ANEXO I: Contenido del análisis del ámbito litoral

INDICE

1. MEMORIA DESCRIPTIVA Y TÉCNICA 3

1.1 Observación y seguimiento de indicadores del cambio climático 3

1.1.1 Indicadores fisicoquímicos marinos 4

1.1.1.1 Temperatura del mar 4

1.1.1.1.1 Medidas en superficie *in situ* 4

1.1.1.1.2 Medidas en superficie de satélite 4

1.1.1.1.3 Medidas en la columna de agua 4

1.1.1.2 Salinidad 5

1.1.1.3 Capa de mezcla y estratificación 5

1.1.1.4 Nivel del mar 5

1.1.1.4.1 Mareógrafos del golfo de Vizcaya 5

1.1.1.4.2 Mareógrafo de Pasaia 6

1.1.1.4.3 Medidas de sensores de satélite en el golfo de Vizcaya 6

1.1.2 Indicadores geomorfológicos costeros 6

1.1.2.1 Línea de costa 6

1.1.2.2 Playas y arenales 6

1.1.3 Indicadores biológicos y del ecosistema marino 6

1.1.3.1 Biodiversidad marina, patógenos, recursos marinos, y especies invasoras 6

1.1.3.1.1 Bacterias 6

1.1.3.1.2 Fitoplancton (diatomeas, dinoflagelados y cocolitofóridos) 7

1.1.3.1.2.1 Concentración de clorofila en la columna 7

1.1.4 Implementación de nuevos Indicadores de Cambio Climático 7

1.1.4.1 pH (acidificación del mar) 7

1.1.5 Análisis de tendencias de los indicadores 7

1.2 Análisis de la ola de calor verano 2022 7

1. MEMORIA DESCRIPTIVA Y TÉCNICA

La estructura del proyecto es la siguiente (ver Fig. 1): en primer lugar, se definirán los indicadores de cambio climático. En segundo lugar, para aquellos indicadores que exista ya un seguimiento se procederá a la compilación de los datos y el análisis de las tendencias; para aquellos que deba implementarse su seguimiento, se diseñará primero el protocolo de actuación. Por otro lado, la evaluación de los impactos del cambio climático y la definición de criterios de adaptación se nutrirá de los escenarios del IPCC correspondientes al ámbito de estudio (golfo de Vizcaya, costa vasca, costa guipuzcoana, estuario…) y de los modelos generados de los sistemas en cuestión.

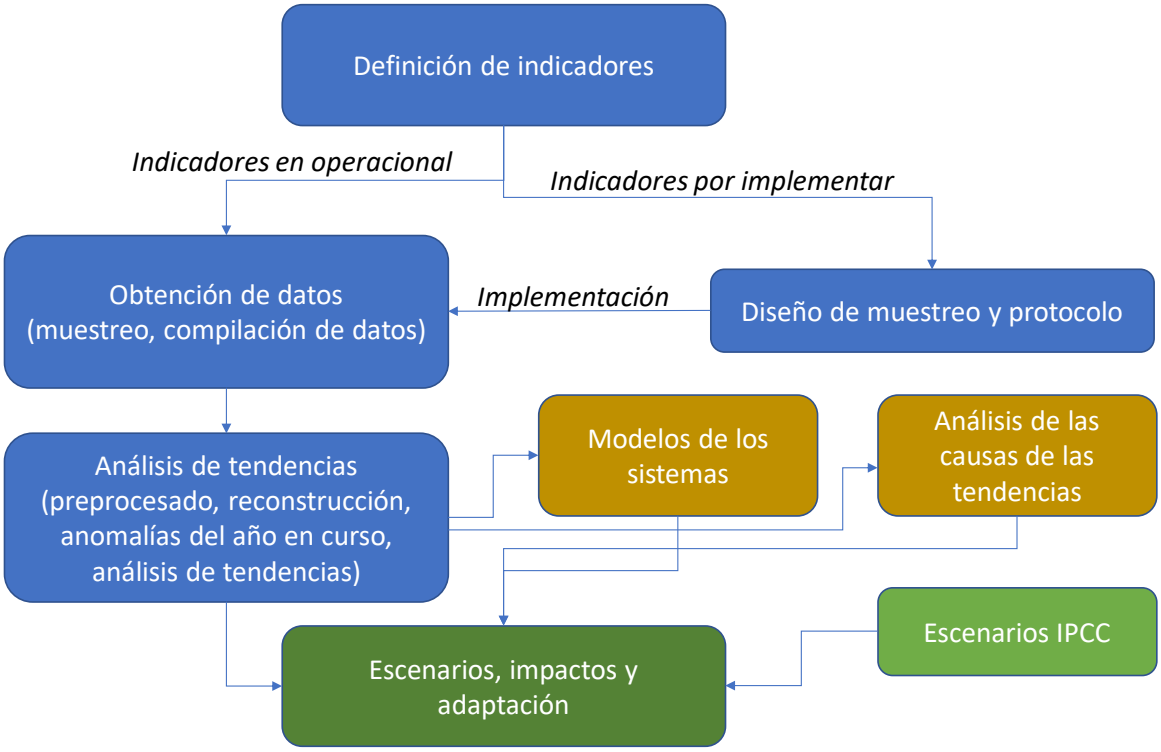


Fig. 1. Estructura de flujo de las actividades del proyecto.

1.1 Observación y seguimiento de indicadores del cambio climático

En este apartado se establece la lista de indicadores definidos y el medio por el cual deberán ser obtenidos. Se establecen tres tipos de indicadores:

1) *Indicadores de cambio climático*. Tratará de aquellos indicadores directamente relacionados con el fenómeno del calentamiento global. Se considerará los indicadores fisicoquímicos marinos y atmosféricos listados en el apartado 1.1.1

y 1.1.2, enmarcados en la acción "7.3.2 Control y prospección del cambio climático en Gipuzkoa" de la EGLCC 2050.

2) *Indicadores del impacto del cambio climático*. Tratará de aquellos indicadores que son consecuencia del cambio climático, como ciertos procesos ecológicos. Se considerarán los indicadores geomorfológicos y biológicos y del ecosistema marino listados en los apartados 1.1.3 y 1.1.4, enmarcados en la acción "7.3.2 Control y prospección del cambio climático en Gipuzkoa" de la EGLCC 2050.

3) *Indicadores de resiliencia al cambio climático*. Tratará de aquellos indicadores del medio natural que dotan al sistema de más resiliencia para adaptarse al cambio climático, considerándose los indicadores geomorfológicos y ciertos indicadores biológicos y del ecosistema marino abajo listados. Se enmarcan en la Meta 3: "Incrementar la eficiencia y resiliencia del territorio", Línea de actuación 3.3 "Integrar el cambio climático en la gestión de playas, estuarios y dunas" de la EGLCC 2050.

En el siguiente apartado se establece de forma general los indicadores escogidos y el tipo de análisis propuesto para identificar tendencias.

1.1.1 Indicadores fisicoquímicos marinos

1.1.1.1 Temperatura del mar

Los datos a considerar y sus fuentes serán las siguientes:

1.1.1.1.1 Medidas en superficie *in situ*

Datos de temperatura superficial del mar (SST) del Aquarium. La serie de temperatura superficial del Aquarium de Donostia-San Sebastián es una fuente histórica de información de la temperatura del mar, representativa de las condiciones climáticas medias de esta variable en la costa vasca.

Datos de SST de Boyas. En la costa vasca se dispone de tres boyas de aguas profundas que registran temperatura superficial del mar: la boya Bilbao-Vizcaya de Puertos del Estado y las boyas de Matxitxako y Donostia de la Dirección de Atención de Emergencias y Meteorología (DAEM) del GV. Además, a nivel más costero se dispone de la boya de *bimep* (EVE), situada en las inmediaciones de Armintza.

1.1.1.1.2 Medidas en superficie de satélite

Temperatura superficial del mar mediante sensores de satélite para el golfo de Vizcaya.

1.1.1.1.3 Medidas en la columna de agua

Perfiles de temperatura en la columna de agua sobre la plataforma continental frente a la costa vasca. La serie de temperatura en la columna de agua se empleará para hacer un seguimiento de los procesos de calentamiento, de estratificación y de su evolución hasta la erosión y desaparición de la

termoclina estacional. Asimismo, permite evaluar el contenido térmico de la columna de agua y la evolución de la temperatura media integrada en relación con la temperatura atmosférica y los índices de transporte relacionados con la dualidad afloramiento frente a hundimiento.

Datos de boyas. La información proporcionada por esta serie se contrastará y ampliará con datos procedentes de los registros de temperatura de las boyas de Euskalmet y de otras campañas que el adjudicatario pueda tener acceso, siendo interesantes los registros correspondientes a más de 100 metros de profundidad.

1.1.1.2 Salinidad

Datos en la columna de agua de CTD. A partir de los datos de salinidad en la columna de agua se realizará un seguimiento de los procesos de formación de plumas superficiales de baja salinidad y de la integración en la columna de agua de las anomalías hídricas, positivas o negativas, en relación con las anomalías acumuladas de precipitación u otros índices como los caudales o las aportaciones de ríos representativos.

Datos de boyas. La información proporcionada por esta serie se contrastará y ampliará con datos procedentes de los registros de salinidad de las boyas de Euskalmet y de otras campañas que el adjudicatario pueda tener acceso, siendo interesantes los registros correspondientes a más de 100 metros de profundidad.

1.1.1.3 Capa de mezcla y estratificación

Capa de mezcla y estratificación. La información a recopilar permitirá el seguimiento de los ciclos anuales de estratificación y mezcla vertical y de las diferencias interanuales a través de índices semicuantitativos como la profundidad de inmersión de isotermas e isohalinas, así como de las diferentes combinaciones de temperatura y salinidad que dan lugar a valores de densidad de referencia en función de la integración de las condiciones océano-meteorológicas precedentes en distintos espesores de la columna de agua.

Datos de boyas oceanográficas. La información de esta serie se contrastará y ampliará con datos procedentes de los registros de temperatura y salinidad de las boyas de la Dirección de Atención de Emergencias y Meteorología del Gobierno Vasco (DAEM) y de otras campañas que el adjudicatario pueda tener acceso, especialmente para registros correspondientes a más de 100 metros de profundidad.

1.1.1.4 Nivel del mar

Los datos a considerar y sus fuentes serán las siguientes:

1.1.1.4.1 Mareógrafos del golfo de Vizcaya

Nivel del mar mediante mareógrafos.

1.1.1.4.2 Mareógrafo de Pasaia

Nivel del mar mediante mareógrafo de Pasaia.

1.1.1.4.3 Medidas de sensores de satélite en el golfo de Vizcaya

Nivel del mar por satélite.

1.1.2 Indicadores geomorfológicos costeros

1.1.2.1 Línea de costa

Seguimiento de la línea de costa. Evolución de la línea de costa respecto al nivel medio del mar. Indicador de interés por ser una respuesta directa del cambio del nivel del mar y erosión costera. Se utilizarán los datos de la Red Foral de Videometría Litoral de Gipuzkoa (Departamento de Medio Ambiente y Obras Hidráulicas de la DFG).

1.1.2.2 Playas y arenales

Para las playas provistas de estación de videometría (Red Foral de Videometría Litoral-DFG) se proponen los siguientes indicadores morfológicos de seguimiento de playas:

1. Superficie supramareal media mensual
2. Superficie intermareal media mensual
3. Anchura media de playa seca
4. Longitud representativa de la línea de bajamar
5. Estado morfodinámico 3D mensual

Indicadores de resiliencia al cambio climático.

1.1.3 Indicadores biológicos y del ecosistema marino

1.1.3.1 Biodiversidad marina, patógenos, recursos marinos, y especies invasoras

1.1.3.1.1 Bacterias

Comunidad de bacterias: abundancia y composición taxonómica

Las bacterias están en la base de la cadena trófica marina y juegan un papel fundamental en la biogeoquímica y el funcionamiento de los ecosistemas marinos, en consecuencia, al ser comunidades altamente sensibles a los cambios ambientales y algunos de sus componentes tienen rápidas tasas de replicación, tienen un alto potencial como organismos indicadores. Así mismo, al ser organismos que presentan mayor diversidad taxonómica en el mar, y algunas de sus especies son altamente sensibles al calentamiento. Por todo ello, se seleccionará el organismo indicador y se procederá al análisis oportuno.

Indicador del impacto del cambio climático (por calentamiento del mar).

1.1.3.1.2 Fitoplancton (diatomeas, dinoflagelados y cocolitofóridos)

1.1.3.1.2.1 Concentración de clorofila en la columna

Se analizará la concentración de clorofila "a" como una aproximación válida a la biomasa fitoplanctónica, y a la posible disminución del crecimiento fitoplanctónico como efecto del aumento de la temperatura en los sistemas marinos.

1.1.4 Implementación de nuevos Indicadores de Cambio Climático

1.1.4.1 pH (acidificación del mar)

Una de las variables esenciales que no se está monitorizando es el pH del mar y es clave para evaluar la magnitud de la acidificación del océano y sus impactos en la fauna marina calcificante. Aunque existen medidas puntuales en diferentes puntos del Golfo de Vizcaya, no existe una serie temporal con medidas regulares de pH.

1.1.5 Análisis de tendencias de los indicadores

El análisis de los indicadores será específico en cada caso. No obstante, para todos ellos se analizará bajo el mismo marco de estudio y se derivará la siguiente información que proporcionará como entregable:

1. Valores anuales (promedio y variación) y en su caso anomalía de cada indicador.
2. Tendencias interanuales de cada indicador. Este análisis se realizará mediante técnicas estadísticas específicas de análisis de series temporales, incluyendo en su caso, análisis de reconstrucción de las series cuando haya huecos en las series. Las técnicas que se utilizarán están basadas en aquellas ya aplicadas o desarrolladas por los equipos que hayan desarrollado los estudios específicos
3. Tendencias fenológicas para indicadores biológicos.
4. Análisis de las posibles causas de las tendencias, entre ellas el cambio climático, variabilidad natural del clima oceánico, causas de origen antropogénico.
5. Diseño e implementación del seguimiento de nuevos indicadores

1.2 Análisis de la ola de calor verano 2022

Se realizará un trabajo de análisis de las especies afectadas por la ola de calor del verano de 2022. En concreto las especies serán la anchoa y las comunidades de bacterias.