver Figura 11. En este momento, el usuario únicamente debe clicar el icono para lanzar el plugin AMBEMAR-DSS y acceder a todas las funcionalidades previamente descritas.

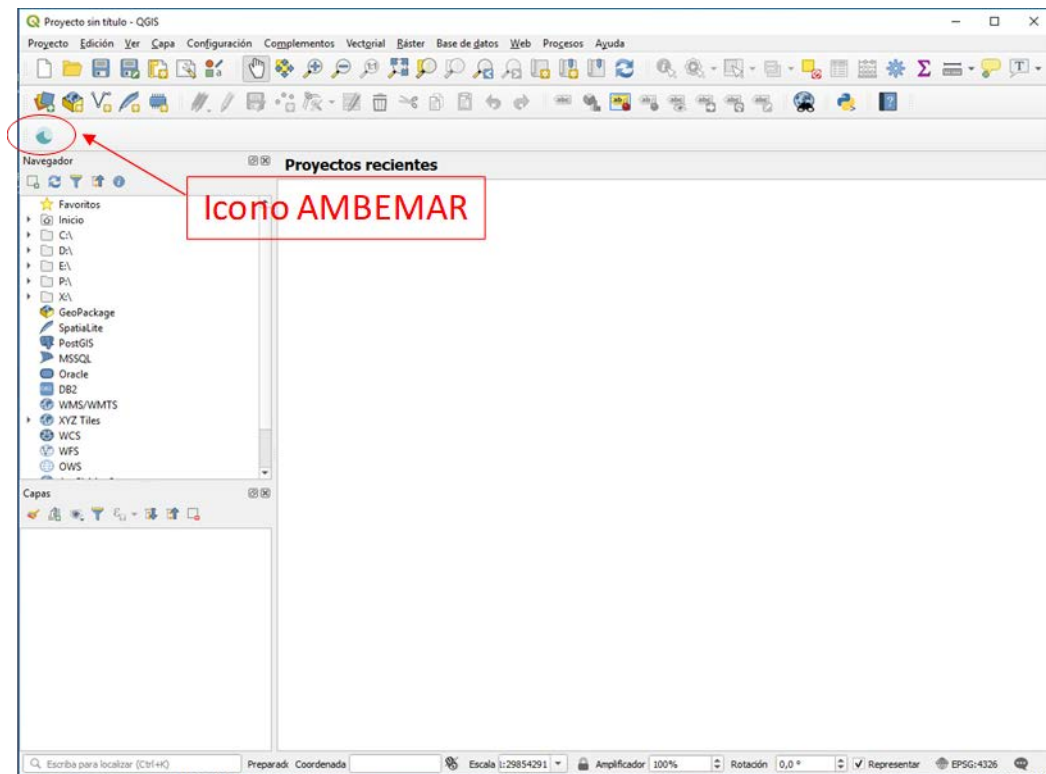


Figura 11. Icono para abrir el plugin AMBEMAR-DSS

ANEXO I

Criterios de evaluación para la aplicación de AMBEMAR-DSS_v1.0 (en inglés)