

Informe Final



FIPA 2021-07

Modelación del Fondo Marino para la generación de un modelo de representación en tecnología 3D interactivo para la gestión de la Subsecretaria de Pesca y su uso en el visualizador de mapas en la Zona Sur de Chile

Subsecretaria de Pesca y Acuicultura

17 de noviembre de 2022

www.soporta.cl

Fanor Velasco #85 Of. 804, Santiago-Chile – soporta@soporta.cl - +56(2)29638170



Información del Documento

Nombre Documento	FIPA-2021-07 –Informe Final Corregido
Descripción	Documento que indica el desarrollo de las actividades realizadas en el marco del proyecto de investigación FIPA 2021-07: Modelación del Fondo Marino para la generación de un modelo de representación en tecnología 3D interactivo para la gestión de la Subsecretaría de Pesca y su uso en el visualizador de mapas en la Zona Sur de Chile

Control de Cambios

Versión	Fecha	Autor(es)	Detalle
1	12/09/2022	SOPORTA	Primera versión
2	17/11/2022	SOPORTA	Segunda versión con modificaciones, renombrado a Informe Final Corregido

Equipo Consultor

Nombre	Profesión	Función
Leandro Zamudio León	Geógrafo	Jefe de Proyecto
Anna Sysoeva	Geógrafo	Analista GIS
Luis Meneses Retamal	Geógrafo	Analista GIS
Esteban Abarca Rodríguez	Ingeniero Ejecución Informático	Analista Calidad y Especialista en Infraestructura
Mauricio Salinas Abarca	Ingeniero Civil Informático	Ingeniero de Software y Desarrollador



RESUMEN EJECUTIVO

El presente documento, presentado por la empresa consultora Soporta Limitada, tiene por objetivo presentar los resultados del proyecto de “Modelación del Fondo Marino para la generación de un modelo de representación en tecnología 3D interactivo para la gestión de la Subsecretaría de Pesca y su uso en el visualizador de mapas en la Zona Sur de Chile”.

El proyecto, iniciado a fines del año 2021 bajo el código FIPA 2021-07 tiene por objetivo generar una herramienta de apoyo a la gestión y toma de decisiones de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura con el sector acuícola, basada en la tecnología de representación 3D para la mejor visualización y comprensión del fondo marino en Chiloé Central y Archipiélago los Chonos.

Para el cumplimiento de este objetivo, el presente informe describe el cumplimiento de los objetivos específicos, que se enmarcan en la generación de un producto denominado Modelo Digital de Fondo Marino, el cual es una representación compuesta de múltiples productos tanto de levantamientos de otros proyectos FIPA como información complementaria de fuentes públicas en materia de Topografía y Batimetría y su soporte informático.

En primer lugar, se resume el proceso de adquisición y clasificación de la información espacial disponible tanto de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura como de organismos nacionales e internacionales que dispongan de bases de datos asociadas al conocimiento de la topografía submarina. Se determinó, para este caso, la adquisición de cinco conjuntos de datos y siete productos de alcance global con información que permita modelar para el área de estudio una zona contigua con información de Topografía y Batimetría, además de datos complementarios para enriquecer el análisis espacial sobre el Modelo Digital de Fondo Marino.

En segundo lugar, se procede a diseñar y aplicar una metodología para tratar esta información espacial en aras de elaborar el producto consolidado, considerando una



heterogeneidad en los formatos y resoluciones de los datos de origen. En esta etapa se investigó, en base a los datos obtenidos, diversas estrategias para la homologación de formatos, utilizando como base para el trabajo el Software GIS ArcGIS Pro, un software de la empresa Esri, actualmente ocupado por profesionales de SUBPESCA, para el manejo en complejidad de estos datos. A partir del origen del dato, se determinó la herramienta de ArcGIS Pro que permita establecer la mejor conversión hacia un formato único, altamente compatible con el software y que asegure la calidad de los datos en el proceso de conversión.

Producto del proceso de homologación de formato se procedió a documentar en detalle el paso a paso de estos procesos con el propósito de entregar a la Subsecretaría las herramientas necesarias no solo para procesar los datos de los actuales FIPA sino poder realizar este proceso con cualquier levantamiento posterior cuyo formato de salida pueda ser trabajado con esta metodología y complementar el Modelo Digital de Fondo Marino en calidad y extensión espacial. Este proceso fue probado ejecutándose en los datos de origen, permitiendo que sean preparados para la composición de un Dataset de Mosaico, el cual es una tecnología de la plataforma ArcGIS para trabajar con múltiples imágenes ráster y elaborar composiciones dinámicas y escalables con más información.

A continuación del proceso de homologación de formato,, se detalla el proceso de construcción del Modelo Digital de Fondo Marino, utilizando ArcGIS Pro para crear, calibrar y disponer en la herramienta de escritorio una base de trabajo denominada Dataset de Mosaico, la cual aprovecha las capacidades de visualización en 3D de ArcGIS Pro (Escenas) y permite visualizar con relieve cualquier información espacial que se requiera incluir tanto desde las Bases de Datos Institucionales, como los servicios del Geoportal de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura e incluso información local que los investigadores y profesionales requieran enriquecer hacia un análisis más profundo en tres dimensiones.

Este Modelo Digital de Fondo Marino, en su versión de escritorio, a su vez es la base para la construcción de un servicio que permitirá, a través de la infraestructura de ArcGIS Image

Server, la distribución masiva de este modelo en aplicaciones web en un formato llamado Servicio de Imágenes de Elevación, del cual se pueden potencialmente derivar diversos subproductos dinámicos a través de clientes ligeros y abrir la posibilidad de que profesionales de las ciencias del mar, apoyados con profesionales de la informática puedan crear aplicaciones sobre estos datos. En el caso de la Subsecretaría, el Servicio de Imágenes de Elevación funcionará como base para la distribución masiva de los datos a través del Visor de Modelo Dinámico Virtual 3D.

A través de una aplicación web (Figura N° 1), diseñada y desarrollada con contenido y actualmente provisionado por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura y herramientas básicas de navegación y visualización cartográfica.

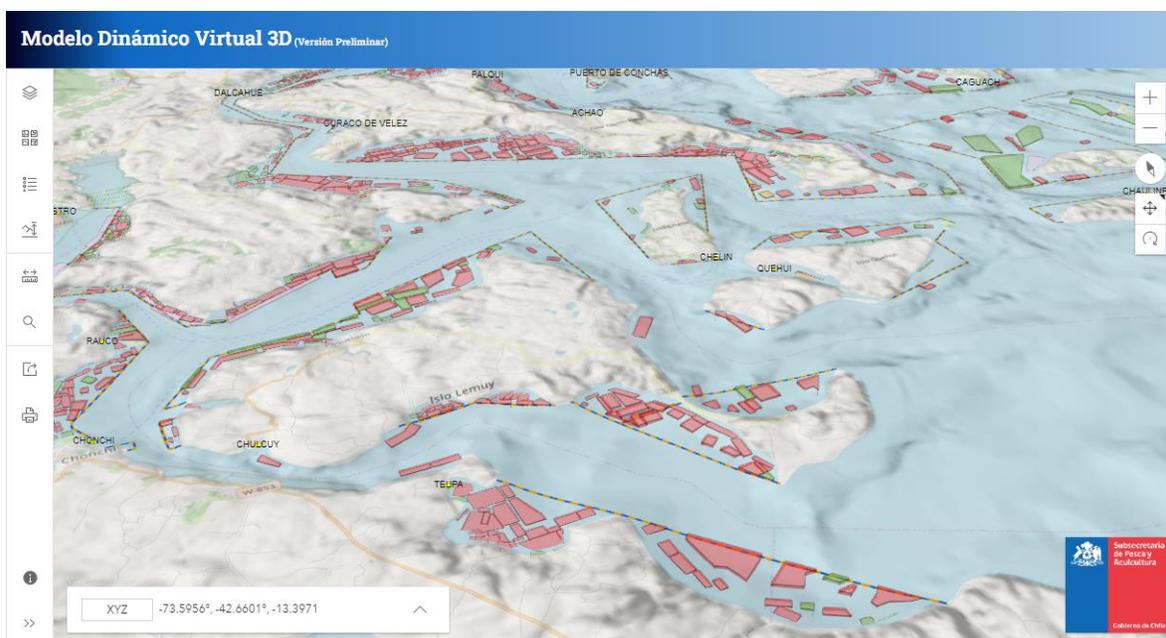


Figura N° 1: Modelo Dinámico Virtual 3D (Versión Web), Elaboración propia.

El propósito del Modelo Dinámico Virtual 3D es el de entregar al público general una experiencia de visualización ligera, que requiera en esencia sólo de un navegador web y conexión a internet, por lo que, a través de una metodología de desarrollo ágil, se diseñó y construyó dicha solución, que apoye a todos los interesados la visualización y gestión sobre datos espaciales en materia de acuicultura, contribuyendo al desarrollo de esta.



El conocimiento sobre el manejo de la aplicación, así como la explotación correcta del Modelo Digital de Fondo Marino y el Modelo Dinámico Virtual 3D también es considerado por el presente proyecto, con la finalidad de acercar a los profesionales de SUBPESCA y otros actores regionales de interés al uso y consumo de esta herramienta de información y apoyo a la gestión.



ABSTRACT

This document, presented by the consulting company Soporta Limitada, aims to present the results of the project "Modeling of the Seabed for the generation of a representation model in interactive 3D technology for the management of the Undersecretary of Fisheries and its use in the map viewer in the Southern Zone of Chile".

The project, initiated at the end of 2021 under the FIPA code 2021-07, aims to create a tool to support the management and decision-making of the Undersecretariat of Fisheries and Aquaculture with the aquaculture sector, based on 3D representation technology for the better visualization and understanding of the seabed in Central Chiloé and Los Chonos Archipelago.

To meet this objective, this report describes the fulfillment of the specific objectives, which are framed in the generation of a product called Digital Seafloor Model, which is a representation composed of multiple products both of surveys of other FIPA projects and complementary information from public sources in the field of Topography and Bathymetry and its computer support.

First, it summarizes the process of acquiring and classifying the spatial information available both from the Undersecretariat of Fisheries and Aquaculture and from national and international organizations that have databases associated with the knowledge of underwater topography. For this case, it was determined the acquisition of five data sets and seven products of global scope with information that allows modeling for the study area a contiguous area with topography and Bathymetry information, as well as complementary data to enrich the spatial analysis on the Digital Seafloor Model.

Secondly, we proceed to design and apply a methodology to treat this spatial information to elaborate the consolidated product, considering a heterogeneity in the formats and resolutions of the source data. At this stage, based on the data obtained, various strategies for the homologation of formats were investigated, using as a basis for the work the ArcGIS



Pro GIS Software, an Esri Software, currently occupied by SUBPESCA professionals, for the complexity management of these data. From the source of the data, the ArcGIS Pro tool was determined to establish the best conversion to a unique format, highly compatible with the software and to ensure the quality of the data in the conversion process.

As a result of the format homologation process, we proceeded to document in detail the step by step of these processes with the purpose of delivering to the Undersecretariat the necessary tools not only to process the data of the current FIPA but to be able to carry out this process with any subsequent survey whose output format can be worked with this methodology and complement the Digital Seafloor Model in quality and spatial extension. This process was tested by running on the source data, allowing it to be prepared for the composition of a Mosaic Dataset, which is a technology of the ArcGIS platform to work with multiple raster images and elaborate dynamic and scalable compositions with more information.

Following the format homologation process, the process of building the Digital Seafloor Model is detailed, using ArcGIS Pro to create, calibrate and arrange in the desktop tool a work base called Mosaic Dataset, which takes advantage of the 3D visualization capabilities of ArcGIS Pro (Scenes) and allows to visualize with relief any spatial information that is required to be included both from the Institutional Databases, such as the services of the Geoportal of the Undersecretariat of Fisheries and Aquaculture and even local information that researchers and professionals need to enrich towards a deeper 3D analysis.

This Digital Seafloor Model, in its desktop version, in turn is the basis for the construction of a service that will allow, through the ArcGIS Image Server infrastructure, the mass distribution of this model in web applications in a format called Elevation Image Service, from which various dynamic by-products can potentially be derived through thin clients and open the possibility for professionals of the Marine sciences, supported by computer professionals can create applications on this data. In the case of the Undersecretariat, the Elevation Image

Service will function as the basis for the mass distribution of data through the 3D Virtual Dynamic Model Viewer.

Through a web application (Figura N° 2), designed and developed with content and currently provisioned by the Undersecretariat of Fisheries and Aquaculture and basic navigation tools and cartographic visualization.

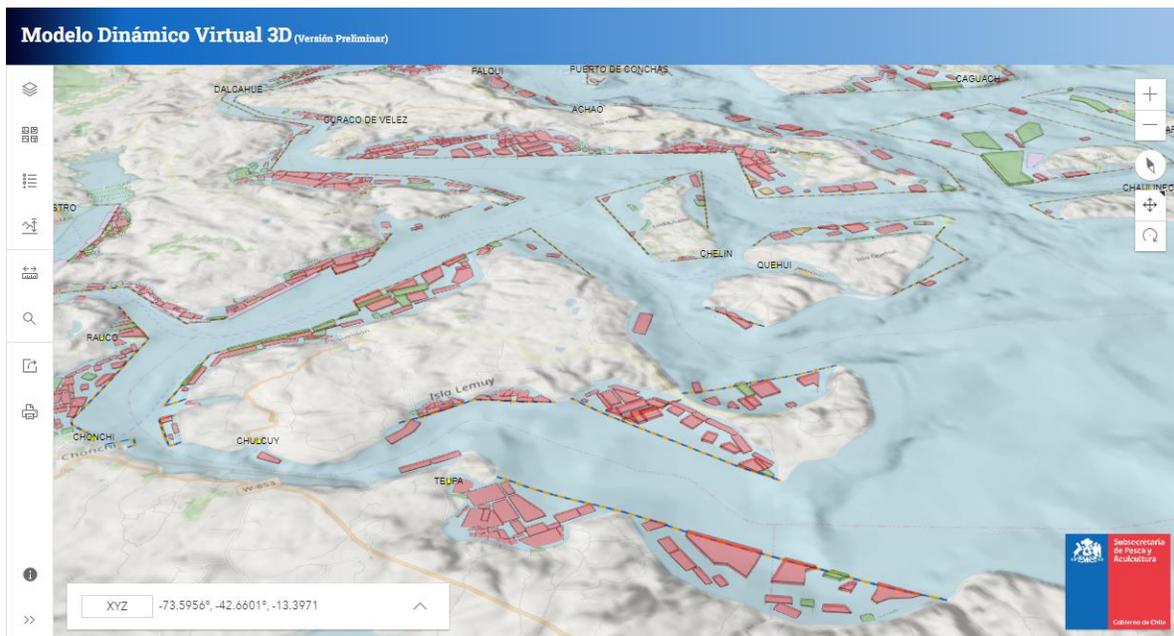


Figura N° 2: 3D Virtual Dynamic Model Viewer (Web).

The purpose of the 3D Virtual Dynamic Model is to deliver to the public a lightweight visualization experience, which essentially requires only a web browser and internet connection, so, through an agile development methodology, this solution was designed and built, which supports all stakeholders the visualization and management of spatial data in aquaculture, contributing to the development of this.

The knowledge about the management of the application, as well as the correct exploitation of the Digital Model of the Seabed and the Dynamic Virtual 3D Model is also considered by this project, to bring the professionals of SUBPESCA and other regional actors of interest to

FIPA 2021-07

Modelación del Fondo Marino para la generación de un modelo de representación en tecnología 3D interactivo para la gestión de la Subsecretaría de Pesca y su uso en el visualizador de mapas en la Zona Sur de Chile



the use and consumption of this tool of information and support to fisheries and aquaculture management.



ÍNDICE GENERAL

Resumen Ejecutivo	3
Abstract	7
Índice General	11
Índice de Figuras	13
Índice de Tablas.....	14
Índice de Anexos	15
Objetivo General	16
Objetivos Específicos.....	16
Antecedentes	17
Metodología de Trabajo.....	22
Marco General.....	22
Objetivo 1: Adquisición de Información Espacial.....	23
Objetivo 2: Metodología de Proceso de datos batimétricos	24
Objetivo 3: Construcción de Modelo Digital de Fondo Marino	25
Objetivo 4: Soporte informático de plataforma de visualización 3D	30
Objetivo 5: Capacitaciones.....	32
Resultados	34
Objetivo 1: Adquisición de Información.....	34
Objetivo 2: Proceso para el tratamiento de Datos Batimétricos	35
Justificación del uso de ArcGIS Pro.	36
Revisión de conjuntos de datos	37
Imágenes ráster de elevación (Archivos GRD)	39
Matrices de datos en formato texto (Archivos .xyz o ASCII).....	40
Nubes de puntos 3D (Archivos Shapefile y Feature Class de Puntos).....	41
Selección inicial de Raster Dataset.....	42
Objetivo 3: Modelo Digital de Fondo Marino	43
Ajuste de imágenes para mosaico.....	44
Creación del Dataset de Mosaico.....	45
Fijación de Propiedades del Dataset de Mosaico	48
Análisis del Dataset de Mosaico.....	50



Descripción de Paquete de Proyecto ArcGIS Pro	51
Publicación de Servicio Web de Imágenes.....	53
Generación de Isóbatas.....	55
Generación de Hillshade para relieve subacuático	56
Objetivo 4: Soporte informático de plataforma de visualización 3D	57
Modelo Dinámico Virtual 3D.....	60
Requisitos de Cliente.....	62
Objetivo 5: Capacitaciones.....	62
Programa de Capacitación	63
Ejecución de Capacitaciones	66
Análisis y discusión de los resultados.....	67
Sobre la heterogeneidad de los datos de batimetría y topografía	67
Sobre la visualización a través de tecnología 3D	69
Conclusiones	72
Referencias.....	74
Anexos.....	76



ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura N° 1: Modelo Dinámico Virtual 3D (Versión Web), Elaboración propia.</i>	5
<i>Figura N° 2: 3D Virtual Dynamic Model Viewer (Web).</i>	9
<i>Figura N° 3: Área de Estudio (Elaboración propia a base de límites definidos por SUBPESCA)</i>	19
<i>Figura N° 4: Flujo Metodológico General del Proyecto (Elaboración Propia)</i>	22
<i>Figura N° 5: Diagrama de Proceso de Homologación de Datos (Elaboración Propia)</i>	25
<i>Figura N° 6: Arquitectura de ArcGIS Image Server en relación con ArcGIS Enterprise (Esri, s.f.)</i>	27
<i>Figura N° 7: Funcionamiento interno de un Dataset de Mosaico (Mosaic Dataset) en ArcGIS (Esri Education Services, 2010)</i>	29
<i>Figura N° 8: Ejemplo de Visualización de datos 3D usando la API de ArcGIS para Javascript</i>	30
<i>Figura N° 9: Límite de Referencia (Morado) para Mosaico de imágenes en relación con área de estudio (Lineas Rojas) (Elaboración Propia)</i>	44
<i>Figura N° 10: Vista en ArcGIS Pro de Modelo Digital de Fondo Marino</i>	52
<i>Figura N° 11: Isóbatas Generadas para el Modelo Digital de Fondo Marino</i>	56
<i>Figura N° 12: Hillshade generado para modelo digital de fondo marino</i>	57
<i>Figura N° 13: Arquitectura de Solución Modelo Dinámico Virtual 3D</i>	60
<i>Figura N° 14: Modelo Dinámico Virtual 3D</i>	61
<i>Figura N° 15: Isla Llingua: Alcance de datos de proyecto FIPA Mar Interior de Chiloé (Mar, Morado) y ASTER GDEM (Tierra, Turquesa)</i>	68
<i>Figura N° 16 Comparativa de visualización de una concesión de acuicultura en 2D y 3D. Elaboración Propia</i>	70



ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1: Requisitos de Plataforma Informática</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 2: Catastro de información proporcionada por SUBPESCA.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 3: Catastro de información adquirida por equipo consultor.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 4: Información separada por rol en tratamiento.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 5: Formato de Archivos de Entrada</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 6: Exportación a Raster desde otros Raster en ArcGIS Pro</i>	<i>39</i>
<i>Tabla 7: Conversión a Ráster desde Matrices de Datos.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 8: Conversión a Ráster de Datos de nube de punto</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 9: Evaluación de Raster Dataset</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 10: Ajuste de imágenes para mosaico</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 11: Creación de Dataset de Mosaico</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 12: Fijación de Propiedades de Dataset de Mosaico</i>	<i>49</i>
<i>Tabla 13: Análisis de Dataset de Mosaico</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 14: Imágenes usadas en Proyecto ArcGIS Pro</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 15: Proceso de Publicación de Servicio Web de Imágenes.....</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 16: Generación de Isóbatas</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 17 Generación de Hillshade</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 18: Taller Introducción al Modelo Digital 3D del fondo marino (Versión Web).....</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 19 Taller Introducción al Modelo Digital 3D del fondo Marino (Versión ArcGIS Pro)</i>	<i>63</i>
<i>Tabla 20 Taller Administración y Escalamiento del Modelo Digital 3D de Fondo Marino.....</i>	<i>64</i>
<i>Tabla 21 Taller Soporte Informático y Mantenimiento de Modelo Digital 3D del fondo Marino (Aplicación Web)</i>	<i>65</i>



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Listado de Documentos y Archivos Complementarios	76
Anexo 2: Detalle de horas efectivas por equipo consultor	78



OBJETIVO GENERAL

Generar una herramienta de apoyo a la gestión y toma de decisiones de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura con el sector acuícola, basada en la tecnología de representación 3D para la mejor visualización y comprensión del fondo marino en Chiloé Central y Archipiélago los Chonos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Recopilar, diagnosticar y estandarizar la data disponible de batimetría, administrar la data entregada por la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de concesiones y solicitudes de concesión de acuicultura, toponimia asociada, cartografía base e información Aster GDEM o de la que el consultor estime más apropiada que será validada como adecuada por la Subsecretaría.
2. Describir la metodología utilizada para el levantamiento de la información y para el desarrollo de la herramienta de representación 3D a través de software computacional justificando la elección de este.
3. Generar a partir de los datos procesados un modelo del fondo marino tridimensional que sea manejable y dirigible por el usuario a voluntad
4. Generar un soporte informático para la visualización de modelos 3D de manera interactiva en el Geoportal Institucional.
5. Generar capacitación en el uso de esta herramienta para profesionales de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, así como los mecanismos de actualización de la información.



ANTECEDENTES

En nuestros tiempos la tecnología ha ocupado un lugar preponderante en nuestro quehacer diario generando beneficios principalmente de acceso a información y a la disminución de las distancias relativas a nivel global.

Este fenómeno también afecta a los intereses comunicacionales de los organismos gubernamentales y privados que comienzan a consumir mayores niveles de tecnología. Hoy vemos video conferencias en donde se pueden realizar presentaciones a distancia e intercambiar archivos on-line.

En este mismo rumbo surge en la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura la idea de la modelación 3D del espacio geográfico que permita interactuar de mejor manera tanto a distancia como en reuniones, de participación local con los distintos actores ligados al sector acuícola.

Para la modelación 3D del espacio geográfico, se recurre a la utilización de técnicas de Percepción Remota, las cuales se basan en la utilización de sensores y plataformas que permitan capturar información en un espacio geográfico determinado, para luego ser procesadas y generar productos de visualización que pueden ser presentados desde cualquier parte y otorgar una visión del territorio con fines de análisis, gestión y toma de decisiones.

En el caso de las actividades relacionadas a la pesca y acuicultura, uno de los aspectos fundamentales es el conocimiento de la topografía submarina (o batimetría), el cual permite determinar aspectos importantes como la profundidad de la columna de agua, la viabilidad de navegación y la forma del fondo marino en donde se vaya a realizar la actividad.

A diferencia de las plataformas para la determinación del relieve de la superficie terrestre, como lo son las imágenes satelitales y la fotografía aérea, que usan sensores basados en ondas electromagnéticas que viajan a través del aire, el fondo marino requiere de



levantamientos especializados, realizados en el medio acuático, aplicando el mismo principio, pero usando ondas que viajen a través del agua.

En el contexto de la presente investigación, se maneja como antecedente dos instancias de levantamiento de batimetría, estas corresponden a dos proyectos realizados en los años 2016 y 2017:

- FIPA 2016-05: Realización de estudios batimétricos de amplia cobertura en apoyo a estudios de modelación (Región de Los Lagos) (SUBPESCA, 2016)
- FIPA 2017-34: Realización de estudios batimétricos de amplia cobertura en apoyo a estudios de modelación (Región de Aysén) (SUBPESCA, 2017)

El propósito general de ambos proyectos era el de realizar un levantamiento batimétrico costero en dos zonas no contiguas del sur de Chile, las cuales para la presente investigación serán determinadas como el área de proyecto para la realización del modelo 3D (ver Figura N° 3):

- Chiloé central cuyos límites son: Estero Castro por el oeste, Isla Chulín por el este, Isla Caucahué por el norte e Isla Talcán por el sur.
- Archipiélago de Los Chonos, en la región de Aysén cuyos límites son: Isla Guamblín por el oeste, Canal Moraleda por el este, Archipiélago de Las Guaitecas por el norte y Península de Taitao por el sur.

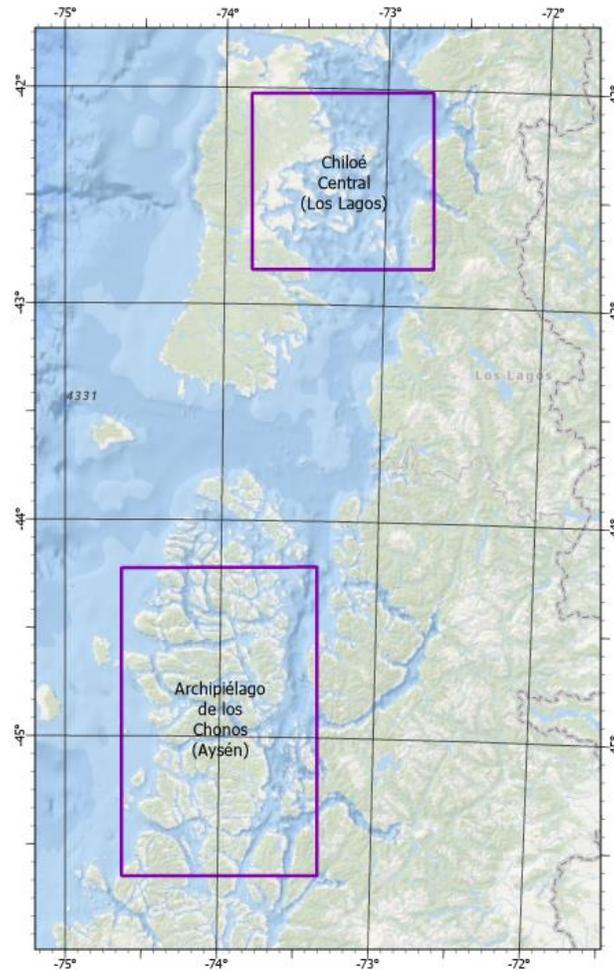


Figura N° 3: Área de Estudio (Elaboración propia a base de límites definidos por SUBPESCA)

Con la información batimétrica adquirida como resultado de estos proyectos, la siguiente etapa en la idea de la Subsecretaría consiste en realizar la modelación del fondo marino para que esta pueda ser consumida potencialmente por los profesionales de la institución y el público interesado.

Actualmente, las plataformas de Sistemas de Información Geográfica (SIG o GIS en inglés) han ido en línea con las necesidades del modelamiento tridimensional siendo aplicadas en distintos campos del conocimiento y aplicaciones siendo los sectores de Arquitectura y Construcción pioneros en esta materia para la gestión de instalaciones y modelado virtual de edificios, combinando el modelado 3D y los SIG (López, Cobos, Tomida, & Prieto, 2014).



En el campo de las ciencias del mar, no es ajeno el uso de los levantamientos batimétricos con el propósito de realizar modelaciones, existiendo iniciativas que persigan el objetivo de tener un mapa global del fondo marino. La principal iniciativa global que aspira a realizar un modelo de fondo marino para fines de representación de la superficie del fondo marino en 3D es el proyecto Seabed 2030 (The Nippon Foundation-GEBCO, 2020) cuyo propósito es tener el 100% del fondo marino mapeado para el año 2030. El proyecto se basa en el actual mapa de fondo marino conocido como GEBCO (*General Bathymetric Chart of the Oceans* en inglés) y la recopilación de todas sus iniciativas posteriores.

Parte fundamental de la visualización del modelado es la plataforma que proporciona los recursos tecnológicos para leer y desplegar el relieve submarino sobre los datos obtenidos, es ahí donde los SIG cobran relevancia por su modelo conceptual, el cual facilita la administración, análisis y soporte lógico y físico de los datos espaciales, pero que en los últimos años ha ido incorporando nuevas tecnologías para desarrollo de aplicaciones optimizadas para la visualización en 3D de datos espaciales aplicable para múltiples campos del conocimiento (Esri, 2021).

Con la disposición de estas tecnologías, la Subsecretaría requirió producir un Modelo de elevación dinámico de terreno 3D, que contenga un sector costero de Chile que incluya costa e islas, considerando columnas de agua y fondo marino según la información disponible, con elementos cartográficos, información geográfica, modelos de detalle, y que considere en el flujo dimensional de la estructura de datos geodésica 3D, visualizar polígonos de rango dinámico en sus modelamientos georreferenciados para grandes extensiones de terreno.

Las características de este modelo de representación permitirán la construcción de planos y vistas en 3D que ayudarán a tomar decisiones adecuadas en cuanto a:



- **Visualización del Entorno Actual:** permitiendo un análisis de mejora de la percepción del espacio por parte de la comunidad y conocimiento directo de la situación actual.
- **Planes de evaluación de Diseño:** Evaluar el impacto total del cambio y determinar la viabilidad basada en una herramienta interactiva y didáctica para el entendimiento de sucesos
- **Administración y operación:** visualizar geográficamente, analizar y comparar información operacional y política. Monitorear y administrar servicios y condiciones ambientales en el contexto actual de manera digital.

Con estos antecedentes, se procedió a la investigación para desarrollar un producto que se beneficie de tecnologías de vanguardia, que permita visualizar, describir, analizar y difundir información de la realidad del espacio costero para usuarios del entorno local, inversionistas del sector acuícola y entidades gubernamentales, permitiendo aportar a la toma de decisiones informadas y representar todo el potencial del espacio geográfico en contexto.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

MARCO GENERAL

La metodología de trabajo se desarrolla alineada con el cumplimiento de los objetivos específicos de la presente investigación. Como base, cada etapa de trabajo se desarrolla en función de cumplir un objetivo específico y entregando un producto que permita la realización de las etapas posteriores.

El flujo metodológico general para el desarrollo de esta investigación considera 5 etapas, una por cada objetivo específico como se puede visualizar en la Figura N° 4

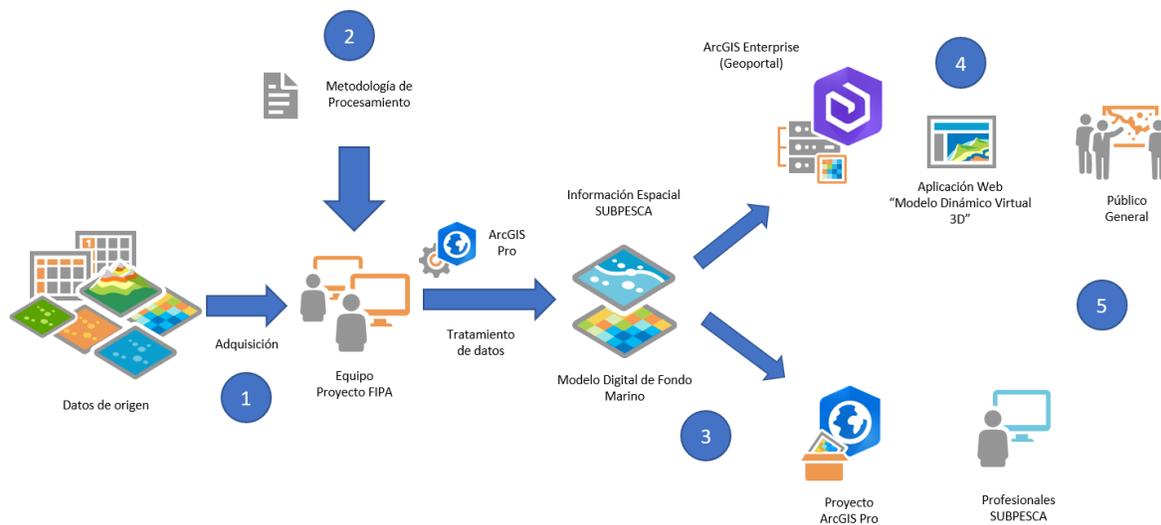


Figura N° 4: Flujo Metodológico General del Proyecto (Elaboración Propia)

Los principios metodológicos del presente trabajo están orientados a la construcción sistemática de un producto único denominado **Modelo Digital de Fondo Marino** (Digital Seafloor Model en inglés), el cual es un Modelo Digital de Elevación (MDE) que representa tanto la superficie del mar en las áreas de estudio solicitadas (Chiloé Interior y Archipiélago de los Chonos) como las porciones de tierra adyacentes combinando información batimétrica y topográfica.



La construcción del presente modelo considera insumos provenientes de fuentes propias de la Subsecretaría como fuentes de terceros y será desarrollada en primera instancia como un conjunto de datos operable desde software de escritorio para posteriormente ser dispuesto como un servicio web de imágenes especializado de terreno el cual incluirá una aplicación web personalizada para la Subsecretaría con el propósito de consumir masivamente el modelo

El presente informe de avance da a conocer la metodología para el desarrollo de los primeros tres objetivos específicos de la investigación.

OBJETIVO 1: ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN ESPACIAL

El proceso de adquisición de Información Espacial consiste en una actividad de recopilación de conjuntos de datos relevantes para la construcción del modelo o, en su defecto, contribuyan como información complementaria a la visualización de datos del modelo 3D.

El proceso de adquisición posee dos actividades principales:

1. Solicitar a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura los antecedentes de levantamientos de batimetría y datos complementarios utilizados en los proyectos FIPA 2016-05 y 2017-34
2. Investigar y adquirir de fuentes públicas y de servicios nacionales e internacionales información de topografía y batimetría.

El proceso de adquisición de información espacial consideró la obtención de múltiples conjuntos de datos en diversos formatos y tamaños, por lo que se procedió a un proceso de catalogación de bases de datos y elaboración de un inventario de información que funcione como selección primaria de recursos a trabajar en etapas posteriores.

Para el caso de los datos provenientes de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura, se elevaría a solicitud formal, a través de la contraparte técnica, una petición de los conjuntos de datos



generados por los proyectos FIPA y datos complementarios a considerar para la generación del modelo de fondo marino.

Para el caso de los datos provenientes de fuentes públicas, el equipo consultor realizó procesos de adquisición de información de batimetría y terreno para complementar los datos provisionados por la Subsecretaría.

Sin perjuicio de investigar fuentes de información recomendadas por la Subsecretaría, el equipo consultor gestionó la adquisición de conjuntos de datos por cuenta propia desde fuentes de acceso público y liberadas de costo desde múltiples proyectos:

- Proyecto ASTER Global Digital Elevation Map (GDEM) (NASA JPL, 2019)
- Proyecto Advanced Land Observing Satellite ALOS-PALSAR (JAXA, 2021)
- Proyecto General Bathymetric Chart of the Oceans (GEBCO) (GEBCO, 2021)
- Proyecto Global Multi-resolution Terrain Elevation Data 2010 (USGS, 2011)
- Colección de Modelos Digitales de Elevación y Batimetría "Topobathy" (Esri, 2021)

OBJETIVO 2: METODOLOGÍA DE PROCESO DE DATOS BATIMÉTRICOS

La etapa de Preparación de Metodología de Proceso de datos batimétricos reúne las actividades que darán cumplimiento al objetivo específico 2 del proyecto.

Para la presente etapa se contempló un análisis detallado de los diferentes orígenes de datos obtenidos del proceso de Adquisición de información espacial. La construcción del procedimiento considera previamente la separación de la información adquirida en dos categorías:

- **Información para modelo digital de terreno:** Considera todo conjunto de datos que almacenen información acerca de la topografía y batimetría de las áreas de estudio tanto en formato vectorial, tabulado (archivos de texto plano o tablas) y raster.

- **Información complementaria:** Considera todo conjunto de datos que grafican o representan espacialmente conceptos diferentes a la topografía y batimetría de las áreas de estudio. Considera todo dato asociado a concesiones de acuicultura, ECMPO, AMERB y elementos espaciales administrados por la Subsecretaría y serán excluidos del presente procedimiento para ser incorporados en la etapa de Modelamiento Tridimensional de Fondo Marino.

Con la información para el modelo digital de terreno se diseñó un proceso de homologación de formato, con el propósito de generar información estandarizada derivada de los conjuntos de datos originales, proponiéndose la elaboración de un Dataset Raster por cada conjunto de datos como aparece en la Figura N° 5

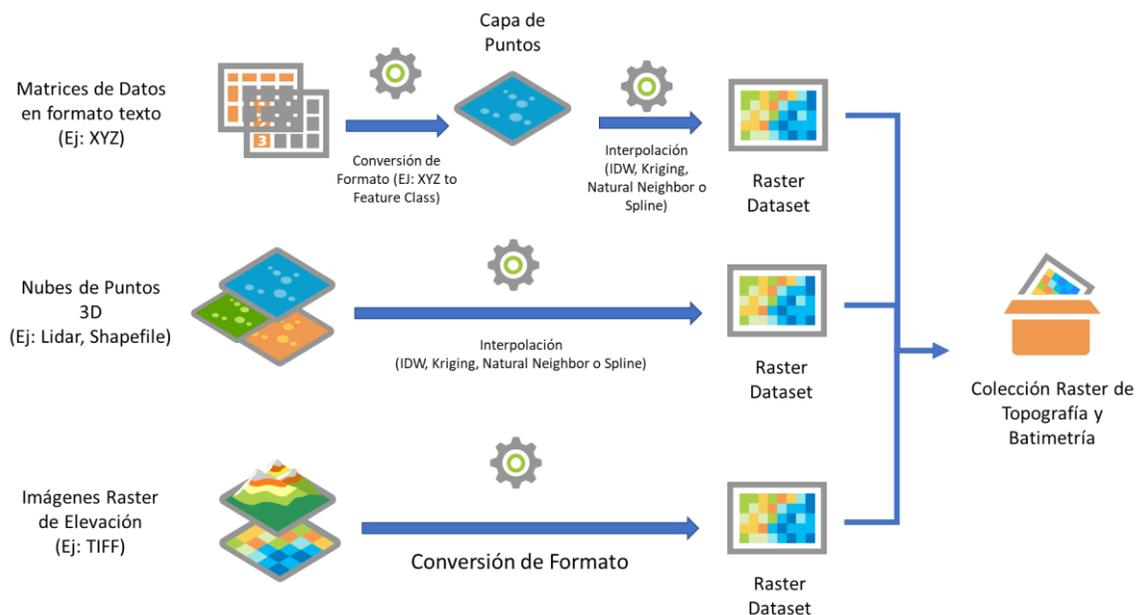


Figura N° 5: Diagrama de Proceso de Homologación de Datos (Elaboración Propia)

OBJETIVO 3: CONSTRUCCIÓN DE MODELO DIGITAL DE FONDO MARINO

La generación del Modelo Digital de Fondo Marino se enfoca en preparar una solución que pueda ser reutilizable, ampliamente distribuible y directamente interoperable con la infraestructura del Geoportal Institucional de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura



ofreciendo una ampliación de esta para abordar las capacidades requeridas para el modelo 3D. Esta solución se compone de dos productos principales:

- **Un Modelo Digital de Fondo Marino en 3D** disponible para su uso interno por profesionales SUBPESCA a través del software de escritorio ArcGIS Desktop y ArcGIS Pro, el cual incluya la base del fondo marino compuesta por todas las fuentes disponibles de información batimétrica y además incorpore visualizaciones cartográficas del fondo marino con la información actualmente administrada por la Subsecretaría como lo son las Concesiones de Acuicultura, AMERB, ECMPO y conceptos asociados.
- **Un Servicio de Imágenes del Modelo Digital de Fondo Marino** el cual permitirá consumir, a través de aplicaciones web y el Geoportal Institucional basado en ArcGIS Enterprise, la superficie base del fondo marino del área de estudio de forma idéntica al Modelo para software de escritorio. Este Servicio de Imágenes se sustentará en la tecnología de ArcGIS Image Server, un producto complementario de ArcGIS Enterprise para servidores que permite publicar a la web imágenes satelitales y dataset de terreno con capacidades de análisis y acceso optimizado.

La etapa comienza con la habilitación de la infraestructura de publicación de servicios de imágenes de ArcGIS Image Server y su enlace al Geoportal Institucional. Esta habilitación consiste en disponer de un servidor e instalar el producto ArcGIS Image Server y luego configurar su conectividad a ArcGIS Enterprise de Subpesca como se resume en la Figura N° 6

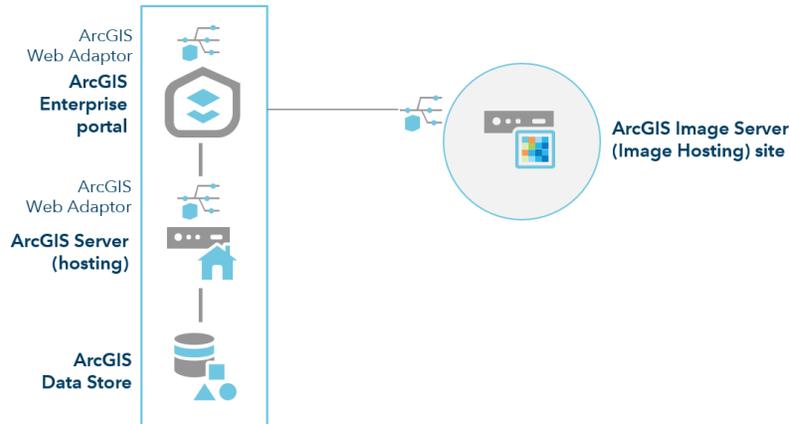


Figura N° 6: Arquitectura de ArcGIS Image Server en relación con ArcGIS Enterprise (Esri, s.f.)

Se incluye como parte de la solución la adquisición y entrega de una (1) licencia de ArcGIS Image Server en modalidad perpetua¹. Los requisitos de servidor para disponer de esta tecnología se describen en la Tabla 1.

¹ La modalidad “perpetua” indica que el producto al ser adquirido no posee expiración de su uso y puede ser desinstalado y reinstalado según las condiciones del Acuerdo Maestro de Licencias de Esri. La licencia se adquiere para las versiones de ArcGIS Enterprise 10.9 y anteriores. Para acceder a versiones superiores se debe realizar el pago de una mantención al segundo año que no inhabilita a continuar usando del producto si no se realiza.



Tabla 1: Requisitos de Plataforma Informática

Componente	Mínimo	Recomendado
CPU	4 core (o vCore en VM)	4 core (o vCore en VM)
RAM	32 GB	48 GB
Disco	1 unidad: OS + Data + Config. (250 GB)	3 unidades: - OS (70 GB) - Data (250 GB) - Config (24 GB)
OS	Windows Server 2016 (1607)	Windows Server 2019 (1809)
Roles de Servidor	Web Server (IIS 8.5) con https activado y certificado de seguridad	Web Server (IIS 10) con https activado y certificado de seguridad
Software Adicional	Cliente de Base de Datos (SQL Server, Oracle según corresponda)	Cliente de Base de Datos (SQL Server, Oracle según corresponda)
Requisitos adicionales	IP Pública y registro en DNS público (sugerencia: imágenes.subpesca.cl)	IP Pública y registro en DNS público (sugerencia: imágenes.subpesca.cl)

Para esta actividad se realizan coordinaciones con el equipo a cargo de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Subsecretaría y el área de TI para presentar el requerimiento y las capacidades que entrega la infraestructura tanto para el desarrollo del presente proyecto como otros requerimientos de SUBPESCA.

La instalación y configuración de la Infraestructura será efectuada y documentada en coordinación con las unidades administradoras del Geoportal entregando al final del proceso una Bitácora de Instalación y Configuración.

Para la generación del Modelo Digital de Fondo Marino se dará continuidad a la metodología efectuada en la etapa anterior elaborando un Dataset de Mosaico, el cual es un producto basado en la colección de múltiples archivos Ráster los cuales pueden encontrarse alojados en distintas ubicaciones tanto de red como en bases de datos SQL

maximizando las características de origen del ráster (Esri, 2021). El Dataset de Mosaico se ajusta según la metodología para generar una superficie continua del área de estudio basado en cálculos y correcciones “al vuelo”, vale decir, adecuándose en conformidad se va modificando el catálogo permitiendo que el producto resultante sea escalable con nuevas incorporaciones de datos de elevación o batimetría. La Figura N° 7 muestra el principio detrás de la composición de un Dataset de Mosaico donde la combinación de imágenes desde su origen genera un producto que permite complementarlas y homologarlas en un espacio dinámico facilitando la complementación entre ellos y la subsanación de este.

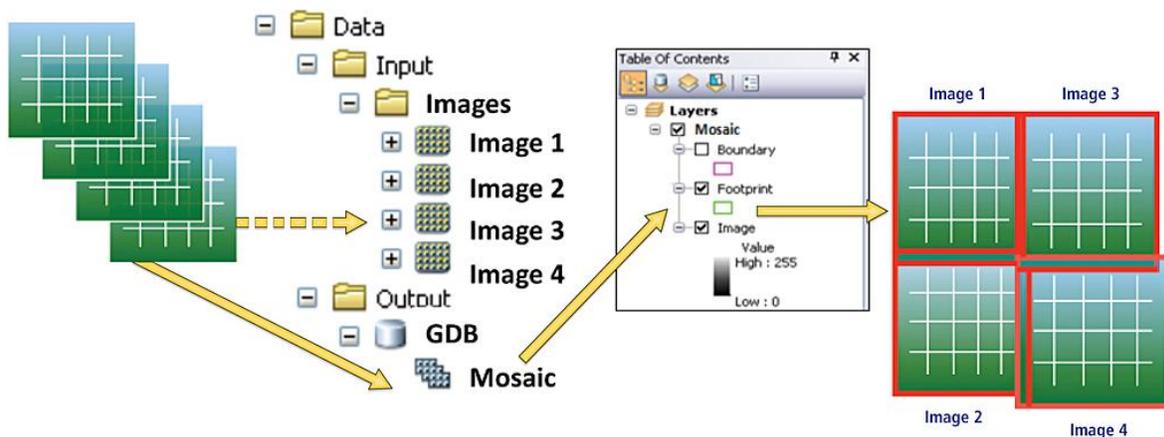


Figura N° 7: Funcionamiento interno de un Dataset de Mosaico (Mosaic Dataset) en ArcGIS (Esri Education Services, 2010)

El Dataset de Mosaico del Modelo Digital de Fondo Marino será generado y almacenado tanto de forma local (archivo) como en la infraestructura que la Subsecretaría determine relevante para consumo interno.

Con la creación del Dataset de Mosaico, este puede ser consumido directamente desde el software de escritorio ArcGIS Desktop y ArcGIS pro para su visualización y ser utilizado como capa de elevación de referencia para escenas en 3D.

OBJETIVO 4: SOPORTE INFORMÁTICO DE PLATAFORMA DE VISUALIZACIÓN 3D

En esta etapa se contempla el desarrollo de un aplicativo web de visualización 3D que permita consumir desde la plataforma ArcGIS los servicios web de Modelo Digital de Fondo Marino y los servicios de mapas que otorga la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Concesiones de Acuicultura, AAA, etc.).

El aplicativo de "Modelo Dinámico Virtual 3D" se plantea como un desarrollo hecho a la medida, basado en los recursos de la API de ArcGIS para Javascript (Figura N° 8), las cuales están optimizadas para el consumo de la plataforma de Geoportal de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

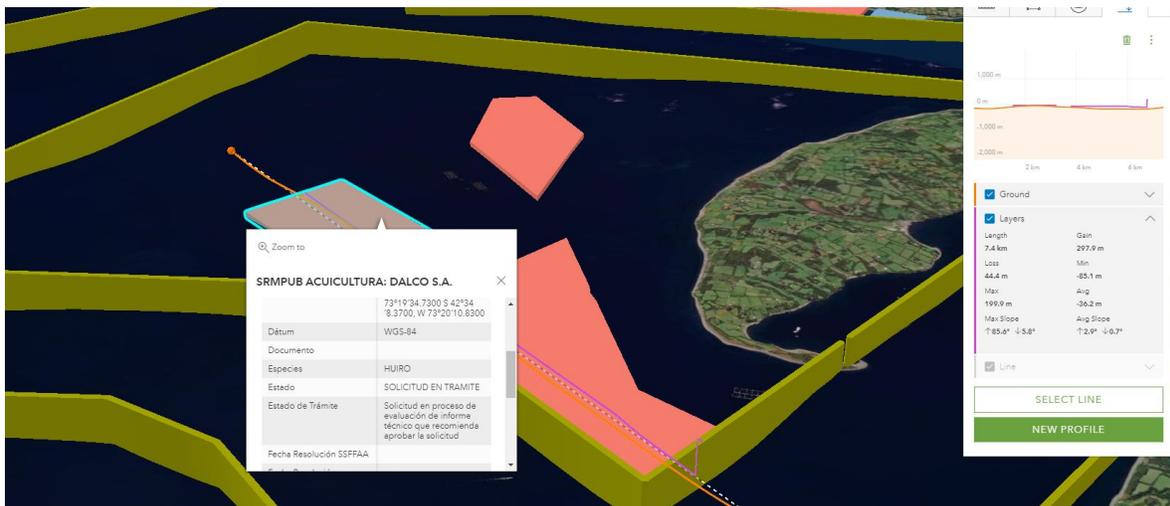


Figura N° 8: Ejemplo de Visualización de datos 3D usando la API de ArcGIS para Javascript

La aplicación permite entregar, a través de una interfaz simple y funcional, los resultados del Modelo Digital de Fondo Marino para su consumo masivo a través de un navegador web con conexión a internet, siendo aprovisionado desde la infraestructura de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura.

Los beneficios de la solución propuesta consideran las funciones solicitadas para el software de visualización del Modelo Digital de Fondo Marino:

- Identificación dinámica de elementos visibles con un solo click



- Indicador de profundidad con un solo click
- Visión en 360° del entorno submarino de sectores predefinidos y navegación usando el mouse.
- Elección de color de la gráfica y resolución de imágenes.
- Función de Zoom con scroll de mouse
- Búsqueda por elementos de interés (topónimos, concesiones y solicitudes por código de centro N° Pert entre otros)
- Herramientas de medición de profundidades y de distancias entre puntos.
- Botón para compartir vista
- Botón para imprimir vista

Adicional a las funcionalidades, la solución propuesta presenta beneficios adicionales:

- Integración nativa: El aplicativo trabaja directamente con la información desde la plataforma ArcGIS Enterprise complementada con ArcGIS Image Server para el consumo del Modelo Digital de Fondo Marino
- Interoperabilidad con servicios de Geoportal: El propósito es maximizar el consumo de los servicios de Mapas actualmente ofrecidos a través del Visualizador de Mapas Institucional, por lo que se buscará reutilizar los mismos servicios actualmente activos en el Geoportal para una experiencia en línea evitando diferencias de información entre ambos productos.

El proceso de desarrollo se realizará a través de metodologías ágiles de desarrollo de software basada en SCRUM (SCRUM, 2022) utilizando como núcleo tecnológico el uso de .Net framework y la API de ArcGIS para Javascript, tecnologías similares a las de productos como el Visualizador de Mapas Institucional. Esto incluye el proceso de:

- Levantamiento de Requerimientos
- Desarrollo de requerimientos en ciclos de trabajo llamados "sprints"
- Aseguramiento de Calidad y publicación.



El producto final será instalado en un servidor web designado por la Subsecretaría para su acceso el cual requiere las siguientes características:

Componente	Mínimo	Recomendado
CPU	2 core (o vCore en VM)	4 core (o vCore en VM)
RAM	4 GB	8 GB
Disco	1 unidad: OS (70 GB)	1 unidad: OS (70 GB)
OS	Windows Server 2016 (1607)	Windows Server 2019 (1809)
Roles de Servidor	Web Server (IIS 8.5) con https activado y certificado de seguridad	Web Server (IIS 10) con https activado y certificado de seguridad

Adicionalmente al proceso de desarrollo, se derivará la respectiva documentación para administradores, usuarios y personal de soporte TI para poder realizar las configuraciones y gestionar el producto aplicativo

OBJETIVO 5: CAPACITACIONES

El proceso de transferencia de conocimiento de la solución de Modelo Dinámico Virtual 3D consta de dos actividades principales:

- Elaboración de Programa de Capacitación
- Ejecución de Ciclo de Capacitaciones

El Programa de Capacitación se ejecuta reuniendo las necesidades de SUBPESCA, en una instancia de trabajo con la contraparte técnica, para capacitar a sus profesionales y asociados de interés en tiempo y forma, comenzando con la elaboración de una nómina de instancias de capacitación (curso o taller) la cual se describirá con los siguientes elementos:

- Nombre del curso o taller
- Descripción
- Público objetivo
- Horas



- Resumen de contenidos

La transferencia de conocimiento consideró satisfacer por lo menos las siguientes capacitaciones:

- Capacitación abierta para el personal de la División de Acuicultura respecto de la utilización del aplicativo 3D (modo usuario) para aproximadamente 40 usuarios.
- Capacitación para el personal de la Unidad de Ordenamiento Territorial respecto de la utilización del aplicativo 3D (modo usuario) para 13 funcionarios.
- Capacitación para el personal de la Unidad de Ordenamiento Territorial respecto de la utilización del aplicativo 3D (modo administrador) para 5 funcionarios.
- Capacitación abierta para profesionales de los Gobiernos Regionales de Los Lagos y Aysén respecto de la utilización del aplicativo 3D (modo usuario) para aproximadamente 10 usuarios.
- Inducción (incluyendo presentación, manual de referencia y material audiovisual) para capacitación a distancia de las Direcciones Zonales de Pesca y Acuicultura sobre el aplicativo 3D (modo usuario). Esta inducción incluirá una instancia en vivo y se entregará su grabación para posterior reutilización

Con la nómina establecida se procede a las actividades de calendarización, las cuales son convenidas con SUBPESCA de acuerdo con la disponibilidad de tiempo de sus funcionarios, de las cuales se deriva la preparación de material por parte de los profesionales de Soporta para tales efectos.

Las capacitaciones se realizarán en formato de seminario web a través de la plataforma Microsoft Teams vía remota, las cuales serán grabadas y cuya asistencia será registrada para efectos de elaborar un acta de participación.



RESULTADOS

OBJETIVO 1: ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN

El proceso de Adquisición de Información se ejecutó satisfactoriamente durante el primer mes del proyecto. En este, la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura facilitó al equipo consultor los resultados de los proyectos FIPA solicitados en diciembre de 2021.

La institución entregó, en un almacén en la nube dispuesto por el equipo consultor, un archivo comprimido con la información descrita en la Tabla 2

Tabla 2: Catastro de información proporcionada por SUBPESCA

Conjunto	Formatos	Categoría	Observaciones
FIPA Batimetría Aysén (2017-34)	TIF, GRD y XYZ	Información para Modelo 3D	Incluye informes y Planos finales
Sondas FIPA 2016-05	Geodatabase de Archivo	Información para Modelo 3D	
Límites Propuestos	Shapefile	Información Complementaria	
Cartas DPC SSP y SHOA	CAD	Información Complementaria	
Antecedentes Acuicultura en FileGDB	Geodatabase de Archivo	Información Complementaria	Incluye información obtenida de Geoportal Institucional SUBPESCA

Paralelamente se realizó el proceso de adquisición de información desde fuentes públicas de datos de Topografía y Batimetría.

Estas consultas se realizaron en los meses de diciembre de 2021 y enero de 2022 a sitios web que poseían la información en su estado de producto finalizado o compilado por entidades gubernamentales.

Esta información fue descargada de sus respectivas fuentes en formatos ráster y dispuesta en el almacén en la nube del equipo consultor convertida en formato Geodatabase de

www.soporta.cl

Fanor Velasco #85 Of. 804, Santiago-Chile – soporta@soporta.cl - +56(2)29638170



Archivo para facilidad de lectura de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura con los datos descritos en la Tabla 3

Tabla 3: Catastro de información adquirida por equipo consultor

Ráster	Resolución	Descripción	Fuente
ALOS_PALSAR_AYSEN	12,5 m	DEM ALOS PALSAR unificado para la región de Aysén	IDE Chile – Centro de Descargas
ALOS_PALSAR_LOSLAGOS	12,5 m	DEM ALOS PALSAR unificado para la región de los Lagos	IDE Chile – Centro de Descargas
ALOS_WORLD_3D30M	30 m	DEM ALOS PALSAR 2 formato original resolución de 30 m	Sitio web ALOS@EORC (jaxa.jp)
ASTER GDEM	30 m	Aster Global DEM	EarthData Explorer
GEBCO 2020	15 arco segundos	Modelo digital de fondo marino global versión 2020	Sitio web GEBCO 2020 Grid
GEBCO 2021	15 arco segundos	Modelo digital de fondo marino global versión 2021	Sitio web GEBCO 2021 Grid
GMTED2010	30 arco segundos	DEM global multi-resolución 2010 del USGS	USGS – Archivo EROS

OBJETIVO 2: PROCESO PARA EL TRATAMIENTO DE DATOS BATIMÉTRICOS

Para realizar los procesos de transformación de datos durante el proyecto y posterior a él se utilizó la suite de escritorio de ArcGIS Pro como software base incluyendo sus extensiones Spatial Analyst y 3D Analyst para optimizar la conversión a formatos ráster y análisis de datos en 3D.

ArcGIS Pro, de la empresa Esri, es un software GIS de capacidades amplias que permite visualizar, ejecutar tareas de análisis, procesar diferentes formatos GIS y no GIS y gestionar contenido con altas prestaciones para el trabajo con información espacial. El software base permite trabajar con múltiples formatos de archivo y realizar tareas de conversión de información además de gestionar proyectos completos con fines de administración de datos, análisis y composición cartográfica. (Esri, s.f.)



Justificación del uso de ArcGIS Pro.

La selección del uso de ArcGIS Pro para los procesos se basa en dos grupos de argumentos: de naturaleza técnica y de naturaleza de gestión.

Argumentos Técnicos

- El diseño tecnológico de los Dataset de Mosaico (Estructura propietaria de Esri) se ajusta de mejor forma a la gestión de los datos este proyecto, considerando que los datos de entrada poseen múltiples resoluciones espaciales y extensiones geográficas
- El diseño tecnológico de los Dataset de Mosaico facilita una composición dinámica referenciando los archivos ráster de origen sin generar un producto compuesto con soporte físico sino virtual. Al poseer una estructura de catálogo de información que permite agregar, configurar y gestionar la ubicación de las imágenes que utiliza, permitiendo que nuevos datos puedan ser agregados ágilmente.
- El diseño tecnológico de los Dataset de Mosaico facilita una composición visual equivalente a la realización de un procesamiento y posterior almacenamiento de un nuevo raster sin la necesidad de almacenarlo físicamente, la función de visualización permite mostrar de forma combinada y “al vuelo” de todos los ráster superpuestos según criterios de visualización configurables. De este modo, se evita el almacenamiento físico de una imagen compuesta que requeriría regenerarse manualmente cada vez que se quieran incorporar nuevos datos
- ArcGIS Pro, además, proporciona herramientas de análisis, navegación, composición cartográfica y conectividad a datos ya integrada y con elementos focalizados para el manejo de este tipo de mosaicos.

Argumentos de Gestión

- El software utilizado para este trabajo es software ya adquirido por SUBPESCA tanto para usuarios de escritorio como servidores (ArcGIS Enterprise), por lo que no se requiere la adquisición de licenciamiento adicional (con excepción de la componente Image Server considerada en este proyecto) y maximiza la eficiencia del costo en este software por parte de la institución.



- El software es comúnmente utilizado por los profesionales de SUBPESCA, así como versiones anteriores a ArcGIS Pro, por lo que la curva de aprendizaje para reproducir esta metodología y entender el funcionamiento de esta es más rápida
- Al utilizar productos que interactúan de forma nativa con el Geoportal de SUBPESCA el costo de integración y el escalamiento de la plataforma para sustentar los resultados del proceso son mas bajos, considerando que el mismo proveedor facilita los procesos necesarios para ello
- El software y los resultados del proceso adoptan una metodología estandarizada y usada con fines similares para el aprovisionamiento de servicios de uso masivo en este tipo de aplicaciones (Mapas Base y Servicios de Elevación y Topografía Global).

Revisión de conjuntos de datos

Acorde a la información levantada, el primer proceso consistió en la revisión de todos los conjuntos de datos relevantes para la construcción del modelo 3D, excluyendo a la información complementaria. Esto implica separar en dos grupos la información recopilada y catastrada en la Tabla 2 y en la Tabla 3. La Tabla 4 indica la separación inicial de los conjuntos de datos por su rol en el tratamiento de datos batimétricos:

Tabla 4: Información separada por rol en tratamiento

Información para Modelo 3D	Información Complementaria
FIPA Batimetría Aysén (2017-34) Sondas FIPA 2016-05 ALOS_PALSAR_AYSEN ALOS_PALSAR_LOSLAGOS ALOS_WORLD_3D30M ASTER GDEM GEBCO 2020 GEBCO 2021 GMTED2010	Límites Propuestos Cartas DPC SSP y SHOA Antecedentes Acuicultura en FileGDB



Posterior a la separación por rol en tratamiento, se procede a detallar la información relevante acorde a su formato de origen para identificar el proceso más adecuado de tratamiento para su homologación. La Tabla 5 muestra el detalle de formato de la información para modelos 3D:

Tabla 5: Formato de Archivos de Entrada

Ráster	Formato
CHIVATO (FIPA Batimetría Aysén)	GRD
MORALEDA (FIPA Batimetría Aysén)	GRD
SIMPSON (FIPA Batimetría Aysén)	GRD
VICUNA (FIPA Batimetría Aysén)	GRD
AYSEN_50X50 (FIPA Batimetría Aysén)	XYZ
Sondas FIPA 2016-05	Point Feature Class (GDB Archivo)
ALOS_PALSAR_AYSEN	Raster Dataset (GDB Archivo)
ALOS_PALSAR_LOSLAGOS	Raster Dataset (GDB Archivo)
ALOS_WORLD_3D30M	Raster Dataset (GDB Archivo)
ASTER GDEM	Raster Dataset (GDB Archivo)
GEBCO 2020	Raster Dataset (GDB Archivo)
GEBCO 2021	Raster Dataset (GDB Archivo)
GMTED2010	Raster Dataset (GDB Archivo)

Se puede observar que se identifican 4 formatos de datos de los cuales 2 son de origen vectorial (XYZ y Point Feature Class) mientras que 2 son de origen ráster (Raster Dataset y GRD).

Utilizando el formato Raster Dataset como formato de salida estándar para ArcGIS Pro, se definió la transformación de 3 tipos de orígenes de datos correspondientes a batimetría:

- Imágenes ráster de elevación (.grd)
- Matrices de datos en formato texto (.xyz)
- Nubes de puntos 3D (feature class).

Para cada formato de entrada se estableció un proceso de transformación utilizando herramientas de Geoprocesamiento en ArcGIS Pro. Siguiendo los lineamientos estándar del uso de la aplicación, se elaboró un proyecto de ArcGIS Pro (.aprx) conectado a las fuentes



<p>2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En la pestaña del geoproceso “Exportar Ráster” indicar la Geodatabase donde se guardarán las imágenes, junto con su nombre. • Importante: indicar el sistema de coordenadas apropiada para la imagen, en el caso de ejemplo es WGS_1984_UTM_Zone_18S • El resto de los parámetros se auto rellenan de acuerdo con las características de la imagen de entrada. 	
----------	---	--

Matrices de datos en formato texto (Archivos .xyz o ASCII)

Para desplegar la matriz de datos en formato texto (.xyz) en ArcGIS Pro para la transformación posterior, se eligió la herramienta de geoprocesamiento el método de “De ASCII 3D a clase de entidad” como se describe en la Tabla 7

Tabla 7: Conversión a Ráster desde Matrices de Datos

N	Descripción	Ilustración
<p>1</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Buscar la herramienta de geoprocesamiento “De ASCII 3D a clase de entidad” (<i>ASCII 3D To Feature Class</i>) de la extensión <i>3D Analyst</i>. • Indicar el archivo .xyz de entrada y la ubicación de Feature class de salida junto con su nombre. • Importante: elegir el tipo de clase de entidad de salida como “Entidades de puntos” (Point features) para que cada coordenada XYZ produzca una entidad de punto • Indicar el sistema de coordenadas 	



2	<ul style="list-style-type: none"> • Al Feature Class resultante del paso anterior hay que agregar la información de elevación. Para esto busquemos la herramienta "Agregar información de Z" (<i>Add Z Information</i>) de la extensión <i>3D Analyst</i>. • Marcar la casilla Spot Z • Correr el geoproceto • Como el resultado, se obtuvo el Feature class de puntos 3D. Para proceso siguiente ver 2.3.3 Nubes de puntos 3D. 	
---	--	--

Nubes de puntos 3D (Archivos Shapefile y Feature Class de Puntos)

Las capas de puntos con la información de elevación incorporada pueden venir en formato shapefile o feature class (si están alojadas en la Geodatabase, por ejemplo Sondas_FIPA_2016_05.gdb). Al analizar la distribución de los puntos, se concluyó que estos forman una grilla regular con distancias bastante pequeñas entre puntos (10 m, 20 m o 50 m). Por esto se decidió hacer la transformación con la herramienta del Geoprocetamiento "De punto a ráster". Cuando son múltiples nubes de puntos consolidables en un solo ráster, estos se pueden fusionar y elaborar un mosaico único con la herramienta "Mosaic to New Raster" como se describe en la Tabla 8

Tabla 8: Conversión a Ráster de Datos de nube de punto

N	Descripción	Ilustración
---	-------------	-------------



<p>1</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En la búsqueda de geoprocursos encontrar la herramienta "De punto a ráster" (Point to Ráster) • Indicar la capa de entrada • Importante: elegir el campo de valor que contiene elevaciones (valores Z) • Indicar la ubicación de ráster de salida (la Geodatabase del proyecto) • Indicar el tamaño de celda según la distancia entre los puntos en la cuadrícula. 	
<p>2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • En el caso cuando varios ráster dataset obtenidos en el paso anterior deberían formar parte de un único ráster, se utiliza la herramienta "De mosaico a nuevo ráster" (<i>Mosaic To New Raster</i>) para juntar las partes. • Elegir los ráster de entrada • Indicar el repositorio de salida (GDB) y nombre del ráster resultante • Indicar la referencia geoespacial • Importante: cambiar el tipo de píxeles según los ráster de entrada (en nuestro caso 64 bit) • Indicar el número de bandas (para elevación es solo 1) 	

Selección inicial de Raster Dataset

Para el caso de los datos que actualmente se trabajaron como Raster Dataset, se realizó un procedimiento para filtrar y cortar, al área de estudio, los datos de mayor utilidad. Como criterio principal se consideró la resolución espacial de los ráster (tamaño del píxel, privilegiando la resolución más detallada) y su nivel de actualización (considerando los orígenes de datos más recientes por sobre los antiguos), así como el potencial para complementar y enriquecer los datos actualmente obtenidos de los proyectos FIPA (se



considera como superficie mínima los datos de proyectos FIPA, otros datos se consideran si forma parte de áreas en las que solo hay una fuente de datos disponible).

De los Raster Datasets de la Tabla 3 solo se consideraron 3 conjuntos de datos como indica la evaluación en la Tabla 9

Tabla 9: Evaluación de Raster Dataset

Ráster	Evaluación	Justificación
ALOS_PALSAR_AYSEN	No Considerado	No provee buena resolución espacial de la zona específica y otros datos proveen mejor resolución
ALOS_PALSAR_LOSLAGOS	Considerado	Provee información complementaria para datos en tierra complementando la batimetría con topografía el área de estudio
ALOS_WORLD_3D30M	No Considerado	No provee buena resolución espacial de la zona específica y otros datos proveen mejor resolución
ASTER GDEM	Considerado	Provee información complementaria para datos en tierra complementando la batimetría con topografía el área de estudio
GEBCO 2020	No Considerado	No provee buena resolución espacial de la zona específica y otros datos proveen mejor resolución
GEBCO 2021	Considerado	Provee información complementaria para batimetría en zonas contiguas al área de estudio o donde no exista información batimétrica alcanzada por los levantamientos FIPA
GMTED2010	No Considerado	No provee buena resolución espacial de la zona específica y otros datos proveen mejor resolución

Sumado a la información de los procesos anteriores, se procedió a la construcción del Modelo Digital de fondo Marino

OBJETIVO 3: MODELO DIGITAL DE FONDO MARINO

Para la creación, procesamiento y publicación del Dataset de Mosaico se creó un proyecto de ArcGIS Pro (*.aprx) que posteriormente será convertido al Paquete de Proyecto de ArcGIS Pro (*.ppkx) que contendrá todo el contenido, mapas de referencia y base para la

explotación del Modelo Digital de Fondo Marino desde el software de escritorio y para uso interno de los profesionales de SUBPESCA. Con la creación del Dataset de Mosaico, este puede ser consumido directamente desde el software de escritorio ArcGIS Desktop y ArcGIS Pro para su visualización y ser utilizado como capa de elevación de referencia para escenas en 3D.

Ajuste de imágenes para mosaico

La primera etapa es un ajuste para las imágenes ráster cuya extensión geográfica exceda el límite combinado del área de estudio, para ello, se estableció un límite referencial de corte del área de estudio que involucre ambas áreas y provea un espacio adicional que se alimentará con la información referencial. La Figura N° 9 muestra el límite de referencia

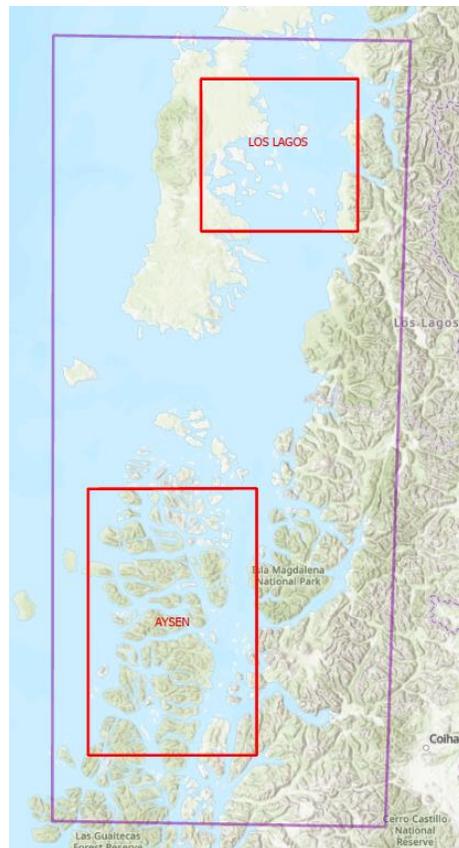


Figura N° 9: Límite de Referencia (Morado) para Mosaico de imágenes en relación con área de estudio (Lineas Rojas)
(Elaboración Propia)



Sobre el límite de referencia, se utilizó la herramienta “Clip Raster” a los Dataset Raster seleccionados anteriormente de orígenes externos a la Subsecretaría como lo describe la Tabla 10

Tabla 10: Ajuste de imágenes para mosaico

<p>1</p>	<p>Ajustar la extensión de un Raster Dataset:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Buscar la herramienta de geoprocésamiento Recortar ráster (Clip Raster) • Indicar el ráster que se requiere recortar (<i>Input Raster</i>) • Elegir Feature Class con el polígono de recorte. • Marcar la opción Utilizar entidades de entrada para recortar geometría (Use Input Features for Clipping Geometry) • Indicar la ruta para raster de salida (se crea un nuevo raster) • Presionar <i>Run</i> 	
----------	---	--

Creación del Dataset de Mosaico

La Tabla 11 muestra el detalle de la creación del Dataset de Mosaico para el Modelo Digital de Fondo Marino



Tabla 11: Creación de Dataset de Mosaico

N	Descripción	Ilustración
1	<p>Crear un Mosaic Dataset:</p> <ul style="list-style-type: none"> En la ventana del Catálogo, ubicar la geodatabase (GDB) donde se creará el Mosaic Dataset Con el botón derecho presionar sobre la GDB y hacer clic en Nuevo, luego Dataset de mosaico. Se abre la herramienta Crear dataset de mosaico 	
2	<ul style="list-style-type: none"> En la ventana de geoprocésamiento <i>Create Mosaic Dataset</i> indicar el nombre del mosaico a crear Indicar el sistema de coordenadas como <i>WGS 1984 Web Mercator Auxiliary Sphere</i>. Ampliar las Propiedades de píxeles y elegir el tipo de píxel como 64 bit para abarcar diferentes profundidades de bit de las imágenes de origen El resto de los parámetros quedan por defecto Presionar el botón <i>Run</i> 	



N	Descripción	Ilustración
3	<p>Agregar las imágenes al Mosaic Dataset:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ubicar el dataset de mosaico recién creado en el Catalogo • Con el botón derecho sobre el dataset de mosaico elegir comando Agregar ráster (<i>Add Rasters</i>) • En la ventana de geoprocesamiento <i>Add Rasters to Mosaic Dataset</i> verificar que el tipo de ráster sea Raster Dataset. El tipo de las imágenes a cargar en este caso es Dataset debido a que están alojadas en las GDB de archivo. • Seleccionar todos los ráster que se requiere agregar 	
4	<ul style="list-style-type: none"> • En Opciones avanzadas (<i>Advanced Input Data Options</i>): <ul style="list-style-type: none"> - Dejar por defecto incluir subcarpetas e otros parámetros • En Procesamiento de ráster (<i>Raster Processing</i>): <ul style="list-style-type: none"> - Marcar las casillas de Generar pirámides ráster y calcular estadísticas • Maximum Level = -1 • En Post-Procesamiento del Mosaico (<i>Mosaic Post-processing</i>): <ul style="list-style-type: none"> - Renovar rangos de tamaño de celda (<i>Update Cell Size Ranges</i>) - Renovar los Límites - Estimar las estadísticas del dataset de mosaico 	



N	Descripción	Ilustración
5	<p>Calcular estadísticas del Dataset de Mosaico, las estadísticas se calculan para la imagen en mosaico de nivel superior:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ubicar el dataset de mosaico en el Catálogo • Con el botón derecho sobre el dataset de mosaico elegir la opción Mejorar > Calcular Estadísticas (<i>Enhance > Calculate Statistics...</i>) 	<p>The screenshot shows the ArcGIS Desktop interface. A context menu is open over a mosaic dataset in the Catalog pane. The menu items include: Add To Current Map, Add To New, Copy, Rename, Delete, Add Rasters..., Modify, Enhance, Optimize, Remove, Create Referenced Mosaic Dataset..., Export, Edit Mosaic Dataset Functions, Manage Processing Templates, Share As Web Layer, Overwrite Web Layer, View Metadata, Edit Metadata, and Properties. The 'Enhance' option is expanded, and 'Calculate Statistics...' is highlighted with a red circle.</p>

Fijación de Propiedades del Dataset de Mosaico

Posterior a la creación del Dataset de Mosaico, se realiza una calibración de este para optimizar su visualización, forma de representación y rendimiento. La Tabla 12 describe el uso de la herramienta “Set Mosaic Dataset Properties” para calibrar el Mosaico



Tabla 12: Fijación de Propiedades de Dataset de Mosaico

<p>1</p>	<p>Establecer propiedades del dataset de mosaico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Buscar la herramienta Establecer propiedades del dataset de mosaico (<i>Set Mosaic Dataset Properties</i>) • Indicar el Dataset de Mosaico donde se requiere establecer propiedades • Especificar el tipo de compresión predeterminado como LERC • Especificar cómo se calcularán los valores de píxel cuando el dataset se muestre en escalas pequeñas como Más cercano (<i>Nearest</i>) • Activar Recortar la imagen a su huella (<i>Clip to Footprints</i>) 	
<p>2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Activar la casilla Las huellas pueden contener NoData (<i>Footprints May Contain NoData</i>) • Marcar la casilla Recortar al límite (<i>Clip to Boundary</i>) • Además de medición básica elegir la Medición en 3D (<i>Measure in 3D</i>) • Dejar como predeterminado la básica medición (<i>Basic</i>) • Elegir de las opciones Elevación como el Tipo de datos de la fuente (<i>Data Source Type</i>) 	



<p>3 En las propiedades del Mosaico (<i>Mosaic Properties</i>):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dejar la opción de visualización por defecto como Por Atributo (<i>By attribute</i>) • Order Field como HighPS • Establecer Número Máximo de ráster por mosaico (<i>Max Number Per Mosaic</i>) a 50 • Presionar el botón <i>Run</i> 	
---	--

Análisis del Dataset de Mosaico

Cuando se comparte un dataset de mosaico como una capa web, se analiza el dataset de mosaico. Este análisis no examina el contenido del dataset de mosaico. Es recomendable analizar el dataset de mosaico utilizando la herramienta "Analizar dataset de mosaico" antes de compartirlo siguiendo el proceso en la Tabla 13



Tabla 13: Análisis de Dataset de Mosaico

<p>1</p>	<p>Analizar el Dataset de Mosaico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Buscar la herramienta de geoprociamiento <i>Analyze Mosaic Dataset</i> • Indicar el mosaico recién creado con ráster a analizar. • Marcar todas las opciones avanzadas que se requiere chequear. • Presionar <i>Run</i> • En detalles del geoprociamiento se podrá revisar los problemas de los ráster dentro del dataset de mosaico que arrojó la herramienta • Solucionar errores del Dataset de Mosaico 	
----------	---	--

Posterior al proceso de análisis se puede realizar un proceso de calibración de información con el propósito de ajustar la visualización de los datos con la incorporación de nuevas fuentes de datos al mosaico. En el documento técnico “Guía de Referencia para adición de imágenes” se encuentra un resumen de los criterios a considerar y cómo configurar el mosaico para tales efectos (ver anexo 1)

Descripción de Paquete de Proyecto ArcGIS Pro

Como producto resultante, se generó el proyecto de ArcGIS Pro (*.aprx) y paquete para la entrega (*.ppkx) llamado FIPA.

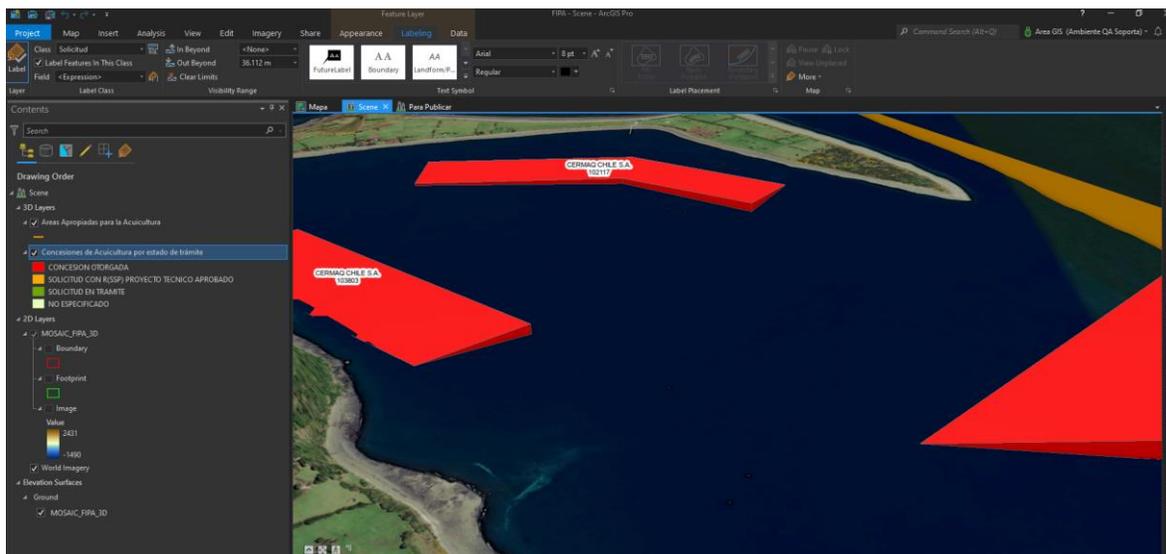


Figura N° 10: Vista en ArcGIS Pro de Modelo Digital de Fondo Marino

Este contiene un Mapa para visualización referencial 2D del Dataset de Mosaico construido, llamado MOSAIC_FIPA_3D. Está alojado en la GDB del proyecto junto con todas imágenes originales utilizadas para la composición.

Tabla 14: Imágenes usadas en Proyecto ArcGIS Pro

Nombre IMAGEN	Descripción
CHIVATO	Batimetría FIPA
MORALEDA	Batimetría FIPA
SIMPSON	Batimetría FIPA
VICUNA	Batimetría FIPA
AYSEN_50X50	Batimetría FIPA
LOSLAGOS_20X20	Batimetría FIPA
ALOS_PALSAR_LOSLAGOS_CLIP	Clip Imagen auxiliar
ASTER_CLIP_AYSEN	Clip Imagen auxiliar
GEBCO_2021	Clip Imagen auxiliar

Entre otros elementos del Proyecto FIPA, se crearon 2 Escenas 3D con el mismo Dataset de Mosaico: una escena (Scene) para trabajo SUBPESCA y otra (Para Publicar) para posteriormente compartir el modelo de elevación en la web.



Publicación de Servicio Web de Imágenes

Sobre la base del producto para software de escritorio, se puede realizar la publicación del Servicio de Imágenes del Modelo Digital de Fondo Marino a la infraestructura de ArcGIS Image Server de SUBPESCA, instalado en el servidor PUCON. Este contiene el acceso vía web al Dataset de Mosaico con capacidades para ser utilizado como superficie de terreno de mapas web 3D (denominadas Escenas Web)

La Tabla 15 describe el proceso de publicación del servicio web.

Tabla 15: Proceso de Publicación de Servicio Web de Imágenes

<p>1 Publicar un Dataset de Mosaico como una capa de elevación web: En la tabla de contenidos de una escena en ArcGIS Pro agregar el dataset de mosaico como fuente de elevación presionando con el botón derecho sobre el ítem <i>Ground</i> de <i>Elevation Surface</i>, luego apretar Agregar Superficie de Elevación (<i>Add Elevation Source</i>) Elegir el dataset de mosaico que se requiere utilizar como superficie personalizada para la escena 3D y publicar a la web.</p>	<p>The screenshot shows the 'Contents' pane in ArcGIS Pro. Under the 'Drawing Order' section, the 'Elevation Surface' folder is expanded, and the 'Ground' layer is selected. A right-click context menu is displayed over the 'Ground' layer, with the 'Add Elevation Source' option highlighted in blue. Other options in the menu include Copy, Cut, Paste, Remove, and Zoom To Elevation Surface.</p>
--	---



<p>2</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Con el botón derecho sobre el dataset de mosaico elegir comando Compartir como Capa Web (<i>Share As Web Layer</i>) • En la ventana Compartir como Capa Web indicar primero: <ul style="list-style-type: none"> – nombre del servicio – descripción breve (resumen) – etiquetas (<i>Tags</i>) 	
<p>3</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Marcar la opción de Imagery Referencia a datos registrados (<i>Reference registered data</i>). Si la capa web no hace referencia a datos de fuentes de datos registradas con el servidor federado, todos los datos se copiarán al servidor (Es igual a la opción <i>Copy all data</i>) • Seleccionar la carpeta de Portal for ArcGIS donde se guardará la capa web • Importante: de las opciones de servidores, elegir ArcGIS Image Server para la publicación del Dataset de Mosaico. • Analizar y, si corresponde, resolver los problemas de publicación • Finalmente, presionar el botón Publicar (<i>Publish</i>) 	



Generación de Isóbatas

El proceso de Generación de Isóbatas (curvas de nivel de igual profundidad) se realiza sobre el Modelo Digital de Fondo Marino a través de ArcGIS Pro con la extensión Spatial Analyst o 3D Analyst ejecutando la herramienta "Contour" como se muestra a continuación:

Tabla 16: Generación de Isóbatas

1	<p>Crear Contornos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Buscar la herramienta de geoprocesamiento <i>Contour</i> • Indicar el Dataset de Mosaico en su componente de imagen (Image). • Seleccionar el intervalo de valor de curva de nivel (Contour Interval) en metros. • Determine el máximo de vértices por línea en 75000. • Presionar <i>Run</i> 	
---	---	--

Posterior al proceso de Generación de Isóbatas, opcionalmente se pueden filtrar las curvas de nivel que no sean relevantes para la visualización y publicarlas en un servicio web de mapas (Figura N° 11)

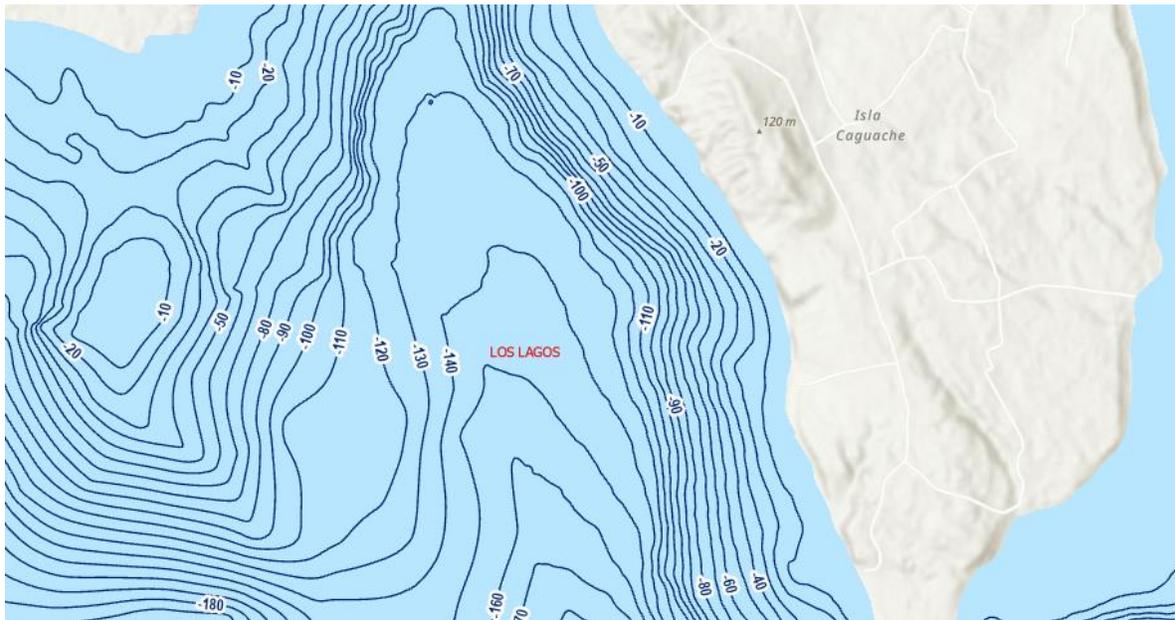
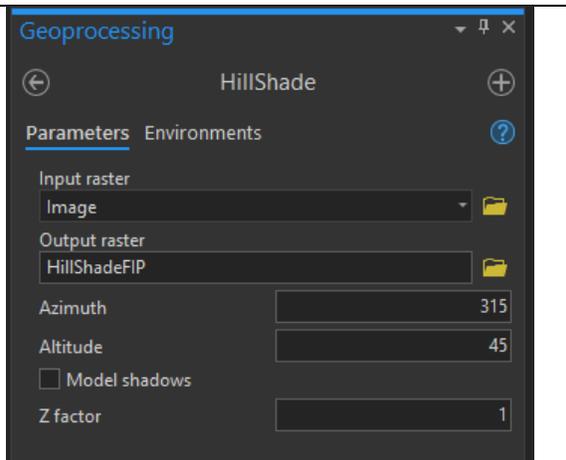


Figura N° 11: Isóbatas Generadas para el Modelo Digital de Fondo Marino

Generación de Hillshade para relieve subacuático

El proceso de Generación de Hillshade (imagen de sombreado de relieve) se realiza sobre el Modelo Digital de Fondo Marino a través de ArcGIS Pro con la extensión Spatial Analyst o 3D Analyst ejecutando la herramienta "Hillshade" como se muestra a continuación:

Tabla 17 Generación de Hillshade

1	<p>Crear Hillshade:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Buscar la herramienta de geoprocésamiento <i>Hillshade</i> • Indicar el Dataset de Mosaico en su componente de imagen (Image). • Opcionalmente para un ángulo de iluminación diferente utilice las opciones de Azimut y Altitud. • Presionar <i>Run</i> 	
---	--	--

Posterior al proceso de Generación de Hillshade, se procede a publicar en un servicio web de imágenes, de forma similar al Modelo Digital de Fondo Marino (Figura N° 12)

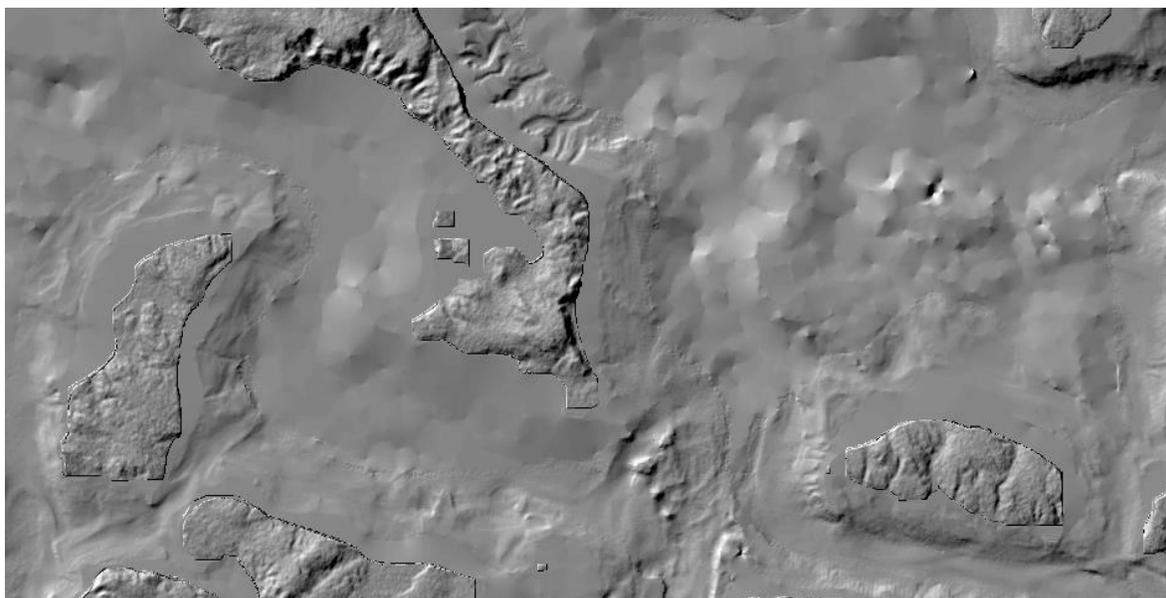


Figura N° 12: Hillshade generado para modelo digital de fondo marino

OBJETIVO 4: SOPORTE INFORMÁTICO DE PLATAFORMA DE VISUALIZACIÓN 3D

El desarrollo del soporte informático de la plataforma de visualización 3D comenzó en el establecimiento de historias de usuario en un backlog de producto (Product Backlog). Las historias de usuario consideran las necesidades de la contraparte técnica en función de los requerimientos solicitados para el presente proyecto y el cumplimiento de sus objetivos.

La siguiente lista presenta las historias de usuario asociadas al proyecto de aplicación web Modelo Dinámico Virtual 3D:

- HU-01 Como usuario final quiero ver en el mapa 3D el relieve submarino, así podré visualizar el terreno de interés en el mapa
- HU-02 Como usuario final quiero ver en el mapa 3D el contenido de las capas de información de SUBPESCA, así podré visualizar de modo combinado los datos de gestión con el relieve submarino



- HU-03 Como usuario final quiero visualizar información sobre los registros de las capas de información, así podré tener mayor conocimiento de los elementos visibles en la cartografía
- HU-04 Como usuario final quiero visualizar la ubicación espacial y la profundidad en un punto del mapa, así podré tener conocimiento de la ubicación espacial de un punto específico
- HU-05 Como usuario final quiero visualizar el nombre de las áreas geográficas en el mapa 3D, así podré conocer la toponimia de cada área geográfica
- HU-06 Como usuario final quiero consultar una lista de puntos de visión 360° para seleccionar y ver con el giro del mouse el entorno de un área de interés, así podré orientar la visualización a zonas de interés común para colaboradores interesados
- HU-07 Como usuario final quiero elegir color de la gráfica y resolución de imágenes a elección del usuario, así podré disponer de herramientas de personalización de la visualización de información
- HU-08 Como usuario final quiero acercarme o alejarme de mi punto de interés, así podré tener una mejor experiencia de navegación
- HU-09 Como usuario final quiero buscar elementos de mi interés a través de consultas usando datos conocidos de SUBPESCA, así podré simplificar las consultas en conformidad con datos conocidos
- HU-10 Como usuario final quiero realizar una medición de distancias entre puntos y profundidad, así podré obtener datos de relevancia sobre el espacio geográfico
- HU-11 Como usuario final quiero generar una vista que pueda ser compartida con otro usuario externo al uso de la aplicación, así podré compartir conocimiento adquirido en la aplicación a otros usuarios
- HU-12 Como usuario final quiero generar un documento para impresión con la visualización del mapa 3D, así podré manejar documentos o elementos para imprimir de lo visto por la aplicación



- HU-13 Como administrador quiero visualizar declaraciones de la SUBPESCA respecto al uso de los límites internacionales, así podré dejar constancia de que los datos utilizados están en conformidad con requisitos legales y tratados internacionales
- HU-14 Como usuario final quiero mostrar y ocultar las capas de información que contiene, así podré optimizar la visualización de la información a lo que necesito
- HU-15 Como usuario final quiero cambiar el mapa base en el visualizador, así podré disponer de distintas opciones de visualización en contexto
- HU-16 Como usuario final quiero poder interpretar en una leyenda la simbología de los contenidos del mapa 3D, así podré realizar una interpretación visual más rápida.

Sobre la base de las historias de usuario se estableció una arquitectura de solución y un sistema de diseño de base, los cuales permiten establecer la relación entre los servicios provisionados y la aplicación.

La arquitectura de solución del Modelo Dinámico Virtual 3D se fundamenta en el principio de reutilización de los servicios de mapas actuales de SUBPESCA como origen de datos para toda capa de información complementaria, a la cual se le suman los servicios desarrollados en el objetivo anterior. La Figura N° 13 diagrama el consumo de servicios web provenientes desde la arquitectura de ArcGIS Enterprise hacia el cliente.

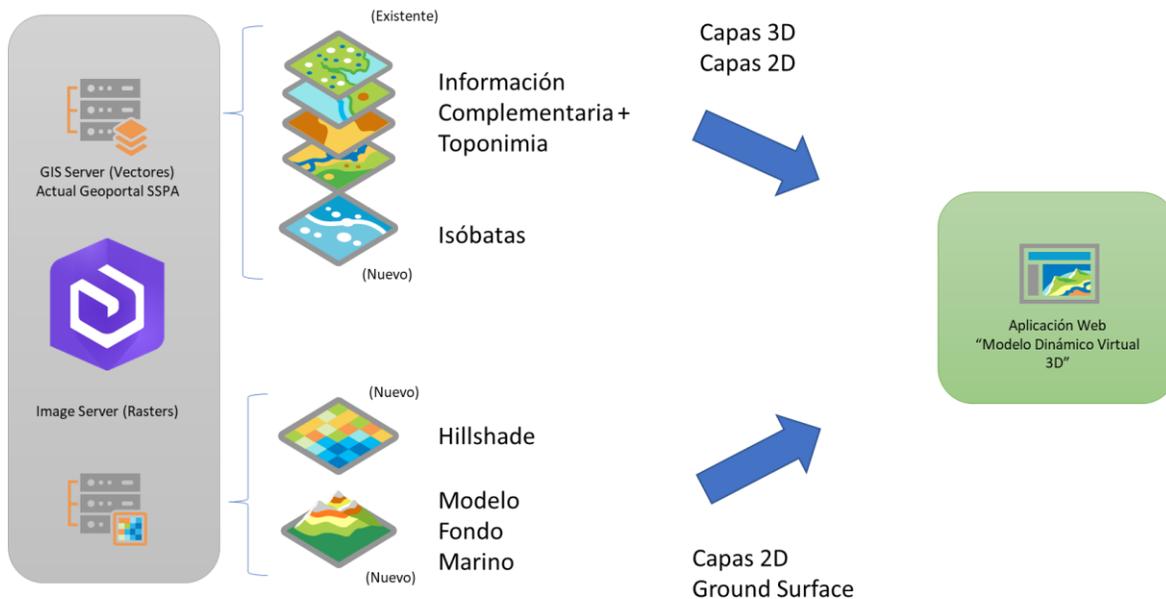


Figura N° 13: Arquitectura de Solución Modelo Dinámico Virtual 3D

El sistema de diseño para el desarrollo de la interfaz gráfica de la aplicación se basó en una experiencia de uso similar a la que disponen las aplicaciones actuales del Geoportal SUBPESCA, así como también los recursos propios de desarrollo de Esri para aplicaciones web como la API de ArcGIS para Javascript.

El sistema de diseño Calcite (Esri, 2022) o *Calcite Design System* es una colección de recursos de diseño y desarrollo para crear aplicaciones alineadas con estándares de accesibilidad, simples y funcionales. Este sistema, con soporte de Esri, se utilizó para el diseño de la interfaz de usuario y abordar los principales elementos no funcionales como el orden de las herramientas y la presentación visual.

Modelo Dinámico Virtual 3D

El aplicativo web desarrollado reúne todas las componentes de navegación y herramientas de trabajo para el uso básico del Modelo Digital de Fondo Marino optimizado para la actividad acuícola (Figura N° 14). Este visualizador fue instalado y publicado en la URL de acceso público <https://mapas.subpesca.cl/visorfipa/>

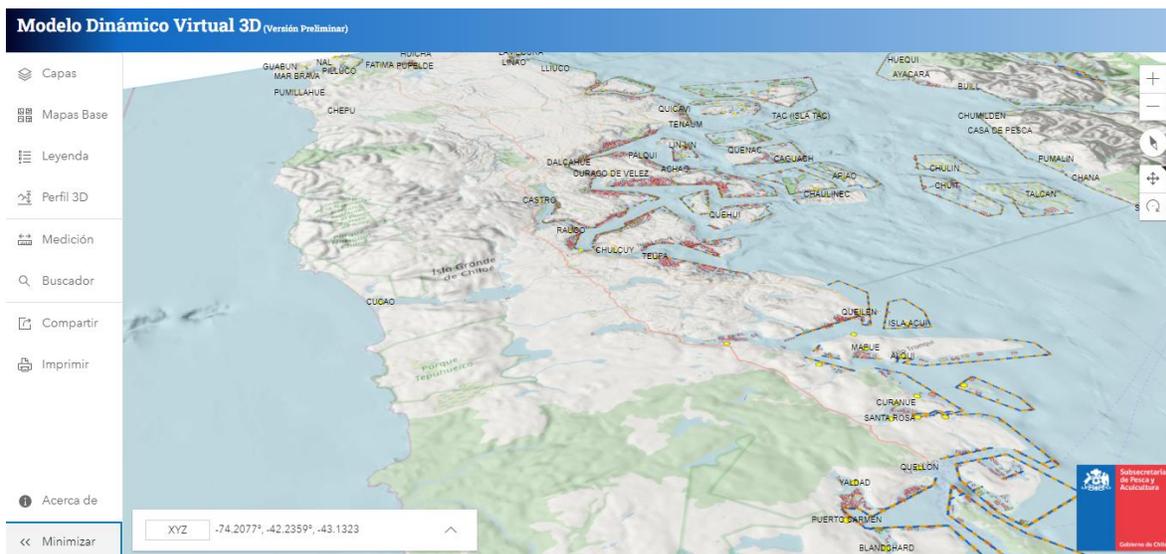


Figura N° 14: Modelo Dinámico Virtual 3D

El Modelo Dinámico Virtual 3D contiene las siguientes características

- Visualización 3D con efecto relieve del fondo marino y territorios desde la Isla de Chiloé hasta el Archipiélago de los Chonos.
- Visualización de capas de información con opciones de control de vista y color (en Acuicultura y DEM)
- Navegación 3D con herramientas de Zoom y Giro 360
- Despliegue de información por ventana emergente (pop-ups)
- Indicador de Coordenadas con opciones de conversión
- Selector de Mapas Base
- Visualización de Leyenda de Mapa
- Herramienta de Dibujo de Perfil 3D
- Herramienta de Medición de Distancias 3D
- Buscador por localidades y elementos de acuicultura (Concesiones, Acuicultura en AMERB y Áreas de Colecta)
- Botones para compartir por redes sociales y generador de enlace
- Herramienta de Impresión



Requisitos de Cliente

Para utilizar el Modelo Dinámico Virtual 3D se requiere de un dispositivo (PC o Notebook) con conexión a internet y las siguientes características mínimas

- 8 GB de Memoria RAM
- Tarjeta de gráficos integrada con, por lo menos, 512 MB de memoria de video.
- Soporte para WebGL
- Navegador Web en su versión más reciente
 - Google Chrome
 - Microsoft Edge
 - Mozilla Firefox

Para utilizar el Modelo Dinámico Virtual 3D en dispositivos móviles el dispositivo requiere tener las siguientes características mínimas:

- Navegador web Chrome para Android o iOS
- 4 GB de Memoria RAM
- CPU y GPU Multicore
- Versión más reciente de Android o iOS (varía según el modelo)

OBJETIVO 5: CAPACITACIONES

El proceso de transferencia de conocimiento contempló la elaboración de un programa de capacitación ratificada por la contraparte técnica y planificada por el equipo consultor para ser ejecutada, en acuerdo con SUBPESCA, durante los meses de junio y julio (en caso extraordinario) de 2022.

El 16 de mayo de 2022 se acordó con la contraparte técnica la realización de los cinco talleres descritos en la metodología propuesta, incluyendo además la realización de un sexto taller, orientado al área de administración de la plataforma SIG Geoportal SUBPESCA y soporte de Informática para la mantención de la infraestructura tecnológica y los componentes informáticos de la solución entregada.



Programa de Capacitación

En función de las instancias propuestas, el equipo consultor analizó el público objetivo de los profesionales y usuarios a capacitar y diseñó un programa de cuatro talleres, los cuales engloban el espectro de temáticas necesarias para la transferencia de conocimiento y difusión a profesionales de SUBPESCA de las capacidades del Modelo Dinámico Virtual 3D y el Modelo Digital de Fondo Marino.

Las siguientes tablas, describen el detalle de los talleres propuestos para el presente proyecto:

Tabla 18: Taller Introducción al Modelo Digital 3D del fondo marino (Versión Web)

Nombre	Introducción al Modelo Digital 3D del fondo Marino (Versión Web)
Código	FIPA-UsuarioWeb
Descripción	El taller presenta a los usuarios interesados el visualizador web del Modelo Digital 3D del fondo marino para las regiones de Los Lagos y Aysén, introduciendo al profesional a una nueva experiencia de navegación y visualización del espacio costero y subacuático para la toma de decisiones.
Publico	Público general, afín o no a tecnologías de información geográfica con conocimientos acerca de las temáticas asociadas al contenido del visualizador (Acuicultura, AMERB, ECMPO entre otros)
Duración	1 hora
Grupos Objetivo de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Usuarios de la División de Acuicultura de la SSPA • Usuarios de Gobiernos Regionales y otros organismos asociados • Usuarios de Direcciones Zonales de Pesca y Acuicultura
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre el Modelo Digital 3D de Fondo Marino y su iniciativa • Principales características de la herramienta • Navegación y visualización de contenido • Herramientas de consulta y medición • Generación de Productos y Compartir vistas
Aforo	20 a 40 Personas

Tabla 19 Taller Introducción al Modelo Digital 3D del fondo Marino (Versión ArcGIS Pro)

Nombre	Introducción al Modelo Digital 3D del fondo Marino (Versión ArcGIS Pro)
--------	--



Código	FIPA-UsuarioDesktop
Descripción	El taller de Modelo Digital 3D para ArcGIS Pro difiere de la versión Web por las posibilidades de realizar análisis y visualización más avanzado de lo que ofrece la herramienta para usuarios finales. Con el propósito de maximizar el uso en software de escritorio, el taller contempla una línea de trabajo similar a la versión web, pero utilizando ArcGIS Pro para trabajos más avanzados, personalizar su instancia de proyecto y complementar la visualización con datos adicionales.
Publico	Profesionales con conocimiento básico de ArcGIS Pro a nivel de trabajo en escritorio, preferentemente con nociones de manejo de datos ráster y modelos digitales de elevación.
Duración	3 horas
Grupos Objetivo de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Usuarios de la Unidad de Ordenamiento Territorial de la SSPA y colaboradores afines
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> • Sobre el Modelo Digital 3D de Fondo Marino y su iniciativa • Componentes y Recursos del Proyecto de Trabajo • Navegación y Visualización de Contenido • Herramientas de Consulta y Medición • Generación de Productos Avanzados
Aforo	15 personas
Herramientas de escritorio a utilizar	ArcGIS Pro 2.9 o superior (Licencia Basic, preferente Standard o Advanced)

Tabla 20 Taller Administración y Escalamiento del Modelo Digital 3D de Fondo Marino

Nombre	Administración y Escalamiento del Modelo Digital 3D de Fondo Marino
Código	FIPA-Administrador
Descripción	El taller de administración profundiza la presentación del Modelo Digital 3D como un producto que requiere mantenerse en el tiempo y escalar adecuadamente para ser entregado a los profesionales y como base para los servicios de mapas e imágenes publicados en ArcGIS Server. El taller entrega los lineamientos para mantener el producto de base en óptimas condiciones y ajustarlo en el caso de requerir ser extendido con nueva información
Publico	Administradores GIS y profesionales con conocimiento intermedio de ArcGIS Pro, preferentemente con experiencia en manejo de datos ráster (imágenes) y publicación de servicios en ArcGIS Enterprise
Duración	4 horas



Grupos Objetivo de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Profesionales y Administradores SIG de la Unidad de Ordenamiento Territorial de la SSPA y colaboradores afines
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> Administración del Proyecto de ArcGIS Pro Gestión de Productos de Publicación (Modelo DEM 3D y Subproductos) Actualización y Regeneración de Modelo Digital Lineamientos de Escalamiento y Crecimiento Extensibilidad de la Metodología y Otras aplicaciones del proceso de construcción
Aforo	5 personas
Herramientas de escritorio a utilizar	ArcGIS Pro 2.9 o superior (Licencia Standard o Advanced)

Tabla 21 Taller Soporte Informático y Mantenimiento de Modelo Digital 3D del fondo Marino (Aplicación Web)

Nombre	Soporte Informático y Mantenimiento de Modelo Digital 3D del fondo Marino (Aplicación Web)
Código	FIPA-SoporteTI
Descripción	El modelo digital 3D del fondo marino es una solución informática apoyada sustantivamente por la infraestructura de ArcGIS de la Subsecretaría de Pesca, el taller ahonda en los recursos de construcción del aplicativo, su arquitectura interna y base de programación, además de los componentes configurables y la forma de identificar incidentes y problemas.
Publico	Profesionales de la SSPA encargados de la plataforma SIG y personal de informática afín al desarrollo y soporte de aplicaciones web, deseable con conocimiento de aplicaciones de visualización de mapas
Duración	2 horas
Grupos Objetivo de Proyecto	<ul style="list-style-type: none"> Administradores de Plataforma SIG SSPA Profesionales del área de Informática y Soporte de SSPA
Contenido	<ul style="list-style-type: none"> Arquitectura de la solución (Componentes y Dependencias) Estructura y programación del Aplicativo Web Problemas comunes e identificación de problemas Configuración de dependencias y oportunidades de mejora
Aforo	5 personas
Herramientas de escritorio a utilizar	Editor de código fuente (Visual Studio Code, Sublime Text, Atom, Notepad++)



Como características principales de los talleres se resalta lo siguiente:

- Las instancias de capacitación son grabadas y entregadas a SUBPESCA para su reutilización y consumo
- El material de capacitación es entregado previamente a través del sistema administrador de la reunión (Microsoft Teams)
- La presentación es entregada con el propósito de reutilizar su contenido para futuras instancias.

Ejecución de Capacitaciones

A la fecha de entrega del presente informe, el estado de la ejecución de los talleres se describe a continuación

Código Taller	Grupo	Estado
FIPA-UsuarioDesktop	Usuarios de la Unidad de Ordenamiento Territorial	Realizado
FIPA-UsuarioWeb	Usuarios de la División de Acuicultura	En Planificación
FIPA-UsuarioWeb	Usuarios de Gobiernos Regionales y otros organismos asociados	En Planificación
FIPA-UsuarioWeb	Usuarios de Direcciones Zonales de Pesca y Acuicultura	En Planificación
FIPA-Administrador	Profesionales y Administradores SIG de la Unidad de Ordenamiento Territorial	En Planificación
FIPA-SoporteTI	Administradores de Plataforma SIG SSPA Profesionales del área de Informática y Soporte de SSPA	En Planificación

La ejecución de las capacitaciones está sujeta a la validación de correcciones del Modelo Digital del fondo marino para su versión web y para ArcGIS Pro.



ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

A raíz de los resultados obtenidos se pudieron identificar algunos aspectos de discusión, los cuales son descritos a continuación:

SOBRE LA HETEROGENEIDAD DE LOS DATOS DE BATIMETRÍA Y TOPOGRAFÍA

Respecto del proceso de homologación de información y la incorporación y cruce entre datos de topografía y batimetría tanto de proyectos FIPA históricos como de fuentes públicas, se puede determinar que la metodología pudo contener los posibles escenarios en los cuales la información batimétrica es generada, sin embargo, al momento de realizar una primera superposición (previa a la composición del mosaico final) se pudo identificar que la información de elevación tanto de tierra como de fondo marino posee muchos contrastes y puntos ciegos a considerar.

En primer lugar, se parte de la base de que los datos de los proyectos FIPA solo consideran preferentemente la superficie marina y no consideran la superficie terrestre, dejando las zonas del borde costero con espacios sin información, como se muestra en la Figura N° 15 .



Figura N° 15: Isla Llingua: Alcance de datos de proyecto FIPA Mar Interior de Chiloé (Mar, Morado) y ASTER GDEM (Tierra, Turquesa)

Los vacíos de información e imprecisiones en las líneas de costa son variados llegando a superponerse en algunos casos, para estas situaciones la resolución final se basa en detectar fuentes de información que permitan cubrir esas brechas en detrimento de la precisión espacial que existe en relación. En el caso de este modelo, las brechas son cubiertas, en última instancia, por la imagen GEBCO que cubre de forma continua tanto tierra como agua a baja resolución espacial.

Este escenario de heterogeneidad está vinculado directamente con el alcance propio de la plataforma que levanta la información, mientras que en SUBPESCA, 2016 se planteó el uso de un sistema multihaz con un navío como plataforma de levantamiento, la determinación del ASTER GDEM (NASA JPL, 2019) se realiza desde un satélite que no posee sensores para recibir información de la profundidad, remitiéndose a la superficie terrestre.

El trabajo de combinar batimetría y topografía conlleva algunos grados de incertidumbre, los cuales son medidos en los procesos que son propios de los levantamientos de información previo a la generación de un producto compuesto y pueden ser originados por



las mediciones, la transformación de datum vertical y las actividades de interpolación (Amante, 2018). Sin embargo, este proceso aplica cuando se realiza una modelación con un producto de salida corregido, una composición de imágenes.

En el caso del Modelo Digital de fondo Marino, el proceso al no generar una composición física, permite mostrar esa heterogeneidad de forma dinámica y ajustable, permitiendo seleccionar y resolver los conflictos para establecer cuál es el dato más representativo para el área de consulta, pero también refleja los puntos a fortalecer los cuales, para trabajos de integración de batimetría y topografía, pueden tomar dos estrategias:

1. Incorporar a los levantamientos batimétricos correcciones contra topografía para las áreas costeras, reduciendo la incertidumbre por interpolación y transformación por datum vertical en el proceso previo a la definición final de los datos y generando modelos digitales de elevación batimétricos-costeros los cuales también son estudiados y referenciados en modelamiento de tsunamis y predicciones. (Eakins & Taylor, 2010)
2. Incorporar a los levantamientos de batimetría mediciones topográficas y mayor precisión de datos, que permitan mitigar la incertidumbre por medición y en parte la incertidumbre por interpolación de datos. Además de incorporar métodos de medición de precisión (Amante & Eakins, 2016)

SOBRE LA VISUALIZACIÓN A TRAVÉS DE TECNOLOGÍA 3D

Para la actividad acuícola, que basa tanto su trabajo en la columna de agua como en el fondo marino, la visualización en tres dimensiones proporciona una perspectiva que abre la posibilidad de aprovechar información que no había sido utilizada antes por tecnologías de información geográfica.

El primer impacto en el SIG en 3D es el visual, la Figura N° 16 compara gráficamente el beneficio entre observar en 2 dimensiones y 3 dimensiones.

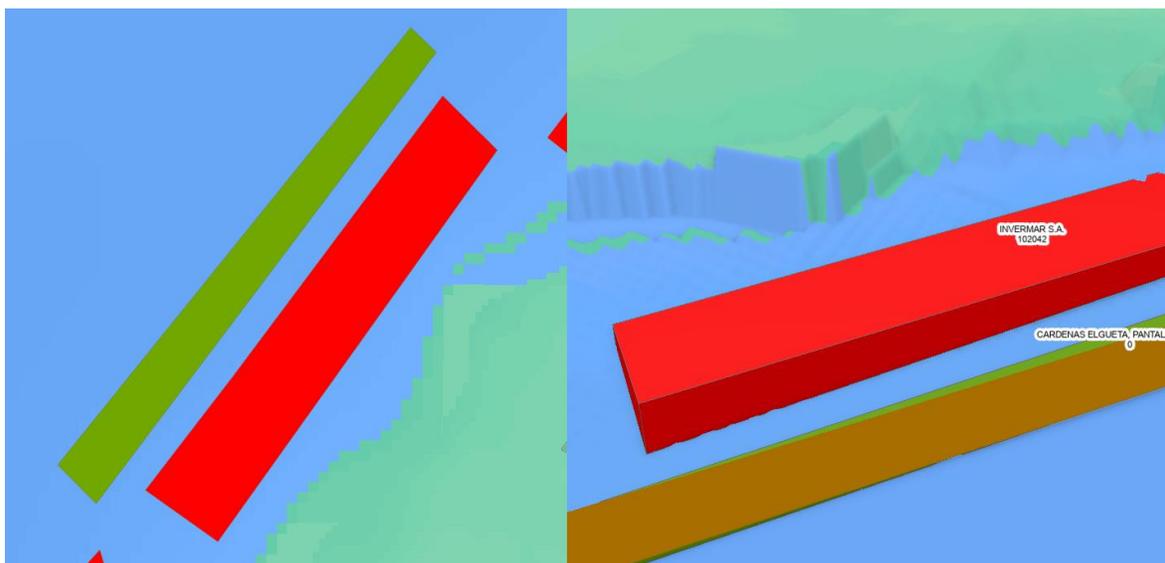


Figura N° 16 Comparativa de visualización de una concesión de acuicultura en 2D y 3D. Elaboración Propia

La construcción de una perspectiva en ángulo donde se pueda identificar profundidad permite dimensionar más allá de la medición de la superficie sino también del volumen.

Al realizar la integración con los datos de Concesiones de Acuicultura de SUBPESCA, uno de los puntos más relevantes a discutir radica en la naturaleza del dato. Considerando que los datos en su origen no poseen coordenada Z ni un datum vertical de referencia, precisamente porque al ser declarados no forman parte de la definición espacial de una concesión, los métodos para generar el efecto de transformación de un plano a un bloque son a través de técnicas de extrusión de simbología (Esri, 2022), los cuales son un efecto visual para simular una visualización 3D en base a una forma 2D.

Las técnicas de extrusión de simbología en polígonos consideran el posicionamiento de sus vértices como base y, a partir de un valor, se genera una proyección vertical de ese punto. Lo cual puede funcionar como un apoyo visual, pero que considera un procesamiento adicional al despliegue mismo de la información.

En contrapartida con una experiencia visual mejorada, se encuentra el rendimiento de consulta y visualización. La visualización en tecnologías 3D genera un esfuerzo en el lado del



cliente para generar dicha proyección sobre los datos en 2D en un proceso intensivo de memoria RAM sin contar otros efectos visuales que forman parte de la experiencia (como el uso de sombras) por lo que se consideró un factor clave en el desarrollo del Modelo Dinámico Virtual 3D.

La experiencia visual dependerá de la cantidad de información que se desee mostrar en 3D, en el caso del Modelo Dinámico Virtual 3D y el rendimiento en ArcGIS Pro para la versión de escritorio, sin embargo, hoy en día, los dispositivos han permitido satisfacer la demanda de memoria y otros elementos con tecnologías específicas para el uso eficiente de la memoria (Intel, 2022) y una línea base de computadores de trabajo más elevada (CNET, 2022).



CONCLUSIONES

- En relación con el objetivo principal de la modelación del fondo marino y su modelo de representación en tecnología 3D, se puede concluir que la solución desarrollada permite satisfacer de forma integrada una visualización más precisa del fondo marino utilizando los datos batimétricos levantados históricamente por SUBPESCA, los cuales en sus condiciones de base pudieron ser procesados sin realizar tratamientos que comprometan su calidad utilizando la tecnología ArcGIS de Esri.
- La implementación de la plataforma ArcGIS Image Server al Geoportal de SUBPESCA representa una nueva dimensión de aprovisionamiento de información por parte de la institución, más allá de ser el sustento del Modelo Digital de Fondo Marino para la ciudadanía, aprovechando las capacidades de esta tecnología para servir imágenes y productos con otros propósitos.
- Un aspecto de discusión que se rescata del proceso de transferencia de conocimiento es el potencial de la plataforma para abordar nuevos proyectos de similar naturaleza o, en su defecto, expandir el alcance espacial del Modelo Digital de Fondo Marino para desplegar un relieve continuo basado en información de alta precisión. En efecto, la plataforma permite sustentar este tipo de proyectos en diversos aspectos, por lo que el desafío a plantear es la preparación de nuevas iniciativas cuyos resultados puedan ser complementados o distribuidos a través de la infraestructura de Image Server.
- La tecnología 3D y sus herramientas permiten a los usuarios finales visualizar una perspectiva más profunda de datos que tradicionalmente son vistos en dos dimensiones. Para el caso de la acuicultura, cuya actividad requiere mirar el territorio concesionado como un volumen tridimensional, una columna de agua donde se desenvuelve y se le suman otro tipo de variables asociadas al medio subacuático, esta perspectiva 3D permite ser una primera aproximación del espacio como volumen, donde los datos pueden ser proyectados en dirección vertical y obtener



nuevas dimensiones de gestión en relación a la profundidad, permitiendo identificar fenómenos y tomar medidas de acción en función del tamaño de la columna de agua.

- Existen desafíos pendientes en lo que respecta a la calidad del dato y su visualización en la zona de línea de costa. La presente modelación, al trabajar en la perspectiva de un modelo dinámico de fondo marino, con múltiples fuentes de información combinadas virtualmente y que puede crecer con el paso del tiempo, evidencia que estas zonas no son fáciles de representar con fidelidad usando técnicas de percepción remota, precisamente por la forma en la que se levanta la información espacial y la naturaleza propia de la línea de costa, la cual sufre variaciones continuamente en el tiempo. Considerando que los métodos para levantar información topográfica (Gessler, Reuter, & Nelson, 2009) y batimétrica (Jawak, Vadlamani, & Luis, 2015) difieren en muchos aspectos, tanto en las plataformas que se utilizan como en la precisión de los instrumentos, así como también los resultados que se disponen al público, la necesidad de levantamientos topográficos de la franja costera son de particular interés para la actividad acuícola. El presente estudio y solución contempla, a largo plazo, una plataforma que permite recibir esa información y procesarla con el objetivo de cerrar las brechas de datos de forma dinámica y obtener una visualización más precisa conforme nuevos datos se adquieren.



REFERENCIAS

- Esri. (2021). *Ayuda de ArcGIS Pro: Mosaic Dataset*. Obtenido de <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/2.8/help/data/imagery/mosaic-datasets.htm>
- Esri. (Febrero de 2021). *GIS Visualization and Storytelling In 3D*. Obtenido de ArcGIS Blog: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/arcgis/3d-gis/gis-visualization-and-storytelling-in-3d/>
- Esri. (2021). *TopoBathy World Elevation Layer*. Obtenido de <https://www.arcgis.com/home/item.html?id=c753e5bfadb54d46b69c3e68922483bc>
- Esri. (2022). *Overview - Calcite Design System*. Obtenido de ArcGIS Developer: <https://developers.arcgis.com/calcite-design-system/>
- Esri. (s.f.). *ArcGIS Image Server*. Obtenido de Roles de servidor de ArcGIS Enterprise: https://enterprise.arcgis.com/es/get-started/latest/windows/additional-server-deployment.htm#ESRI_SECTION1_03B0045F0C0A406C886B155895071962
- Esri. (s.f.). *ArcGIS Pro Landing Page*. Obtenido de <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-pro/overview>
- Esri Education Services. (June de 2010). *On-the-Fly Processing and Dynamic Raster Mosaicking*. Obtenido de ArcUser Online: <https://www.esri.com/news/arcuser/0610/mosaicdataset.html>
- GEBCO. (2021). *GEBCO: Gridded Bathymetry Data*. Obtenido de https://www.gebco.net/data_and_products/gridded_bathymetry_data/
- Gessler, P., Reuter, H., & Nelson, A. (2009). Chapter 3 DEM Production Methods and Sources. *Developments in Soil Science*, 65-85.
- Jawak, S., Vadlamani, S., & Luis, A. (2015). A Synoptic Review on Deriving Bathymetry Information Using Remote Sensing Technologies: Models, Methods and Comparisons. *Advances in Remote Sensing*, 147-162.
- JAXA. (2021). *ALOS: Advanced Land Observing Satellite*. Obtenido de https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/index_e.htm
- López, O. R., Cobos, Ó. J., Tomida, A. G., & Prieto, A. (2014). *Hibridación de técnicas de modelado 3D y GIS para la gestión de edificios universitarios: el campus de la Universidad de Cantabria*. Recuperado el 12 de 3 de 2022, de <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/5704>
- NASA JPL. (2019). *ASTER: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*. Obtenido de Sitio Web NASA: <https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>



SCRUM. (01 de 05 de 2022). *What is SCRUM?* Obtenido de What is SCRUM?:

<https://www.scrum.org/resources/what-is-scrum>

SUBPESCA. (2016). *Realización de estudios batimétricos de amplia cobertura en apoyo a estudios de modelación (Región de Los Lagos)*. Valparaíso. Obtenido de

<https://www.subpesca.cl/fipa/613/w3-article-94152.html>

SUBPESCA. (2017). *Realización de estudios batimétricos de amplia cobertura en apoyo a estudios de modelación (región de Aysén)*. Valparaíso. Obtenido de

<https://www.subpesca.cl/fipa/613/w3-article-94152.html>

The Nippon Foundation-GEBCO. (2020). *The Nippon Foundation-GEBCO Seabed 2030 Project*.

Obtenido de <https://seabed2030.org/>

USGS. (2011). *Global Multi-resolution Terrain Elevation Data 2010 (GMTED2010)*. Obtenido de

<https://pubs.usgs.gov/of/2011/1073/>



ANEXOS

Anexo 1: Listado de Documentos y Archivos Complementarios

La siguiente tabla detalla los elementos anexos en el almacén de datos del proyecto.

Carpeta	Nombre	Descripción
Directorio Raíz	FIPA-2021-07 – Informe Final.pdf	Copia en formato digital del presente informe
	FIPA-2021-07 - Carta Entrega Informe Final v2.pdf	Carta de Entrega del Informe Final
	FIPA-2021-07 – Informe de Aclaraciones.pdf	Informe de Aclaraciones del Informe de Avance
0. Minutas y Actas	Acta de Coordinación Inicial.docx	Documento con Acta de Coordinación Inicial
	Acta 16-05-2022.docx	Documento con Acta de Reunión del 16-05 de 2022
	Revisión y Planificación FIPA 2021-07-20220516_111205-Grabación de la reunión.mp4	Grabación de la Reunión del 16 del 05 de 2022
1. Datos y Modelo	FIPA.ppkx	Paquete de proyecto de ArcGIS Pro de Modelo Digital de Fondo Marino
	Catastro DEM.zip	Carpeta comprimida con Modelos Digitales de Elevación obtenidos de fuentes públicas
	Antecedentes SUBPESCA.rar	Carpeta comprimida con Datos proporcionados por SUBPESCA
	Guía de Referencia para adición de imágenes.pdf	Guía de Referencia para adición de imágenes de mosaico
	Manual de Usuario ArcGIS Pro.pptx	Manual de uso y procedimientos para la explotación del paquete de proyecto de Modelo 3D de fondo Marino
	Metadatos	Carpeta con fichas de metadatos
2. Aplicación Web	visorfipa-src.zip	Código Fuente y entregable de Aplicación Web Modelo Dinámico Virtual 3D
	Guía de Instalación.pdf	Manual de Instalación de Aplicación Web Modelo Dinámico Virtual 3D
	Manual de Usuario Web.pptx	Manual de usuario y resumen de funcionalidades de Aplicación “Modelo Dinámico Virtual 3D”
	Image Server	Carpeta con antecedentes de compra y entrega de licencia de ArcGIS Image Server



3. Capacitaciones	Asistencia FIPA-UsuarioDesktop (10-06-22).xlsx	Planilla de Asistencia a capacitación “Introducción al Modelo Digital de Fondo Marino (Versión ArcGIS Pro)”
	Grabación FIPA-UsuarioDesktop (10-06-22).mp4	Grabación de taller “Introducción al Modelo Digital de Fondo Marino (Versión ArcGIS Pro)”
	Presentación FIPA-UsuarioDesktop.pdf	Presentación y Pauta de Ejercicios de taller “Introducción al Modelo Digital de Fondo Marino (Versión ArcGIS Pro)”
	Cronograma de Capacitaciones.docx	Cronograma de Capacitaciones actualizado a 4 de noviembre de 2022



Anexo 2: Detalle de horas efectivas por equipo consultor

Nombre	Actividades	Mes												Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Leandro Zamudio	Reunión de Coordinación Inicial	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	Reunión de Coordinación Informe Avance	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8
	Reunión de Coordinación Pre-Informe Final	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8
	Taller de Difusión de Resultados	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	40
	Reunión de Coordinación Informe Final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8
	Recepción de conjuntos de datos de SUBPESCA	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	Adquisición de conjuntos de datos externos de acceso público	68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68
	Catastro e identificación de conjuntos de datos (internos y externos)	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
	Construcción de Procedimiento para procesamiento de datos batimétricos	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
	Presentación Inicial de plataforma ArcGIS y retroalimentación	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	Implementación de Infraestructura ArcGIS Image Server	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24
	Preparación de Dataset de Mosaico de Modelo de Fondo Marino	0	34	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82
	Preparación de Proyecto ArcGIS para visualización dinámica del Fondo Marino	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
	Preparación de Servicio de Imágenes de Terreno de Fondo Marino	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48
	Elaboración de Protocolo de Uso y Consumo de Modelo 3D de Fondo Marino	0	0	0	104	0	0	0	0	0	0	0	0	104
	Desarrollo de aplicación "Modelo Dinámico Virtual 3D"	0	0	0	0	68	144	40	0	0	0	0	0	252
	Elaboración de manuales de instalación, administración y uso de la aplicación 3D	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0	48
	Elaboración Programa de Capacitación	0	0	0	0	68	0	0	0	0	0	0	0	68
	Ejecución de Ciclo de Capacitaciones	0	0	0	0	0	0	16	70	0	0	0	0	86
	Informe de Avance N°1	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	40
Pre-Informe Final	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	40	
Informe Final	0	0	0	0	0	0	0	66	96	0	0	0	162	
Total HH por Mes	144	144	144	144	144	144	144	144	144	136	8	0	0	1296
Anna Syssoeva	Reunión de Coordinación Inicial	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	Reunión de Coordinación Informe Avance	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8
	Reunión de Coordinación Pre-Informe Final	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	8
	Taller de Difusión de Resultados	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	8
	Reunión de Coordinación Informe Final	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	8
	Recepción de conjuntos de datos de SUBPESCA	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
	Adquisición de conjuntos de datos externos de acceso público	72	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	72
	Catastro e identificación de conjuntos de datos (internos y externos)	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
	Construcción de Procedimiento para procesamiento de datos batimétricos	0	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	70
	Presentación Inicial de plataforma ArcGIS y retroalimentación	0	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16
	Implementación de Infraestructura ArcGIS Image Server	0	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24



Mauricio Salinas	<i>Reunión de Coordinación Inicial</i>	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
	<i>Preparación de Servicio de Imágenes de Terreno de Fondo Marino</i>	0	0	48,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48,8
	<i>Desarrollo de aplicación "Modelo Dinámico Virtual 3D"</i>	0	0	0	0	144	144	80	0	0	0	0	0	0	0	368
	<i>Elaboración de manuales de instalación, administración y uso de la aplicación 3D</i>	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	32
	<i>Pre-Informe Final</i>	0	0	0	0	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	32
	<i>Informe Final</i>	0	0	0	0	0	0	0	54	54	0	0	0	0	0	116
	Total HH por Mes	8	0	48,8	0	144	144	144	58	58	0	0	0	0	0	604,8
Totales Mensuales	396	432	496,8	376	472	444	522,4	282	278	16	0	0	0	0	3715,2	