



Universidad
Católica del Norte

**INFORME FINAL DE EJECUCION TRANSFERENCIAS DE
CAPITAL FNDR
GOBIERNO REGIONAL DE ATACAMA**



**MONITOREO VÍA WEB DE BIOMASA Y DISTRIBUCIÓN DE
ALGAS PARDAS
FIC BIP 40013671**

*Proyecto Financiado con Aportes del Fondo de Innovación para la
Competitividad de Asignación FIC del Gobierno Regional de Atacama*

DATOS DEL PROYECTO

- Nombre del Programa: Monitoreo vía Web de biomasa y distribución de algas pardas
- Ejecutor: Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo
- Encargado Proyecto: Eduardo Lucas Manzano Munizaga
- Fecha informe: 28-01-2022

DESCRIPCIÓN RESUMIDA DEL PROGRAMA

La pesquería de algas pardas, especialmente de las especies *L. berteroana* y *L. spicata*, tiene una enorme importancia social y económica en la III y IV Regiones del país, contribuyendo con el 60% del desembarque a nivel nacional.

En la Región de Atacama existen 70 organizaciones de recolectores de algas, en las cuales se registran oficialmente inscritos 1852 miembros. Sin embargo, debido al aislamiento geográfico de los sectores donde se desarrolla esta actividad y la reducida capacidad de fiscalización, cualquier persona puede participar de la explotación del recurso, situación propicia para la sobreexplotación y generación de conflictos sociales. Por lo anterior, es vital contar con información actualizada y pertinente relacionada a la cantidad de biomasa disponible y distribución espacial de macroalgas, tanto en el intermareal rocoso como en varaderos históricos (mortalidad natural), para que los Comité de Manejo de Algas Pardas de Atacama y Comité Científico Técnico Bentónico tomen decisiones tendientes a una gestión sustentable del recurso.

El presente proyecto tiene por objetivo desarrollar un Sistema de Información Geográfica (SIG) Web para consultar en línea la biomasa y distribución espacial de algas pardas en la Región de Atacama, en base a captura remota de datos mediante vehículo aéreo no tripulado (VANT), fotogrametría y herramientas de geoprocésamiento. El SIG Web permitirá disponer de dicha información de manera pertinente, adecuada y en tiempo real para que los usuarios y administradores de esta pesquería apoyen sus decisiones, contribuyendo significativamente a la sustentabilidad del recurso en la región.

INFORME DE ACTIVIDADES Y RESULTADOS/ COMPONENTES OBTENIDOS

Actividades realizadas o en ejecución en el período

COMPONENTE 1. BIOMASA Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ALGAS PARDAS EN ZONAS DE ESTUDIO MEDIANTE EVALUACIÓN INDIRECTA

1.1 Adquirir equipos, servicios y asistir a capacitaciones

- *Compra de solución integral de vehículo aéreo no tripulado (VANT)*

Se adquirió a la empresa Sensefly Chile, una solución integral de vehículos aéreos no tripulados (VANT), el cual incluye un VANT de ala fija marca Sensefly, modelo eBee Classic (fig. 1a), y uno de ala móvil marca Parrot, modelo Anafi Work (fig. 1b).

El eBee Classic cuenta con prestaciones que permitieron realizar los levantamientos aerofotogramétricos en las zonas de estudio, tales como: autonomía de vuelo de hasta 30 min. (por vuelo), captura de imágenes a través de una cámara RGB¹ (modelo S.O.D.A) y una cámara Multiespectral (modelo Sequoia). Por otro lado, el Anafi Work permitió realizar levantamientos de imágenes en RGB en lugares de difícil de acceso o donde se requerían vuelos a baja altura para mayor precisión.



Fig. 1. a) VANT Sensefly eBee Classic - b) VANT Parrot Anafi Work

- *Compra de Sistema GPS Geodésico*

Se adquirió a la empresa GeoActivos SpA, un sistema GPS geodésico marca Spectra modelo SP60 RTK PP (figs. 2 y 3). El sistema GPS geodésico permitió realizar el levantamiento de los puntos de control en terreno para los vuelos aerofotogramétricos y los puntos (ubicación) de los muestreos directos de las macroalgas por zona de estudio.

¹ RGB (sigla en inglés de red, green, blue / en español rojo, verde y azul) es la composición del color en términos de la intensidad de los colores primarios de la luz.



Fig. 2. Maleta con receptores SP60 L1/L2 GNSS y accesorios



Fig. 3. Trípode para montar receptor en terreno

- *Asistencia a Capacitación en el uso de solución integral VANT*
Entre los días 17 y 19 de diciembre de 2019, en el Club Aeromodelos de Chile ubicado en la Región Metropolitana, parte del equipo de proyecto participó en la capacitación en el pilotaje de las aeronaves adquiridas, donde se obtuvieron las competencias para ensamblar los equipos, configurar la planificación de vuelo en el software eMotion 3, lanzamiento y aterrizaje y el post-procesamiento de imágenes con el software Pix4D (figs. 4 a 6) (Anexo 1 – Itinerario de Capacitación Sensefly).



Fig. 4. Ensamblaje de VANT eBee Classic



Fig. 5. Planificación de vuelo en VANT con software eMotion 3



Fig. 6. Lanzamiento (despegue) de VANT eBee

- *Asistencia a Capacitación en el uso de Sistema GPS Geodésico*

El día Martes 21 de Enero de 2020, se realizó en Coquimbo la capacitación en el uso del Sistema GPS Geodésico marca Spectra modelo Precision SP60-MM50 por parte de la empresa GeoActivos (Anexo 2 – Itinerario de Capacitación en el uso de Sistema GPS Geodésico), donde participó parte del equipo de especialistas que utilizaría el equipamiento en terreno (Anexo 3 – Lista de Asistencia a Capacitación en el uso de Sistema GPS Geodésico). El Sistema GPS Geodésico permitió realizar el levantamiento de los puntos de control para los vuelos aerofotogramétricos y los puntos (ubicación) de los muestreos directos de las macroalgas por caleta.

La capacitación constó de clases teóricas donde se aprendió conceptos relacionados a geodesia para entender el funcionamiento del equipo en terreno y los requisitos necesarios para su uso considerando las particularidades del proyecto (fig. 7).

Del mismo modo, la capacitación consideró la realización de actividades prácticas en el uso del GPS Geodésico en dependencias de la Universidad Católica del Norte Sede Coquimbo, para aprender el manejo del equipo. Entre las actividades se pueden mencionar: ensamblaje, configuración de receptor GNSS y del dispositivo móvil, y levantamiento de puntos georreferenciados x,y (figs. 8 y 9).



Fig. 7. Capacitación teórica de GPS Geodésico



Fig. 8. Ensamblaje de GPS Geodésico



Fig. 9. Configuración de dispositivo móvil para captura de puntos GPS

- *Asistencia a Capacitación Uso de Plataforma ArcGIS para Docentes*

Los días Lunes 27 y Martes 28 de Enero de 2020, se realizó en Santiago la capacitación en el uso de software ArcGIS Pro y ArcGIS Online dictada por la empresa ESRI Chile (Anexo 4 – Itinerario de Capacitación ArcGIS), donde participó parte del equipo de especialistas que configurará y utilizará la plataforma ArcGIS Online. Esta última mostrará los resultados de la aerofotogrametría, las evaluaciones directas (muestreos directos) de biomasa macroalgal, los cálculos de biomasa y distribución de algas pardas, para que sea consultado online por los usuarios finales (Anexo 5 – Lista de Asistencia Capacitación ArcGIS).

La capacitación constó de clases en laboratorio de computación en dependencias de ESRI Chile durante las jornadas de la mañana y tarde de ambos días, donde se realizaron ejercicios en el uso de ArcGIS Pro y ArcGIS Online (fig. 10 y 11).



Fig. 10. Capacitación en uso de ArcGIS Pro y ArcGIS OnLine

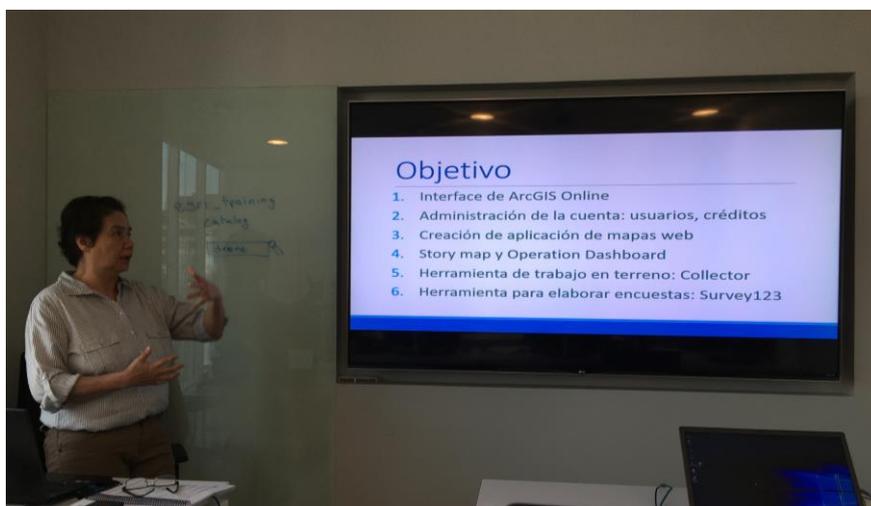


Fig. 11. Capacitación en uso de ArcGIS Pro y ArcGIS OnLine

1.2 Planificar vuelos fotogramétricos

- *Selección de las zonas de estudio*

Las localidades propuestas inicialmente para realizar el estudio fueron Caleta Los Toyos (Provincia de Chañaral), Caleta El Totoral (Provincia de Copiapó) y Caleta Angosta (Provincia de Huasco), sin embargo, estas fueron permutadas por a, b y c respectivamente, según lo recomendado por el Comité de Manejo de Algas Pardas de

la Región de Atacama (Anexo 6 - Carta Recomendación Comité de Manejo de Algas Pardas de Atacama).

- a) Provincia de Chañaral – Playa Hippie ($26^{\circ}25''S$, $70^{\circ}41''W$)
- b) Provincia de Copiapó – Al Norte del AMERB Totoral C ($27^{\circ}46''S$, $71^{\circ}03''W$)
- c) Provincia de Huasco – Playa Blanca ($28^{\circ}10''S$, $71^{\circ}09''W$)

El cambio se justifica ya que dichas localidades (a, b y c) son de libre acceso y tienen un fuerte componente estratégico para los intereses de los miembros del Comité.

Estas zonas fueron delimitadas utilizando el software Google Earth, mediante la creación de archivos KMZ/KML con información lineal, identificando la longitud de cada zona a sobrevolar con el VANT (fig. 12). Además, se pudieron identificar los caminos y/o vías de acceso para llegar a los lugares de interés.

Respecto de la selección de los varaderos a evaluar, estos fueron definidos en conjunto con el Comité de Manejo de Algas Pardas de Atacama en sesión del día martes 15 de Junio de 2021 (Anexo 7 - Invitación a Sesión de Comité de Manejo de Algas de Atacama). Los varaderos seleccionados fueron:

- Provincia de Chañaral: Sector de Playa Hippie
- Provincia de Copiapó: Sector La Lancha
- Provincia de Huasco: Sector Los Pozos

Cabe destacar, que los varaderos seleccionados, estaban dentro de las zonas de estudio definidos con el Comité de Manejo.

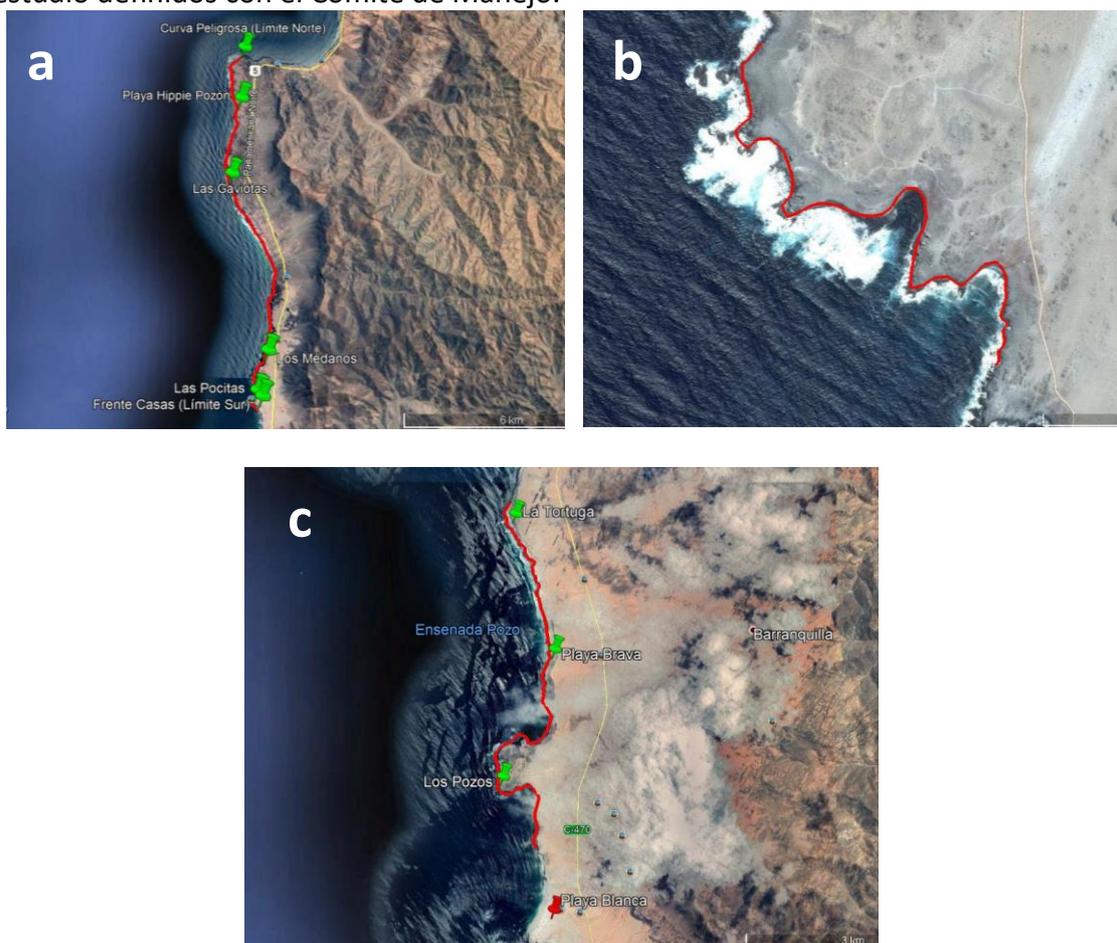


Fig. 12. Arriba a) Playa Hippie, Provincia de Chañaral; b) Al Norte del AMERB Totoral C, Provincia de Copiapó. Abajo c) Playa Blanca, Provincia de Huasco

- *Planificación de vuelos en software eMotion 3*

Al comienzo del proyecto, se planificaron misiones (líneas de vuelo) para cada una de las zonas de estudio seleccionadas, permitiendo cubrir las áreas de interés (figs. 13 a 22). En dichas planificaciones, se establecieron parámetros generales para los vuelos tales como resolución de pixel, altitud, traslapes lateral y longitudinal de las imágenes. Luego, las planificaciones fueron utilizadas en cada una de las campañas realizadas en terreno. A continuación, se muestra un resumen con las características de las planificaciones por zona de estudio:

- Playa Hippie (Provincia de Chañaral):
 - Largo total: 5,71 km
 - Área Bloque 1: 30,6 ha (S.O.D.A.) y 30,6 ha (Sequoia)
 - Área Bloque 2: 40 ha (S.O.D.A.) y 40 ha (Sequoia)
- Al sur del AMERB Totoral C (Provincia de Copiapó):
 - Largo total: 2,38 km
 - Área: 24,7 ha (S.O.D.A. y Sequoia)
- Playa Blanca (Provincia de Huasco):
 - Largo total: 6,66 km
 - Área Bloque 1: 27,6 ha (S.O.D.A. y Sequoia)
 - N° de Secciones (Corridor) Bloque 2: 10 (S.O.D.A. y Sequoia)

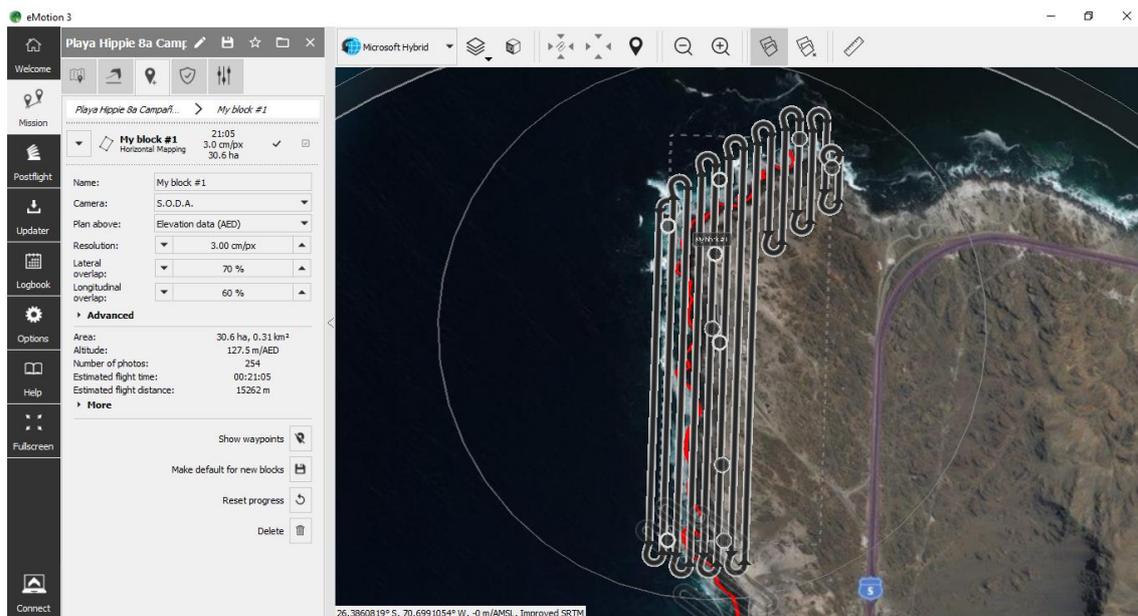


Fig. 13. Planificación de vuelo Playa Hippie Cámara RGB S.O.D.A Bloque 1 – Provincia de Chañaral.

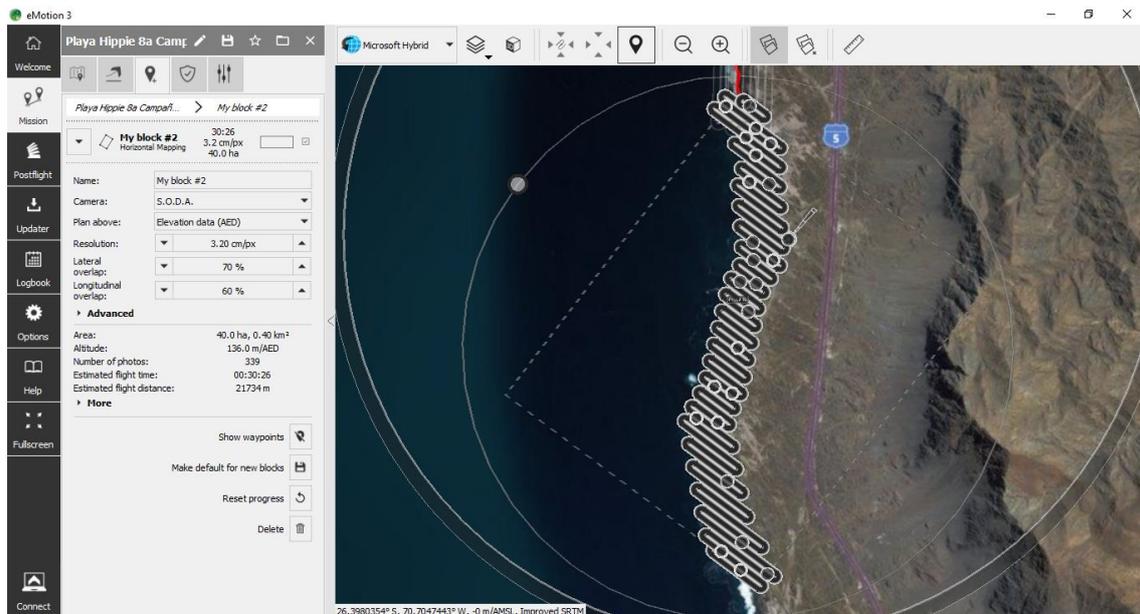


Fig. 14. Planificación de vuelo Playa Hippie Cámara RGB S.O.D.A Bloque 2– Provincia de Chañaral.

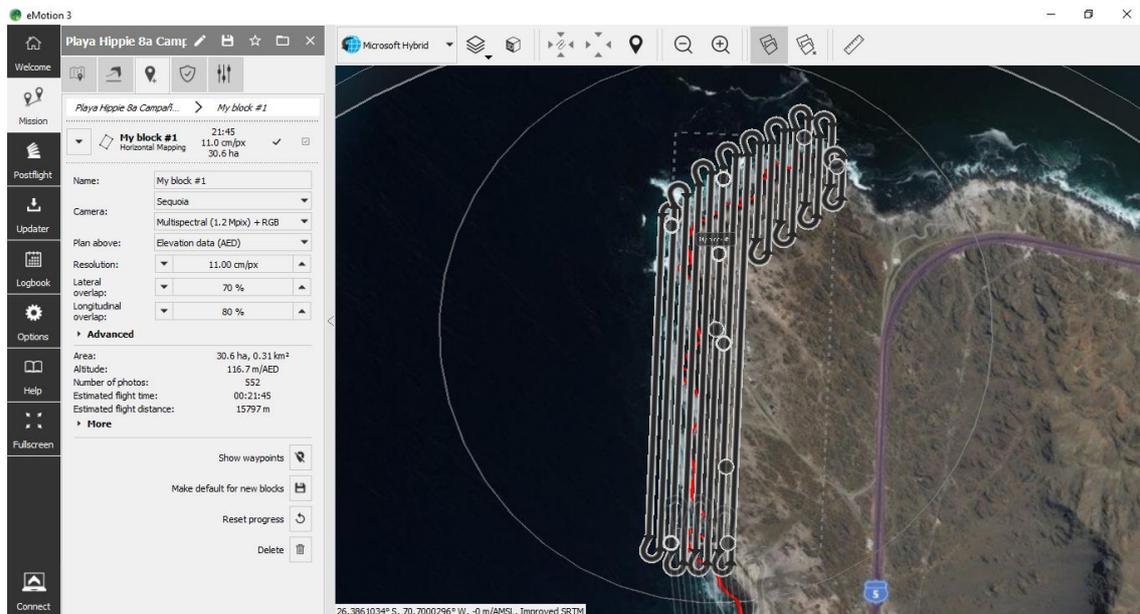


Fig. 15. Planificación de vuelo Playa Hippie Cámara Multiespectral Sequoia Bloque 1 – Provincia de Chañaral.

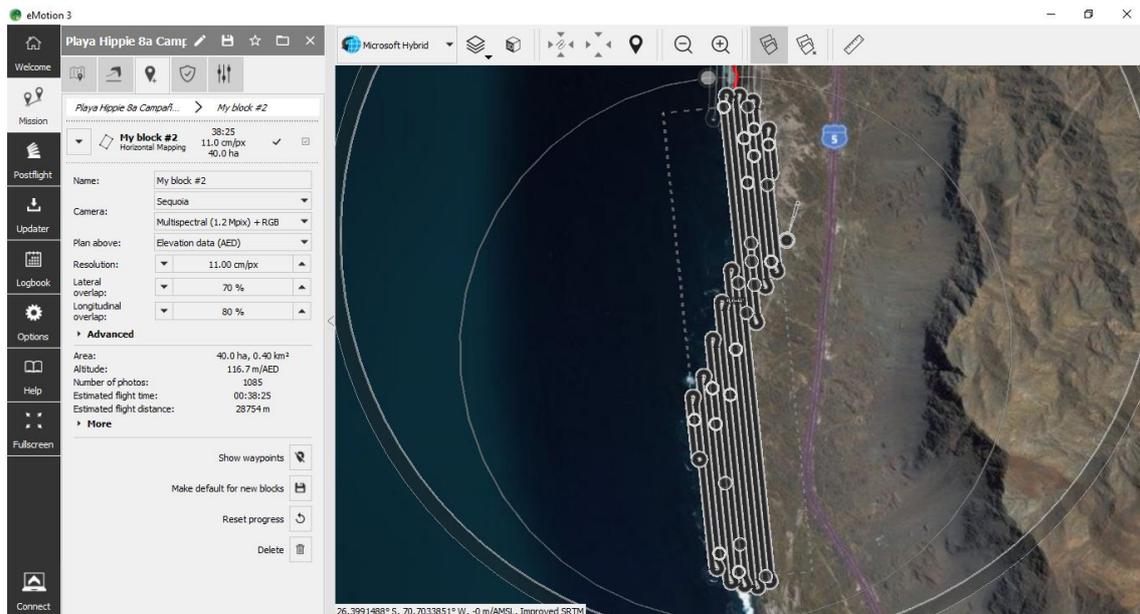


Fig.16. Planificación de vuelo Playa Hippie Cámara Multiespectral Sequoia Bloque 2 – Provincia de Chañaral.

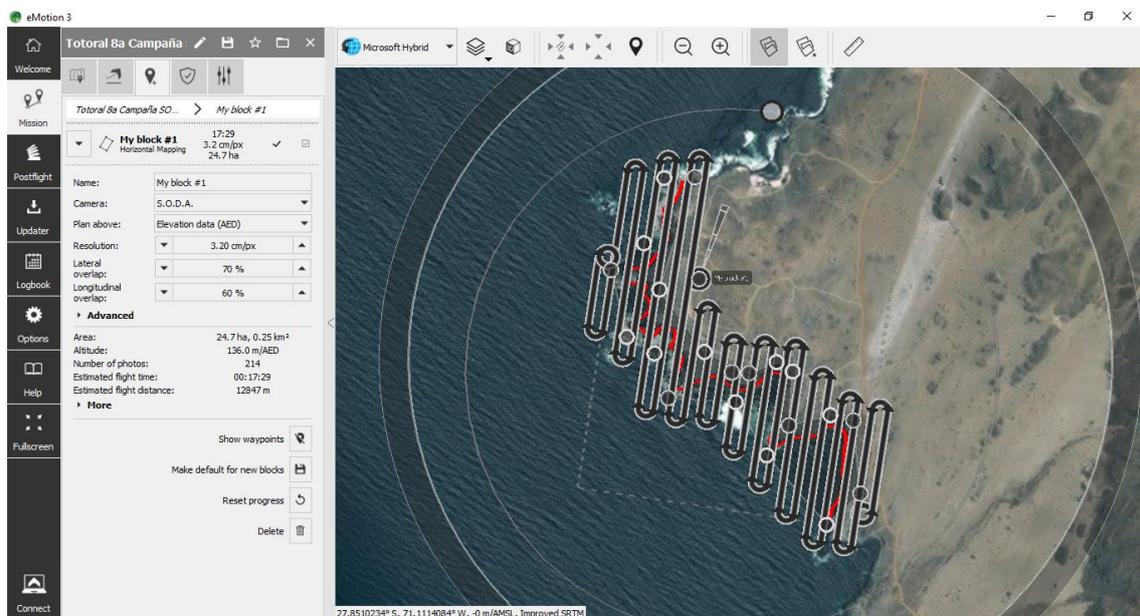


Fig. 17. Planificación de vuelo al Sur del AMERB Totoral C Cámara RGB S.O.D.A – Provincia de Copiapó.

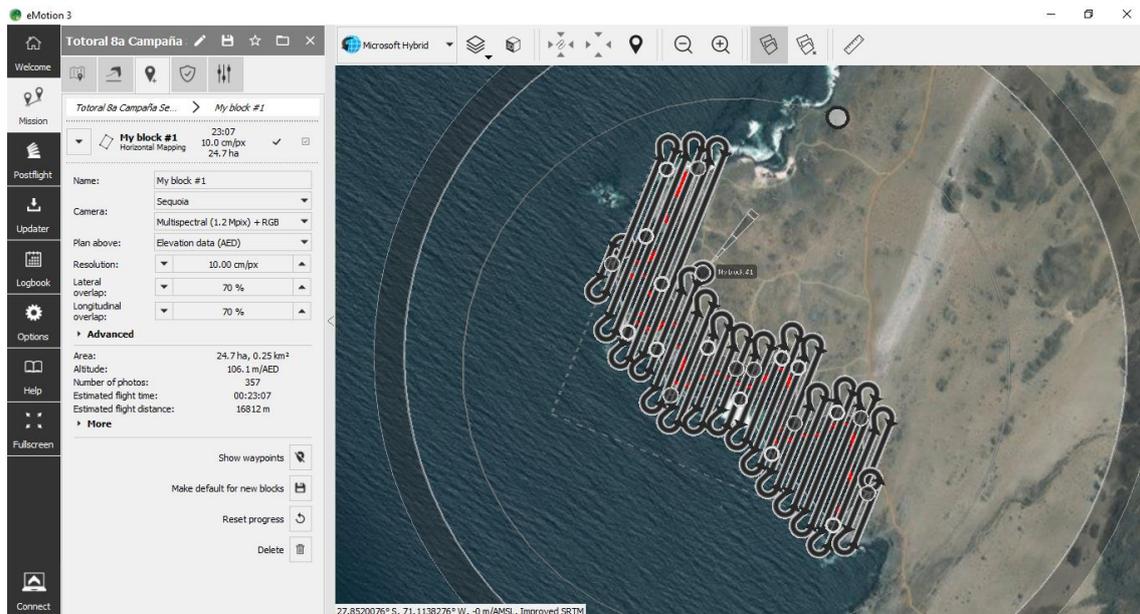


Fig. 18. Planificación de vuelo al Sur del AMERB Totoral C Cámara Multiespectral Sequoia – Provincia de Copiapó.

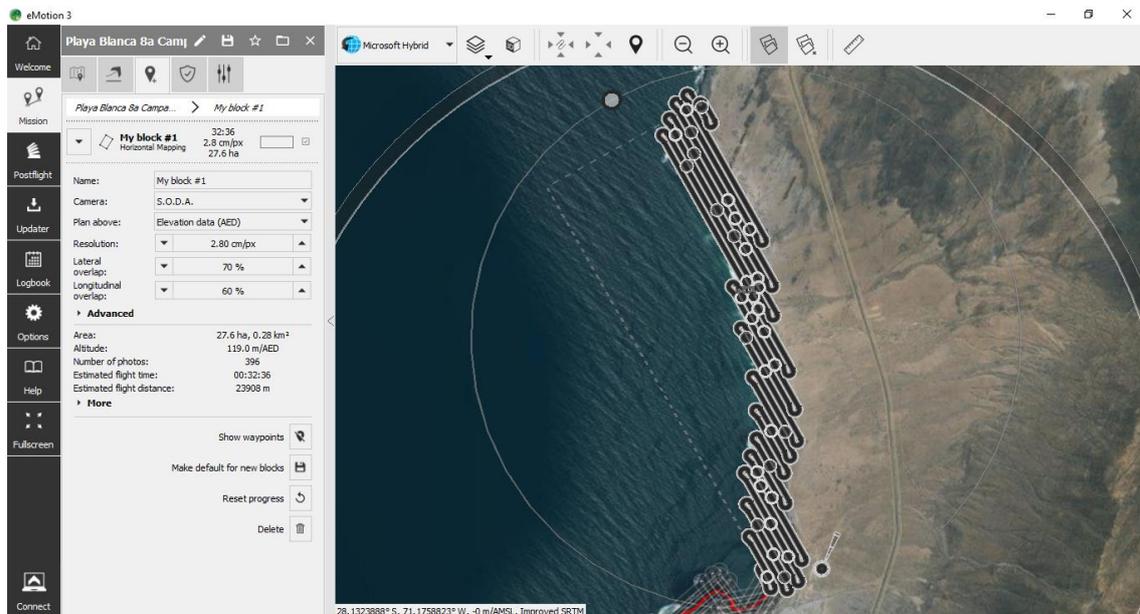


Fig. 19. Planificación de vuelo Playa Blanca Cámara S.O.D.A Bloque 1– Provincia de Huasco.

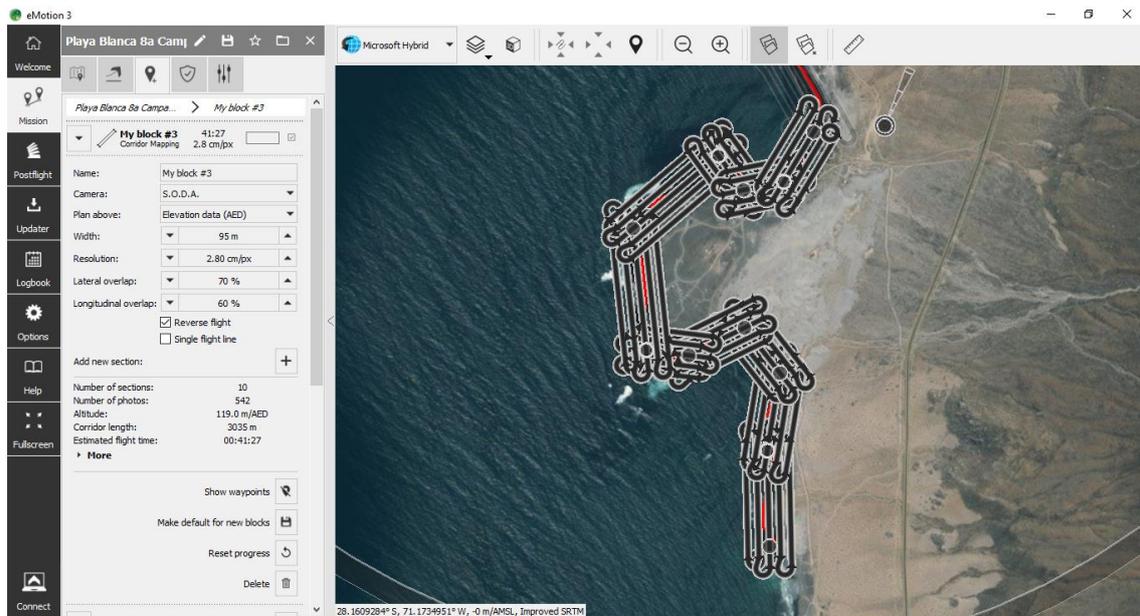


Fig. 20. Planificación de vuelo Playa Blanca Cámara S.O.D.A Bloque 2 – Provincia de Huasco.

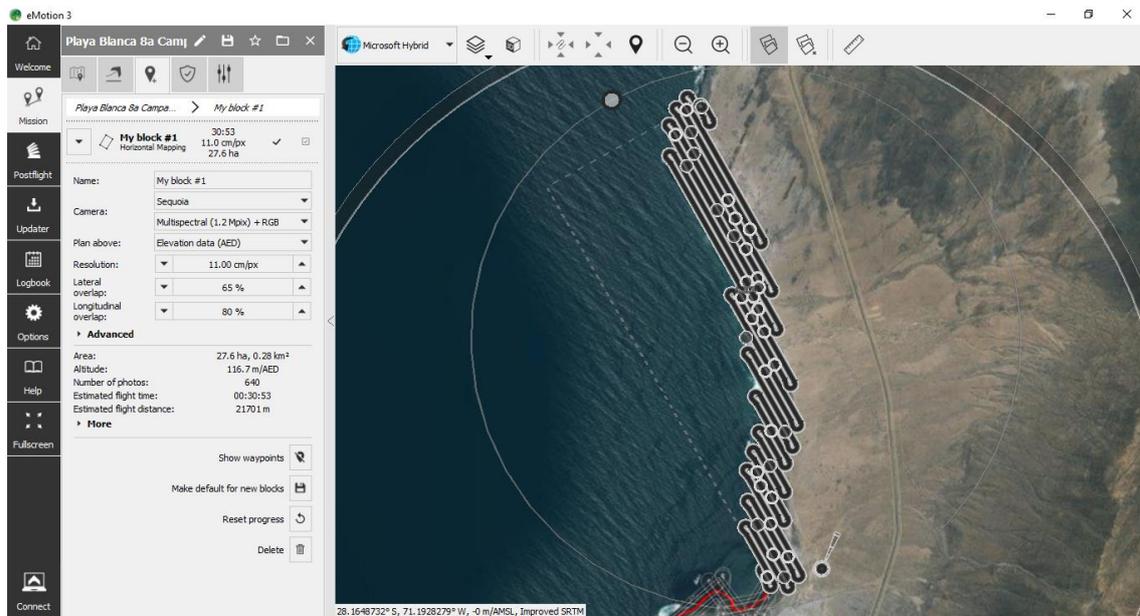


Fig. 21. Planificación de vuelo Playa Blanca Cámara Multiespectral Sequoia Bloque 1 – Provincia de Huasco.

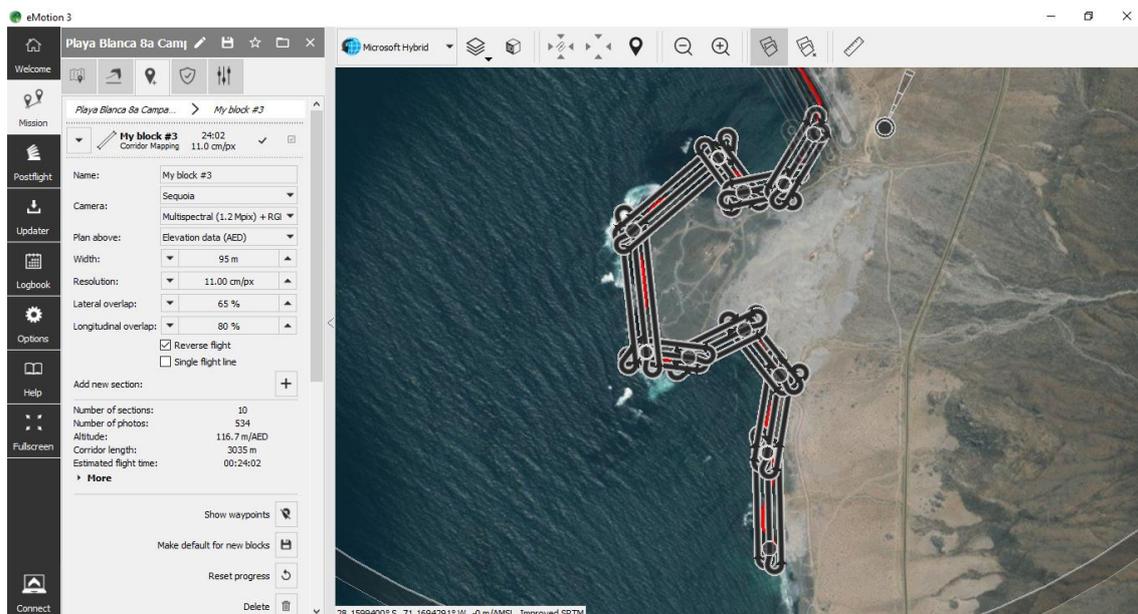


Fig. 22. Planificación de vuelo Playa Blanca Cámara Multiespectral Sequoia Bloque 2 – Provincia de Huasco.

- *Levantamientos de puntos de control para vuelos fotogramétricos*

Como parte de la planificación de los vuelos fotogramétricos en el intermareal rocoso, se definieron puntos de control² en lugares estratégicos a lo largo de las zonas estudio con coordenadas UTM (x,y), en cada una de las provincias de la región de Atacama.

Estos puntos de control fueron levantados por una única vez al comienzo de las actividades en terreno utilizando el GPS Diferencial Geodésico marca SPECTRA (de precisión centimétrica), Modelo SP60 de doble frecuencia en tiempo real (fig. 23), utilizando un Datum WGS84 UTM Zona 19 Sur, con la finalidad de ser referencias visuales para la georreferenciación de los productos resultantes de la fotogrametría, es decir, durante el procesamiento de las imágenes con el software fotogramétrico, establecer una correlación entre las posiciones de los puntos de control de la imagen y las coordenadas reales en las que se encontraban los puntos de control físicos en terreno.

Además, con los puntos de control, se obtuvieron los valores “z” de las alturas para levantar la topografía de precisión del terreno y el control de calidad de las ortofotos.

Una vez realizados los levantamientos de puntos de control por zona de estudio durante la primera campaña en terreno del proyecto (Diciembre de 2020), fue posible procesar los resultados de dichos levantamientos utilizando el software Survey Office de Spectra.

Dicho procesamiento consta de la corrección de los puntos levantados en terreno, enlazando las bases GPS definidas en cada localidad a la Red Nacional del Ministerio de Bienes Nacionales, en base a Estación de Referencia Copiapó GNSS datum SIRGAS/CHILE, de acuerdo a los protocolos establecidos para levantamientos topográficos y geodésicos dentro del territorio nacional³.

En este caso en particular, al ser definida una base en cada provincia de la región de Atacama, los resultados fueron corregidos utilizando la estación base de Copiapó ID

² Los puntos de control (GCP / Ground Control Points), son marcas en el terreno, visibles en las imágenes captadas con el VANT.

³ <http://www.catastro.cl/>

BN03, la cual es la más cercana a las zonas de estudio (Anexo 8 – Ficha Estación de Referencia GNSS – Copiapó).



Fig. 23. GPS Spectra SP60 para levantamiento de puntos de control.

1.3 Realizar campaña de levantamiento fotogramétrico RGB e IR

- *Visita e inspección de zonas de estudio con partes interesadas*

Se planificó en conjunto con la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (representante del Comité de Manejo de Algas Pardas de Atacama), realizar reuniones por provincia con los integrantes del comité en las zonas de estudio previamente establecidas, con el fin de precisar puntos de partida y de término de los vuelos y lugares de relevancia para pescadores artesanales (por ej. varaderos) (figs. 24 a 26). Participaron en las reuniones representantes de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (Subpesca), Servicio Nacional de Pesca y Acuicultura (Sernapesca), Instituto de Fomento Pesquero (IFOP), la Armada de Chile y representantes de la pesca artesanal local (Anexo 9 – Visitas a Zonas de Estudio con partes interesadas).



Fig. 24. Reunión con integrantes del Comité en Playa Hippie, Provincia de Chañaral.



Fig. 25. Reunión con integrantes del Comité en Totoral, Provincia de Copiapó.



Fig. 26. Reunión con integrantes del Comité en Playa Blanca, Provincia de Huasco.

- *Campañas a terreno para evaluar el intermareal rocoso*

Durante la ejecución del proyecto, fue posible realizar exitosamente las 8 campañas comprometidas. De éstas, 6 correspondían a levantamientos aerofotogramétricos en el intermareal rocoso. En cada una de las seis campañas, se realizaron las siguientes actividades:

Planificación de vuelos fotogramétricos

A pesar de que las planificaciones de vuelo fueron definidas al comienzo del proyecto, estas sufrían leves modificaciones campaña a campaña, debido principalmente a las condiciones climáticas del momento en el sitio de estudio. Por ejemplo, dependiendo de la dirección del viento, en el software eMotion 3 se re-orientaban los puntos de lanzamiento y aterrizaje del VANT eBee. Sin embargo, las características generales de las planificaciones, como por ejemplo, las áreas de cobertura del vuelo (en hectáreas), no sufrían modificaciones.

Distribución de target en terreno como puntos de control para levantamientos fotogramétricos

En cada una de las campañas a terreno realizadas durante la ejecución del proyecto, se distribuían target (dianas) sobre los puntos de control definidos previamente en cada una de las zonas de estudio (por provincia). Este proceso era realizado antes de los respectivos vuelos fotogramétricos (fig. 27).



Fig. 27. Distribución de puntos de control para fotogrametría.

Levantamiento aerofotogramétrico mediante VANT de ala fija eBee

Durante las seis campañas a terreno en las localidades de Playa Hippie (Prov. de Chañaral), Totoral (al sur de AMERB Totoral C – Prov. de Copiapó) y Playa Blanca (Prov. de Huasco), se realizaron vuelos fotogramétricos con el VANT eBee para obtener imágenes de alta resolución mediante el sensor RGB con resolución de hasta 20 megapíxeles (cámara S.O.D.A.) e imágenes con el sensor Multiespectral (cámara Sequoia). Lo anterior junto con los levantamientos satelitales obtenidos mediante GPS diferencial de precisión geodésica (puntos de control DGPS) permitieron obtener la información espacial para la construcción de las plataformas SIG Desktop⁴ por campaña.

El VANT durante los vuelos, fue controlado para cumplir con las planificaciones mediante un piloto en tierra y el software de vuelo eMotion 3 (figs. 28, 29 y 30).

⁴ SIG Desktop se refiere al conjunto de software **SIG** instalados y ejecutados en equipos computacionales de escritorio para la creación de mapas, realizar análisis espacial y la administración de datos.

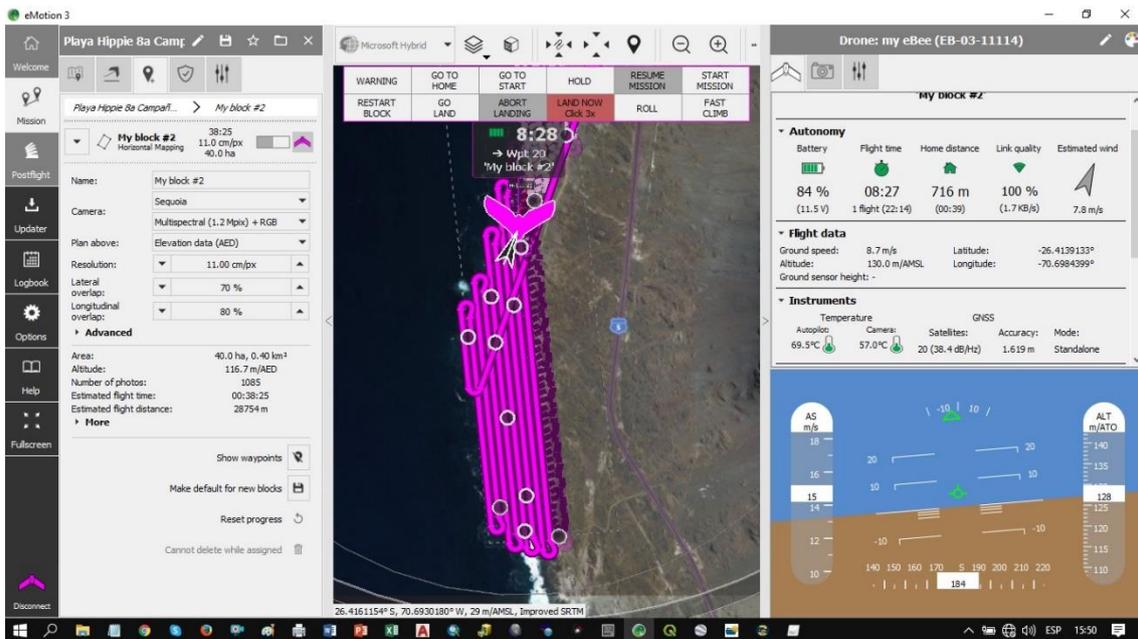


Fig. 28. Software eMotion 3 durante vuelo de VANT eBee en Playa Hippie con cámara Multiespectral Sequoia, Provincia de Chañaral (03-12-2021).

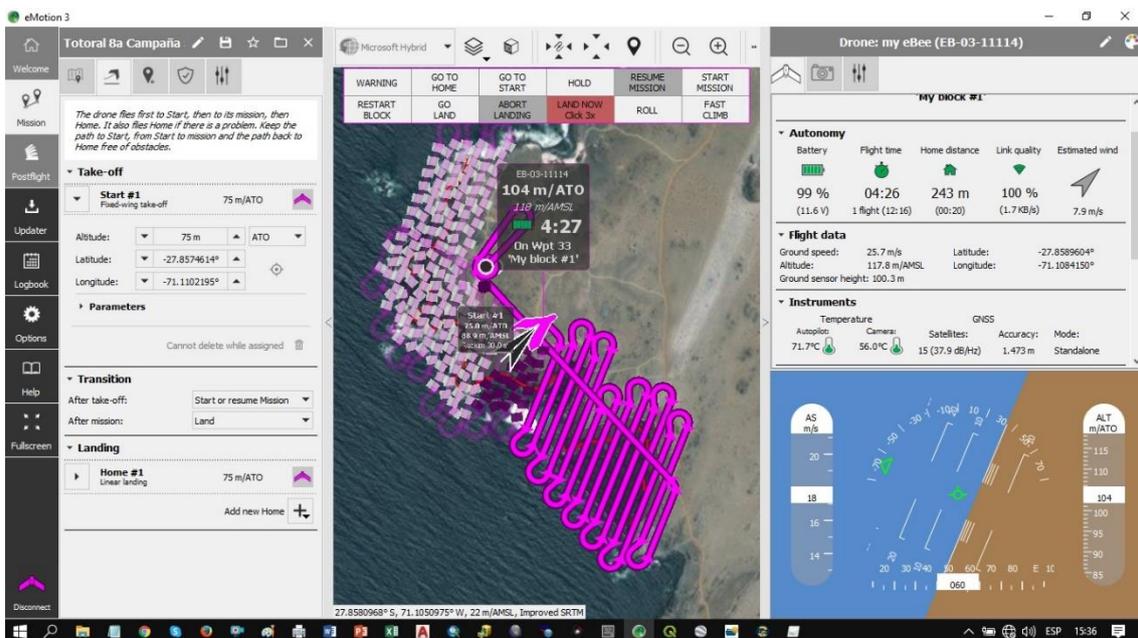


Fig. 29. Software eMotion 3 durante vuelo de VANT eBee en Totoral con cámara Multiespectral Sequoia, Provincia de Copiapó (04-12-2021).

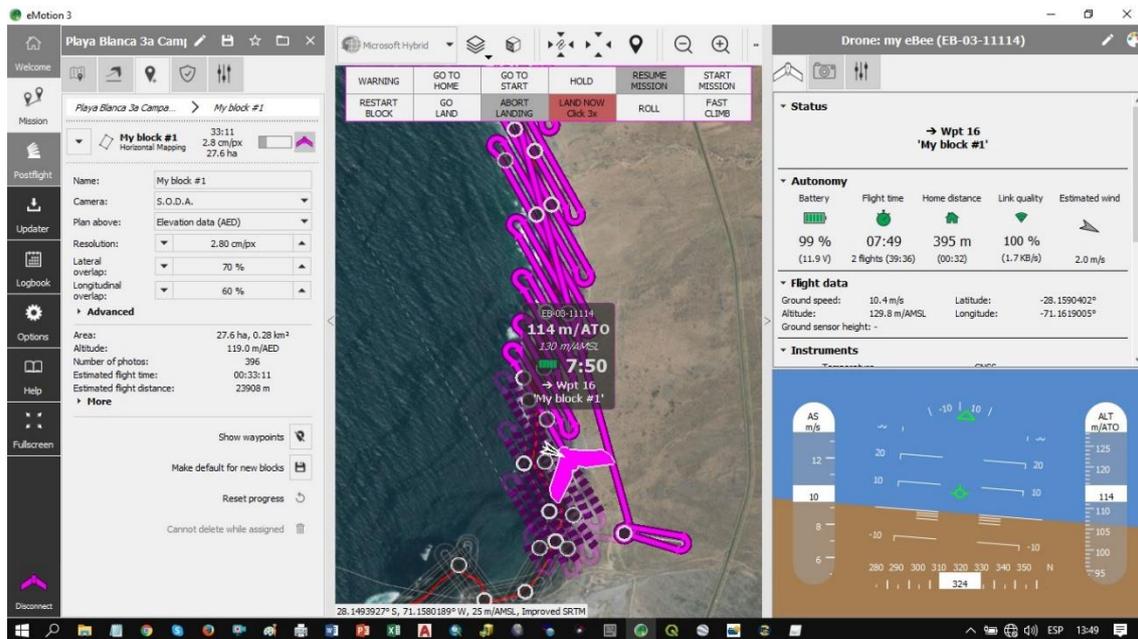


Fig. 30. Software eMotion 3 durante vuelo de VANT eBee en Playa Blanca con S.O.D.A RGB, Provincia de Huasco (02-12-2021).

Respecto a los horarios de los vuelos, estos fueron realizados durante las tardes, entre las 13.30 y 15.30 hrs. Como se indicó anteriormente, este horario fue seleccionado debido a las bajas mareas.

- *Campañas a terreno para evaluar varaderos*

Durante las dos campañas a varaderos realizadas, fue posible capturar imágenes RGB y multiespectrales en los sectores de La Lancha (Provincia de Copiapó), Los Pozos (Provincia de Huasco) y Playa Hippie (Provincia de Chañaral), utilizando las cámaras S.O.D.A. y SEQUOIA.

En cada una de las dos campañas, se realizaron las siguientes actividades:

Planificación de vuelos fotogramétricos

Las planificaciones de vuelo para evaluar varaderos fueron definidas estando en terreno. Estas se configuraron considerando las condiciones climáticas del momento.

Levantamiento aerofotogramétrico mediante VANT de ala fija eBee

Durante las dos campañas para evaluar varaderos, se realizaron vuelos fotogramétricos con el VANT eBee para obtener imágenes de alta resolución mediante el sensor RGB con resolución de hasta 20 megapíxeles (cámara S.O.D.A.) e imágenes con el sensor Multiespectral (cámara Sequoia) (figs. 31 a 33), lo que permitió obtener la información espacial para la construcción de las plataformas SIG Desktop.

A diferencia de los vuelos en el intermareal rocoso, por tratarse de la evaluación del recurso varado, no fue necesario coincidir horario con bajas mareas.

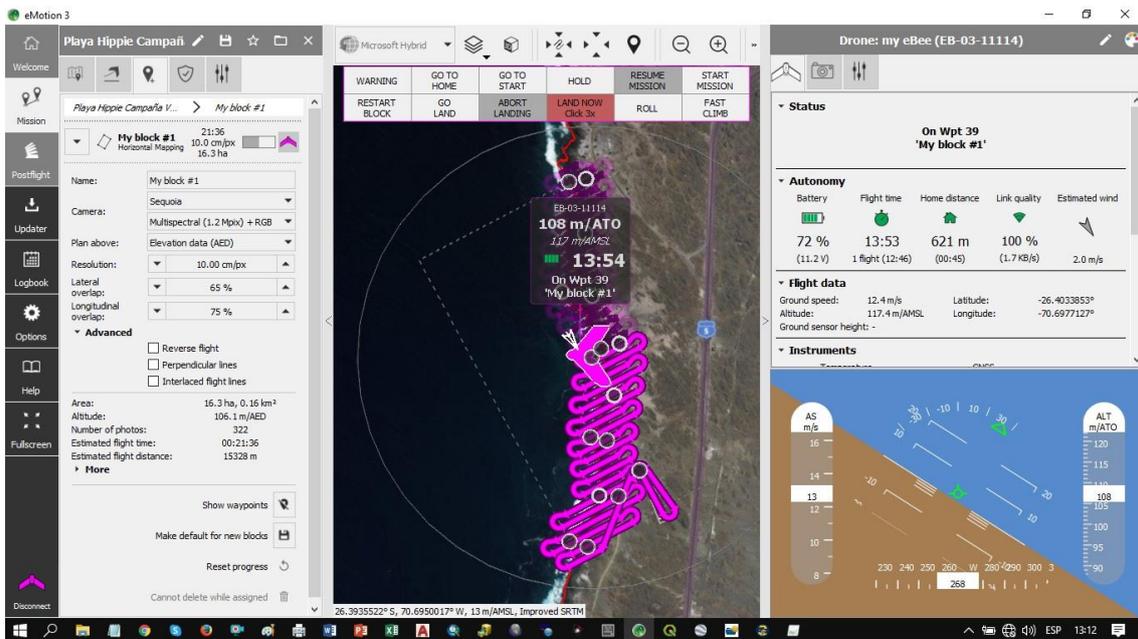


Fig. 31. Software eMotion 3 durante vuelo de VANT eBee en Playa Hippie con cámara Multiespectral Sequoia, Provincia de Chañaral (27-09-2021).

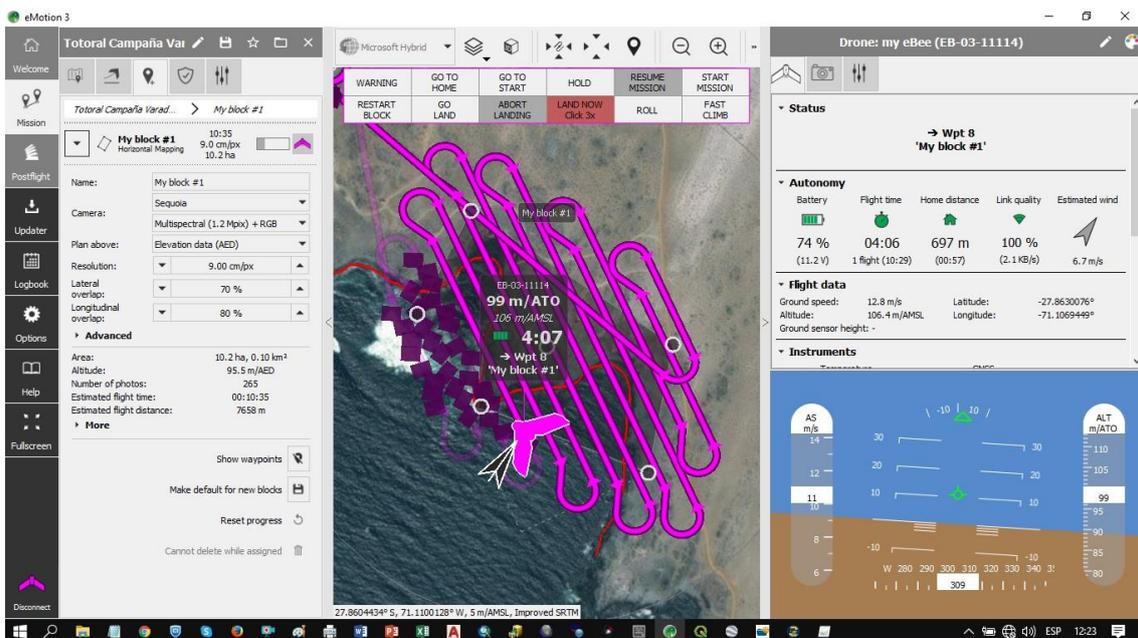


Fig. 32. Software eMotion 3 durante vuelo de VANT eBee en La Lancha con cámara Multiespectral Sequoia, Provincia de Copiapó (25-08-2021).

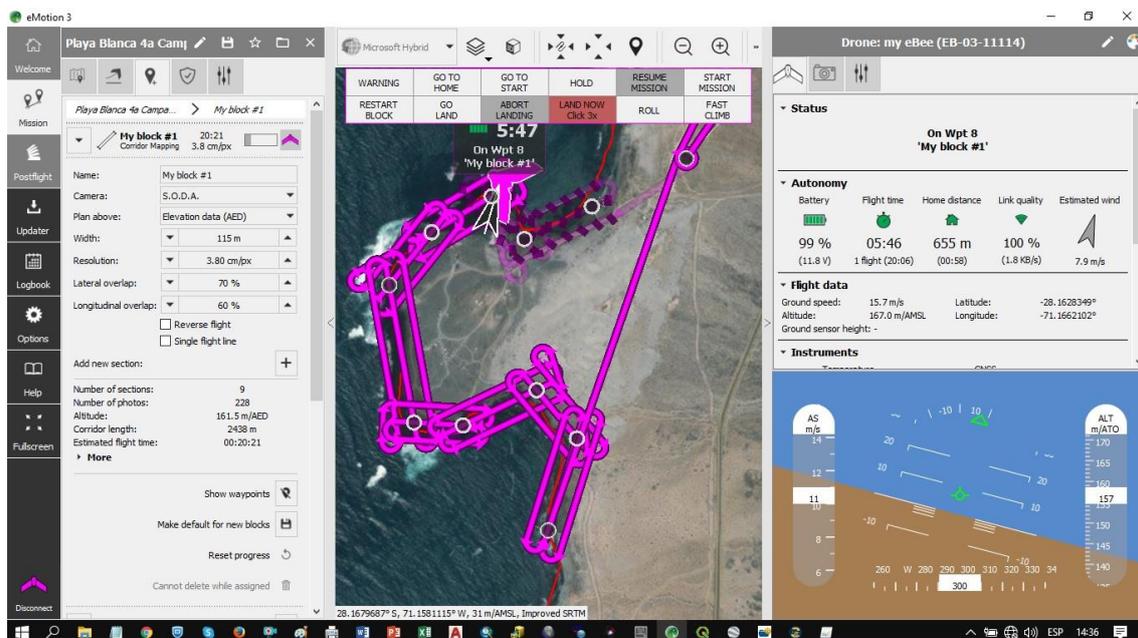


Fig. 33. Software eMotion 3 durante vuelo de VANT eBee en Los Pozos con S.O.D.A RGB, Provincia de Huasco (25-08-2021).

1.4 Crear Proyecto SIG Desktop por zona de estudio

Las imágenes obtenidas durante los vuelos fotogramétricos, permitieron obtener la información espacial para la construcción de las plataformas SIG Desktop por campaña.

Para la creación de una plataforma de trabajo en un Sistema de Información Geográfica (SIG), tendiente a almacenar, ordenar, manipular y modelar la información espacial recibida, se utilizaron dos notebook (laptop) marca DELL modelo Inspiron 15 serie 5000, con procesador Intel (R), Core (TM) i7 de 2.59 GHz y disco duro SSD de 1 Tera Byte.

Como software de procesamiento de información espacial se utilizó ArcGIS ArcMap 10.2.2 Desktop (SIG de escritorio) con sus extensiones Spatial Analyst y ArcGIS 3D Analyst. ArcMap representa la información geográfica como una colección de capas⁵ (layers) y otros elementos en una vista de mapa.

La información geoespacial contenida en esta plataforma se trabajó mediante la metodología denominada construcción de un **proyecto SIG**, es decir, la creación de un archivo documento de mapa con extensión MXD, el cual enlaza las capas que conforman el proyecto.

Por cada localidad en estudio y por cada campaña, se construyó un proyecto SIG desktop separadamente.

1.5 Construir Modelo Digital de Elevaciones (MDE) / 1.6 Construir Curvas de nivel cada 5 cms / 1.7 Construir ortofotos y ortomosaicos RGB e IR

Para la construcción de los modelos digitales de elevaciones (MDE⁶) y los ortomosaicos por localidad, fueron utilizados los software eMotion 3 y Pix4D Mapper. En el caso de

⁵ Las capas (layer) de un SIG representan colecciones lógicas de entidades individuales con sus formas y ubicaciones geográficas, además de información descriptiva sobre cada entidad almacenada como atributos (<https://resources.arcgis.com/>).

⁶ En el presente documento, Modelo Digital de Elevaciones (MDE) es sinónimo de Modelo Digital de Superficie (MDS).

las curvas de nivel con equidistancia de 5 cms, fueron trazadas con el software ArcGIS ArcMap.

El software eMotion 3 permitió realizar el postproceso de los vuelos realizados con el VANT eBee (postflight) luego de cada campaña a terreno, lo cual incluye importar las imágenes desde la memoria del VANT (obtenidas con las cámaras S.O.D.A y SEQUOIA durante los vuelos) y el proceso de geoetiquetado de las mismas (agregar información geográfica a cada imagen, ajustando los puntos de fotocentros a las coordenadas del GPS; figs. 34 a 39).

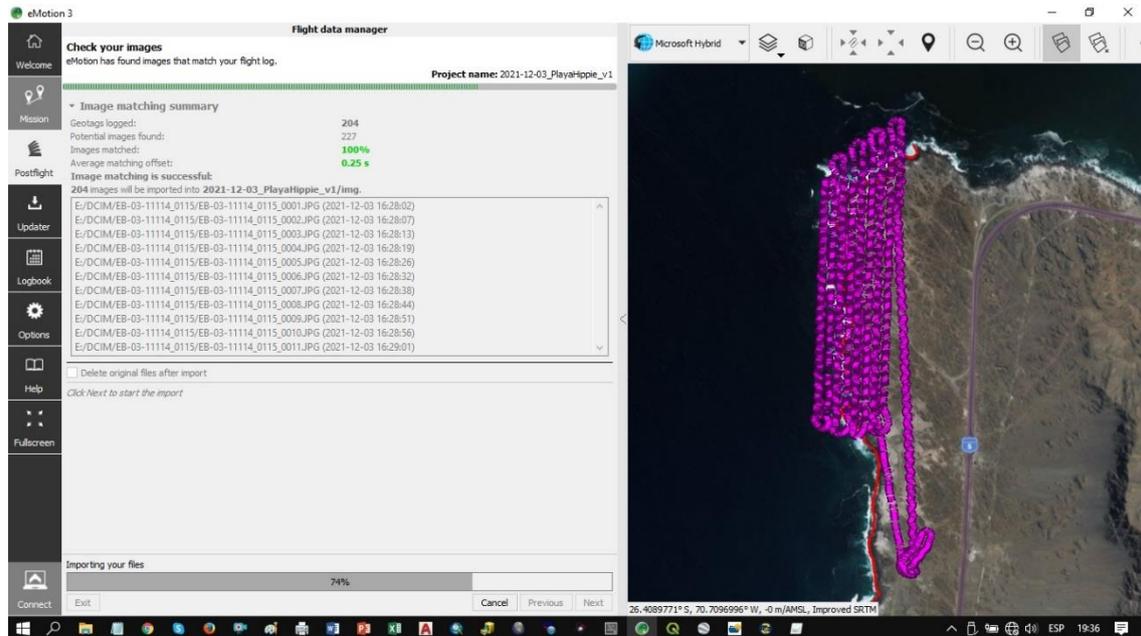


Fig. 34. Importación y geoetiquetado de imágenes RGB mediante eMotion 3 – Playa Hippie, Provincia de Chañaral (Campaña Intermareal)

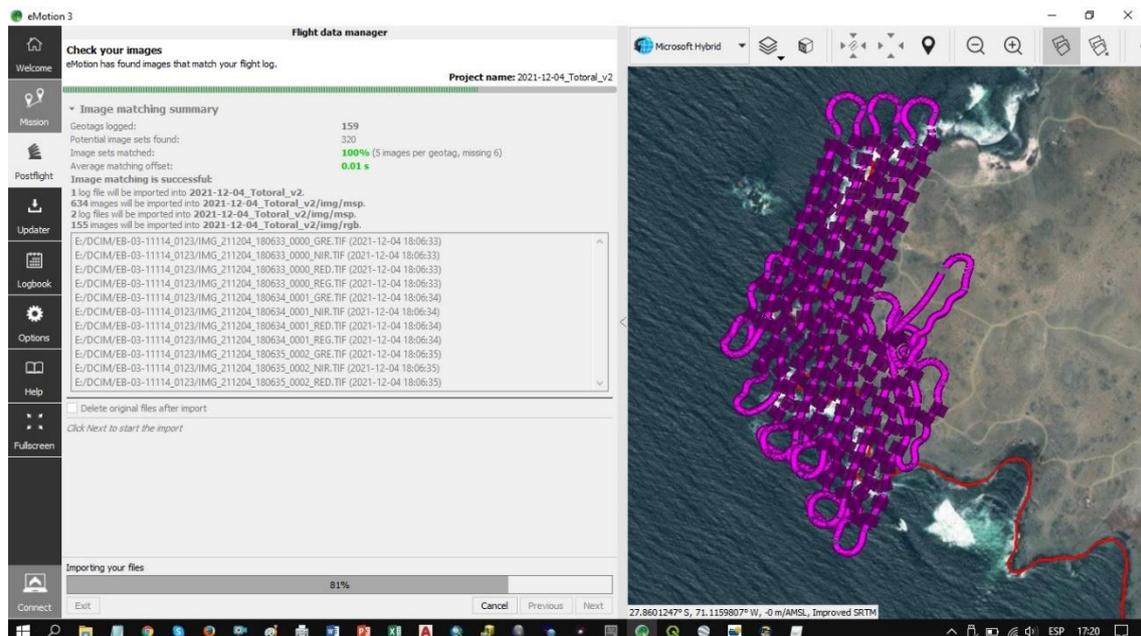


Fig. 35. Importación y geoetiquetado de imágenes Multiespectrales mediante eMotion 3 – Sur de AMERB Totoral C, Provincia de Copiapó (Campaña Intermareal)

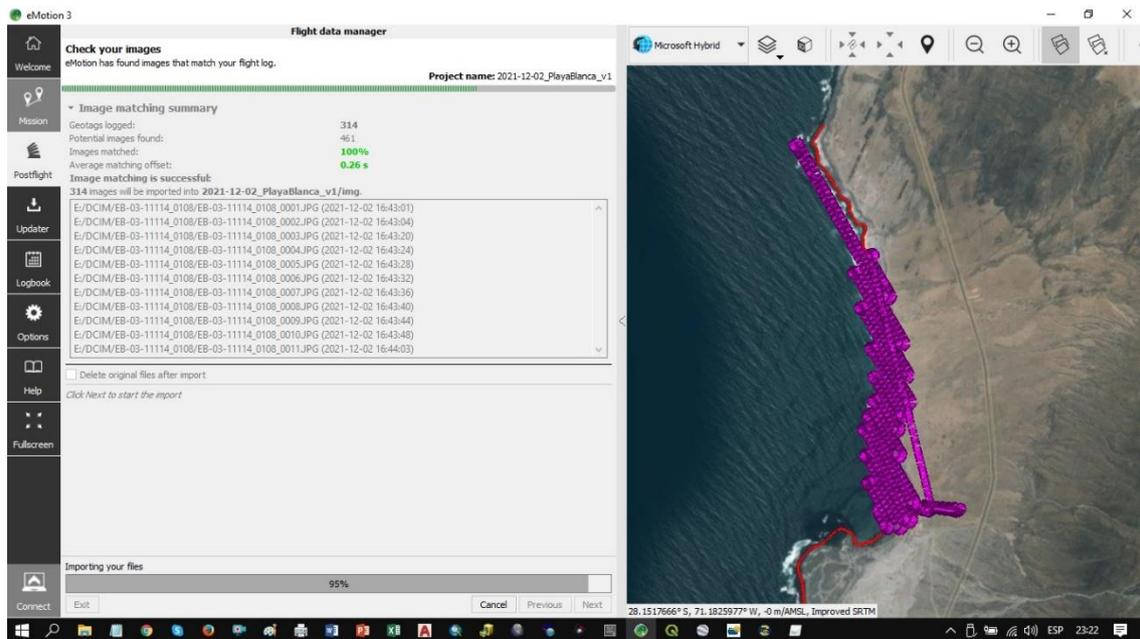


Fig. 36. Importación y geotiquetado de imágenes RGB mediante eMotion 3 – Playa Blanca, Provincia de Huasco (Campaña Intermareal)

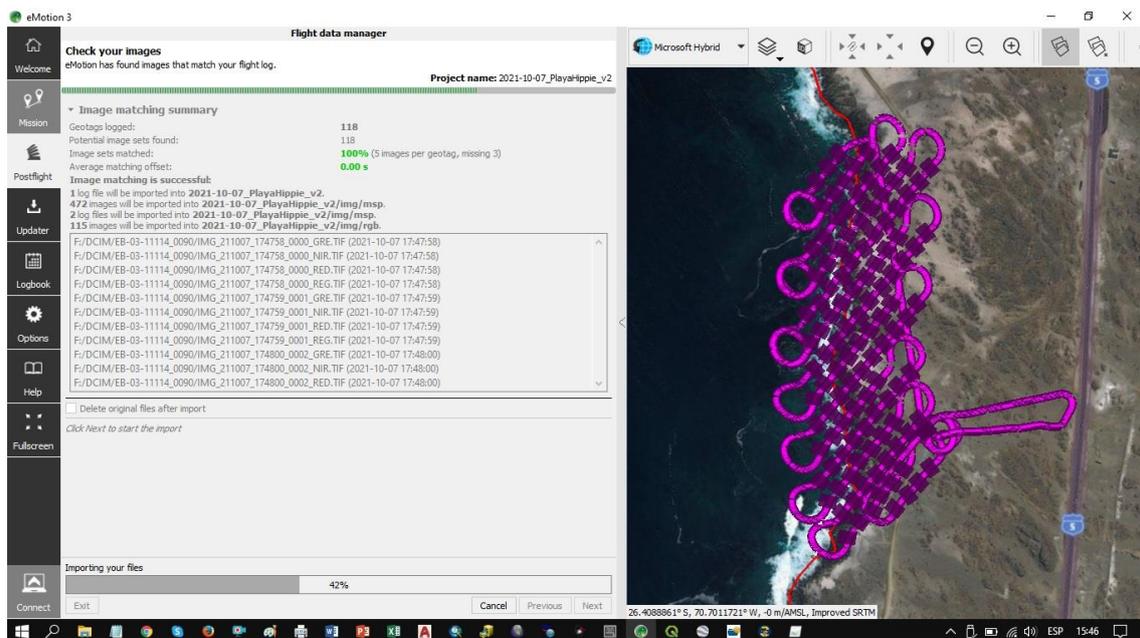


Fig. 37. Importación y geotiquetado de imágenes Multiespectrales mediante eMotion 3 – Playa Hippie, Provincia de Chañaral (Campaña Varaderos)

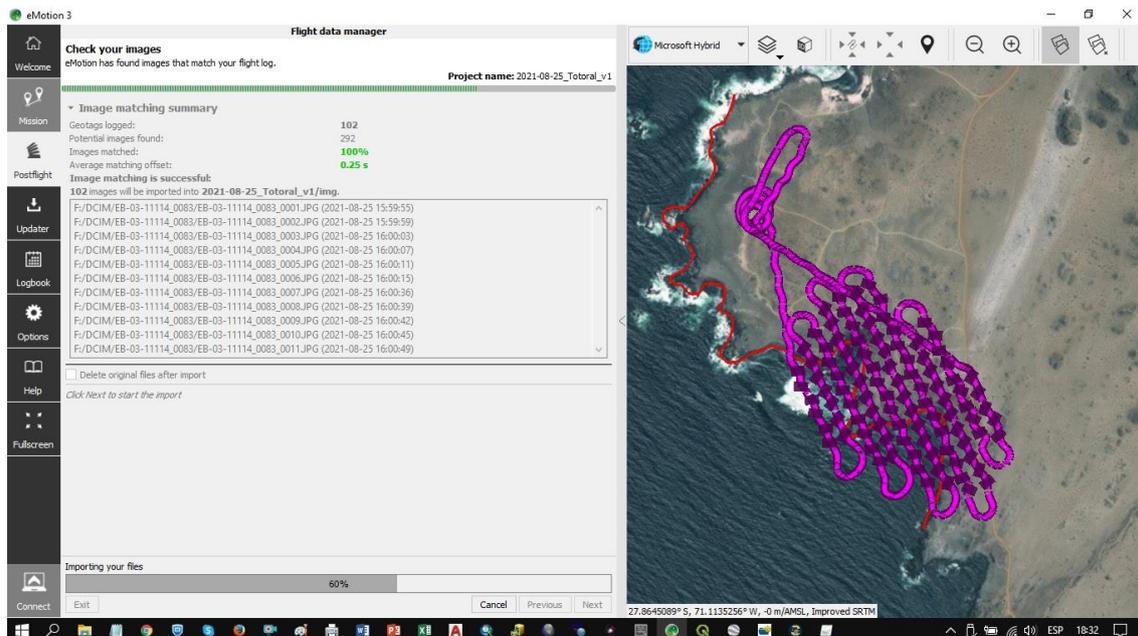


Fig. 38. Importación y geotiquetado de imágenes Multiespectrales mediante eMotion 3 – La Lancha, Provincia de Copiapó (Campaña Varaderos)

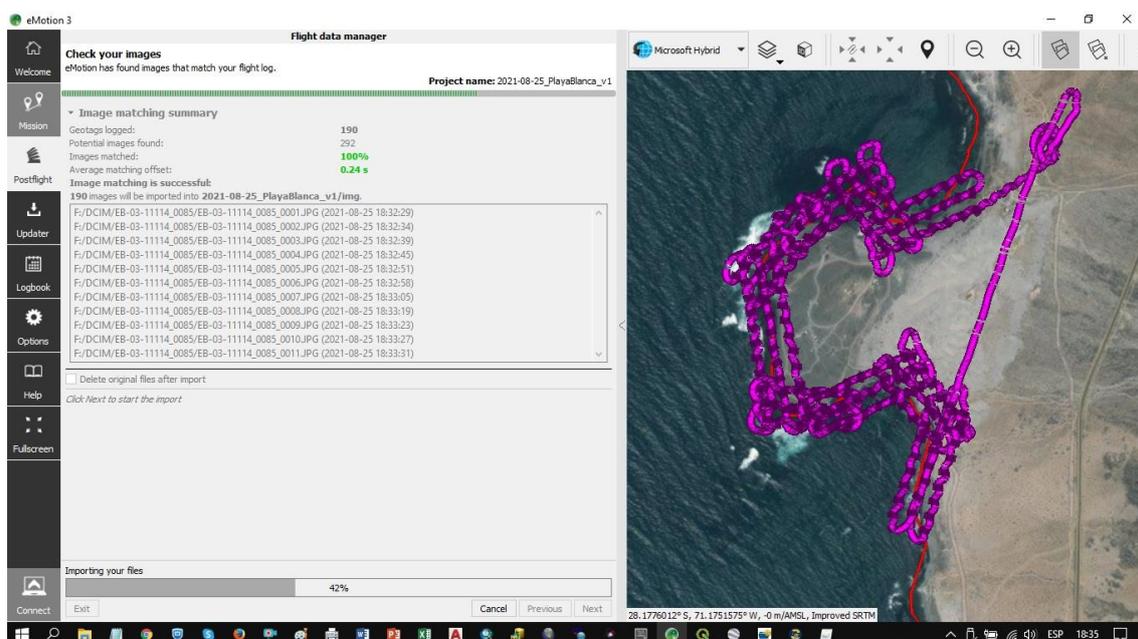


Fig. 39. Importación y geotiquetado de imágenes Multiespectrales mediante eMotion 3 – Los Pozos, Provincia de Huasco (Campaña Varaderos)

Por otra parte, Pix4D Mapper es un software de fotogrametría que permite a partir de un conjunto de imágenes obtenidas (capturadas) con el VANT y geotiquetadas, generar nubes de puntos en común entre ellas para construir ortomosaicos RGB y NDVI, modelos digitales de elevación/superficie (MDS), cartografía 2D y modelos 3D. En Pix4D fue posible crear un proyecto por localidad y por sensor (cámara S.O.D.A. y SEQUOIA) luego de cada campaña. Cada proyecto incluye todos los registros de vuelos realizados por el VANT (figs. 40 a 45).

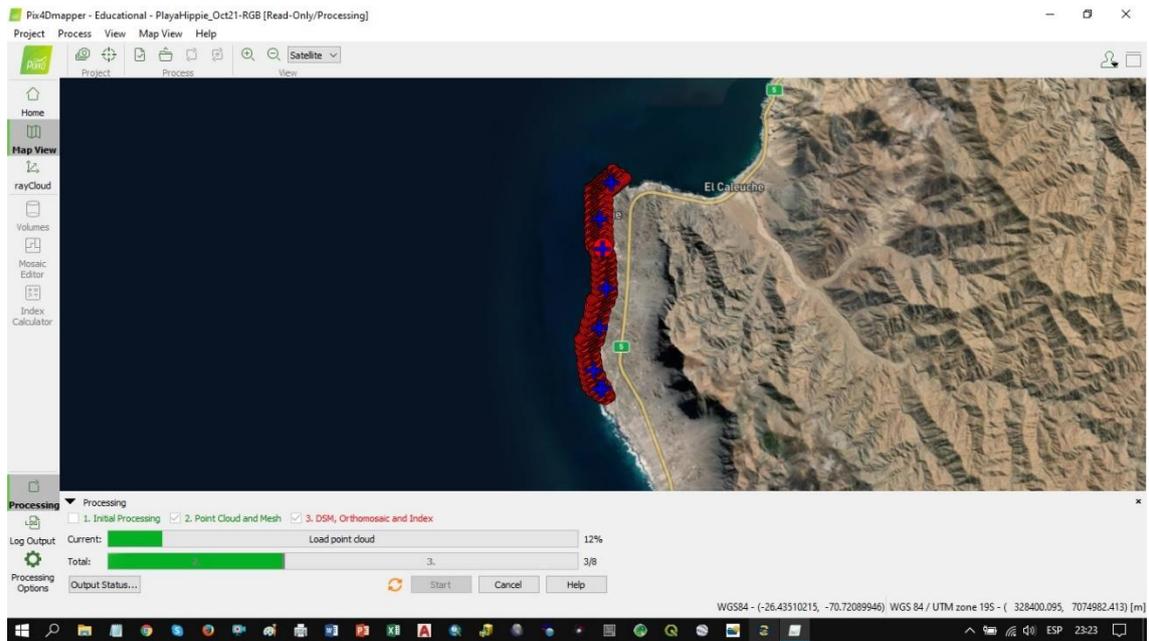


Fig. 40. Procesamiento de imágenes RGB - Proyecto Playa Hippie en Pix4D Mapper (Campaña Intermareal)

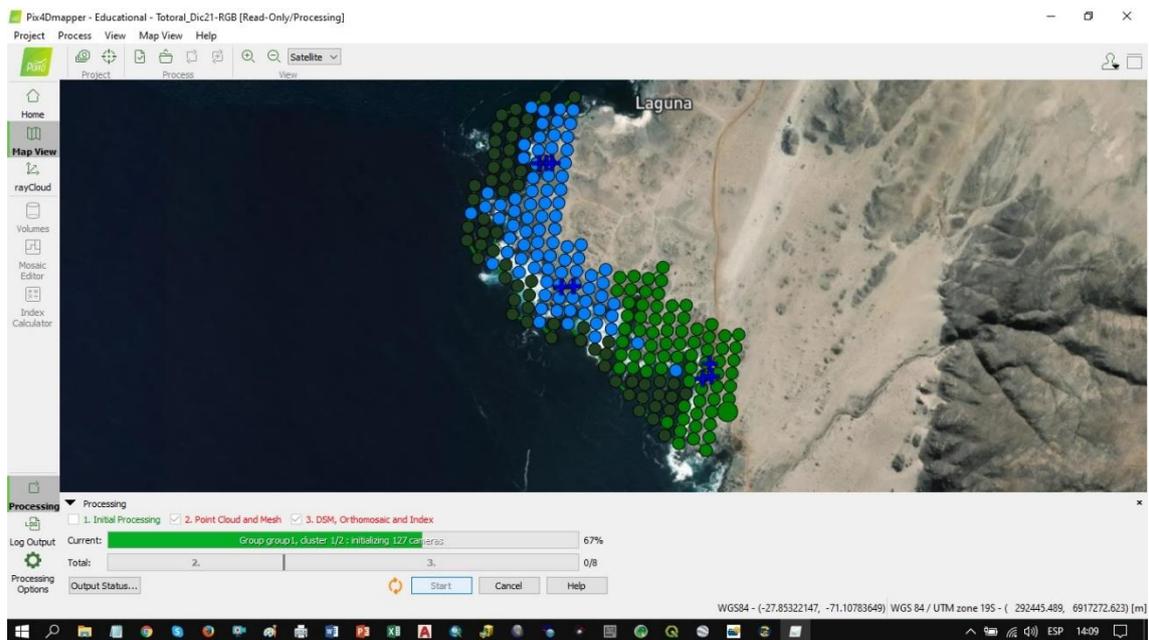


Fig. 41. Procesamiento de imágenes RGB - Proyecto Totoral en Pix4D Mapper (Campaña Intermareal)

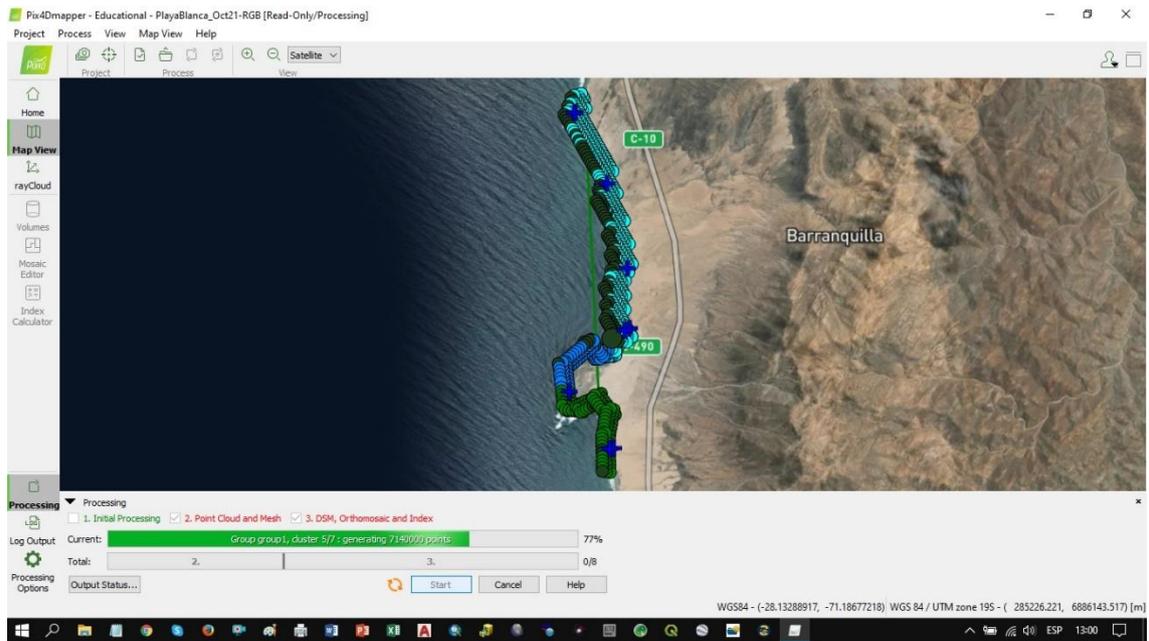


Fig. 42. Procesamiento de imágenes RGB - Proyecto Playa Blanca en Pix4D Mapper (Campaña Intermareal)

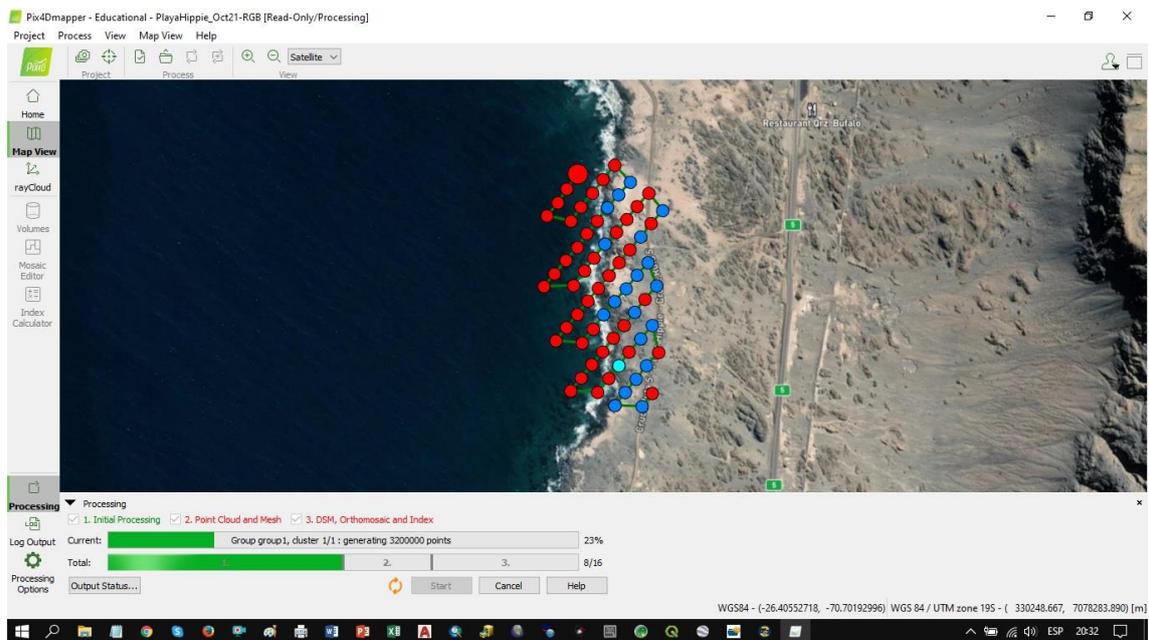


Fig. 43. Procesamiento de imágenes RGB – Proyecto Playa Hippie en Pix4D Mapper (Campaña Varaderos)

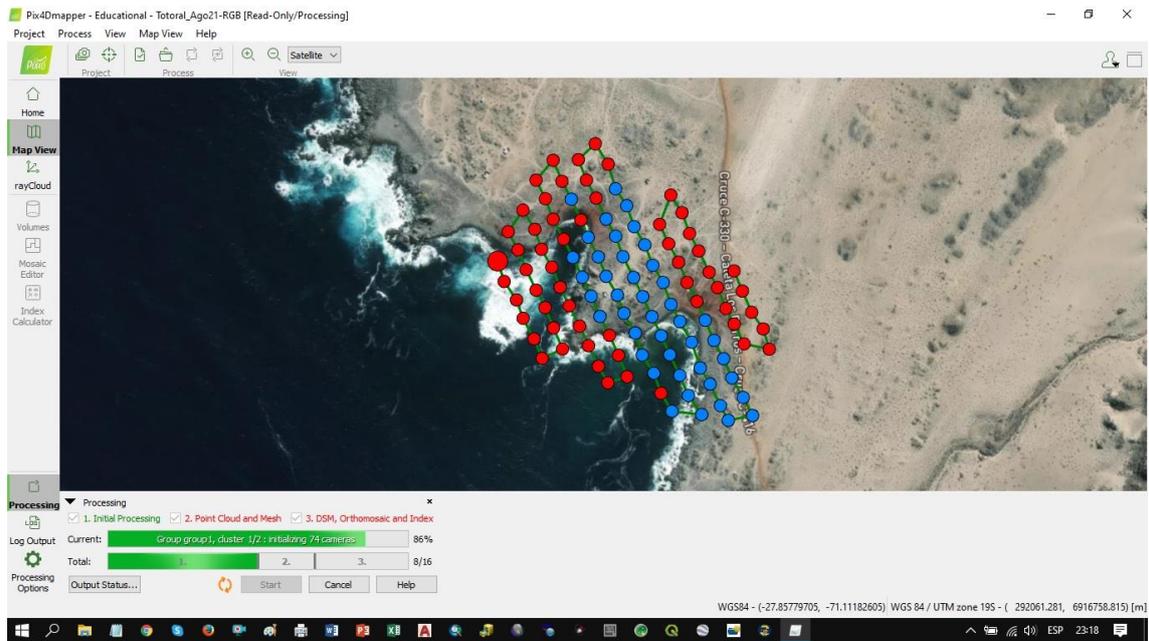


Fig. 44. Procesamiento de imágenes RGB – Proyecto La Lancha en Pix4D Mapper (Campaña Varaderos)

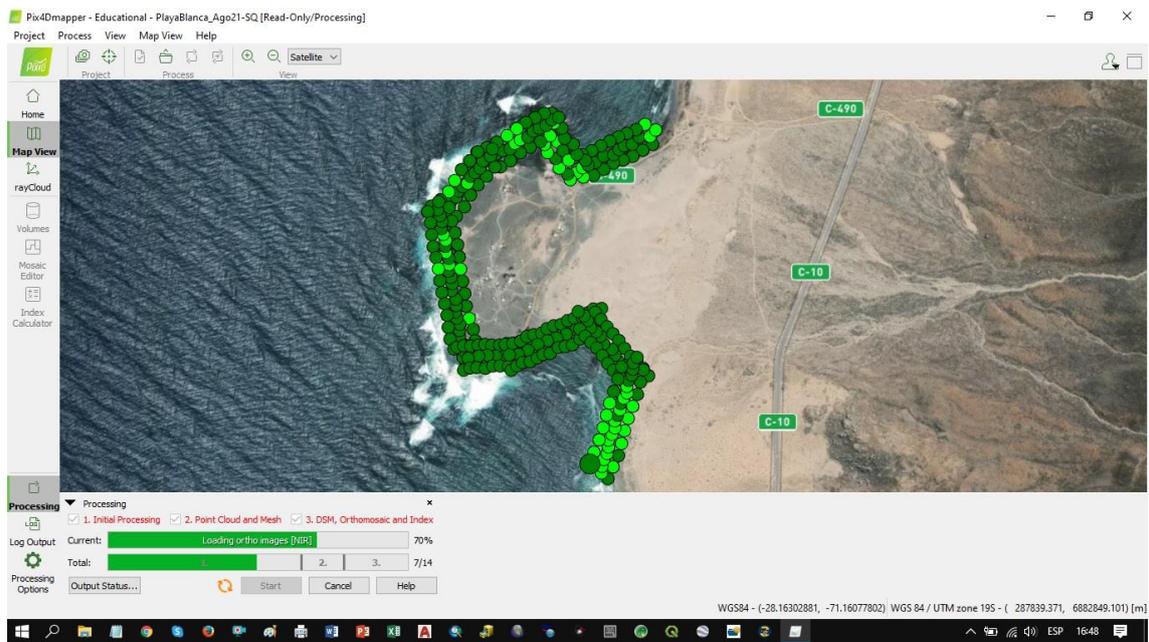


Fig. 45. Procesamiento de imágenes Multiespectrales – Proyecto Los Pozos en Pix4D Mapper (Campaña Varaderos)

1.8 Construir cuadrata vectorial por punto de muestreo

Como parte de los muestreos directos (*in situ*) realizados por campaña durante la evaluación del intermareal rocoso, el equipo de biólogos marinos posicionó cuadrantes de 1m² (cuadratas) sobre el sustrato para medir parámetros morfológicos de las plantas. Estas cuadratas físicas fueron diagramadas digitalmente como coberturas vectoriales en el Proyecto SIG Desktop utilizando ArcGIS ArcMap, siendo ubicadas espacialmente (georreferenciadas) según el levantamiento realizado con el GPS geodésico en terreno (fig. 46).



Fig. 46. Levantamiento de punto GPS en vértice de cuadrata durante muestreo directo

1.9 Construir curvas de nivel y Malla Irregular de Triángulos (TIN) por cuadrata vectorial

En cada Proyecto SIG Desktop creado en ArcGIS ArcMap, el Modelo Digital de Superficie (MDS) fue cortado utilizando como máscara⁷ la forma del alga dentro de la cuadrata, obteniendo como resultado porciones del MDS con las formas de las algas. Luego, se construyeron curvas de nivel cada 1 cm del MDS cortado, para posteriormente convertirlas en redes irregulares de triángulos (TIN) las cuales representan digitalmente la morfología del alga dentro de la cuadrata. Esto último permitió, luego de cada campaña en el intermareal rocoso, obtener los volúmenes de las algas evaluadas *in-situ* en cada cuadrata.

1.10 Aplicar algoritmo de clasificación supervisada y Filtro Mayoritario

Utilización del Índice NDVI

Con las imágenes Multiespectrales ortorrectificadas obtenidas desde los vuelos con el VANT eBee, luego de cada campaña, se construyeron ortomosaicos con el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI / Normalized Difference Vegetation Index), el cual permite estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación en base a la medición de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja.

En el caso del presente proyecto, el NDVI fue utilizado con el propósito de detectar el recurso algal en las imágenes multiespectrales obtenidas, de tal manera de diferenciar el recurso de otros elementos presentes en las imágenes (rocas, sombras, etc.).

El NDVI se calculó con la siguiente fórmula: $NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$

Donde NIR es la luz del infrarrojo cercano y Rojo es luz roja visible.

Pix4D calcula automáticamente el NDVI durante el procesamiento de las imágenes.

Además, para definir correctamente los valores NDVI representativos del recurso algal, fueron utilizados los valores de los píxeles del ortomosaico NDVI asociados a los puntos GPS levantados durante los muestreos directos. Con esto, se pudo definir los valores NDVI representativos del recurso algal.

⁷ Capa vectorial que es utilizada como molde para el corte de otra capa (ráster) delimitando la extensión del ráster de salida

1.11 Aplicar algoritmo matemático para cálculo de biomasa indirecta

Luego de cada campaña para evaluar el intermareal rocoso, los resultados de las evaluaciones directas realizadas fueron relacionados con los resultados de las evaluaciones indirectas en base al siguiente criterio de modelamiento:

La biomasa existente en un metro cuadrado de evaluación directa (cuadrata) es la información referencial y patrón de calibración para la información obtenida mediante la evaluación indirecta (VANT).

De acuerdo a lo anterior se establecieron las siguientes ecuaciones:

Ecuación 1:

$$V_i = \iiint_{xyz} dydx dz(x, y)$$

Donde:

V_i = Volumen indirecto de las plantas en 1m² de superficie.

Se obtienen la biomasa indirecta (kg. en 1m²) mediante la siguiente ecuación:

Ecuación 2:

$$B_i = V_i * \rho$$

Donde:

B_i = Biomasa indirecta.

V_i = Volumen indirecto de las plantas existentes en 1m² de superficie, por cuadrata.

ρ = 1288,08 kg/m³. Densidad media del recurso algas pardas

Cabe destacar que la densidad media fue calculada con el método volumen de agua desplazado, con experiencias realizadas en terreno (en las 3 provincias en estudio) y en laboratorio. En dichas experiencias, se sumergieron algas pardas (o partes de ellas) del tipo reclutas, juveniles y adultas, en recipientes con volúmenes de agua conocidos para calcular su desplazamiento. También fueron pesadas con una balanza electrónica para obtener la masa en kg (Anexo 10 – Cálculo de densidad media macroalgal).

Se ajustan los valores de biomasa indirecta por cuadrata con los valores de biomasa obtenidos de manera directa mediante ecuación de regresión lineal.

Ecuación 3:

$$Y_p = bx + a$$

Donde:

Y_p = Valor de Biomasa indirecta ajustada.

b = Pendiente de la recta de mejor ajuste

x = Biomasa indirecta ajustada media.

a = Intersección de la recta de mejor ajuste con el eje y

COMPONENTE 2. BIOMASA DE ALGAS PARDAS EN ZONAS DE ESTUDIO MEDIANTE EVALUACIONES DIRECTAS (*IN SITU*)

2.1 Realizar campaña de muestreo *in situ* para evaluar abundancia de macroalgas

La ubicación de los puntos de muestreo para la evaluación directa de algas pardas se estableció en relación con el área de costa cubierta en la planificación de los vuelos fotogramétricos. En cada una de las seis campañas realizadas para evaluar el recurso en el intermareal rocoso, se evaluaron con métodos directos las algas pardas en 3 puntos de muestreo en la localidad de Playa Hippie (Provincia de Chañaral), 3 puntos de muestreo en la localidad de Totoral (Provincia de Copiapó) y 3 puntos de muestreo en la localidad de Playa Blanca (Provincia de Huasco) (Tabla 1).

Provincia	Zona de Estudio	Sector	Este (m)	Norte (m)
Chañaral	Playa Hippie	Playa Hippie	330759	7078445
		La Gaviota	330566	7076026
		Curva Peligrosa	330581	7079981
Copiapó	Totoral Bajo	La Lobera	292055	6716853
		Centro	292126	6916577
		La Lancha	292721	6916077
Huasco	Playa Blanca	La Tortuga	286963	6885931
		Playa Blanca Norte	287397	6885217
		Playa Blanca Sur	287556	6883567

Tabla 1. Ubicación geográfica y nombre asignado a los puntos de muestreo donde se realizaron las evaluaciones directas de algas pardas en cada localidad y provincia.

La evaluación directa consistió en ubicar en los puntos de muestreo de cada sector dos transectos paralelos a la costa, de 10 m de largo, en el cinturón intermareal de algas pardas, que en el área de estudio está caracterizado por el huiro negro *Lessonia berteroana*. En cada transecto se determinó la densidad poblacional de plantas reclutas, juveniles y adultas de huiro negro; mientras que en los extremos y en el centro del transecto se posicionó un cuadrante de 1 m² para la evaluación directa de distintos atributos morfológicos (i.e., diámetro mayor del disco basal de adhesión, número de estipes, largo total, estado reproductivo) de las plantas de huiro negro *Lessonia berteroana* (fig. 47). Algunos de estos atributos morfológicos, correlacionan con el peso total de la planta, por lo que pueden ser usados para estimar de manera indirecta la biomasa disponible y biomasa cosechable por metro cuadrado.

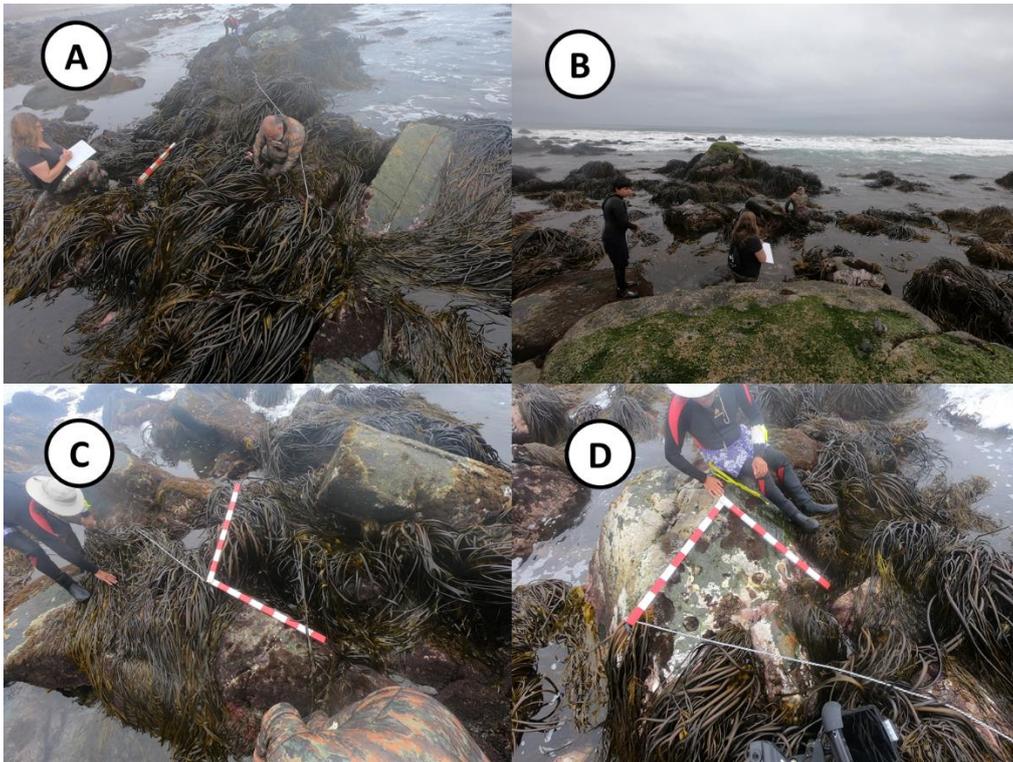


Fig. 47. Cinturón intermareal de huiro negro *Lessonia berteroa* donde se posicionaron uno de los transectos en el sector de Playa Blanca sur (A), en el sector de Playa Blanca Norte (B) y en el sector de La Tortuga (C), registrando las coordenadas geográficas de los puntos extremos del transecto con GPS, y ubicando los respectivos cuadrantes para evaluar densidad poblacional y atributos morfológicos de las plantas (D) en el sector de Playa Blanca, Provincia de Huasco.

2.2 Estimar biomasa de *Macrocystis pyrifera*

El método de estimación indirecta no destructiva de la biomasa de poblaciones de *Macrocystis pyrifera* ocupó una estrategia de muestreo mixta, y se realizó en una población por cada localidad. Así, las copias superficiales de cada población de *Macrocystis pyrifera* fueron dimensionadas usando fotografía aérea. Esta información fue relacionada con la evaluación directa de cada población seleccionada.

La evaluación directa consistió en la medición de distintas variables morfológicas (i.e., diámetro mayo del disco de adhesión, longitud total, número de estipes por planta), gravimétricas (i.e., peso total de la planta) y poblacionales, permitiendo caracterizar la abundancia (individuos por metro cuadrado), la productividad (biomasa en gramos por metro cuadrado) y la estructura de tallas de la población de *M. pyrifera* (Vega et al. 2005).

2.3 Estimar biomasa de *Lessonia spicata*, *Lessonia berteroa* y *Lessonia trabeculata*

El método de estimación indirecta no destructivo de la biomasa de poblaciones de *Lessonia berteroa* ocupó una estrategia de muestreo mixta en cada localidad. Así, la cobertura expuesta en las mareas bajas de las poblaciones de *Lessonia berteroa* fueron dimensionadas usando fotografía aérea. Esta información fue relacionada con la evaluación directa de cada población seleccionada.

Durante las campañas para evaluar el recurso en el intermareal rocoso, se realizó una evaluación directa de las poblaciones de *Lessonia berteroa* ubicadas en áreas de

libre acceso de tres localidades de la Región de Atacama (i.e., Playa Hippie, Totoral Bajo, Playa Blanca), una por cada provincia (i.e., Chañaral, Copiapó, Huasco).

Cada localidad fue dividida en tres sitios de muestreo y en cada sitio se estimó la abundancia, biomasa y estructura de tallas de *L. berteriana* en dos transectos paralelos a la costa de 10 m de largo separados al menos por 50 m uno del otro. Además, se posicionaron cuadrantes sobre el sustrato rocoso, dos en los extremos y uno en el centro del transecto. A las plantas dentro de cada cuadrante de 1m² (cuadrata) se midió, el diámetro mayor del disco de adhesión para elaborar la estructura de tallas de la población y para estimar la biomasa. Para la evaluación indirecta de la biomasa se usó la metodología propuesta por Vega et al. (2014); para esto, se estimó el peso de la planta a través de una ecuación potencial ($\text{Peso} = a \cdot \text{DDA}^b$) usando el diámetro del disco de adhesión de la planta medido en los cuadrantes de 1 m², como predictor de peso.

La densidad poblacional y biomasa de *Lessonia berteriana* fue comparada entre localidades usando análisis de varianza (ANDEVA), considerando al sitio como un factor anidado. La distribución normal y homocedasticidad de la varianza fue verificada antes de realizar los análisis estadísticos, y si fue necesario se realizó transformación log (x+1) a los datos. Cuando el ANDEVA presentó diferencias significativas se aplicó la prueba a posteriori de Tukey (Quinn & Keough 2002).

Evaluación Ambiental de zonas en estudio

Durante las seis campañas realizadas para evaluar el intermareal rocoso y en paralelo a las actividades 1.3 y 2.1, se desarrolló un levantamiento de información para la evaluación del estado ambiental de los sitios en estudio. Dicha evaluación se realizó a partir de la identificación de aspectos ambientales asociados a la actual explotación de algas. En este aspecto, considerando los espacios y elementos naturales y culturales, el "Paisaje" fue uno de los aspectos ambientales más útiles. Esto pues que a través de descriptores adecuados del paisaje se puede llegar a identificar y valorar el estado actual y los eventuales cambios debidos a modificaciones en los recursos naturales del lugar, en los patrimonios culturales-históricos y en la dimensión físico-ecológica.

Al respecto, para dicha evaluación se utilizó la metodología propuesta por Aguiló et al. (2014), la cual se resume en las tablas siguientes. En primer lugar se evalúa la "Fragilidad Visual" entendida como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él. La Tabla 2 evalúa la característica "Fragilidad Visual" en términos de criterios (biofísicos, morfológicos de visualización, histórico culturales del territorio, accesibilidad) y de los elementos constituyentes de cada criterio. La tabla 3 resume la interpretación de los valores obtenidos al aplicar la tabla 2, con al menos 3 observadores.

CRITERIOS (Factor)	Elemento	Puntaje	Fragilidad alta: 5	Fragilidad media: 3	Fragilidad Baja:1
Biofísicos	Pendiente		Terreno llano o casi llano con pendientes inferiores al 2%.	Terreno ondulado con pendientes entre 2% y 15%.	Terreno montañoso con pendientes superiores al 15%
	Densidad vegetacional		Ausencia de vegetación o vegetación rala o aislada con cobertura inferior al 25%.	Vegetación abierta o semidensa con coberturas entre 25% y 75%.	Vegetación densa con cobertura superior al 75%
	Altura de la vegetación		Ausencia de vegetación o vegetación con bajo número y densidad de estratos. La estructura de la vegetación es simple	Vegetación con presencia de algunos estratos con menor densidad. La estructura de la vegetación presenta una complejidad media.	Vegetación multiestratificada. Estructura de la vegetación compleja.
	Contraste cromático dentro de la vegetación		Ausencia de vegetación o vegetación monocromática, escasez de contrastes de colores al interior de la vegetación.	Vegetación con cierto contraste cromático, alguna variación de colores al interior de la formación.	Vegetación con gran contraste cromático, gama abundante de colores.
Morfológicos de visualización	Tamaño de la cuenca visual		Cuenca de gran extensión con dominancia de terceros planos	Cuenca de tamaño medio, dominancia de los planos medios de visualización.	Cuenca pequeña con dominancia de primeros planos.
	Compacidad de la cuenca visual		Vistas panorámicas y abiertas, no existen elementos que obstruyan la visual.	Vistas abiertas con algunas complejidades morfológicas o elementos que obstruyen la visual.	Vistas cerradas, sombras que obstruyen constantemente la visual.
Histórico-culturales del territorio	Singularidad.		Presencia de elementos muy singulares que sobresalen del paisaje.	Algunos elementos singulares pero que no necesariamente llaman la atención.	Ausencia de elementos singulares, paisaje común.
	Interés histórico		Monumentos históricos importantes, con trascendencia fuera del ámbito local.	Puntos de interés no conservados, conocidos localmente.	Ausencia de elementos históricos interesantes.
Accesibilidad	Distancia a carreteras y pueblos.		Gran accesibilidad, carreteras, caminos y huellas facilitan el acceso, cercano a zonas pobladas	Algunos caminos y huellas menores permiten el acceso, cierta distancia a zonas pobladas.	Difícil acceso, escasez de caminos o huellas, lugar apartado de zonas pobladas.
	Accesibilidad visual desde carreteras y pueblos		Lugar visto desde los principales caminos y lugares poblados.	Lugar parcialmente visto desde caminos y lugares poblados.	Lugar oculto o muy poco visto desde caminos o lugares poblados

Tabla 2. Evaluación de la característica Fragilidad Visual (Fuente Aguiló et al., 2014)

CLASE	PUNTUACIÓN
Alta	39 a 50 puntos para aquellas unidades frágiles.
Media	23 a 38 puntos para aquellas unidades que presentan una fragilidad media.
Baja	8 a 23 puntos para aquellas unidades con una baja fragilidad.

Tabla 3. Clases de Fragilidad Visual

La Tabla 4 evalúa la característica “Calidad Visual” en términos de criterios de morfología, vegetación, agua, fauna, intervenciones humanas, color, fondo escénico y singularidad o rareza, adaptada de lo propuesto por Aguiló et al. La tabla 5 resume la interpretación de los valores obtenidos al aplicar la tabla 4, con al menos 3 observadores.

CRITERIOS	Puntj.	CALIDAD ALTA: 5	CALIDAD MEDIA: 3	CALIDAD BAJA: 1
Morfología		Relieve muy montañoso, marcado y prominente (acantilados, agujas, formaciones rocosas); o bien, relieve de gran variedad superficial o muy erosionado o sistemas de dunas, o bien presencia de algún rasgo muy singular o dominante.	Formas erosivas interesantes o relieve variado en tamaño y forma. Presencia de formas y detalles interesantes pero no dominantes o excepcionales.	Colinas suaves, fondos de valle planos, pocos o ningún detalle singular.
Vegetación		Gran variedad de tipos de vegetación, con formas, texturas y distribución interesantes.	Alguna variedad en la vegetación, pero sólo uno o dos tipos.	Poca o ninguna variedad o contraste en la vegetación
Agua		Factor dominante en el paisaje; apariencia limpia, clara, aguas blancas (rápido, cascadas) o láminas de agua en reposo.	Agua en movimiento o en reposo, pero no dominante en el paisaje	Ausente o inapreciable.
Fauna		Presencia de fauna con avistamientos frecuentes.	Presencia de fauna con avistamientos ocasionales.	Ausencia total de fauna.
Intervenciones humanas		Libre de actuaciones estéticamente no deseadas o con modificaciones que inciden favorablemente en la calidad visual.	La calidad escénica esta afectada por modificaciones poco armoniosas, aunque no en su totalidad, o las actuaciones no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas, que reducen o anulan la calidad escénica.
Color		Combinaciones de color intensas y variedades, o contrastes agradables entresuelo, vegetación, roca, agua y nieve.	Alguna variedad en intensidad en los colores y contraste del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores apagados.
Fondo escénico		El paisaje circundante potencia mucho la calidad visual.	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual del conjunto.	El paisaje adyacente no ejerce influencia en la calidad del conjunto.
Singularidad o rareza		Único o poco corriente o muy raro en la región: posibilidad real de contemplar fauna y vegetación excepcional.	Característico, aunque similar a otras de la región.	Bastante común en la región.

Tabla 4. Evaluación de la característica Calidad Visual (Adaptada de Aguiló et al., 2014)

CLASE	PUNTUACIÓN
Alta	Áreas que reúnen características excepcionales, para cada aspecto considerado (de 30 a 40 puntos)
Media	Áreas que reúnen una mezcla de características excepcionales para algunos aspectos y comunes para otros (de 18 a 29 puntos)
Baja	Áreas con características y rasgos comunes en la región fisiográfica considerada (de 5 a 17 puntos)

Tabla 5. Clases de Calidad Visual

Tanto para la Fragilidad Visual, como para la Calidad Visual se consideró la evaluación realizada en terreno por 3 observadores (normalmente 3 ó 4 miembros del equipo de proyecto).

En ambos casos se realizó el análisis estadístico descriptivo de los datos: promedio, coeficiente de variación. Estos datos fueron interpretados para establecer el estado ambiental de los sitios evaluados.

COMPONENTE 3. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA WEB IMPLEMENTADO

3.1 Configurar interfaz gráfica de ArcGIS Online

Una interfaz gráfica es la presentación visual de un sistema con la cual un usuario interactúa. La interfaz gráfica implica la presencia de una pantalla constituida por una serie de menús e iconos que representan las operaciones que el usuario puede ejecutar dentro del sistema.

Para la interfaz gráfica del Sistema de Información Geográfica Web propuesto, se consideraron características básicas para su fácil operación (usabilidad), entre ellas: facilidad de comprensión, aprendizaje y uso.

ArcGIS Online posee plantillas pre-configuradas que permiten al administrador construir interfaces gráficas según sean los requerimientos del usuario final.

En conjunto con ESRI Chile, se definió una interfaz gráfica, la cual cumple con los aspectos de usabilidad respectivos.

3.2 Definir perfiles de usuario del SIG Web ArcGIS Online

Considerando la confidencialidad de los datos, se trabajó en la 6ª sesión ordinaria del Comité de Manejo de Algas Pardas de la Región de Atacama, realizada el 28 de Octubre de 2021, la definición de los perfiles de usuarios que podrán acceder al Sistema de Información Geográfica Web (Anexo 11 – Acta SUBPESCA n°6-2021).

Estos usuarios podrán consultar, mediante la interfaz gráfica definida, la distribución de algas pardas en las zonas de estudio del proyecto con su respectiva cantidad de biomasa disponible.

3.3 Subir información geoprocesada al SIG Web ArcGIS Online

Una vez procesados los datos obtenidos en terreno durante las campañas (tanto en el intermareal como en varaderos), estos quedaron disponibles para ser subidos a ArcGIS Online (en la nube).

COMPONENTE 4. RESULTADOS DIFUNDIDOS Y TRANSFERIDOS

4.1 Realizar Taller de Lanzamiento

Como parte de las actividades programadas de difusión del proyecto, se proyectaba realizar un Taller de Lanzamiento presencial que permitiera a los usuarios finales y/o beneficiarios conocer el modelo propuesto para evaluación indirecta de macroalgas y los equipos geomáticos comprados para realizar los levantamientos aerofotogramétricos en terreno.

Debido a la pandemia por COVID-19, se suspendió dicha actividad hasta que las condiciones sanitarias permitieran llevar a cabo el itinerario propuesto.

4.2 Realizar Taller de Avances

Como parte de las actividades de difusión comprometidas a realizar durante la ejecución del proyecto, se organizó una actividad presencial que permitiera a los usuarios finales y/o beneficiarios conocer el proyecto y sus avances en términos de las tecnologías adquiridas y utilizadas, además de los resultados parciales de la evaluación indirecta de biomasa y distribución de algas pardas. En ese sentido, el Taller de Avance tuvo una componente de Lanzamiento del Proyecto.

El día 01 de Diciembre de 2021, se invitó a los actores relevantes del sector a participar del Taller de Avance del proyecto, el cual fue realizado en el sector de Caleta Totoral, Provincia de Copiapó (Anexo 12 – Registro de Asistencia a Taller de Avance).

4.3 Capacitar a los usuarios en el uso del SIG Web / 4.4 Elaborar y publicar digitalmente “Manual de usuario del SIG Web”

Como parte de las actividades de difusión comprometidas a realizar durante la ejecución del proyecto, se organizó una actividad presencial que permitiera a los usuarios finales y/o beneficiarios ser capacitados en el uso del Sistema de Información Geográfica (SIG) Web, con el cual podrían consultar los resultados de las evaluaciones indirectas de biomasa y distribución de algas pardas.

Para ello, los usuarios y/o beneficiarios fueron invitados el día 27 de Diciembre de 2021 al Hotel Atacama Suites, Copiapó, donde se implementó un laboratorio de computación con 10 notebook (Anexo 13 – Registro de Asistencia Capacitación a Usuarios en el uso del SIG Web).

4.5 Exposición en Congreso Nacional

Como parte de las actividades de difusión comprometidas a realizar durante la ejecución del proyecto, se propuso participar en un congreso nacional para dar a conocer la solución, objetivos, metodología y resultados del proyecto.

Entre los días 07 y 08 de Enero de 2022, se asistió al “I Congreso Regional de la Pesca Artesanal y la Acuicultura de Atacama”, organizado por el Gobierno Regional de Atacama y llevado a cabo en dependencias de la Escuela Manuel Orellana Echaney de Caldera, donde se realizó una presentación que contextualizaba la ejecución y resultados del proyecto (Anexo 14 – Invitación I Congreso Regional de la Pesca Artesanal y la Acuicultura de Atacama).

4.6 Realizar Taller de Cierre

Como parte de las actividades de difusión comprometidas a realizar durante la ejecución del proyecto, se organizó una actividad presencial en la cual dar a conocer a

los usuarios finales y/o beneficiarios aspectos relacionados con la ejecución del proyecto y sus resultados finales. Para ello, los usuarios y/o beneficiarios fueron invitados el día 17 de Enero de 2022 al Hotel Atacama Suites, Copiapó, donde se dicho taller (Anexo 15 – Registro de Asistencia al Taller de Cierre).

Principales dificultades encontradas

- *Estallido Social y Pandemia COVID-19*

El estallido social de Octubre de 2019, afectó inicialmente al proyecto, ya que retrasó las primeras actividades programadas, específicamente, la participación en capacitaciones presenciales en la región Metropolitana. Debido al ambiente convulsionado, se decidió, por resguardo, no realizar los viajes programados.

Por otro lado, según la planificación inicial del proyecto, durante el mes de marzo de 2020 se realizaría la primera campaña a terreno a las tres provincias de la región de Atacama. Esta debió ser suspendida debido a la crisis sanitaria que se desató en Chile y el mundo producto de la pandemia de COVID-19. Seguidamente, durante todo el año 2020, las campañas planificadas debieron ser suspendidas y todas las actividades congeladas hasta que las condiciones sanitarias permitiesen retomar las actividades presenciales. Esto impactó al proyecto, ya que los vuelos fotogramétricos en terreno, eran el insumo para el trabajo de procesamiento en gabinete.

Del mismo modo, al suspender durante casi un año el proyecto, significó concentrar todo el trabajo en un periodo reducido de tiempo, disminuyendo los meses efectivos de ejecución y, por ende, alterando en términos económicos y de gestión al proyecto.

Sólo en Diciembre de 2020, luego de que las comunas de la región de Atacama y las de Coquimbo se encontraban en fase 4 respecto al plan Paso a Paso, establecido por el Ministerio de Salud del Gobierno de Chile, fue posible realizar la primera campaña en terreno.

- *Condiciones Climáticas*

Las condiciones climáticas propias del litoral, principalmente la velocidad del viento, son un factor a considerar dado a que afectan directamente a la misión de vuelo del vehículo aéreo no tripulado (VANT). La velocidad del viento, tiene incidencia tanto en la correcta ejecución de la planificación del vuelo, en la autonomía de este, como en el aterrizaje de la aeronave. La mayoría de los VANT para usos civiles profesionales tienen una autonomía de vuelo que no supera los 60 minutos, sin embargo, condiciones de viento fuerte, es decir superior a 50 k/h disminuyen considerablemente esta autonomía. Velocidades mayores a la indicada no impiden volar; pero sí dificultan los levantamientos fotogramétricos y pueden amenazar la integridad del VANT durante su aterrizaje.

Si bien, estas condiciones climáticas no se dieron durante todos los meses de campaña, la velocidad del viento siempre fue un factor de cuidado, que en muchos casos, se acercó a los 10 m/s. Sólo en una oportunidad fue necesario aterrizar el VANT, lo que significó no contar con los productos fotogramétricos ortomosaico RGB y el Modelo Digital de Superficie (MDS) (fig. 48). Por ende, no fue posible calcular la biomasa indirecta en dicha campaña.

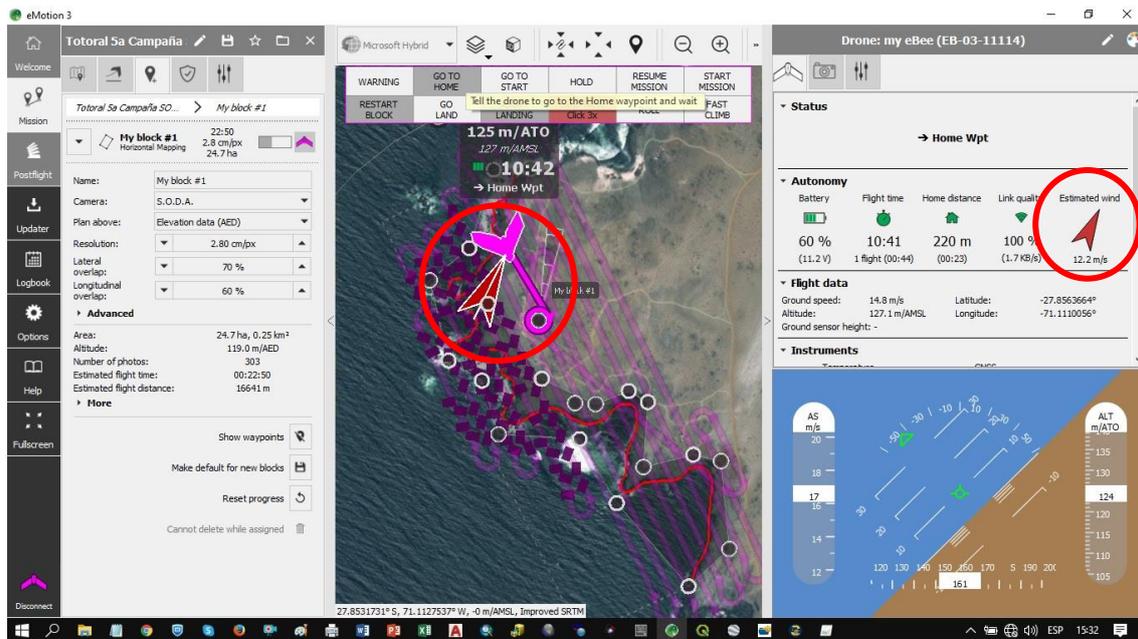


Fig. 48. Pantalla de Software eMotion 3 con flecha roja advirtiendo de magnitud del viento peligrosa para el VANT.

- *Ambiente dinámico y marejadas anómalas*

Trabajar en el intermareal rocoso es una actividad riesgosa, especialmente si se considera que las condiciones del mar cada vez son más anómalas. En las campañas realizadas a terreno durante la ejecución del proyecto, el oleaje significó una dificultad adicional para el modelo de evaluación indirecta propuesto.

El mar, al ser un ambiente dinámico, dificulta los resultados del proceso fotogramétrico.

Ya que cada imagen obtenida tenía una disposición diferente del oleaje, al momento de procesar fotogramétricamente las imágenes, los traslapes no coincidían, disminuyendo la información de los productos resultantes.

Por otro lado, al tener un oleaje más intenso, las cuadratas dispuestas en los transectos, reiteradamente eran cubiertas por el agua. Esto implicó que en muchas ocasiones, al obtener los productos fotogramétricos (como el MDS), no fue posible identificar la morfología de las algas dentro de las cuadratas. Esto afectó al modelo, ya que dichas cuadratas debieron ser descartadas durante el proceso de calibración de las evaluaciones indirectas.

- *Primera Campaña a terreno*

El VANT de ala fija eBee adquirido por el proyecto cuenta con 2 cámaras que pueden ser aerotransportadas; S.O.D.A. y SEQUOIA. La primera permite obtener imágenes RGB mientras que la segunda imágenes en las bandas Rojo (R), Rojo Borde (RE), Verde (G) e infrarrojo cercano (NIR).

Durante la primera campaña, no fue posible realizar vuelos con ambas cámaras. La razón principal es que la primera campaña no sólo contemplaba la realización de los vuelos fotogramétricos, sino también el levantamiento de los puntos de control en terreno en cada una de las zonas de estudio (dichos puntos de control son los que permiten posteriormente georreferenciar las imágenes obtenidas). Debido a lo extenso (en tiempo) que significa realizar el levantamiento de puntos de control, no fue posible realizar los vuelos con la cámara SEQUOIA (Infrarroja).

Modificaciones con relación a lo inicialmente previsto y comentarios

- *Planificación y/o Programa del Proyecto (Carta Gantt)*

La totalidad del programa del proyecto se vio alterado debido a la pandemia de COVID-19. Tanto las actividades a realizar en terreno como aquellas a trabajar en gabinete (laboratorio) fueron suspendidas debido a la crisis sanitaria en el país producto de la pandemia de COVID-19. Estas fueron recalendarizadas sucesivamente y ejecutadas una vez que la situación país lo permitió (levantamiento de cuarentenas, cordones sanitarios, etc.).

Lo anterior también se puede ver reflejado en los aportes pecuniarios comprometidos por la institución. Por ejemplo, la alimentación, se calculó considerando desayunos, almuerzos y cenas en locales comerciales habilitados para cada uno de los integrantes del equipo y por cada día de las campañas planificadas. Sin embargo, durante la pandemia, debido a las restricciones inherentes y al autocuidado, se decidió no salir de las dependencias del alojamiento, optando por comidas rápidas o con suministros adquiridos en supermercados. Esto último significó no utilizar un gran porcentaje de los recursos asignados para esta subpartida.

Cabe destacar que la Universidad Católica del Norte, Sede Coquimbo, según su compromiso de aportes pecuniarios para el proyecto, en el mes de Diciembre de 2019, transfirió a la cuenta presupuestaria del proyecto un total de \$5.295.000. El monto restante, la Universidad se comprometió a depositarlo en cuanto fuera requerido para el proyecto. Lo anterior, con la finalidad de cumplir con el compromiso establecido, disponibilizar los recursos y asegurar la correcta ejecución de las actividades del proyecto.

- *Habilitación de instalaciones permanentes en Atacama y uso de infraestructura*

Durante la ejecución del proyecto, se contemplaba arrendar una oficina en la región de Atacama, de tal manera de dar cumplimiento a lo indicado en las bases del concurso FIC-R 2018 respecto de habilitar instalaciones permanentes en la región durante la ejecución del proyecto. Se decidió suspender dicho arriendo debido a la pandemia de COVID-19 que afecta al país, ya que no se contó con las condiciones administrativas para realizar el gasto de arriendo en la región. Esto fue notificado a la División de Presupuesto e Inversión Regional mediante oficio con fecha 20 de Abril de 2020.

Del mismo modo, como parte de los aportes no pecuniarios del proyecto, se contemplaba utilizar un salón de reuniones en dependencias del Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) en Coquimbo. Debido a la pandemia de COVID-19, se decidió no realizar actividades presenciales, de tal manera de resguardar la salud de los integrantes del equipo de proyecto y de los profesionales de la institución patrocinante.

Cabe destacar que siempre estuvo la disponibilidad por parte del IFOP para habilitar espacio físico para el proyecto, de tal manera de realizar correctamente las actividades.

- *Adquisición de Servicios a ESRI Chile*

Durante el primer mes de ejecución de actividades del proyecto, se contemplaba adquirir los servicios de ESRI Chile relacionados a:

- la activación de la señal Omnistar para GPS cartográfico
- suscripción anual de pack para 5 usuarios de ArcGIS
- capacitación Uso Plataforma ArcGIS para Docentes

- servicio de consultoría para apoyo en implementación de SIG Web

Debido principalmente al monto de dinero de la primera remesa entregada, se decidió aplazar la adquisición de dichos servicios para el cuarto mes de ejecución del proyecto. Sin embargo, esta debió ser aplazada nuevamente hasta mediados del año 2021, debido a la crisis sanitaria en el país producto de la pandemia de COVID-19. Se resguardó que los meses de servicios adquiridos, estuvieran efectivamente disponibles durante la ejecución del proyecto.

- *Ubicación de las zonas de estudio*

Como se mencionó en el apartado 1.2, las zonas de estudio inicialmente propuestas durante la postulación del proyecto fueron:

- Caleta Los Toyos (Provincia de Chañaral)
- Caleta El Totoral (Provincia de Copiapó)
- Caleta Angosta (Provincia de Huasco)

Sin embargo, estas fueron permutadas por:

- a) Playa Hippie Conchillas (Provincia de Chañaral)
- b) Al Norte del AMERB Totoral C (Provincia de Copiapó)
- c) Playa Blanca (Provincia de Huasco)

Este cambio no alteró la localización, objetivos y propósito inicialmente propuestos en el proyecto. Además la recomendación fue realizada por el Comité de Manejo de Algas Pardas de la Región de Atacama, beneficiario (usuario) final de los resultados del proyecto, quien justificó el cambio indicando que dichas localidades son de libre acceso y tienen un fuerte componente estratégico para los intereses de los miembros del comité.

- *Utilización de VANT de ala móvil*

Durante las tres últimas campañas realizadas para evaluar el intermareal rocoso, fue utilizado el vehículo aéreo no tripulado (VANT) de ala móvil, marca Parrot Anafi Work, para el levantamiento aerofotogramétrico de los transectos definidos por el equipo de biólogos marinos.

Lo anterior, tuvo directa relación con mejorar la imagen de los ortomosaicos RGB para la identificación visual de la forma de las algas dentro de las cuadratas. Los ortomosaicos RGB obtenidos con el VANT eBee, carecen de alta resolución debido a la altitud de los vuelos (120 msnm⁸ aprox.). Esto dificulta la identificación de la forma del alga dentro de la cuadrata. Por otro lado, los vuelos con el VANT Anafi, al ser realizados sobre 15 a 20 msnm, permiten obtener imágenes más clara del recurso dentro de la cuadrata y una mayor precisión en los Modelos Digitales de Superficie (MDS) con los cuales se calculan los volúmenes.

- *Aplicar algoritmo de clasificación supervisada y Filtro Mayoritario*

Durante la ejecución del proyecto, se decidió no realizar las clasificaciones supervisadas para la detección del recurso en los ortomosaicos procesados. En su lugar, fue utilizado el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), el cual

⁸ Metros sobre el Nivel del Mar

demonstró tener mejores resultados para distinguir el recurso algal de rocas y sombras presentes en las imágenes.

Los resultados de los análisis de campañas previas, utilizando técnicas de clasificación supervisada, no demostraron mayor eficiencia al momento de identificar el recurso algal en las imágenes. En la mayoría de los casos, fue necesaria una segunda etapa de “limpieza” manual de los resultados, lo que conlleva aumentar los tiempos de respuesta y disminuir la capacidad de automatización de las tareas.

Por otro lado, el NDVI es un índice especialmente diseñado para el seguimiento global de vegetación. El alga, por su condición de planta u organismo fotosintético del medio acuático, es ideal para utilizar índices desde sensores multiespectrales.

- *Estimar biomasa de *Macrocystis pyrifera**

Durante todas las campañas realizadas, se verificó *in situ* las canopias flotantes de poblaciones de *Macrocystis pyrifera* en áreas de libre acceso de las tres localidades seleccionadas en la Región de Atacama (i.e., Playa Hippie, Totoral Bajo, Playa Blanca), a través de los vuelos y las fotografías aéreas. A pesar que ambos sensores, RGB y Multiespectral, permitieron seleccionar y dimensionar las canopias flotantes de *Macrocystis pyrifera* en algunos sitios de las zonas en estudio, no fue posible calcular su biomasa debido a los desafíos que presenta la evaluación desde el aire del recurso submareal.

Resultados/ componentes obtenidos en el periodo

COMPONENTE 1. BIOMASA Y DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE ALGAS PARDAS EN ZONAS DE ESTUDIO MEDIANTE EVALUACIÓN INDIRECTA

1.1 Adquirir equipos, servicios y asistir a capacitaciones

- *Asistencia a Capacitación en el uso de solución integral VANT*

Los tres participantes de la capacitación en el uso de VANT fueron evaluados al final del curso de manera teórica y práctica logrando un resultado satisfactorio cada uno. En el caso de la evaluación práctica, el relator del curso observó en terreno el desempeño y manejo del equipo y accesorios mientras se realizaban actividades prácticas, tales como planificación de vuelo, lanzamiento, seguimiento de ruta y aterrizaje. De la misma forma, el relator evaluó teóricamente a los participantes a través de un test escrito con preguntas claves en el manejo del VANT, dichas preguntas apuntaban a asegurar que los participantes tuvieran el conocimiento mínimo para pilotar un VANT en terreno (Anexo 16 – Evaluaciones de Sensefly a participantes).

- *Asistencia a Capacitación en el uso de Sistema GPS Geodésico*

Los tres participantes de la capacitación en el uso del Sistema GPS Geodésico fueron evaluados por el relator del curso observando en terreno el desempeño y manejo del equipo y accesorios mientras se realizaban actividades prácticas, tales como ensamblaje del GPS, configuración del receptor GNSS y uso del equipo móvil (colectora) que permite tomar los puntos x,y.

- *Asistencia a Capacitación Uso de Plataforma ArcGIS para Docentes*

Los dos participantes de la capacitación en el uso de Plataforma ArcGIS Pro y ArcGIS Online, fueron evaluados por el relator del curso mediante encuesta con preguntas relacionadas a las temáticas vistas durante ambas jornadas de capacitación.

Ambos participantes aprobaron satisfactoriamente la evaluación, por lo que recibieron cada uno su diploma evidenciando su participación activa y el cumplimiento de las actividades de capacitación (Anexo 17 – Evaluaciones ESRI Chile – Uso de ArcGIS para Docentes).

1.2 Planificar vuelos fotogramétricos

- *Planificación de vuelos fotogramétricos*

Fue posible construir y/o actualizar las planificaciones de vuelo en cada una de las zonas de estudio (figs. 13 a 22). En los casos de Playa Hippie (Provincia de Chañaral) y Playa Blanca (Provincia de Huasco), fue necesario crear “bloques” de vuelo. Es decir, por la extensión en kilómetros de la zona y considerando la autonomía de vuelo del VANT, se planificó que este fuera lanzado al menos 2 veces (2 lanzamientos y 2 aterrizajes; sin embargo, esto podía aumentar dependiendo de las condiciones climáticas). Como resultado, se obtuvo una planificación con dos bloques consecutivos. Cabe destacar, que las planificaciones de vuelo son ajustadas al momento del mismo vuelo, es decir, que algunos parámetros de la planificación ingresada al software eMotion 3 pueden cambiar dependiendo, por ejemplo, de la dirección del viento.

- *Levantamientos de puntos de control para vuelos fotogramétricos*

Una vez realizados los levantamientos de puntos de control por zona de estudio durante la campaña de Diciembre de 2020, fue posible procesar los resultados de dichos levantamientos utilizando el software Survey Office de la empresa Spectra.

Dicho procesamiento incluyó la corrección de los puntos levantados en terreno, enlazando la base GPS definida en cada localidad con la el Sistema de Referencia GNSS de Bienes Nacionales. El proceso de corrección fue aplicado para cada uno de los levantamientos realizados en las zona de estudio, a través de los siguientes pasos:

1. La creación de un proyecto en Survey Office donde se importaron los datos brutos obtenidos desde el receptor del levantamiento estático (base estática definida en terreno por localidad). Luego, dicha base se enlazó a la estación de referencia de Copiapó (fig. 49). Al quedar enlazadas las bases, las coordenadas UTM Norte y Este de la base estática de Chañaral son corregidas automáticamente.

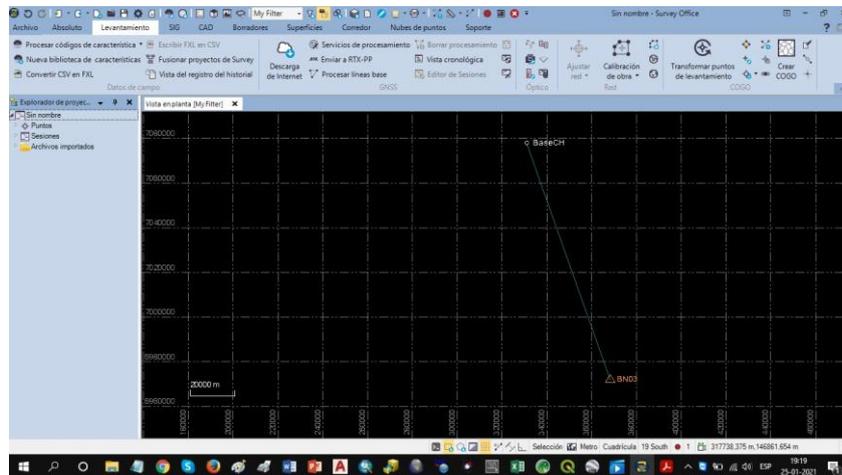


Fig. 49. Base estática enlazada a estación de referencia de Copiapó - Chañaral.

2. Se creó un segundo archivo proyecto en Survey Office donde se importaron los datos levantados por cada uno de los puntos de control obtenidos en terreno mediante un levantamiento RTK. Estos puntos fueron corregidos, modificando las coordenadas de la base RTK por las de la base estática corregida anteriormente (fig. 50). La Base RTK al tener coordenadas corregidas, corrige a su vez automáticamente las coordenadas UTM Norte y Este de cada uno de los puntos de control.

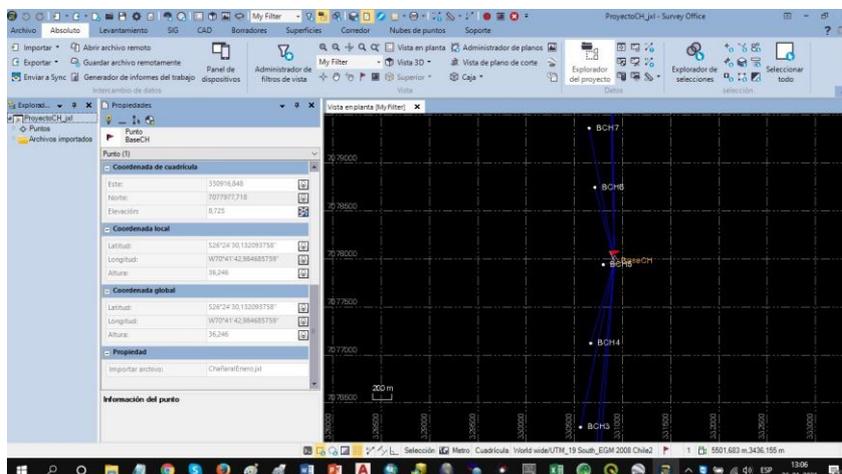


Fig. 50. Base RTK con coordenadas de Base Estática corregida – Chañaral.

La Tabla 6 muestra los resultados de los levantamientos de los puntos de control por zona de estudio.

Zona de Estudio	Nombre Punto	Este	Norte	Elevación
Playa Hippie Provincia de Chañaral	BCH1	330704,72	7075870,25	3,62
	BCH2	330762,00	7075893,71	5,80
	BCH3	330564,51	7076247,87	2,01
	BCH4	330670,35	7077121,73	6,26
	BCH5	330798,91	7077940,13	1,83
	BCH6	330713,84	7078744,35	2,96
	BCH7	330654,26	7079361,77	1,70
	BCH8	330869,54	7080108,69	2,50
	BCH9	330887,39	7080104,79	3,22
Totoral Bajo Provincia de Copiapó	BC1	292768,65	6916180,83	6,01
	BC2	292735,50	6916170,35	3,66
	BC3	292760,17	6916227,18	3,84
	BC4	292247,40	6916508,58	3,88
	BC5	292202,64	6916504,49	3,56
	BC6	292159,98	6916967,92	4,99
	BC7	292138,53	6916968,04	4,11
	BC8	292112,17	6916965,91	2,77
Playa Blanca Provincia de Huasco	BH1	287559,95	6881445,95	3,24
	BH2	287613,58	6881455,17	7,02
	BH3	287007,69	6882198,38	2,86
	BH4	287732,77	6883026,43	2,01
	BH5	287797,08	6883057,10	4,40
	BH6	287753,71	6883856,22	8,15
	BH7	287460,45	6884983,85	1,79
	BH8	287011,06	6885914,18	2,31
	BH9	287023,73	6885925,83	3,45

Tabla 6. Puntos de Control por zona de estudio

1.3 Realizar campaña de levantamiento fotogramétrico RGB e IR

- *Campañas a terreno para evaluar el intermareal rocoso*

Se ejecutaron 6 campañas para evaluar el intermareal rocoso (Tabla 7). En cada una de ellas fue posible obtener imágenes RGB y multiespectrales mediante el VANT eBee de las 3 localidades en estudio, a saber: Playa Hippie en la Provincia de Chañaral (figs. 51 y 52), al sur del AMERB Totoral C en la provincia de Copiapó (figs. 53 y 54) y Playa Blanca en la provincia de Huasco (figs. 55 y 55).

Campañas	Fecha
Campaña 1	27 al 30 de Diciembre de 2020
Campaña 2	26 al 28 de Febrero de 2021
Campaña 3	24 al 26 de Mayo de 2021
Campaña 5	23 al 25 de Julio de 2021
Campaña 7	16 al 18 de Octubre de 2021
Campaña 8	02 al 04 de Diciembre de 2021

Tabla 7. Campañas realizadas para evaluar el recurso en el intermareal rocoso.



Fig. 51. Imagen RGB obtenida con cámara S.O.D.A de VANT eBee donde se observan Macroalgas en intermareal rocoso – Playa Hippie, Provincia de Chañaral

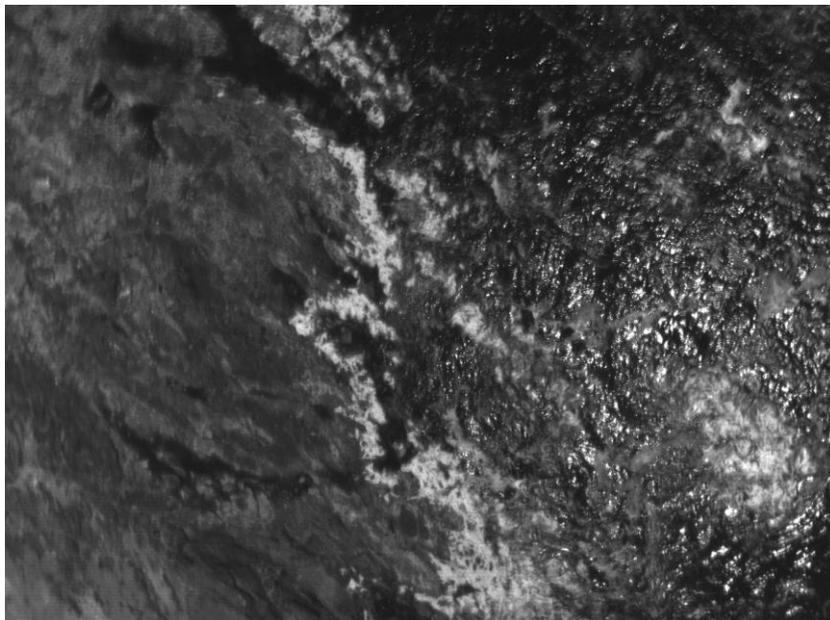


Fig. 52. Imagen del espectro infrarrojo cercano (NIR) obtenida con cámara Sequoia de VANT eBee – Playa Hippie, Provincia de Chañaral



Fig. 53. Imagen RGB obtenida con cámara S.O.D.A de VANT eBee donde se observan Macroalgas en intermareal rocoso – Totoral, Provincia de Copiapó

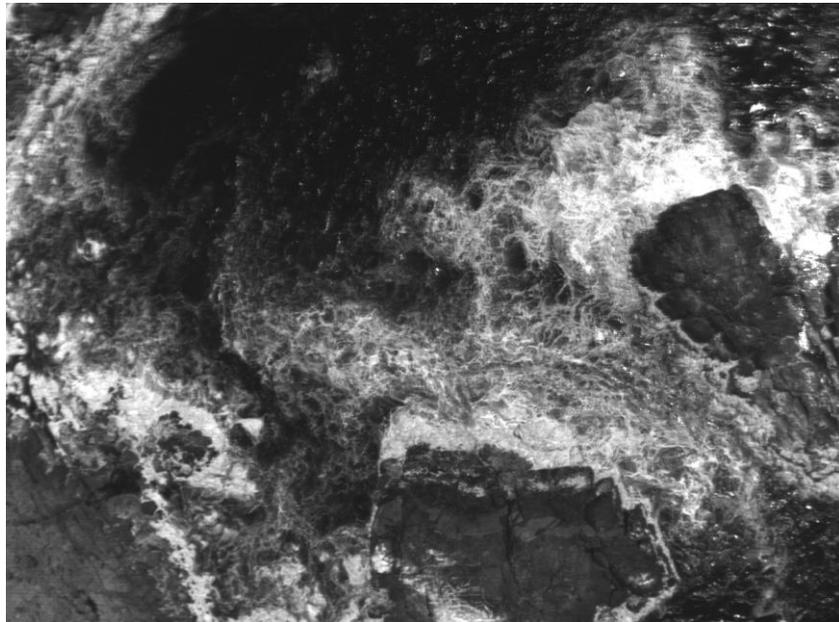


Fig. 54. Imagen del espectro infrarrojo cercano (NIR) obtenida con cámara Sequoia de VANT eBee – Totoral, Provincia de Copiapó



Fig. 55. Imagen RGB obtenida con cámara S.O.D.A. de VANT eBee donde se observan Macroalgas en intermareal rocoso – Playa Blanca, Provincia de Huasco

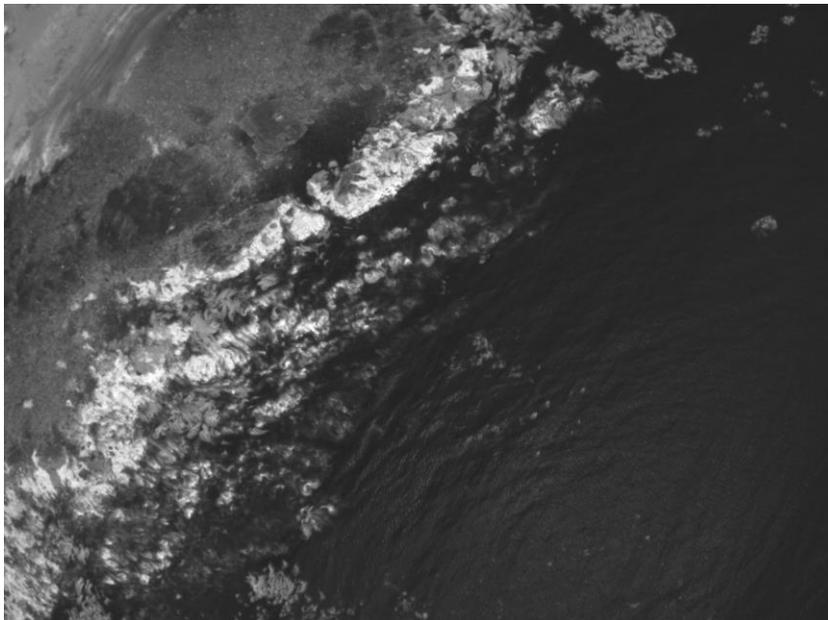


Fig. 56. Imagen del espectro infrarrojo cercano (NIR) obtenida con cámara Sequoia de VANT eBee – Playa Blanca, Provincia de Huasco

- *Campañas a terreno para evaluar varaderos*

Se ejecutaron 2 campañas para evaluar varaderos (Tabla 8). En cada una de ellas fue posible obtener imágenes RGB y multiespectrales mediante el VANT eBee de las 3 localidades seleccionadas en conjunto con el Comité de Gestión de Algas Pardas de Atacama, a saber: Playa Hippie en la Provincia de Chañaral (figs. 57 y 58), La Lancha en la provincia de Copiapó (figs. 59 y 60) y Los Pozos en la provincia de Huasco (figs. 61 y 62).

Se realizaron 2 campañas adicionales a Playa Hippie, Provincia de Chañaral, ya que en la campaña previa, no había recurso varado en el sector.

Campaña	Fecha	Descripción
Campaña 4	25 de Junio de 2021	Provincias de Huasco, Copiapó y Chañaral
Campaña 6	25 de Agosto	Provincia de Chañaral
Adicional 1	27 de Septiembre de 2021	Provincia de Chañaral
Adicional 2	07 de Octubre de 2021	Provincia de Chañaral

Tabla 8. Campañas realizadas para evaluar el recurso en varaderos.

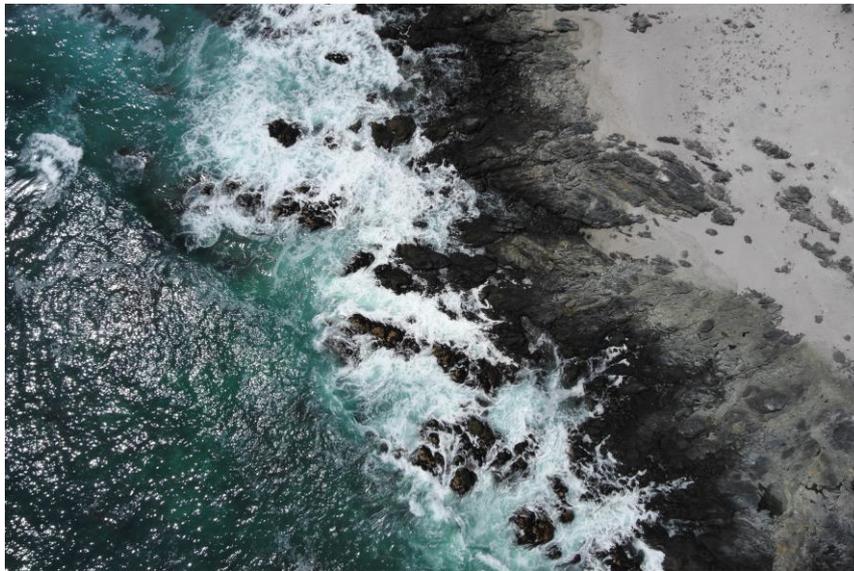


Fig. 57. Imagen RGB obtenida con cámara S.O.D.A de VANT eBee – Playa Hippie, Provincia de Chañaral

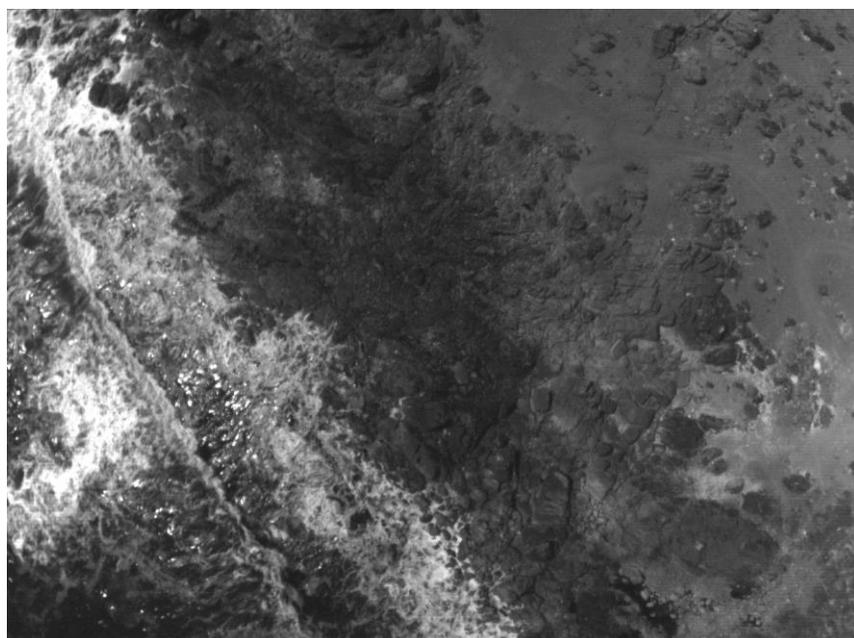


Fig. 58. Imagen del espectro infrarrojo cercano (NIR) obtenida con cámara Sequoia de VANT eBee – Playa Hippie, Provincia de Chañaral

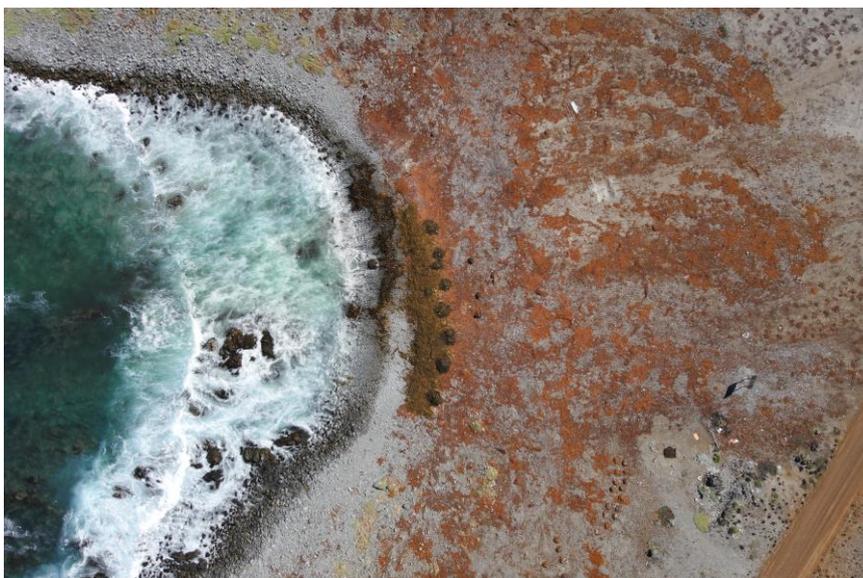


Fig. 59. Imagen RGB obtenida con cámara S.O.D.A de VANT eBee – La Lancha, Provincia de Copiapó

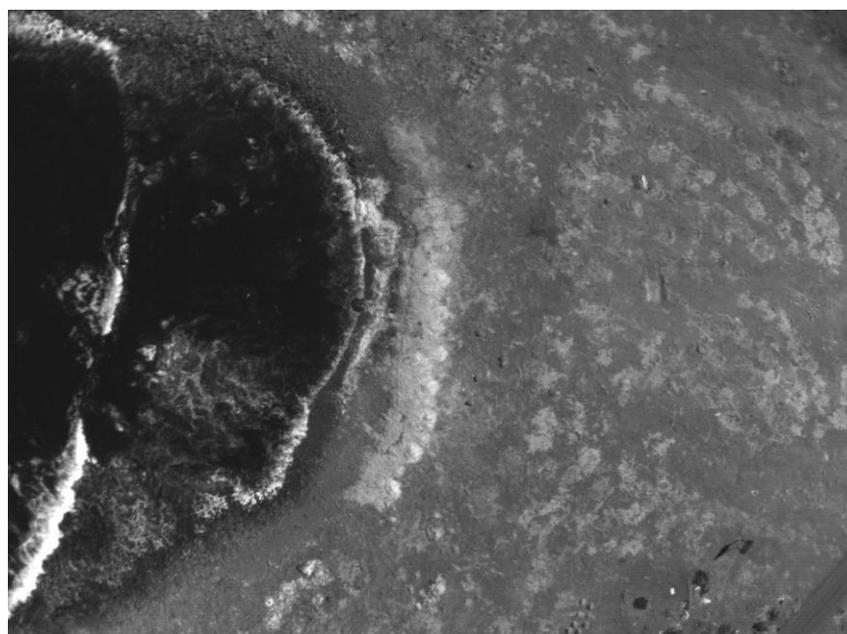


Fig. 60. Imagen del espectro infrarrojo cercano (NIR) obtenida con cámara Sequoia de VANT eBee – La Lancha, Provincia de Copiapó



Fig. 61. Imagen RGB obtenida con cámara S.O.D.A de VANT eBee – Los Pozos, Provincia de Huasco

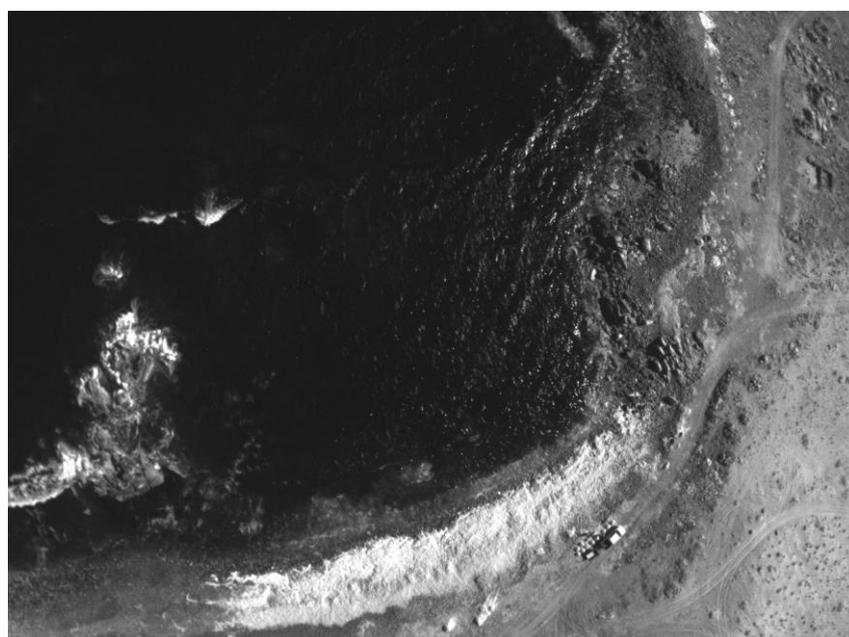


Fig. 62. Imagen del espectro infrarrojo cercano (NIR) obtenida con cámara Sequoia de VANT eBee – Los Pozos, Provincia de Huasco

1.4 Crear Proyecto SIG Desktop por zona de estudio

Luego de cada campaña en terreno, fue creado un proyecto SIG en ArcGIS ArcMap 10.2.2 Desktop, en datum WGS84 y coordenadas UTM Zona 19 Sur en metros, para incorporar como capas temáticas (layers) cada uno de los productos resultantes de los procesos realizados con los software eMotion 3 y Pix4D Mapper. A modo de ejemplo, las figs. 63 a 66 muestran la interfaz gráfica de ArcGIS ArcMap 10.2.2 Desktop para proyectos SIG del intermareal rocoso y varadero.

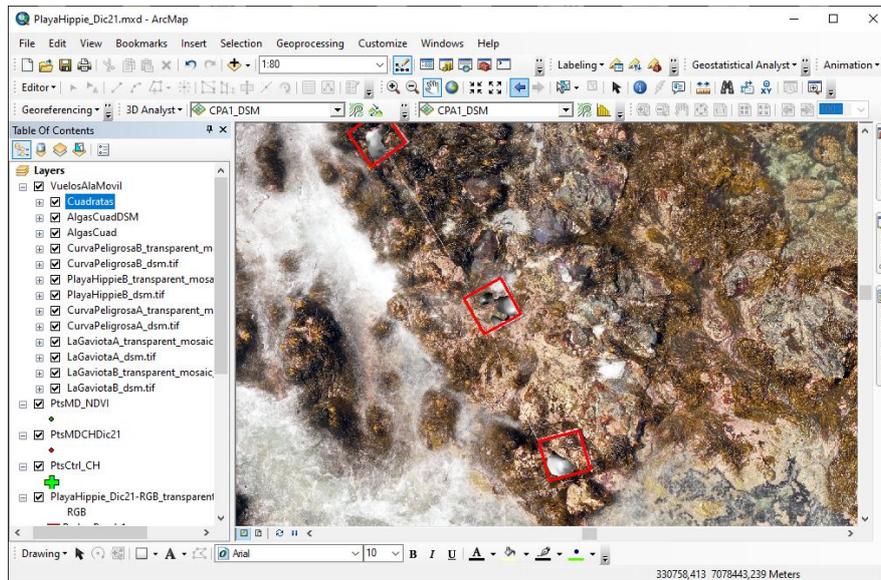


Fig. 63. Interfaz gráfica de ArcGIS ArcMap 9.3 – Proyecto SIG con información raster y vectorial de Playa Hippie, Provincia de Chañaral

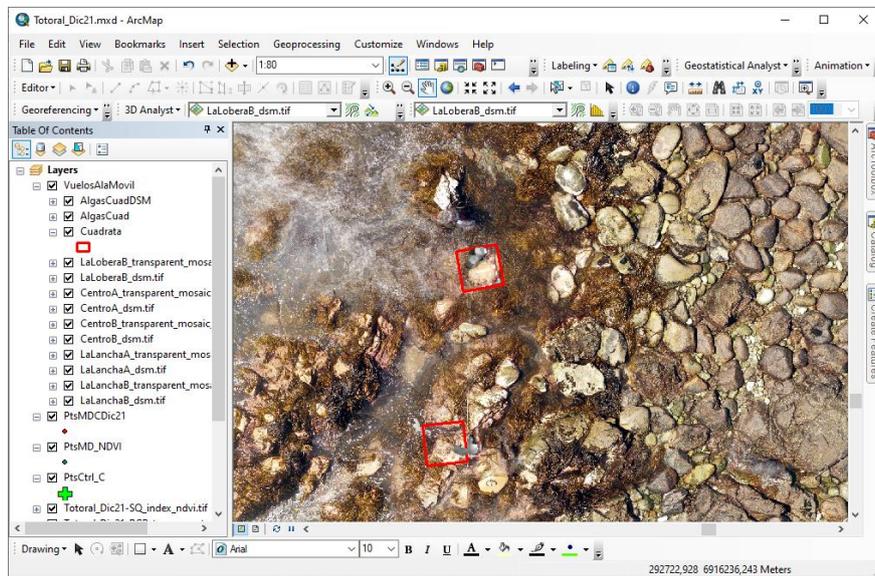


Fig. 64. Interfaz gráfica de ArcGIS ArcMap 9.3 – Proyecto SIG con información raster y vectorial al sur de AMERB Totoral C, Provincia de Copiapó

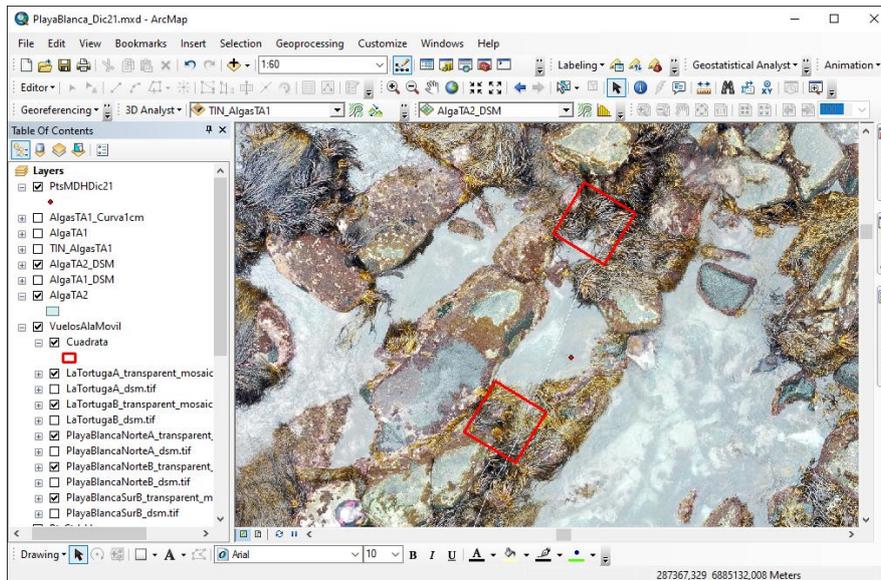


Fig. 65. Interfaz gráfica de ArcGIS ArcMap 9.3 – Proyecto SIG con información raster y vectorial de Playa Blanca, Provincia de Huasco

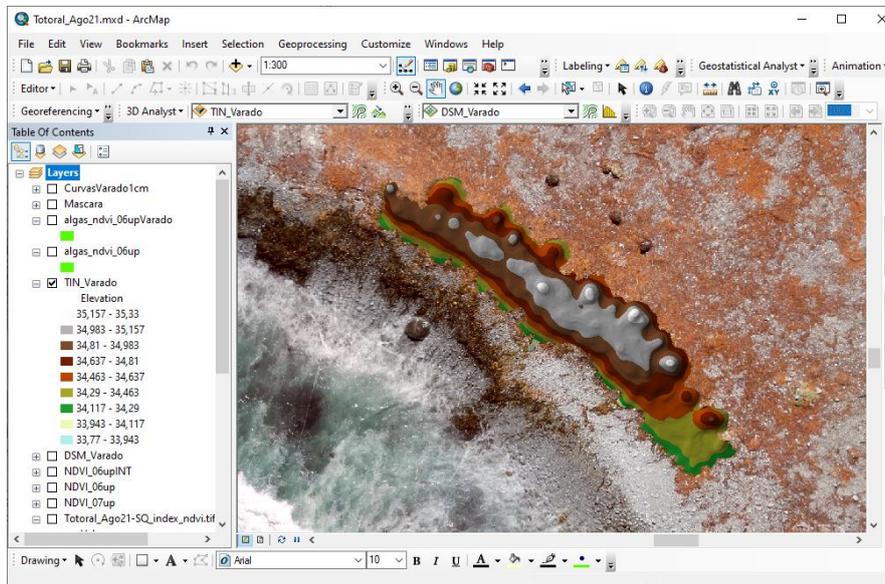


Fig. 66. Interfaz gráfica de ArcGIS ArcMap 9.3 – Proyecto SIG con información RGB y Multiespectral de Sector La Lancha, Provincia de Copiapó (Campaña Varadero)

1.5 Construir Modelo Digital de Elevaciones (MDE) / 1.6 Construir Curvas de nivel cada 5 cms / 1.7 Construir ortofotos y ortomosaicos RGB e IR

Luego de cada campaña, las imágenes obtenidas durante los vuelos mediante el vehículo aéreo no tripulado (VANT), fueron procesadas con los software eMotion 3 y Pix4D Mapper, con los siguientes productos resultantes:

- Modelo digital de Elevaciones (MDE/MDS): Capa raster en formato TIFF que representa todos los elementos existentes o presentes en la superficie de la tierra (vegetación, edificaciones, infraestructura en general y el terreno propiamente tal) con atributos de altura (cotas) respecto a un nivel de referencia, NMM.
- Ortomosaico RGB: Capa raster en formato TIFF creada desde imágenes fotogramétricamente ortorrectificadas organizadas como mosaico a partir de

una colección de imágenes y unidas para generar un dataset de mosaico continuo

- Ortomosaico NDVI: Capa raster en formato TIFF creada desde imágenes fotogramétricamente ortorrectificadas organizadas como mosaico a partir de una colección de imágenes multispectrales y unidas para generar un dataset de mosaico continuo

Las figuras 67, 68 y 69, muestran los ejemplos de los productos antes mencionados.

Playa Hippie – Provincia de Chañaral

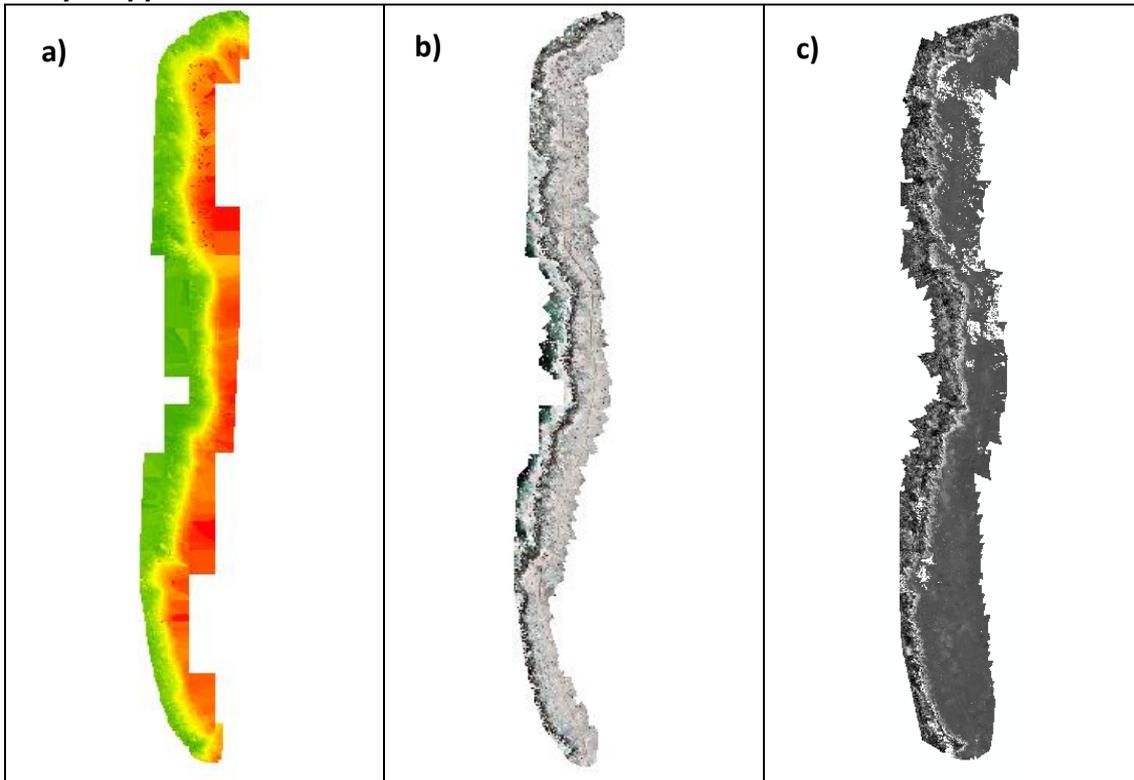


Fig. 67. a) Modelo Digital de Superficie (MDS); b) Ortomosaico RGB; c) Ortomosaico NDVI

Al sur de AMERB Totoral C – Provincia de Copiapó

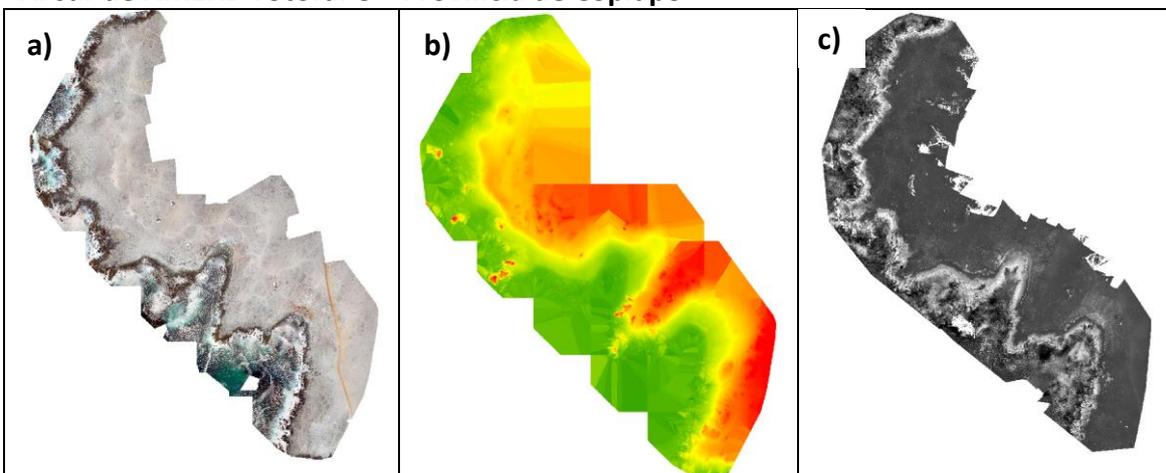


Fig. 68. a) Modelo Digital de Superficie (MDS); b) Ortomosaico RGB; c) Ortomosaico NDVI

Playa Blanca – Provincia de Huasco

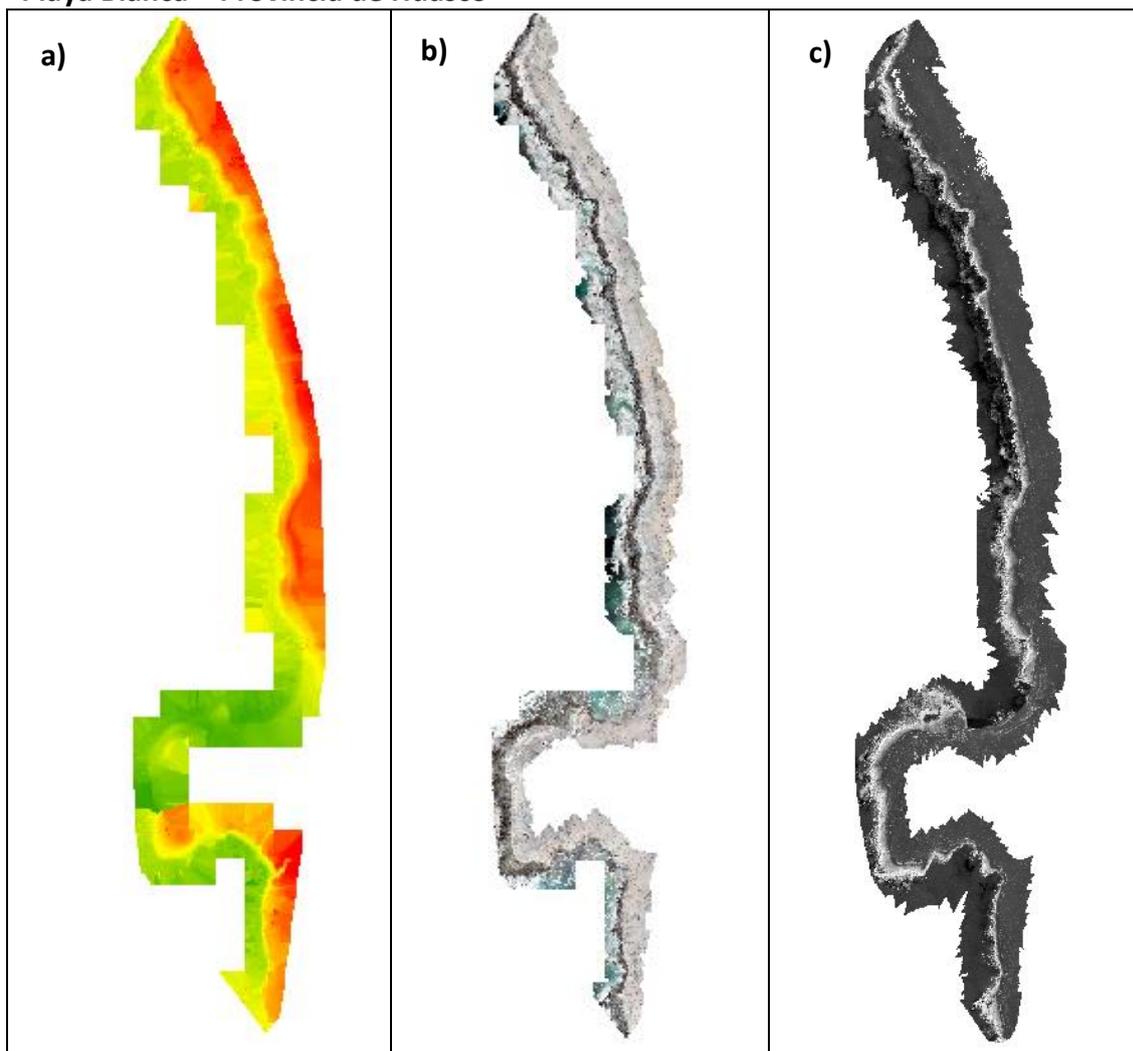


Fig. 69. a) Modelo Digital de Superficie (MDS); b) Ortomosaico RGB; c) Ortomosaico NDVI

1.8 Construir cuadrata vectorial por punto de muestreo / 1.9 Construir curvas de nivel y Malla Irregular de Triángulos (TIN) por cuadrata vectorial

En cada una de las campañas a terreno, por cada una de las zonas en estudio se realizaron evaluaciones directas de algas pardas en 3 sectores (Tabla 1). En cada uno de dichos sectores de muestreo se registraron 6 cuadratas de 1m², dando en total 18 cuadratas en la campaña. Tendiendo como referencia los levantamientos de puntos con el GPS geodésico para la georreferenciación de las cuadratas en terreno, estas fueron construidas digitalmente en el SIG Desktop como capa vectorial, con sus respectivas curvas de nivel cada 1 cm y red de triángulos irregulares (figs. 70 a 72).

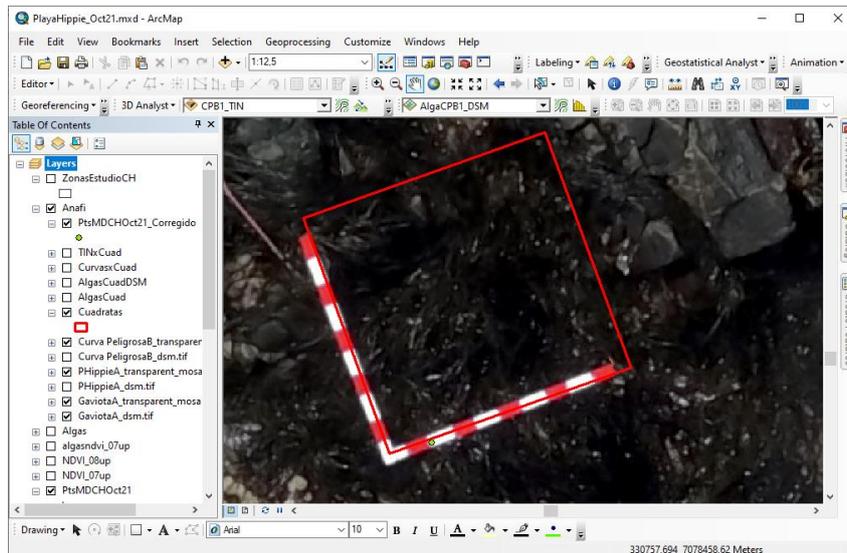


Fig. 70. Cuadrata vectorial en Ortomosaico RGB

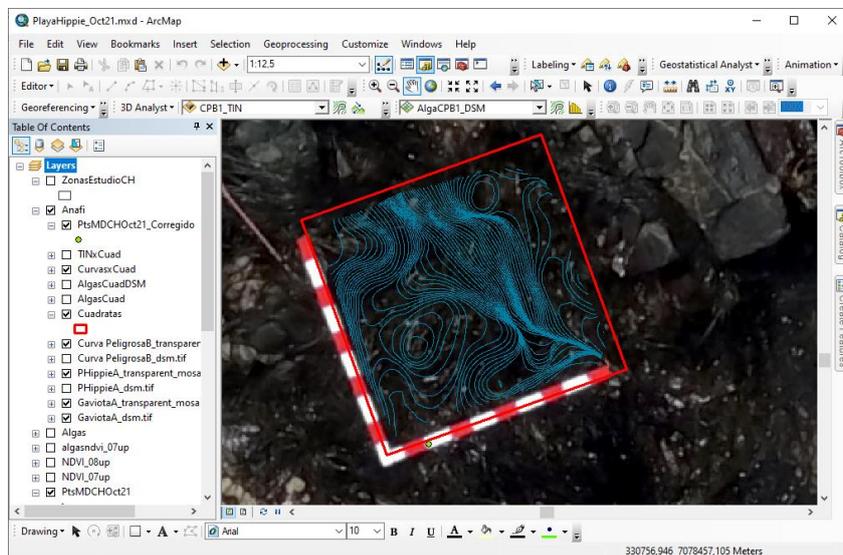


Fig. 71. Cuadrata vectorial con sus respectivas curvas de nivel cada 1 cm.

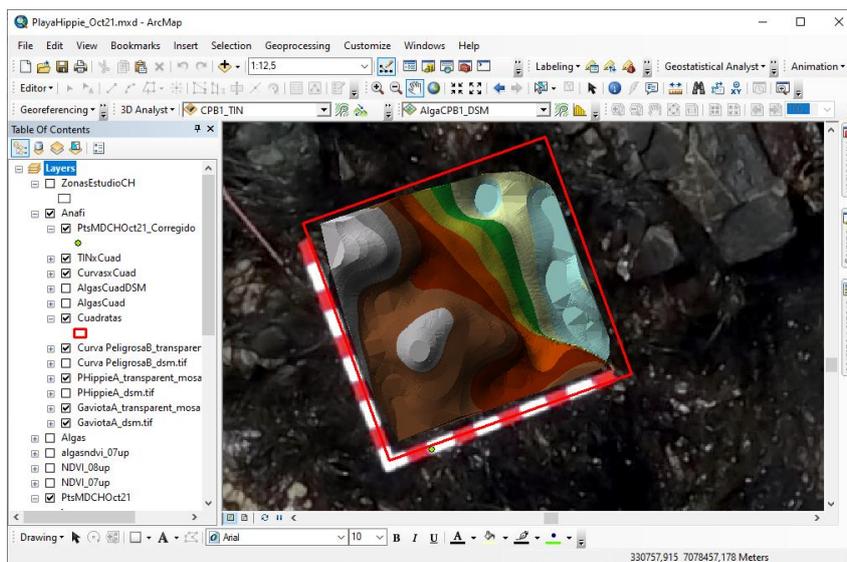


Fig. 72. Cuadrata vectorial con Red de Triángulos Irregulares (TIN)

1.10 Aplicar algoritmo de clasificación supervisada y Filtro Mayoritario

El NDVI define valores de -1.0 a 1.0, donde los valores negativos están formados principalmente por nubes, agua y nieve, los valores negativos cercanos a cero están formados principalmente por rocas y suelo descubierto. Los valores muy pequeños (0,1 o menos) corresponden a áreas sin rocas, arena o nieve. Los valores moderados (de 0,2 a 0,3) representan arbustos y praderas, mientras que los valores más altos (de 0,6 a 0,8) indican bosques templados y tropicales.

Como valores NDVI representativos del recurso macroalgal, fueron aquellos mayores a 0,8. Este rango fue determinado considerando los muestreos directos durante las campañas en terreno, es decir, los valores NDVI medios de los puntos obtenidos con el GPS geodésico sobre las macroalgas por localidad, lo que permitió caracterizar los píxeles con los valores necesarios para diferenciar las macroalgas de otros elementos disponibles en las imágenes (Tabla 9).

Nombre Punto de Muestreo Directo Playa Hippie Provincia de Chañaral	Valor NDVI	Nombre Punto de Muestreo Directo Totoral Bajo Provincia de Copiapó	Valor NDVI	Nombre Punto de Muestreo Directo Playa Blanca Provincia de Huasco	Valor NDVI
LaGaviotaA1	0,78	LaLoberaA1	0,86	TortugaA1	0,84
LaGaviotaA2	0,65	LaLoberaA2	0,88	TortugaA2	0,81
LaGaviotaA3	0,71	LaLoberaA3	0,88	TortugaA3	0,9
LaGaviotaB1	0,57	LaLoberaB1	0,81	TortugaB1	0,81
LaGaviotaB2	0,83	LaLoberaB2	0,87	TortugaB2	0,8
LaGaviotaB3	0,82	LaLoberaB3	0,88	TortugaB3	0,83
PlayaHippieA1	0,88	CentroA1	0,86	PlayaBlancaNorteA1	0,84
PlayaHippieA2	0,81	CentroA2	0,8	PlayaBlancaNorteA2	0,63
PlayaHippieA3	0,86	CentroA3	0,75	PlayaBlancaNorteA3	0,63
PlayaHippieB1	0,86	CentroB1	0,84	PlayaBlancaNorteB1	0,82
PlayaHippieB2	0,75	CentroB2	0,82	PlayaBlancaNorteB2	0,85
PlayaHippieB3	0,79	CentroB3	0,85	PlayaBlancaNorteB3	0,89
CurvaPeligrosaA1	0,81	LaLanchaB1	0,56	PlayaBlancaSurA1	0,56
CurvaPeligrosaA2	0,88	LaLanchaB2	0,67	PlayaBlancaSurA2	0,89
CurvaPeligrosaA3	0,68	LaLanchaB3	0,82	PlayaBlancaSurA3	0,91
CurvaPeligrosaB1	0,86	LaLanchaA1	0,77	PlayaBlancaSurB1	0,92
CurvaPeligrosaB2	0,74	LaLanchaA2	0,88	PlayaBlancaSurB2	0,9
CurvaPeligrosaB3	0,8	LaLanchaA3	0,87	PlayaBlancaSurB3	0,87

Tabla 9. Valores NDVI representativos del recurso algal

A modo de ejemplo, las figuras 73, 74 y 75 muestran el resultado de la extracción de los valores NDVI representativos del recurso algal (mayores a 0,8) desde los ortomosaicos NDVI.

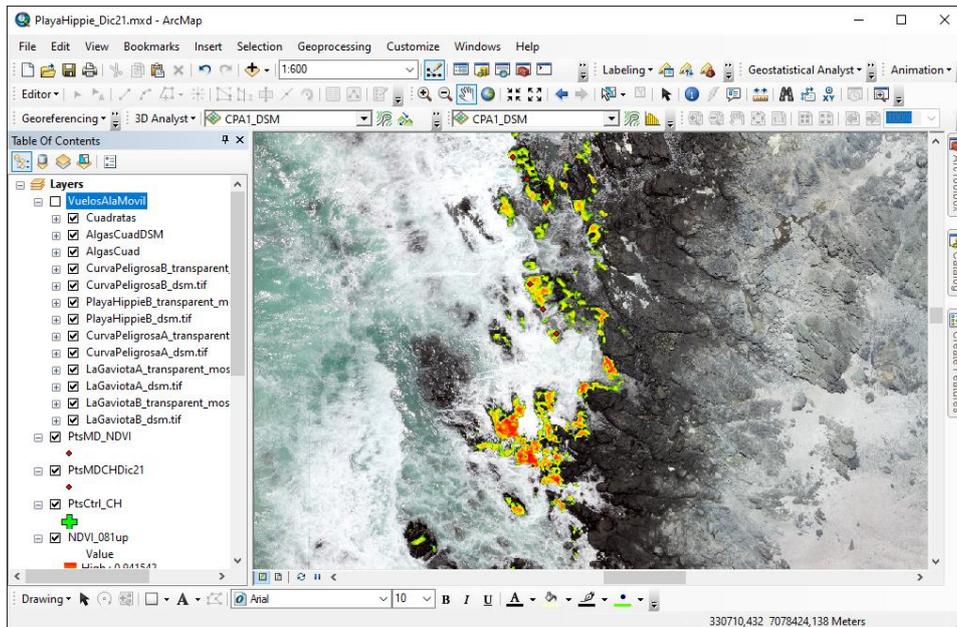


Fig. 73. Resultado de la aplicación del NDVI en el rango $\geq 0,8$ al ortomosaico NDVI Playa Hippie, Provincia de Chañaral (color rojo/verde indica detección de recurso algal)

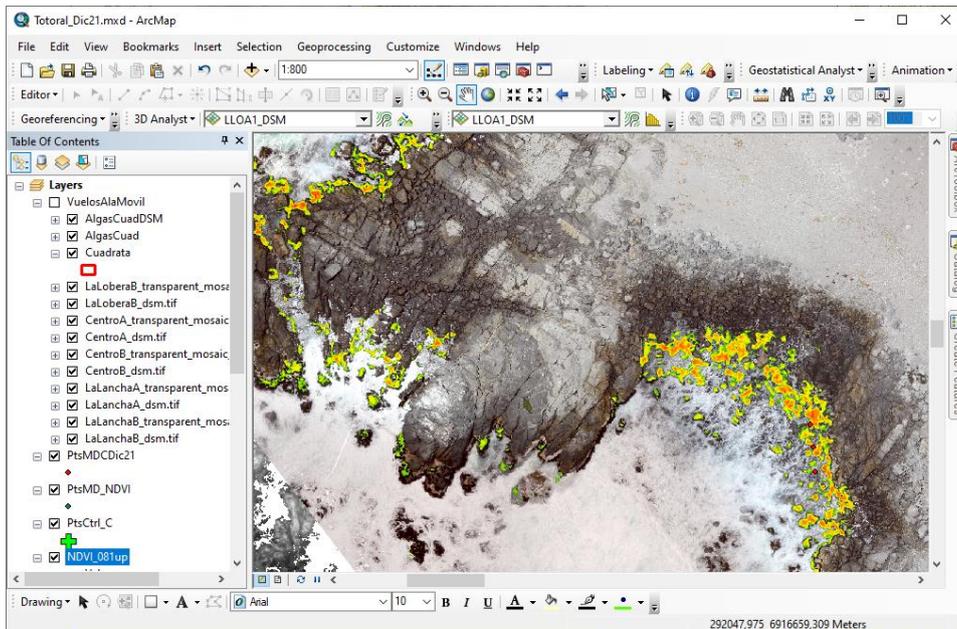


Fig. 74. Resultado de la aplicación del NDVI en el rango $\geq 0,8$ al ortomosaico NDVI Totoral, Provincia de Copiapó (color rojo/verde indica detección de recurso algal)

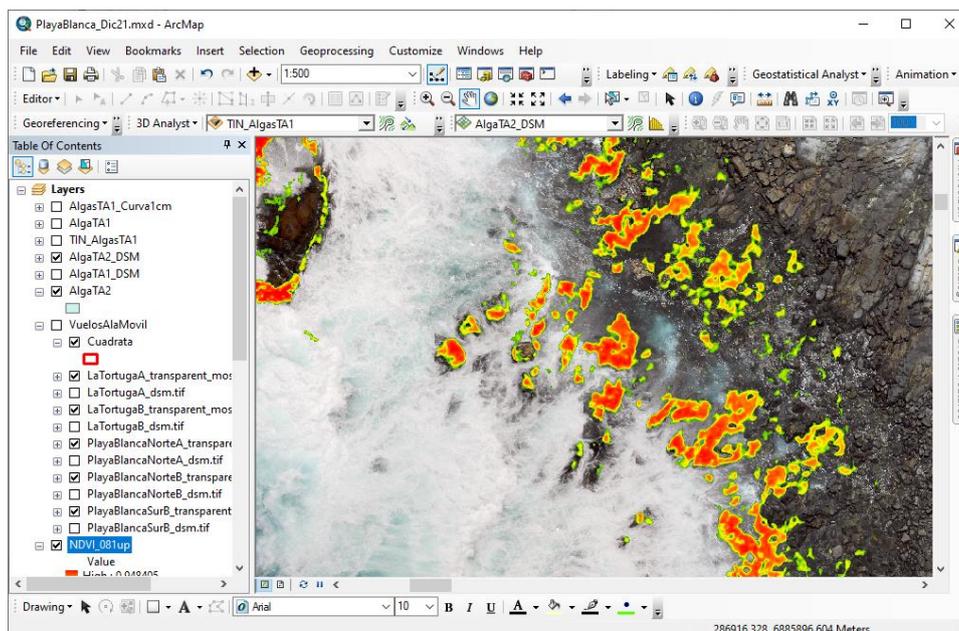


Fig. 75. Resultado de la aplicación del NDVI en el rango $\geq 0,8$ al ortomosaico NDVI Playa Blanca, Provincia de Huasco (color rojo/verde indica detección de recurso algal)

1.11 Aplicar algoritmo matemático para cálculo de biomasa indirecta

El modelo y ecuaciones propuestas, fueron aplicadas por zona de estudio y por cada campaña realizada para evaluar el recurso en el intermareal rocoso. En todos los casos, las biomásas directas e indirectas fueron correlacionadas estadísticamente para obtener un coeficiente de determinación (R^2). La Tabla 10, resume los resultados de aplicado el modelo con los respectivos cálculos de biomasa en Playa Hippie de la Provincia de Chañaral, Total de la Provincia de Copiapó y Playa Blanca de la Provincia de Huasco.

Campaña	Zona de estudio	Coefficiente de Determ. R^2	Área de Cobertura Algal (m^2)	Biomasa Directa (kg)	Biomasa Indirecta (kg)
Campaña Julio 2021	Playa Hippie – Prov. Chañaral	0,43	7.005	236.540	182.981
	Total Bajo – Prov. Copiapó	S/I	S/I	S/I	S/I
	Playa Blanca – Prov. Huasco	0,31	23.253	530.167	662.737
Campaña Octubre 2021	Playa Hippie – Prov. Chañaral	0,55	12.624	470.244	596.618
	Total Bajo – Prov. Copiapó	0,62	8.335	306.728	233.251
	Playa Blanca – Prov. Huasco	0,84	21.571	841.269	923.313
Campaña Diciembre 2021	Playa Hippie – Prov. Chañaral	0,77	11.798	212.364	280.623
	Total Bajo – Prov. Copiapó	0,63	4.386	182.263	127.513
	Playa Blanca – Prov. Huasco	0,65	16.322	854.185	500.737

S/I: Sin Información

Tabla 10. Cálculo de biomasa indirecta por campaña y zona de estudio

Varaderos

La Tabla 11, resume los resultados de cálculos de biomasa varada en los sectores de Playa Hippie de la Provincia de Chañaral y La Lancha de la Provincia de Copiapó.

Campaña	Localidad	Varadero	Área de Cobertura Algal (m²)	Biomasa Indirecta (kg)
Campaña Junio 2021	Total Bajo – Prov. Copiapó	La Lancha	237	175.827
	Playa Blanca – Prov. Huasco	Los Pozos	665	213.157
Campaña Septiembre 2021	Playa Hippie – Prov. Chañaral	Playa Hippie	S/I	S/I

S/I: Sin Información

Tabla 11. Cálculo de biomasa indirecta por campaña y sector varadero

Se realizaron 2 campañas adicionales para evaluar Playa Hippie, sin embargo, en ambas campañas no se encontró recurso varado.

COMPONENTE 2. BIOMASA DE ALGAS PARDAS EN ZONAS DE ESTUDIO MEDIANTE EVALUACIONES DIRECTAS (*IN SITU*)

2.1 Realizar campaña de muestreo *in situ* para evaluar abundancia de macroalgas

En cada una de las campañas realizadas en el intermareal rocoso, se realizó una evaluación directa de la abundancia y de los atributos morfológicos del huiro negro *Lessonia berteroana*, en cada uno de los transectos y cuadrantes por transecto establecidos en los puntos de muestreo por sector.

A medida que se obtuvieron los datos *in situ* de los transectos y cuadrantes por campaña, estos fueron traspasados a una tabla utilizando Microsoft Excel (Tabla 12), e integrados a campañas anteriores. Estos atributos morfológicos son indicadores de estado de las poblaciones de huiro negro y algunos (e.g., diámetro mayor del disco basal de adhesión) utilizados para estimar de manera no destructiva, la biomasa disponible para huiro negro (Vega et al., 2014, 2019).

Campaña	Fecha	Provincia	Sector	Sitio definitivo	Transecto	N° Cuadrante	N° Planta	Diámetro	NE	Ltot	ER
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	1	1	12	6	150	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	1	2	8	8	205	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	1	3	9	10	160	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	1	4	6	8	205	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	1	5	11	8	160	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	1	6	28	34	115	NR
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	1	7	18	20	170	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	1	8	16	18	208	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	1	9	1	1	1	NR
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	2	1	22	30	146	NR
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	2	2	1	2	4	NR
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	2	3	15	2	300	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	2	4	9	12	97	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	2	5	10	12	57	NR
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	2	6	5	10	74	NR
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	2	7	8	10	75	NR
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	2	8	24	6	300	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	2	9	32	16	318	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	3	1	25	48	109	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	3	2	32	48	254	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	3	3	10	1	221	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	a	3	4	7	20	164	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	b	1	1	17	24	123	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	b	1	2	10	6	81	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	b	1	3	12	15	82	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	b	1	4	1	2	5	NR
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	b	1	5	12	7	103	R
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	b	1	6	1	2	1	NR
Octava	03 12 21	Chañaral	Playa Hippie	Curva Peligrosa	b	1	7	1	1	1	NR

Tabla 12. Fragmento de la tabla elaborada en Microsoft Excel con información por campaña, fecha, provincia, sector, punto, transecto, cuadrante y atributos morfológicos de cada una de las plantas medidas *in situ*.

2.3 Estimar biomasa de *Lessonia spicata*, *Lessonia berteroana* y *Lessonia trabeculata*

Durante todas las campañas a terreno, se realizó la evaluación directa de poblaciones de *Lessonia berteroana* ubicadas en áreas de libre acceso de las tres zonas de estudio de la Región de Atacama (Playa Hippie, Totoral Bajo y Playa Blanca). Los ambientes rocosos litorales expuestos al oleaje en estas localidades, están conformados por plataformas, farellones, barras e islotes configurando una costa heterogénea interrumpida por playas de bolones. La extensión vertical y abundancia relativa de *L. berteroana* dependen del grado de exposición al oleaje e inclinación de las rocas. En farellones y paredones la pradera se adelgaza, y se ensancha en plataformas y playas de bolones con menor pendiente.

Durante todas las campañas en terreno, los parámetros usados para estimar la biomasa de las plantas en los cuadrantes de m² (cuadratas) por localidad fueron los mismos. A modo de ejemplo, la Tabla 13 muestra la biomasa promedio de *Lessonia berteroana* durante Diciembre de 2021, la cual fue de 36±27 kg por m². Entre localidades, la biomasa tuvo un valor mínimo en Playa Hippie que difirió significativamente respecto a Totoral Bajo y Playa Blanca (ANDEVA F_(2,45)=5,617; p=0,007).

Provincia	Localidad	a	b	R ²	n
Chañaral	Playa Hippie	0,004	2,571	0,884	53
Copiapó	Totoral Bajo	0,003	2,510	0,788	50
Huasco	Playa Blanca	0,012	2,033	0,778	50

Tabla 13. Parámetros de la ecuación potencial ($y=ax^b$) usada para estimar el peso de las plantas de *Lessonia berteroana* (x) usando el diámetro mayor del disco de adhesión de la planta por localidad

La Tabla 14, resume las evaluaciones de biomasa por cuadrata y por sector, durante todas las campañas a terreno donde se evaluó el recurso en el intermareal rocoso.

Zona de Estudio	Sector	Biomasa	Biomasa	Biomasa	Biomasa	Biomasa	Biomasa
		kg/m2 Campaña 1	kg/m2 Campaña 2	kg/m2 Campaña 3	kg/m2 Campaña 5	kg/m2 Campaña 7	kg/m2 Campaña 8
Playa Hippie	Curva Peligrosa A1	9	31	58	84	39	24
Playa Hippie	Curva Peligrosa A2	12	31	21	29	40	34
Playa Hippie	Curva Peligrosa A3	11	21	61	41	67	24
Playa Hippie	Curva Peligrosa B1	12	25	23	13	30	22
Playa Hippie	Curva Peligrosa B2	9	28	38	40	37	6
Playa Hippie	Curva Peligrosa B3	29	20	11	27	17	12
Playa Hippie	Playa Hippie A1	16	63	78	63	33	39
Playa Hippie	Playa Hippie A2	18	23	19	18	17	26
Playa Hippie	Playa Hippie A3	18	35	45	37	45	31
Playa Hippie	Playa Hippie B1	31	25	32	18	19	14
Playa Hippie	Playa Hippie B2	8	7	25	50	31	9
Playa Hippie	Playa Hippie B3	26	45	55	49	59	14
Playa Hippie	La Gaviota A1	42	8	33	34	60	13
Playa Hippie	La Gaviota A2	8	24	7	11	32	8
Playa Hippie	La Gaviota A3	9	38	22	13	79	20
Playa Hippie	La Gaviota B1	15	15	81	5	50	28
Playa Hippie	La Gaviota B2	14	34	40	38	42	28
Playa Hippie	La Gaviota B3	6	8	32	39	60	29
Total Bajo	La Lobera A1	47	69	19	29	47	51
Total Bajo	La Lobera A2	22	27	15	21	55	49
Total Bajo	La Lobera A3	33	40	35	26	41	60
Total Bajo	La Lobera B1	48	27	15	31	25	25
Total Bajo	La Lobera B2	50	10	62	27	26	30
Total Bajo	La Lobera B3	30	32	17	28	14	70
Total Bajo	Centro A1	81	33	44	32	38	86
Total Bajo	Centro A2	6	77	23	62	32	51
Total Bajo	Centro A3	32	38	125	49	68	35
Total Bajo	Centro B1	103	55	46	19	22	32
Total Bajo	Centro B2	33	48	37	22	15	18
Total Bajo	Centro B3	18	77	35	33	47	49
Total Bajo	La Lancha A1	13	16	24	20	14	15
Total Bajo	La Lancha A2	12	32	30	27	30	9
Total Bajo	La Lancha A3	60	16	53	36	34	25
Total Bajo	La Lancha B1	17	40	27	22	23	19
Total Bajo	La Lancha B2	38	59	15	24	31	25
Total Bajo	La Lancha B3	57	17	16	6	18	37
Playa Blanca	La Tortuga A1	21	29	75	24	28	19
Playa Blanca	La Tortuga A2	16	29	16	12	33	30
Playa Blanca	La Tortuga A3	57	22	27	15	34	58
Playa Blanca	La Tortuga B1	12	35	39	21	33	16
Playa Blanca	La Tortuga B2	9	30	15	14	17	37
Playa Blanca	La Tortuga B3	22	7	19	14	12	33
Playa Blanca	Playa Blanca Norte A1	15	33	34	11	15	57
Playa Blanca	Playa Blanca Norte A2	16	34	12	11	19	21
Playa Blanca	Playa Blanca Norte A3	56	42	10	19	17	6
Playa Blanca	Playa Blanca Norte B1	40	21	27	19	95	93
Playa Blanca	Playa Blanca Norte B2	40	37	5	16	9	18
Playa Blanca	Playa Blanca Norte B3	20	23	50	29	31	110
Playa Blanca	Playa Blanca Sur A1	40	83	8	24	37	46
Playa Blanca	Playa Blanca Sur A2	84	50	51	31	39	45
Playa Blanca	Playa Blanca Sur A3	43	32	21	29	43	31
Playa Blanca	Playa Blanca Sur B1	44	24	67	46	56	157
Playa Blanca	Playa Blanca Sur B2	54	33	54	36	27	47
Playa Blanca	Playa Blanca Sur B3	51	15	37	39	69	48

Tabla 14. Biomasa por cuadrata y por campaña

Evaluación Ambiental de las zonas en estudio

Respecto al estado ambiental observado en los sitios de estudios, a partir de la evaluación del paisaje, en la Tabla 15 se presentan los resultados consolidados de las campañas realizadas.

Campaña	Sector	Fragilidad Visual	Calidad Visual	Promedio
Diciembre 2020	Playa Blanca	3.8	4.3	4.1
	Totoral Bajo	2.9	4.0	3.5
	Playa Hippie	3.5	3.3	3.4
Marzo 2021	Playa Blanca	3.7	3.7	3.7
	Totoral Bajo	3.1	3.9	3.5
	Playa Hippie	3.8	2.9	3.4
Mayo 2021	Playa Blanca	3.5	3.8	3.7
	Totoral Bajo	3.3	3.9	3.6
	Playa Hippie	3.8	3.4	3.6
Julio 2021	Playa Blanca	3.2	3.6	3.4
	Totoral Bajo	3.2	3.5	3.3
	Playa Hippie	3.6	2.8	3.2
Octubre 2021	Playa Blanca	3.6	3.7	3.7
	Totoral Bajo	3.2	4.2	3.7
	Playa Hippie	3.7	3.4	3.6
Diciembre 2021	Playa Blanca	3.4	3.8	3.6
	Totoral Bajo	2.9	4.1	3.5
	Playa Hippie	3.5	3.2	3.4

Tabla 15. Evaluación de la fragilidad visual y calidad visual para las campañas realizadas en los sitios de estudios

En todas las campañas, Tororal Bajo es el que presenta menor fragilidad visual en torno a valores medios. Playa Blanca y Playa Hippie presentan una fragilidad visual mayor, cercana a nivel medio-medio alto. Respecto a calidad visual Playa Hippie, en todas las campañas, es el sector que presenta más bajo estado con mayor intervención antrópica con valores levemente sobre un nivel medio. Los sectores Playa Blanca y Totoral Bajo presentan nivel similar cercano a medio alto.

El promedio de fragilidad visual y calidad visual permite identificar eventuales estados de vulnerabilidad (Tabla 16).

Sitio	Fragilidad Visual	%CV	Calidad Visual	%CV
Playa Blanca	3,5	38,2	3,8	6,5
Totoral Bajo	3,1	38,1	3,9	6,2
Playa Hippie	3,7	38,0	3,2	8,2

Tabla 16. Promedio de la evaluación de fragilidad visual y calidad visual de cada sitio de estudio considerando todas las campañas

Los coeficientes de variación indican que los promedios son representativos de la característica observada en cada sector, similares para todos los sitios, pero mayor en fragilidad visual que en calidad visual. Interpretando la relación fragilidad-calidad visual se observa que la mejor calidad se presenta en Totoral Bajo y con la menor fragilidad. Esto significa que es el sector en mejor estado ambiental y con menor vulnerabilidad. El caso contrario se observa en Playa Hippie con la menor calidad visual y con la mayor fragilidad, por lo que sería el sector con estado ambiental más bajo. Playa Blanca se presenta con un estado ambiental intermedio entre los sectores anteriores. Sin embargo, todos están en valores medio-medio alto.

En resumen, el estado ambiental de los sitios estudiados, evaluado a partir del paisaje, está en promedio en el rango medio-medio alto en orden decreciente Totoral Bajo > Playa Blanca > Playa Hippie.

COMPONENTE 3. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA WEB IMPLEMENTADO

3.1 Configurar interfaz gráfica de ArcGIS Online

La figura 76 muestra la pantalla de inicio de ArcGIS Online, en la cual se ha agregado una foto característica del proyecto y una breve descripción. La figura 77 muestra el prototipo de interfaz gráfica del SIG Web (ArcGIS Online), donde se pueden cargar mapas, coberturas vectoriales y las herramientas para consultas.

La interfaz gráfica del SIG Web, puede ser visualizada/consultada a través de equipos desktop, laptop y dispositivos móviles.

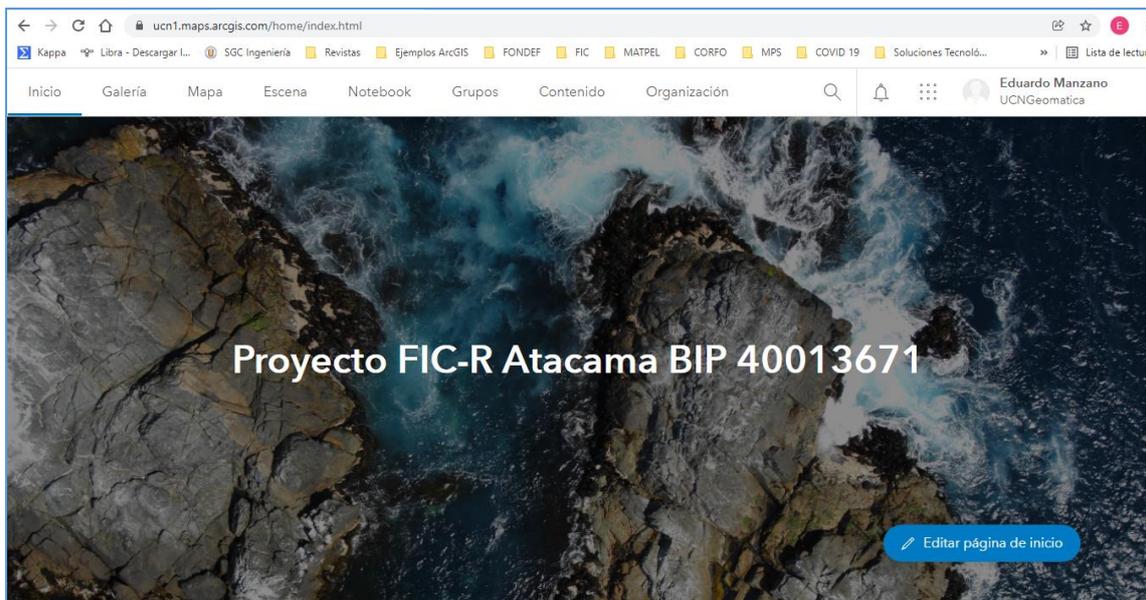


Fig. 76. Pantalla de inicio de ArcGIS Online para proyecto FIC BIP 40013671

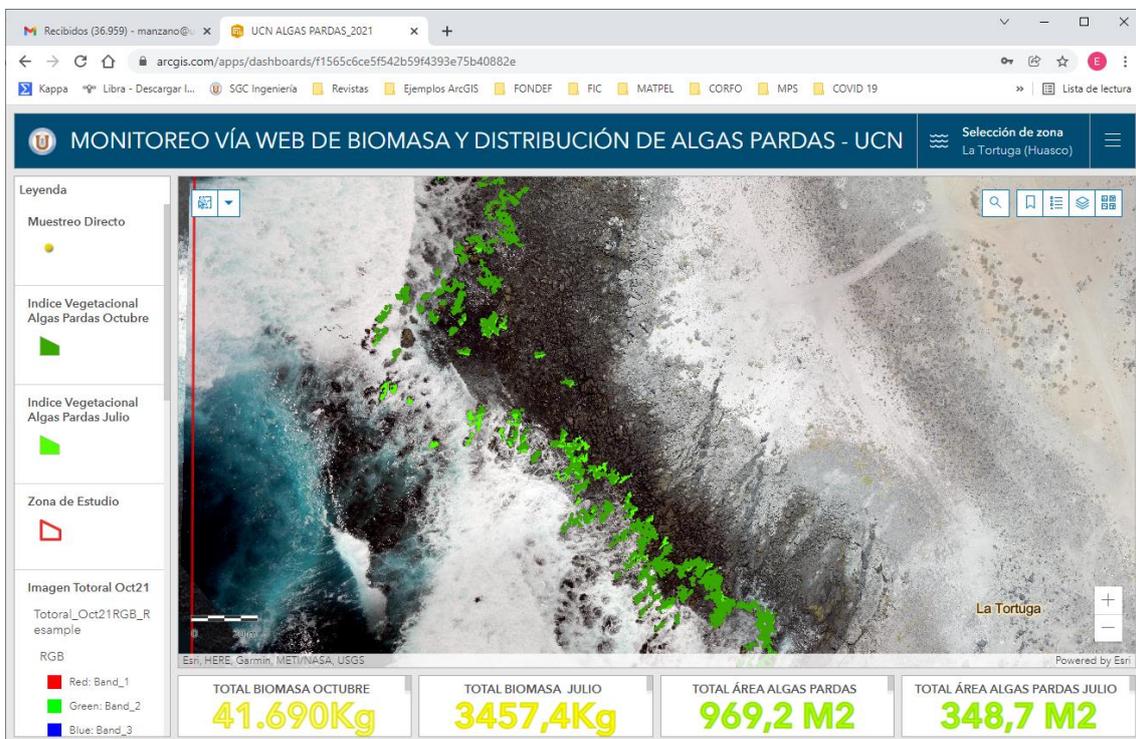


Fig. 77. Interfaz gráfica de prototipo SIG Web

3.2 Definir perfiles de usuario del SIG Web ArcGIS Online

En conjunto con el Comité de Manejo de Algas Pardas de Atacama, se definió que los usuarios que podrán acceder al SIG Web mediante Nombre de Usuario y Contraseña son:

Universidad Católica del Norte - UCN (Admin)

- Sube/actualiza coberturas en ArcGIS Online
- Administra cuentas/perfiles de usuarios en ArcGIS Online
- Gestiona interfaz gráfica de ArcGIS Online

Comité de Manejo de Algas Pardas de Atacama

- Visualiza coberturas como: Ortomosiaco RGB / distribución espacial de algas pardas (shape NDVI); puede activar/desactivar las mismas
- Tiene disponible herramientas (botonera) para cálculo de biomasa y distribución espacial y combo (filtro) para seleccionar mes de campaña, zona de estudio
- Visualiza resultados de cálculos en ventana

Comité Científico Técnico Bentónico de Atacama

- Visualiza coberturas como: Ortomosiaco RGB / distribución espacial de algas pardas (shape NDVI); puede activar/desactivar las mismas
- Tiene disponible herramientas (botonera) para cálculo de biomasa y distribución espacial y combo (filtro) para seleccionar mes de campaña, zona de estudio
- Visualiza resultados de cálculos en ventana

Subsecretaría de Pesca y Acuicultura Central (Subpesca Central)

- Visualiza coberturas como: Ortomosiaco RGB / distribución espacial de algas pardas (shape NDVI); puede activar/desactivar las mismas
- Tiene disponible herramientas (botonera) para cálculo de biomasa y distribución espacial y combo (filtro) para seleccionar mes de campaña, zona de estudio
- Visualiza resultados de cálculos en ventana

Gobierno Regional de Atacama (GORE Atacama)

- Visualiza coberturas como: Ortomosiaco RGB / distribución espacial de algas pardas (shape NDVI); puede activar/desactivar las mismas
- Tiene disponible herramientas (botonera) para cálculo de biomasa y distribución espacial y combo (filtro) para seleccionar mes de campaña, zona de estudio
- Visualiza resultados de cálculos en ventana

3.3 Subir información geoprocesada al SIG Web ArcGIS Online

En conjunto con profesionales de ESRI Chile, se ha generado un modelo de proceso para la actualización de la base de datos geográfica (geodatabase) alojada en la nube del ArcGIS Online. La figura 78 muestra el flujo de trabajo que permite, una vez realizada la campaña, obtenidos los productos fotogramétricos y geoprocesar la información, subir los datos a la nube.

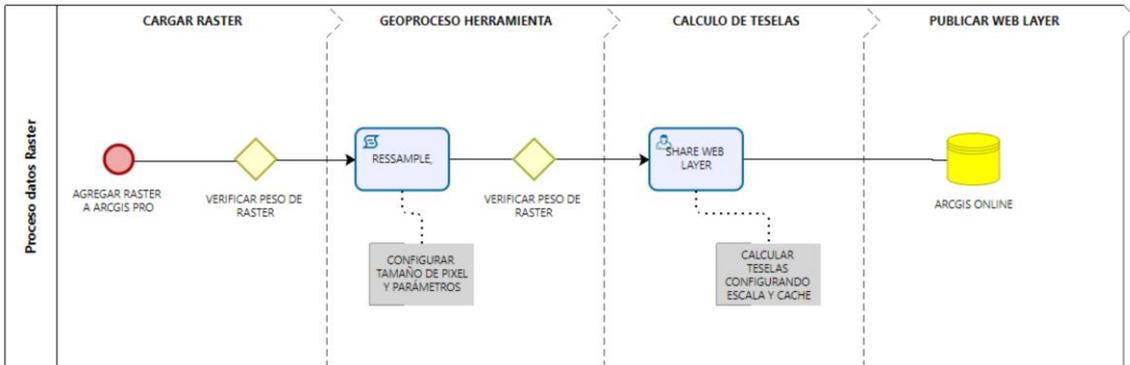
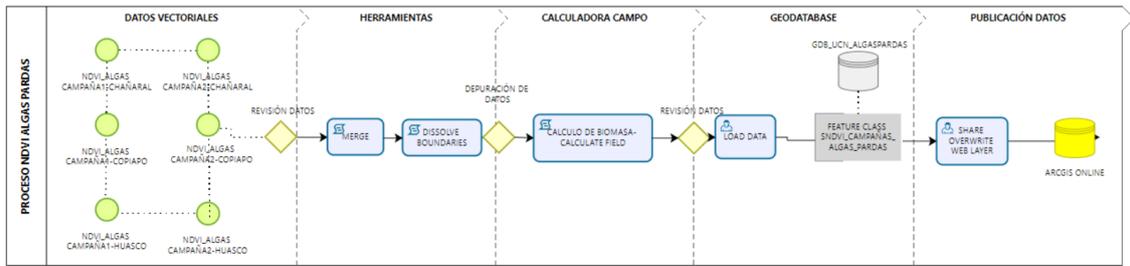


Fig. 78. Arriba: Flujo de trabajo para actualizar capas vectoriales en la Geodatabase en la nube. Abajo: Flujo de trabajo para actualizar capas raster

COMPONENTE 4. RESULTADOS DIFUNDIDOS Y TRANSFERIDOS

- *Difusión del proyecto FIC BIP 40013671 por medios digitales*

Como parte de las actividades de difusión, el Instituto de Fomento Pesquero (IFOP) publicó a través de sus plataformas digitales (Sitio Web Corporativo, twitter y Facebook) información relacionada a los alcances del proyecto. Dicha información se basa en una entrevista realizada por la Revista digital I+D+i UCN de la Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Universidad Católica del Norte al Director de Proyecto, Sr. Eduardo Manzano Munizaga. La entrevista fue publicada en la edición n°7, página 42. A continuación el link: <https://www.flipsnack.com/DICOA/revista-idie-ucn-n-7/full-view.html>

Por otro lado, en conjunto con el Departamento de Comunicaciones, Extensión y Admisión de la Universidad Católica del Norte (UCN), Sede Coquimbo, se publicó por medios internos UCN, la noticia sobre la primera campaña en terreno del proyecto. La nota trató sobre las actividades realizadas durante Diciembre de 2020 del proyecto FIC BIP 40013671 "Monitoreo vía Web de biomasa y distribución de algas pardas" en la región de Atacama y que este está siendo financiado con Aportes del Fondo de Innovación para la Competitividad de Asignación FIC del Gobierno Regional de Atacama. Link para leer la nota:

<http://www.noticias.ucn.cl/noticias/academia/exitosa-primera-campana-en-terreno-de-proyecto-fic-r-ucn-que-busca-preservar-el-recurso-algal/>

Del mismo modo, se solicitó a la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (SUBPESCA) que masificara dicha nota a través de sus plataformas digitales.

4.2 Realizar Taller de Avances

Como parte de las actividades realizadas durante el Taller de Avance, fue lanzado el Vehículo Aéreo No Tripulado (VANT) de ala fija, marca Sensefly modelo eBee Classic, en presencia de los invitados, para realizar un vuelo fotogramétrico de exhibición. Además, se utilizaron poster para mostrar los resultados de las evaluaciones indirectas de biomasa macroalgal (Anexo 18 – Cartografía del recurso). Las figuras 79, 80 y 81 muestran las actividades mencionadas anteriormente.

En conjunto con el Departamento de Comunicaciones, Extensión y Admisión de la Universidad Católica del Norte (UCN), Sede Coquimbo, se publicó por medios internos y externos, la noticia sobre la realización del Taller de Avance. En la nota se realizaron entrevistas al Director de Proyecto y a los invitados al evento, entre los cuales se destaca al Sr. Pablo Lobos Ruiz, Jefe División Fomento e Industria. A continuación los enlaces para acceder a las entrevistas:

<https://rtnoticias.cl/v1/2021/12/17/ucn-crea-novedoso-sistema-de-monitoreo-via-web-de-biomasa-y-distribucion-de-algas-pardas-para-la-region-de-atacama/>

<https://www.lavozdelnorte.cl/2021/12/ucn-crea-novedoso-sistema-de-monitoreo-via-web-de-biomasa/>

<https://www.mundoacuicola.cl/new/ucn-crea-novedoso-sistema-de-monitoreo-web-para-algas-pardas/>

<https://www.aqua.cl/2021/12/20/ucn-crea-novedoso-sistema-de-monitoreo-de-biomasa-y-distribucion-de-algas-pardas/>



Fig. 79. Presentación durante Taller de Avance del vuelo fotogramétrico de exhibición – Sector Totoral, Provincia de Copiapó, Región de Atacama



Fig. 80. Lanzamiento de VANT para vuelo fotogramétrico durante taller de Avance – Sector Totoral, Provincia de Copiapó, Región de Atacama

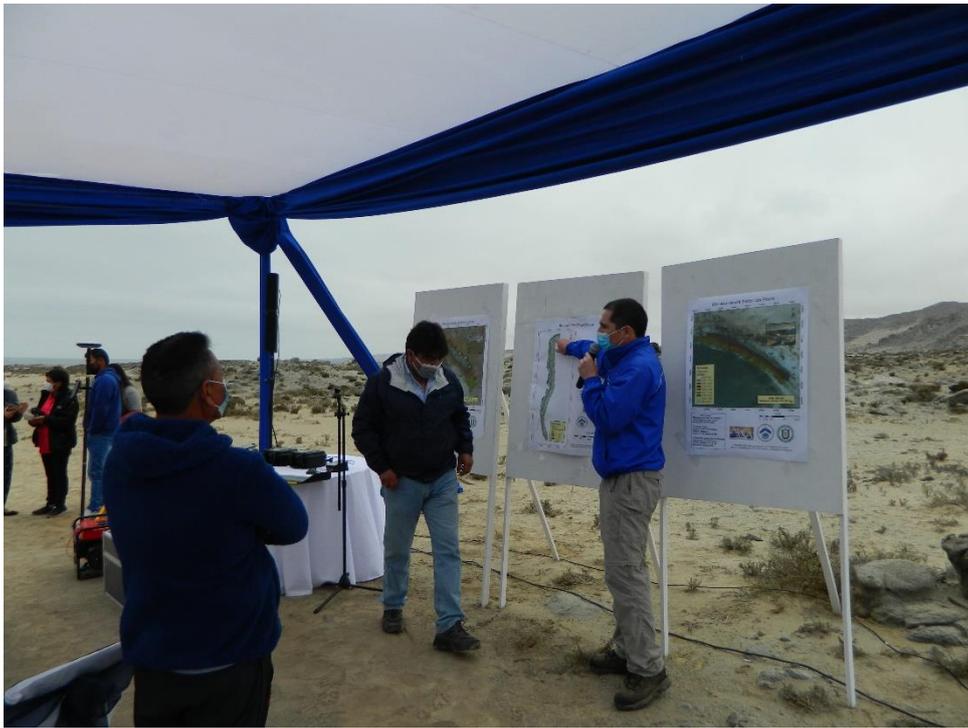


Fig. 81. Sección de poster - Cartografía con resultados de evaluaciones indirectas – Sector Totoral, Provincia de Copiapó, Región de Atacama

4.3 Capacitar a los usuarios en la operación del SIG Web / 4.4 Elaborar y publicar digitalmente “Manual de usuario del SIG Web”

Para la correcta transferencia de los conocimientos en el uso del SIG Web, el Director del proyecto Sr. Eduardo Manzano, realizó una presentación interactiva con los invitados, donde explicó los elementos de la interfaz gráfica, es decir, las secciones que componen la interfaz y las herramientas disponibles para realizar consultas a la información (botoneras). Se realizaron ejercicios prácticos que abarcaron tanto la validación de usuario (ingreso de credenciales para validarse en el SIG Web) como las herramientas de consultas para obtener la información deseada. Las figuras 82 y 83 muestran las actividades mencionadas anteriormente.

Además, en la ocasión, se entregó un *Manual de Usuario del SIG Web* impreso y digital a cada uno de los participantes, de tal manera que contaran con un documento el cual consultar en caso de dudas en la operatividad del SIG Web.



Fig. 82. Capacitación a beneficiarios en el uso del SIG Web – Hotel Atacama Suites, Copiapó, Región de Atacama



Fig. 83. Capacitación a beneficiarios en el uso del SIG Web – Hotel Atacama Suites, Copiapó, Región de Atacama

4.5 Exposición en Congreso Nacional

Entre los días 07 y 08 de Enero de 2022, se asistió al “I Congreso Regional de la Pesca Artesanal y la Acuicultura de Atacama”, organizado por el Gobierno Regional de Atacama y llevado a cabo en dependencias de la Escuela Manuel Orellana Echaney de Caldera, donde se realizó una presentación que contextualizaba la ejecución y resultados del proyecto (fig. 84).



Fig. 84. Presentación en el I Congreso Regional de la Pesca Artesanal y la Acuicultura de Atacama (08 de Enero de 2022).

4.6 Realizar Taller de Cierre

Como parte de las actividades realizadas durante el Taller de Cierre, donde participaron representantes del sector, fue realizada una presentación para dar a conocer a los usuarios finales y/o beneficiarios aspectos relacionados con la ejecución del proyecto y sus resultados finales (figs. 85 y 86).

Los participantes, se interiorizaron sobre los resultados del proyecto además de realizar las consultas pertinentes para aclarar inquietudes.



Fig. 85. Presentación Taller de Cierre Proyecto FIC BIP 40013671 (17 de Enero de 2022).



Fig. 86. Foto grupal Taller de Cierre Proyecto FIC BIP 40013671 (17 de Enero de 2022).

ASPECTOS DE ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN

Valoración de la organización y gestión del proyecto

En términos de organización y gestión, desde el punto de vista interno (universidad), se observó al comienzo del proyecto una debilidad en la comunicación con la unidad de proyectos de la universidad, la cual fue subsanada en reuniones de coordinación con el Gestor Financiero donde se aclaró el rol del profesional.

Desde el punto de vista externo, se destacó la disposición del Ejecutivo de Proyecto del GORE Atacama en la entrega de información y para orientar y buscar soluciones ante los requerimientos solicitados. Esto último, tiene que ver principalmente, en términos de difusión de las actividades del proyecto y la comunicación directa con el Gestor Financiero de Proyecto UCN, para aclarar dudas y coordinar actividades.

También se destacan las medidas adoptadas por el Gobierno Regional de Atacama, las cuales permitieron mantener en ejecución el proyecto sin poner en riesgo la salud de quienes los ejecutaban. Se destacó la disposición del Ejecutivo de Proyecto del GORE Atacama en la entrega de información oportuna respecto a la ejecución en tiempos de pandemia. Esto permitió cohesionar esfuerzos y la consecución de resultados durante la coordinación de actividades, evidenciando la capacidad de organización, adaptación y compromiso tanto de la institución (proveyendo efectivos canales de comunicación) como de sus miembros (trabajando en forma remota desde sus respectivas dependencias y presencialmente en actividades de terreno).

En términos de participación e implicación de los beneficiarios en la gestión y ejecución del proyecto, se destacó la participación activa de la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura (representante del Comité de Manejo de Algas Pardas de la Región de Atacama) en la coordinación de las actividades con los integrantes del Comité para participar, tanto en las campañas a terreno del proyecto como en aspectos de difusión. Durante la primera campaña realizada en Diciembre de 2020, los integrantes del Comité acompañaron al equipo de proyecto a recorrer las zonas de estudio, entregando la retroalimentación necesaria para la identificación de lugares de interés, sus características geográficas y de comportamiento (dinámica de varaderos). Esta

información fue vital para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto y dar respuesta a los intereses del sector.

También se puede destacar la participación activa de los miembros del Comité de Gestión de Algas Pardas de Atacama durante la ejecución del proyecto. Específicamente, durante la séptima campaña a terreno para la evaluación de algas varadas en Playa Hippie, Provincia de Chañaral, se contó con el apoyo del Sr. Tomás Fredes Flores, representante del sector pesquero artesanal de dicha provincia, quien acompañó al equipo indicando los lugares donde vara el recurso (varaderos históricos).

ASPECTOS PRESUPUESTARIOS

Ejecución presupuestaria en el periodo

- Al mes de diciembre 2021 se ejecutaron un total de \$107.855.088 correspondiente al 83% del monto total transferido a la fecha.
El presupuesto para las actividades programadas fue suficiente para realizar las actividades del proyecto.
- El presupuesto global al mes de diciembre 2021 es el siguiente:

ITEM	PRESUPUESTO FIC	GASTO ACUMULADO	SALDO	dic-21	ACUMULADO	SALDO
Gastos Honorarios	\$ 53.422.000	\$ 43.365.000	\$ 10.057.000	\$ 2.165.000	\$ 45.530.000	\$ 7.892.000
Gastos Difusión	\$ 4.100.000	\$ -	\$ 4.100.000	\$ 4.007.842	\$ 4.007.842	\$ 92.158
Gastos Subcontratos	\$ 7.020.000	\$ 2.490.000	\$ 4.530.000	\$ 1.805.543	\$ 4.295.543	\$ 2.724.457
Gastos Operación	\$ 22.304.000	\$ 10.781.448	\$ 11.522.552	\$ 2.716.400	\$ 13.497.848	\$ 8.806.152
Gastos Inversión y Equipamiento	\$ 40.866.000	\$ 37.395.403	\$ 3.470.597	\$ 2.428.998	\$ 39.824.401	\$ 1.041.599
Gastos Administración (5%)	\$ 2.000.000	\$ 450.304	\$ 1.549.696	\$ 249.305	\$ 699.609	\$ 1.300.391
Total	\$ 129.712.000					

Comentarios a las desviaciones respecto al presupuesto inicial

Durante la ejecución del proyecto los ítems que tuvieron un mayor porcentaje de ejecución fueron los correspondientes al Gastos de Difusión y los Gastos de Inversión y Equipamiento. Esto tiene una relación directa a las actividades programadas y ejecutadas para el proyecto.

Sin embargo, los que tuvieron una menor ejecución fueron el ítem de Gastos de Administración en el cual solamente se ejecutaron lo requerido para que el proyecto se ejecutará eficientemente. De igual forma tanto el ítem de Subcontratos y el ítem de Gastos de Operación se ejecutaron en un 61% debido a que varias de las actividades programadas inicialmente se tuvieron que reprogramar por motivos de contingencia nacional así como la emergencia sanitaria.

ITEM	PRESUPUESTO FIC	SALDO	Porcentaje de ejecución
Gastos Honorarios	\$ 53.422.000	\$ 7.892.000	85%
Gastos Difusión	\$ 4.100.000	\$ 92.158	98%
Gastos Subcontratos	\$ 7.020.000	\$ 2.724.457	61%
Gastos Operación	\$ 22.304.000	\$ 8.806.152	61%
Gastos Inversión y Equipamiento	\$ 40.866.000	\$ 1.041.599	97%
Gastos Administración (5%)	\$ 2.000.000	\$ 1.300.391	35%
Total	\$ 129.712.000		

Recomendaciones y sugerencias sobre el presupuesto

No aplica.

Ejecución Aportes Pecuniarios en el periodo

- Al mes de diciembre del 2021 se ejecutó un total de \$2.043.730. El total ejecutado corresponde al 25,4% del monto total comprometido para el proyecto y, por tanto, no se ejecutó la totalidad proyectada inicialmente.

El presupuesto global acumulado al mes de diciembre 2021 es el siguiente:

ÍTEM	GASTO EJECUTADO	Presupuesto FIC	SALDO
UCN - OPERACIÓN	\$ 1.937.956	\$ 7.860.000	\$ 5.922.044
Alimentación	\$ 1.937.956	\$ 4.760.000	\$ 2.822.044
Arriendo de infraestructura	\$ -	\$ 3.100.000	\$ 3.100.000
UCN- GASTO ADMINISTRACION	\$ 105.774	\$ 200.000	\$ 94.226
Emisión Boleta de Garantía	\$ 105.774	\$ 200.000	\$ 94.226
Total general	\$ 2.043.730	\$ 8.060.000	\$ 6.016.270

Comentarios a las desviaciones respecto al presupuesto inicial

Por diversas razones no se logró ejecutar la totalidad de los aportes pecuniarios del proyecto: El clima político durante los últimos meses del 2019 y la emergencia sanitaria por COVID-19. Esto significó evaluar nuevamente la cantidad de salidas a terreno, considerar las restricciones sanitarias (por cuarentenas), sumado a la dificultad para adquirir compromisos como el arriendo de infraestructura que cumpliera con los protocolos COVID, todo esto afectando la ejecución de gastos asociados a la operación del proyecto.

Respecto al ítem de Gastos de Administración, la emisión de la garantía hasta el 31 de diciembre del 2022 significó una ejecución presupuestaria de solo el 52.9%. Si bien, no se ejecutó el presupuesto en su totalidad, este tipo de gasto es uno que se realiza con poca frecuencia y esto dificulta ejecutar el total presupuestado.

Recomendaciones y sugerencias sobre el presupuesto

Como sugerencia debería existir mayor flexibilidad para disponer del Aporte Pecuniario para otros ítems que no sean los creados inicialmente.

Esto se logró visualizar de mejor manera durante el año 2019 – 2020 porque debido a las condiciones que enfrentó el proyecto, por el clima político durante los últimos meses del 2019 y la emergencia sanitaria, surgieron nuevos gastos no proyectados inicialmente.

CONCLUSIONES

El modelo de evaluación indirecta de biomasa de algas pardas propuesto en el proyecto previo, fue puesto a prueba durante las campañas a terreno, adaptándose satisfactoriamente al entorno costero de las zonas de estudio seleccionadas de la Región de Atacama. Lo anterior, consideró modificar algunas variables en las planificaciones de vuelo, por ejemplo, la altitud de vuelo. En el proyecto previo, los vuelos para generar los modelos digitales de superficie (MDS) dentro de las cuadratas y así obtener la estructura de cobertura (morfología) de las algas, fueron realizados a una altitud no menor a 100 m utilizando un vehículo aéreo no tripulado (VANT) de ala fija. En cambio, durante la ejecución del presente proyecto, los vuelos para obtener la misma información, fueron realizados a una altitud de 20 m, utilizando un VANT de ala móvil (cuadricóptero). La incorporación del VANT de ala móvil y los vuelos a una menor altitud, permitieron mejorar la precisión del MDS, y por ende, obtener un acercamiento más real a la morfología de las algas pardas en el intermareal rocoso (huir negro *Lessonia berteroana*), para así calcular su biomasa.

Durante el presente proyecto, para calibrar el modelo de evaluación indirecta basado en el uso de VANT y geoprocesamiento en Sistema de Información Geográfica (SIG), se utilizaron transectos de 10 m de largo y cuadrantes (cuadratas) de 1m², georreferenciados, para realizar los muestreos directos (*in-situ*), los cuales fueron monitoreados sistemáticamente en cada campaña de terreno. Esto agregó, un desafío nuevo al modelo, ya que en el proyecto previo el diseño de calibración in-situ de la biomasa (lugares de muestreo directo), fueron seleccionados aleatoriamente dependiendo de su nivel de marea (condición descubierta de agua) y la estructura de la cobertura de algas (abundancia) en el sector de estudio. En cambio, utilizando el transecto de 10 m georreferenciado, en algunas ocasiones, por las condiciones de marejadas anómalas en la costa, las cuadratas quedaron sumergidas. En otras ocasiones, en algunos cuadrantes que fueron monitoreados sistemáticamente, disminuyó la cobertura modificando la estructura de algas pardas, debido a las actividades de extracción directa de huir negro. Ambos desafíos, agregaron una dificultad adicional a la evaluación mediante VANT y geoprocesamiento en SIG, y aunque fueron subsanadas durante la ejecución del proyecto, ciertamente requieren ser considerados y analizados para futuras evaluaciones indirectas con este tipo de tecnologías.

En este contexto, el desafío futuro planteado como equipo de investigación es optimizar y/o mejorar la metodología de muestreo y geoprocesamiento, para disminuir el nivel de incertidumbre en la estimación de la biomasa macroalgal.

Se implementó un Sistema de Información Geográfica (SIG) basado en la nube utilizando ArcGIS Online de la empresa ESRI Chile. El producto final, es decir, el SIG Web, permitió subir la información geoprocesada y obtenida en terreno relacionada a la biomasa y distribución de algas pardas de las zonas en estudio, para que esta quedara disponible para ser consultada en tiempo real vía Web por las partes interesadas. ArcGIS Online permitió personalizar a los usuarios que tendrían acceso a la información y sus privilegios, de tal manera de mantener la confidencialidad de los resultados de las evaluaciones de biomasa de algas pardas. Del mismo modo, ArcGIS Online, al utilizar el modelo software como un servicio (SaaS), brinda seguridad (cifrado de datos) y continuidad del servicio debido a su infraestructura. Además, como se creó un flujo de datos para la actualización de su base de datos geográfica

(geodatabase), hace más accesible, fácil, rápida y amigable, agregar la información geoprocesada con los resultados de las campañas de terreno.

La interfaz gráfica de ArcGIS Online, fue personalizada para dar respuesta a las necesidades de los usuarios finales. Es decir, se adaptó para que contara con atributos de usabilidad, facilidad de comprensión y de aprendizaje, con la distribución de botonas e imágenes para hacer más intuitivo su uso.

El uso de tecnologías para consultar vía web información relevante para la gestión del recurso en la Región de Atacama, es algo novedoso, que responde a las necesidades de este sector pesquero, especialmente en la disponibilidad, rapidez y certeza para la toma de decisiones tendientes a la gestión sustentable de los recursos bentónicos de la región. Por lo anterior, resulta fundamental mantener la operatividad de la plataforma desarrollada en el presente proyecto, y que estas sigan escalando y complementando a soluciones existentes.

Capacitar a los usuarios de la pesquería de algas pardas ha sido trascendental para transferir el conocimiento en el uso del SIG Web. Durante la ejecución del proyecto, los beneficiarios participaron activamente en las diferentes actividades programadas, las cuales permitieron contextualizar el proyecto, sus beneficios e impactos en la gestión y administración pesquera del recurso algas pardas. Durante la capacitación a los usuarios, fue posible transferir el conocimiento en términos de las herramientas disponibles, operaciones e interpretación de los resultados. De esta manera, se puede concluir que para los Comités y/o beneficiarios que participan en reuniones donde se toman decisiones para gestionar el recurso algas pardas, acceder al SIG Web y consultar la información de manera rápida, clara y eficiente, en tiempo real, es fundamental para que dichas decisiones tengan un sustento científico-técnico y sean tendientes a decisiones responsables enfocadas a una gestión sustentable del recurso. La disponibilidad de información a través del SIG Web hace más eficientes y seguras las decisiones que los Comités y sus miembros puedan tomar, transversales al momento de difundir la medida administrativa implementada (cuota, veda).

Las evaluaciones indirectas mediante VANT y geoprocesamiento en SIG, sirven para establecer la distribución espacial de algas pardas en las zonas de estudio, tanto en el intermareal rocoso como en varaderos. En el caso del intermareal rocoso, la extensión estudiada alcanzó los 6 km lineales de costa, mientras que en los varaderos se redujo a ensenadas de aproximadamente 300 m. En ambos casos, fue vital la utilización de un sensor multiespectral, el cual, a través de sus bandas, permitió calcular el Índice Diferencial de Vegetación Normalizada (NDVI) y con este detectar las algas para diferenciarlos de otros elementos presentes en las imágenes (como sombras y rocas).

Para evaluar zonas de estudio con largas extensiones de territorio costero, es fundamental utilizar un VANT con altas prestaciones en términos de autonomía, capacidad para intercambiar diferentes sensores y despegue horizontal. Esto último es necesario debido a la topografía del terreno que caracteriza las costas de la Región de Atacama, el cual en su mayoría está conformado por rocas. Los desafíos futuros que tengan relación con estudiar una mayor parte del litoral de la Región de Atacama, pueden ser abordados con el modelo de evaluación propuesto, considerando la utilización de VANT de ala móvil o fija y la participación de equipos multidisciplinarios (geomáticos, biólogos marinos, técnicos, etc).

Cabe destacar que mediante el modelo de propuesto, fue posible evaluar la dinámica espacial y temporal de la biomasa disponible de algas pardas en las zonas de estudio y varaderos seleccionados. Esta información, al estar disponible y consultable gráfica y

atributivamente mediante el SIG Web implementado, permitirá a las instituciones y organismos a cargo de la gestión del recurso, tomar decisiones informadas y de manera transparente y de esta manera contribuir significativamente a la sustentabilidad del recurso algas pardas en la Región de Atacama.

Del mismo modo, es importante recalcar que una plataforma SIG con sus bases de datos gráficas y alfanuméricas, con almacenamiento de información a través del tiempo (campañas de monitoreo), permitirá a los especialistas y/o a los que toman decisiones estratégicas sobre la explotación sustentable del recurso, efectuar modelamientos geoespaciales/biológicos predictivos de la biomasa disponible.

RELACIÓN DE ANEXOS



Temario Capacitación

eBee



Temario Capacitación

I) Día 1:

Primera Parte (Inicio 10:00 horas):

- eBee Classic: Partes y ensamblaje.
- Carga de baterías.
- Planificación en eMotion 3

13:00 Almuerzo

Segunda Parte (Inicio 14:00 horas, final 17:30):

- Planificación eMotion 3.
- Simulación con eMotion 3.

Las planificaciones con eMotion 3, implican casos variados y reales de los que el cliente pretende volar.

II) Día 2:

Primera Parte (Inicio 09:30 horas):

- Planificación en terreno.
- Vuelos prácticos.

13:00 Almuerzo

Segunda Parte (Inicio 14:00 horas)

- Uso del equipo GNSS (Geoactivos).

III) Día 3:

Primera Parte (Inicio 10:00 horas)

- Postflight eBee Classic. (geo etiquetado de imágenes).
- Procesamiento en Pix4D con puntos de control.

Anexo 2 – Itinerario de Capacitación en el uso de Sistema GPS Geodésico



viernes 17-01-2020 12:02

Camilo González <cgonzalez@geoactivos.cl>

RE: RV: Capacitación Sistemas GPS - Proyecto FIC UCN Coquimbo

Para Eduardo Manzano Munizaga

CC Alvaro Pacheco Hodges; 'Edward Benjamín Pizarro Pizarro'; veronica pizarro



Respondió a este mensaje el 23-01-2020 15:14.

Haga clic aquí para descargar imágenes. Para ayudarle a proteger su confidencialidad, Outlook ha imp

Estimado Eduardo,

Informo programa de capacitación para el día martes 21 de Enero.

- 1.- Llegada 10:00 hrs a punto de encuentro en la ciudad de Coquimbo.
- 2.- Dos horas de exposición en sala para introducción de GNSS:
 - A.- Introducción a software de campo.
 - B.- Administración y gestión de los datos.
 - C.- Levantamiento RTK.
- 3.- Aplicación en terreno.
- 4.- Aclaración de dudas.
- 5.- Termina de capacitación a las 17:00 hrs.

Esperando tus comentarios, me despido.

Atte.

Camilo González Ortiz

Co-founder & CEO

+56 9 78585647

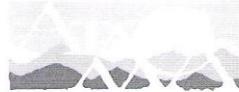
cgonzalez@geoactivos.cl

www.geoactivos.cl

Anexo 3 – Lista de Asistencia a Capacitación en el uso de Sistema GPS Geodésico



Universidad
Católica del Norte



LISTA ASISTENCIA

PROYECTO FIC-R BIP 40013671

"Monitoreo vía Web de biomasa y distribución de algas pardas"

Fecha: 21-01-2020

Hora: 12 AM.

Lugar: SALA DE REUNIONES ESC. DE V. DE RIESGOS Y MA.

Nombre	Institución	Firma
Camilo ERASMO GONZALEZ ORTIZ	Geoactivos SPA	
Cristóbal Muñoz Montiel	Geoactivos SPA	
Roberto Veliz Rivera	EPRYMA	
EDUARDO MANZANO MUNIZAGA	EPRYMA	
ALUMNO PRITCHCO HODGES	" "	

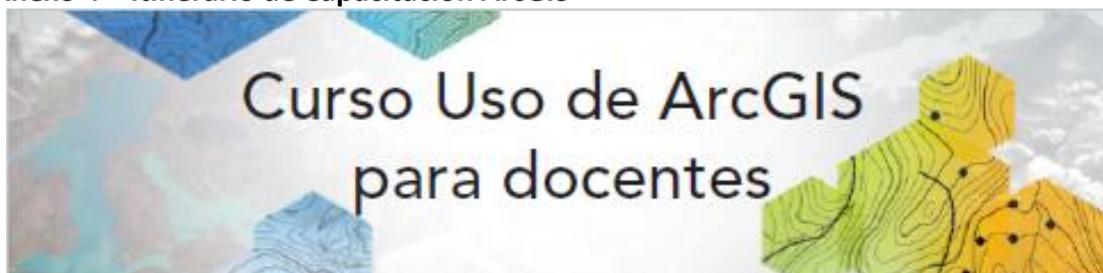
Minuta de reunión

Actividades

- CAPACITACIÓN TEÓRICA USO GPS
- CAPACITACIÓN PRÁCTICA EN EL USO DE GPS.

Acuerdos:

Anexo 4 – Itinerario de Capacitación ArcGIS



Nº de Horas: 16 horas

Horario: 9:00 a 13:00 y 14:00 a 18:00 horas

Lugar de realización: Oficinas Esri Chile, Apoquindo 6550, piso 7 – Las Condes - Santiago

Descripción:

Como docente de cualquier ámbito, tienes la posibilidad de utilizar medios tecnológicos que permitan y ayuden a los profesionales que se están formando a estar al día con la tecnología e incorporarse y enfrentar exitosamente los nuevos desafíos de este siglo. Este curso es para docentes interesados en conocer y aprender a utilizar algunas herramientas de ArcGIS para incorporar en su malla académica, como utilizar la información en el contexto geográfico y como aplicarla en los diversos campos de estudio.

Durante las clases se hace un recorrido a las diversas características de [ArcGIS Pro](#), mediante ejercicios prácticos, se muestra el abanico de posibilidades de aplicación de las distintas herramientas disponibles en este software. Además comenzarás a interactuar con los flujos de trabajo que involucra [ArcGIS Online](#); aprenderás a alojar servicios de mapas en la nube y crear mapas web, conocer la interface de ArcGIS Online, la gestión de capas y las diversas opciones del Smart Mapping y el uso de algunas de las Apps más importantes disponibles.

Dirigido a:

Profesionales del área educacional y docentes de enseñanza superior, Institutos profesionales, y universidades interesados en la actualización de sus conocimientos en SIG. Para quienes ya conocen ArcGIS o para quienes comienzan a utilizarlo, el curso les ofrece un entendimiento de las potencialidades de esta herramienta.

Objetivos:

Al finalizar este curso los participantes estarán en la capacidad de:

- Trabajar con datos espaciales en ArcGIS Pro, 2D y 3D
- Migrar documentos y simbologías desde ArcMap a ArcGIS Pro
- Manejar flujos de trabajo para edición y análisis espaciales
- Manejar ciertas herramientas y funciones de análisis en formato raster
- Compartir mapas y análisis en ArcGIS Online
- Crear y configurar mapas web en ArcGIS Online
- Usar aplicaciones web Map bajo diversas modalidades y plantillas
- Trabajar con herramientas de colecta de datos en terreno: Collector y Survey123
- Diseñar y visualizar resultados de análisis, mediante mapas y gráficos interactivos con Operation Dashboard

Prerrequisitos:

No se requieren conocimientos específicos, sin embargo es recomendable tener nociones previas de Sistemas de Información Geográfica.

Duración:

2 días (16 horas)

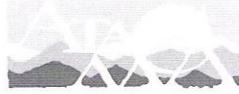
Esri Chile Training es un organismo técnico de capacitación (OTEC) perteneciente a Esri Chile - filial de Esri (USA), - líder en sistemas de información geográfica (SIG) a nivel mundial.



Anexo 5 – Lista de Asistencia Capacitación ArcGIS



Universidad
Católica del Norte



LISTA ASISTENCIA

PROYECTO FIC-R BIP 40013671

"Monitoreo vía Web de biomasa y distribución de algas pardas"

Fecha: 27/28-01-2020

Hora: 9:00

Lugar: ESRI CHILE.

Nombre	Institución	Firma
Virginia Behm	Esri - Chile	
EDUARDO MANSUETO M.	UCN	
ALVARO PACHECO HODGES	UCN	

Minuta de reunión

Actividades

- CAPACITACION EN EL USO DE ARCGIS PRO
Y ARCGIS ON LINE
- EJERCICIOS PRÁCTICOS GUIADOS EN
LABORATORIO DE COMPUTACIÓN DE
ESRI CHILE.

Acuerdos:

Anexo 6 – Carta Recomendación Comité de Manejo de Algas Pardas de Atacama

Atacama, 01 de Octubre de 2019

Sr:
Eduardo Manzano Munizaga
Jefe de Proyecto FIC-R 2018

Por medio del presente lo saludo muy cordialmente a usted y en mi calidad de Presidente (s) del Comité de Algas Pardas de la región de Atacama, le informo que en atención a la presentación realizada por la Universidad Católica del Norte en la 6° sesión del Comité ocurrida con fecha 26 de septiembre del presente año, en la Ciudad de Caldera, cuando se propusieron por el sector artesanal de la región los nuevos sitios de muestreo que debiera considerar el proyecto "**Monitoreo vía web de Biomasa y distribución de algas pardas en la región de Atacama mediante teledetección y SIG**", aprobado por el Gobierno regional y financiando con el Fondo de Innovación a la Competitividad, año 2018.

En consideración de aquello, este Comité de Manejo recomienda a la entidad adjudicataria, permutar las zonas identificadas inicialmente (Caleta Los Toyos de la provincia de Chañaral, Caleta El Totoral de la provincia de Copiapó y Caleta Angosta de la provincia de Huasco) por el proyecto por las siguientes zonas de operación que se encuentran actualmente identificadas en el proyecto:

- **Provincia de Chañaral:**
 - Sector 1: Playa Hippie_ Conchillas.
- **Provincia de Copiapó:**
 - Sector 1: Al sur del AMERB Totoral C
- **Provincia de Huasco:**
 - Sector 1: Playa Blanca

Al respecto, los representantes del sector artesanal en el Comité, consideran que la posibilidad de modificar estos sectores permitirá mejorar los resultados del proyecto, ya que la elección de zonas de libre acceso debe contener un fuerte componente estratégico para los intereses del Comité y que sea un referente para la toma de decisiones en esta materia.

Sírvase esta información para los fines que estime pertinente.

Sin otro particular y agradeciendo de antemano su consideración, le saluda cordialmente a Ud.



JUAN CARLOS FRITIS TAPIA
PRESIDENTE COMITÉ DE MANEJO ALGAS PARDAS
REGIÓN DE ATACAMA



YMG/MAF/pvg
Distribución
- Archivo.

Anexo 7 – Invitación a Sesión del Comité de Manejo de Algas Pardas de Atacama

20/7/2021

Correo de Universidad Católica del Norte - Proyecto FIC Atacama - UCN



Eduardo Manzano Munizaga <manzano@ucn.cl>

Proyecto FIC Atacama - UCN

Yasna Mattos Gajardo <ymattos@subpesca.cl>

11 de junio de 2021, 10:48

Para: Eduardo Manzano Munizaga <manzano@ucn.cl>

Cc: Alvaro Pacheco Hodges <apacheco@ucn.cl>, Jovanka Milena Rendic Veliz <jrendic@subpesca.cl>, Nicole Maturana <nmaturana@subpesca.cl>

Estimado Don Eduardo,

Esperando se encuentre bien y en función de lo informado a la Presidenta del CM, adjuntamos convocatoria formal a 2ª sesión ordinaria de Comité de Manejo de Algas Pardas de la Región de Atacama con fecha martes 15 de junio a las 14:30 vía telemática mediante plataforma GOOGLE MEET.

Link de Conexión:

meet.google.com/hgn-tnbs-emx

En función de lo conversado ayer y de los temas en tabla de la próxima sesión, procederemos a incorporar su intervención al último módulo (Temas Varios) que inicia a las 17:30 a fin de que puedan exponer de manera sucinta:

- Avance del estudio FIC-R Atacama "Monitoreo vía web de biomasa y distribución de algas pardas" (FIC BIP 40013671).
- En virtud de los objetivos que demanda el estudio en comento, solicitar apoyo al CM en el sentido de destinar sitio con presencia de alga varada y que no sea intervenido por la actividad de recolección.

Quedo atenta a sus comentarios, en el marco de seguir apoyando como comité de manejo el desarrollo de estos estudios de gran relevancia para la pesquería de la región.

Sin otro particular, saluda cordialmente.



Yasna Mattos Gajardo

Profesional Atacama

Dirección Zonal de Pesca y Acuicultura

Regiones Atacama y Coquimbo

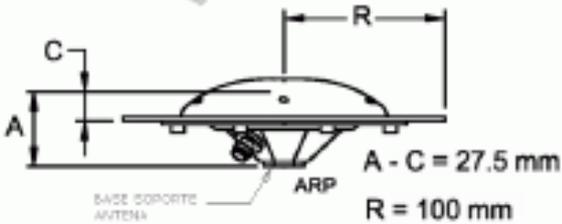
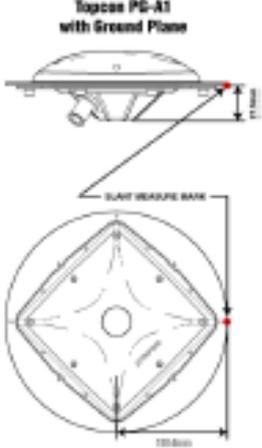
Subsecretaría de Pesca y Acuicultura | Gobierno de Chile

<https://mail.google.com/mail/u/0?ik=7ab43d36e5&view=pt&search=all&permmsgid=msg-f%3A1702282165311042595&simpl=msg-f%3A17022821653...> 1/2

Anexo 8 – Ficha Estación de Referencia GNSS – Copiapó



DIVISIÓN DEL CATASTRO NACIONAL DE LOS BIENES DEL ESTADO DEPARTAMENTO DE MENSURA

FICHA ESTACIÓN DE REFERENCIA GNSS MBN - DATUM SIRGAS/CHILE				
NOMBRE ESTACIÓN	COPIAPÓ			
ID	BN03			
DOMES NUMBER	41714M001			
REGIÓN	ATACAMA			
PROVINCIA	COPIAPÓ			
COMUNA	COPIAPÓ			
DIRECCIÓN	ATACAMA N° 180.			
UBICACIÓN	Instalada en las dependencias Seremi, en la oficina de la Unidad de Catastro, empotrada en una de las paredes de la construcción por un perfil metálico.			
				
COORDENADAS GEODÉSICAS Y UTM				
LATITUD	27° 22' 10.1760"S	NORTE	6,971,934.756m	ITRF 2008 ÉPOCA 2013.0 CERT. IGM NOV./2014
LONGITUD	70° 19' 55.6486"W	ESTE	368,260.819m	
ALTURA ELIPSOIDAL	417.828m	HUSO UTM	19	
RECEPTOR GNSS		ANTENA GNSS		
MARCA	TOPCON	MARCA	TOPCON	
MODELO	NET-G3A	MODELO	TPSPG_A1+GP NONE	
CARACTERÍSTICAS ARCHIVO RINEX				
VERSIÓN	RINEX COMPACTO HATANAKA v1.0			
MÁSCARA DE ELEVACIÓN	10°			
INTERVALOS GENERADOS	1, 5 y 30 SEGUNDOS			
DISPONIBILIDAD	0000 HRS. UTC	ARCHIVO DIARIO FORMATO HATANAKA		
ALTURA ANTENA	0,000 METROS	BASE SOPORTE ANTENA		
CONSTELACIONES	GPS - GLONASS	DOBLE FRECUENCIA		
GRÁFICA ANTENA				
<p>TOPCON PG-A1 w/p</p>  <p>A - C = 27.5 mm R = 100 mm</p> <p>L1 Up Offset : 61.1 mm L2 Up Offset : 66.7 mm</p>		<p>Topcon PG-A1 with Ground Plane</p> 		

DICIEMBRE 2018

Anexo 9 – Visitas a Zonas de Estudio con partes interesadas
Lista de Asistencia - Playa Hippie, Provincia de Chañaral



Universidad
Católica del Norte



LISTA ASISTENCIA
PROYECTO FIC-R BIP 40013671

"Monitoreo vía Web de biomasa y distribución de algas pardas"

Fecha: 28.12.2020

Hora: 11:15 AM

Lugar: PROV. CHAÑARAL - PLAYA HIPPIE

Nombre	Institución	Firma
Tomás Freddy Flores	STI Aljara ^{Chañaral}	
Juan C. Quiroz	Sevagesca	
Hervé Luján	sernapeco-	
Luciana Terry C.	Serna Jisca	
Pablo FERRAZO NUÑEZ	ARMADA	
Diego Morales Muñoz	Armada	

Minuta de Reunión – Playa Hippie, Provincia de Chañaral

Minuta de reunión

Actividades

- REUNIÓN CON COMITÉ DE ALGAS PARDAS ATACAMA AL FRENTE DE PLAYA HIPPIE (ESTACIONAMIENTO RESTAURANT EL BUFALO).
- SE VISITÓ EL LITORAL JUNTO A INTEGRANTES DEL COMITÉ, PARA IDENTIFICAR LUGARES DE INTERÉS.

Acuerdos:

- SE IDENTIFICARON 5 PUNTOS DE INTERÉS:
 - CURVA PELIGROSA
 - PLAYA HIPPIE (POZÓN)
 - LAS GAVIOTAS
 - LOS MEDANDOS
 - LAS POCITAS

Lista de Asistencia - Al sur del AMERB Totoral C, Provincia de Copiapó



Universidad
Católica del Norte



LISTA ASISTENCIA

PROYECTO FIC-R BIP 40013671

"Monitoreo vía Web de biomasa y distribución de algas pardas"

Fecha: 27-12-2020

Hora: 15:00 HRS

Lugar: TOTORAL

Nombre	Institución	Firma
Yasna Mattos Goyardo	Subsecretaría Pesca y Acuicultura	
Jason Hinofosa S.	Armada de Chile	
Franco Bernal O	Armada de Chile	
Oscar Neira C	Armada de Chile	
Franco Aguilera H.	Sindicato de Pesca Totoral	

Minuta de Reunión – Al sur del AMERB Totoral C, Provincia de Copiapó

Minuta de reunión

Actividades

- REUNIÓN EN TOTORAL BAJO CON COMITÉ DE ALBAS PARDAS ATACAMA.
- SE VISITARON LUGARES DE INTERÉS AL SUR DE TOTORAL C CON INTEGRANTES DEL COMITÉ.

Acuerdos:

- SE IDENTIFICARON 3 PUNTOS DE INTERÉS:
 - LA LOBERA
 - CENTRO
 - LA LANCHA

Anexo 10 – Cálculo de densidad media macroalgal

N° planta	Fecha	Sitio	Peso (g)	Volumen de agua desplazado (ml)	Masa Kg	Vol en m3	rho Kg/m3	Tipo
1	20-09-2021	Playa Blanca	180	130	0,18	0,00013	1384,62	Reclutas (< 5 cms)
2	20-09-2021	Playa Blanca	360	280	0,36	0,00028	1285,71	Reclutas (< 5 cms)
3	20-09-2021	Playa Blanca	520	400	0,52	0,0004	1300,00	Reclutas (< 5 cms)
4	20-09-2021	Playa Blanca	1240	1060	1,24	0,00106	1169,81	Juveniles
5	20-09-2021	Playa Blanca	2680	2420	2,68	0,00242	1107,44	Juveniles
6	20-09-2021	Playa Blanca	3420	3110	3,42	0,00311	1099,68	Juveniles
7	20-09-2021	Playa Blanca	6640	6260	6,64	0,00626	1060,70	Adultas
8	20-09-2021	Playa Blanca	10800	9920	10,8	0,00992	1088,71	Adultas
9	20-09-2021	Playa Blanca	10500	10350	10,5	0,01035	1014,49	Adultas
1	21-09-2021	Total Bajo	210	170	0,21	0,00017	1235,29	Reclutas (< 5 cms)
2	21-09-2021	Total Bajo	280	230	0,28	0,00023	1217,39	Reclutas (< 5 cms)
3	21-09-2021	Total Bajo	400	310	0,4	0,00031	1290,32	Reclutas (< 5 cms)
4	21-09-2021	Total Bajo	2000	1680	2	0,00168	1190,48	Juveniles
5	21-09-2021	Total Bajo	4200	3820	4,2	0,00382	1099,48	Juveniles
6	21-09-2021	Total Bajo	2600	2450	2,6	0,00245	1061,22	Juveniles
7	21-09-2021	Total Bajo	7800	7600	7,8	0,0076	1026,32	Adultas
8	21-09-2021	Total Bajo	10600	10460	10,6	0,01046	1013,38	Adultas
9	21-09-2021	Total Bajo	8500	8010	8,5	0,00801	1061,17	Adultas
1	17-09-2021	Playa Hippie	120	80	0,12	0,00008	1500,00	Reclutas (< 5 cms)
2	17-09-2021	Playa Hippie	140	100	0,14	0,0001	1400,00	Reclutas (< 5 cms)
3	17-09-2021	Playa Hippie	200	150	0,2	0,00015	1333,33	Reclutas (< 5 cms)
4	17-09-2021	Playa Hippie	980	910	0,98	0,00091	1076,92	Juveniles
5	17-09-2021	Playa Hippie	1468	1350	1,468	0,00135	1087,41	Juveniles
6	17-09-2021	Playa Hippie	1860	1750	1,86	0,00175	1062,86	Juveniles
7	17-09-2021	Playa Hippie	3220	2620	3,22	0,00262	1229,01	Adultas
8	17-09-2021	Playa Hippie	2880	3080	2,88	0,00308	935,06	Adultas
9	17-09-2021	Playa Hippie	2460	2300	2,46	0,0023	1069,57	Adultas
1	24-09-2021	Laboratorio 3			1,85	0,001155	1601,73	
2	24-09-2021	Laboratorio 3			0,58	0,00027	2148,15	
3	24-09-2021	Laboratorio 3			0,03	0,000017	1764,71	
4	24-09-2021	Laboratorio 3			0,055	0,00003	1833,33	
1	27-09-2021	Playa Hippie		91	0,145	0,000091	1593,41	
2	27-09-2021	Playa Hippie		114	0,160	0,000114	1403,51	
3	27-09-2021	Playa Hippie		49	0,090	0,000049	1836,73	
4	27-09-2021	Playa Hippie		56	0,095	0,000056	1696,43	
5	27-09-2021	Playa Hippie		119	0,130	0,000119	1092,44	Disco 5 cms + tallo
							1288,08	Media
							288,04	Desv. Estandar

Anexo 11 – Acta SUBPESCA n°6-2021

COMITÉ DE MANEJO DE ALGAS PARDAS DE LA REGION DE ATACAMA

cómo se comportarán las AMERB con las cuotas de sus recursos versus disminución de cuotas de ALA.

- Distribución cuota de captura recurso **huero flotador** Región de Atacama (exceptúa Bahía Chasco):

TONELAGA	1º TRIMESTRE			2º TRIMESTRE			3º TRIMESTRE			4º TRIMESTRE			TOTAL	%
	Ene-Feb	Mar	V	Abr-Jun	Jul-Ago	Sep	Oct-Nov	Dic	VARADO	V+B	V			
PROVINCIA	VARADO	V+B	V	VARADO	VARADO	V+B	V	VARADO	V+B	V				
CHAÑARAL	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0			9	0,4
COPIAPO	185	55	14	277	284	61	15	86	33	8			1.028	45
HUASCO	408	93	23	192	151	24	6	165	146	36			1.243	55
TOTAL	2.281													

3. Informe dictamen de Contraloría N°E102932/21.

Sin acuerdos, solo se entrega información y periodo de contestación de 10 día hábiles.

4. Temas Varios.

- Propuesta UCN Proyecto FIC Atacama RIP 40013671**
Respecto a la propuesta UCN, por consenso, se acuerda distribuir las cuentas de acceso al monitoreo vía web de la biomasa de algas pardas de la Región de Atacama, con los usuarios que indican a continuación: UCN, CCTB, CMAP Atacama, Subpesca nivel central y GORE Atacama.
- Adicionalmente se acuerda trabajar en materiales de difusión para el borde costero de la Región de Atacama con apoyo de la Consultora CESSO.

Siendo las 18:23 horas, se finalizó la sesión ordinaria N°06/2021 del Comité de Manejo.



JOVANKA RENDIC VELIZ
Presidenta Comité Manejo de Algas Pardas de la Región de Atacama

Lista de Asistencia:

Institución/Cargo	Titular	Suplente
SUBPESCA	Jovanka Rendic	Yasna Mattos
SERNAPESCA	Guillermo Mery	Alfonsina Fedo
DIRECTEMAR	AUSENTE	AUSENTE
1º Cargo... Sector Artesanal (III Región/Chañaral)	LUIS CORTES	AUSENTE
2º Cargo Sector Artesanal (Chañaral)	AUSENTE	FALLECIDO

Anexo 12 – Registro de Asistencia a Taller de Avance



Universidad
Católica del Norte



LISTA ASISTENCIA

PROYECTO FIC-R BIP 40013671

"Monitoreo vía Web de biomasa y distribución de algas pardas"

Fecha: 1-Dic-21

Hora: 11 AM

Lugar: TOTORAL - PROV. COPIAPO'

Nombre	Institución	Firma
SALME VILLALBA IRIARTE	COPESAN	
JULIO MASSO SALM	CASTILLA	
JUANICA BENDIC	DIRECCIONAL SUBPESCA	
Pablo Lobos	JITE - DIFOP - GEECHU	
RENÉ ALVAREZ	CARRIC BATO CAP	
Jaina Mattos Goyardo	Subpesca	
MARINA AHUMADA SEGUNIA	SECRETARÍA S. LOS POZO	

Anexo 13 – Registro de Asistencia Capacitación a Usuarios en el uso del SIG Web



Universidad
Católica del Norte



LISTA ASISTENCIA

PROYECTO FIC-R BIP 40013671

"Monitoreo vía Web de biomasa y distribución de algas pardas"

Fecha: 27-12-2021

Hora: 10:30 AM

Lugar: HOTEL ATACAMA SUITES - COPIAPO

Nombre	Institución	Firma
JUANCA REUSIC VELIZ	SubZESCA	
Rubén Olgún Cabezas	Chañaral Alguero	
Carlos IBACACHE ALVAREZ	Chañaral Alguero	
Rubio Jelsos	Coel Alguero	
Roberto Veliz	U.C.N. Copiapo	
EDUARDO MANZANO M.	UCN.	

Anexo 14 – Invitación I Congreso Regional de la Pesca Artesanal y la Acuicultura de Atacama



INVITACION I CONGRESO REGIONAL DE LA PESCA ARTESANAL Y LA ACUICULTURA DE ATACAMA



MIGUEL VARGAS CORREA, Gobernador de la Región de Atacama, saluda cordialmente a Ud., y tiene el agrado de invitarlo al “Primer Congreso Regional de la Pesca Artesanal de Atacama”. Esta iniciativa tiene como finalidad que las Organizaciones de la Región puedan debatir con expertos a Nivel Nacional y Autoridades del Sector Pesquero, las necesidades del sector.

El evento se realizará los días 7 y 8 de enero 2022 en dependencias de la Escuela Manuel Orella Echanez Caldera, ubicada en Los Gladiolos #307, Caldera, Atacama.

Viernes 7 de enero de 14:00 a 18:30hrs.

Sábado 8 de enero de 08:30 a 17:00hrs.

Agradecemos y esperamos contar con su valiosa presencia, que dará mayor realce a esta actividad.

S.R.C: mvcortes@goreatacama.cl (wasp: +56930585793)

UCN Sr. Eduardo Manzano (invitación es personal e intransferible)



Anexo 15 – Registro de Asistencia al Taller de Cierre



Universidad
Católica del Norte



LISTA ASISTENCIA

PROYECTO FIC-R BIP 40013671

"Monitoreo vía Web de biomasa y distribución de algas pardas"

TALLER DE CIERRE

Fecha: 17/01/2021

Hora: 10³⁰ hrs

Lugar: Hotel Atacama Suites Copiapo

Nombre	Institución	Firma
Roberto Veliz	U.C.N	
Alicandro Dal Janto	IFOP	
Alfonsina Fede	Sernapesca	
Claudia Loro	Sernapesca	
Claudio Doreggio	Diplade - Eore	
Nivaldo Guante G	GORE Atacama	

Anexo 16 – Evaluaciones de Sensefly a participantes



Evaluación Capacitación



FONO: 942385693

Nombre: *ÁLVARO PACHECO HOBGES* Puntaje Obtenido: *115*
Empresa: *UCN (UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL NORTE)*
Fecha: jueves, 19 de diciembre de 2019

Introducción: La prueba consta de 13 preguntas divididas en: 9 de selección múltiple, 3 de desarrollo y 1 de planificación práctica. Cada una de estas preguntas tiene un puntaje total de 10 puntos si la respuesta es correcta, si la respuesta se encuentra incompleta, se asignará la mitad del puntaje y en caso de ser incorrecta, no tiene puntaje.

Tiene 45 minutos para resolver esta prueba.

Se considera aprobado con un 60% (78 puntos), del puntaje total (130 puntos).

Preguntas de selección múltiple:

1- Los equipos ala fija, se deben despegar y aterrizar:

- a) A favor del viento.
- b) Contra el viento.
- c) Debo despegar obligatoriamente sin viento.
- d) En caso que tengo obstáculos contra el viento, puedo despegar con viento de cola.

2- ¿A qué distancia máxima puedo volar el equipamiento para poder mantener la garantía?

- a) 4,5 km de distancia.
- b) Al máximo de distancia que permita el módem de tierra.
- c) 3 km como máximo.
- d) 8 km de distancia, agregando un potenciador de señal.



3- Considerando las siglas que maneja eMotion 3, AED: Above Elevation Data (sobre el dato de elevación del mapa), ATO: Above Take Off (sobre el punto de despegue), AMSL: Above Mean Sea Level (sobre el nivel medio del mar), **El tipo de vuelo más típico es:**

- a- Los puntos de despegue y aterrizaje se programan ATO y el plan de vuelo en AED.
- b- Los puntos de despegue y aterrizaje se programan en AED y el plan de vuelo en AMSL.
- c- Da igual la altura de despegue y aterrizaje, pero el plan de vuelo si o si se debe programar en altura ATO.
- d- Volar el plan de vuelo en altura fija es lo más seguro para evitar colisiones con los cerros colindantes.

4- El dron vuelve al punto home (aterrizaje) de forma automática si (puede seleccionar más de una alternativa):

- a- La cámara deja de funcionar.
 - b- Si se pierde la comunicación entre el computador y dron por "x" segundos.
 - c- Si la cantidad de luz solar afecta la exposición de las imágenes.
 - d- Si reconoce que el dron está volando a menos de 60 metros sobre el suelo.
- 5- Los puntos de despegue y aterrizaje, junto con el plan de vuelo, no se puede modificar una vez despegado el equipo:

- a- Verdadero.
- b- Falso.

6- El sensor de altura, para el aterrizaje, se puede desactivar cuando:

- a- Cuando del total del circuito de aterrizaje (180 m) una sección, normalmente la más alejada, se encuentra "en el aire", tipo banco minero.
- b- Siempre se debe desactivar.
- c- Debe estar constantemente activado para mantener la garantía del equipo.
- d- Se debe desactivar dependiendo de la experiencia del operador.

Justifique su respuesta: *PORQUE EL DRON BAJA EN BUSCA DE UN PISO COMO REFERENCIA DE ALTURA.*





7- Las coordenadas asignadas en la geo-etiqueta a la imagen, tienen el siguiente formato:

- a- Coordenadas locales según la mina en la que se voló el equipo.
- b- Coordenadas UTM, zona 19 o 18 sur según la locación geográfica en que se vuela.
- c- Latitud, longitud y altura nivel medio del mar.
- d- Latitud, longitud y altura elipsoidal.

8- ¿Hasta qué momento puedo abortar el aterrizaje?

- a- Lo puedo abortar durante todo el momento del aterrizaje.
- b- Solo en los primeros 30 metros del aterrizaje.
- c- Antes de que "pierda sustentación", siendo este el momento antes de tocar tierra.
- d- No se puede abortar el aterrizaje, porque se pierde la garantía.

9- Con respecto al lanzamiento manual al momento del despegue, la secuencia correcta es:

- a- Se enciende el dron con 3 sacudidas, una vez que el led del tubo pitot parpadea verde lanzo en 30°.
- b- Se enciende con 5 sacudidas e inmediatamente lo lanzo sin importar la dirección del viento.
- c- Se enciende el dron con el comando "Go to home" en el computador y luego se lanza en 45°.
- d- Se enciende el dron con 3 sacudidas, la luz parpadea azul, luego comienza a parpadear verde, inclino el equipo en 45 grados y lanzo contra el viento.



Preguntas de desarrollo:

10- ¿Qué es el tubo de pitot y para qué sirve en un dron senseFly?

ES UN SENSOR DE MEDICIÓN DE VELOCIDAD RELATIVA DEL DRON. (BASADO EN LA VELOCIDAD DEL VIENTO)

11- ¿Qué hago si se apaga el computador?

ESPERAR 30 SEGUNDOS A QUE EL DRON VUELA AL HOME (YA QUE NO TIENE COMUNICACIÓN CON EL SOFTWARE DE VUELO)

12- ¿Qué puedo hacer si la batería no alcanzará para completar la misión de vuelo?

EL AVIADOR AL RECONOCER QUE TIENE UN 25% DE BATERÍA CARGADA VUELA SOLO AL HOME; SE CAMBIA LA BATERÍA Y SE DESPEGA NUEVA VEZ EL AVIADOR PARA QUE COMPLETE LA MISIÓN.

Planificación de vuelo:

13- Según el archivo kml entregado, planifique la misión en el polígono completo, considere un GSD de 6 cm y responda:

- a- ¿Cuánto es el tiempo de vuelo solo del bloque? BLOQUE 1 = ~~7:21~~ ~~7:30~~ 08:4
- b- ¿Cuánto es el tiempo de vuelo considerando despegue y aterrizaje? 11:33
- c- ¿Cuántas baterías necesitaré para levantar el polígono completo? 01 BATERÍAS
- d- Si por alguna razón, el equipo debe aterrizar antes de terminar la misión, ¿desde dónde retoma este el levantamiento? DESDE DONDE DEJÓ LA MISIÓN QUE ESTÁ EN CORCURA.

Nombre: EDUARDO MANZANO M.

Puntaje Obtenido: 95

Empresa: UCN.

Fecha: jueves, 19 de diciembre de 2019

Introducción: La prueba consta de 13 preguntas divididas en: 9 de selección múltiple, 3 de desarrollo y 1 de planificación práctica. Cada una de estas preguntas tiene un puntaje total de 10 puntos si la respuesta es correcta, si la respuesta se encuentra incompleta, se asignará la mitad del puntaje y en caso de ser incorrecta, no tiene puntaje.

Tiene 45 minutos para resolver esta prueba.

Se considera aprobado con un 60% (78 puntos), del puntaje total (130 puntos).

Preguntas de selección múltiple:

1- Los equipos ala fija, se deben despegar y aterrizar:

- a) A favor del viento.
 - b) Contra el viento.
 - c) Debo despegar obligatoriamente sin viento.
 - d) En caso que tengo obstáculos contra el viento, puedo despegar con viento de cola.
- NO

2- ¿A qué distancia máxima puedo volar el equipamiento para poder mantener la garantía?

- a) 4,5 km de distancia.
 - b) Al máximo de distancia que permita el módem de tierra.
 - c) 3 km como máximo.
 - d) 8 km de distancia, agregando un potenciador de señal.
- NO



3- Considerando las siglas que maneja eMotion 3, AED: Above Elevation Data (sobre el dato de elevación del mapa), ATO: Above Take Off (sobre el punto de despegue), AMSL: Above Mean Sea Level (sobre el nivel medio del mar), **El tipo de vuelo más típico es:**

- a- Los puntos de despegue y aterrizaje se programan ATO y el plan de vuelo en AED.
- b- Los puntos de despegue y aterrizaje se programan en AED y el plan de vuelo en AMSL.
- c- Da igual la altura de despegue y aterrizaje, pero el plan de vuelo si o si se debe programar en altura ATO.
- d- Volar el plan de vuelo en altura fija es lo más seguro para evitar colisiones con los cerros colindantes.

X 0

4- El dron vuelve al punto home (aterrizaje) de forma automática si (puede seleccionar más de una alternativa):

- a- La cámara deja de funcionar.
 - b- Si se pierde la comunicación entre el computador y dron por "x" segundos.
 - c- Si la cantidad de luz solar afecta la exposición de las imágenes.
 - d- Si reconoce que el dron está volando a menos de 60 metros sobre el suelo.
- 5- Los puntos de despegue y aterrizaje, junto con el plan de vuelo, no se puede modificar una vez despegado el equipo:

/ M

- a- Verdadero.
- b- Falso.

X 0

6- El sensor de altura, para el aterrizaje, se puede desactivar cuando:

- a- Cuando del total del circuito de aterrizaje (180 m) una sección, normalmente la más alejada, se encuentra "en el aire", tipo banco minero.
- b- Siempre se debe desactivar.
- c- Debe estar constantemente activado para mantener la garantía del equipo.
- d- Se debe desactivar dependiendo de la experiencia del operador.

/ M

Justifique su respuesta:

EL DRON BATA BUSCANDO UN PISO COMO REFERENCIA DE ALTURA.



7- Las coordenadas asignadas en la geo-etiqueta a la imagen, tienen el siguiente formato:

- a- Coordenadas locales según la mina en la que se voló el equipo.
- b- Coordenadas UTM, zona 19 o 18 sur según la locación geográfica en que se vuela.
- c- Latitud, longitud y altura nivel medio del mar.
- d- Latitud, longitud y altura elipsoidal.

8- ¿Hasta qué momento puedo abortar el aterrizaje?

- a- Lo puedo abortar durante todo el momento del aterrizaje.
- b- Solo en los primeros 30 metros del aterrizaje.
- c- Antes de que "pierda sustentación", siendo este el momento antes de tocar tierra.
- d- No se puede abortar el aterrizaje, porque se pierde la garantía.

9- Con respecto al lanzamiento manual al momento del despegue, la secuencia correcta es:

- a- Se enciende el dron con 3 sacudidas, una vez que el led del tubo pitot parpadea verde lanzo en 30°.
- b- Se enciende con 5 sacudidas e inmediatamente lo lanzo sin importar la dirección del viento.
- c- Se enciende el dron con el comando "Go to home" en el computador y luego se lanza en 45°.
- d- Se enciende el dron con 3 sacudidas, la luz parpadea azul, luego comienza a parpadear verde, inclino el equipo en 45 grados y lanzo contra el viento.



Preguntas de desarrollo:

10- ¿Qué es el tubo de pitot y para qué sirve en un dron senseFly?

- MEDIDOR (SENSOR) DE VELOCIDAD RELATIVA DEL DRON QUE CONSIDERA EL VIENTO.

11- ¿Qué hago si se apaga el computador?

- ESPERAR A QUE EL DRON VUELVA AL "HOME" YA QUE NO TIENE CONEXIÓN CON EL "MODEM" (ANTENA).

12- ¿Qué puedo hacer si la batería no alcanzará para completar la misión de vuelo?

EL DRON AL LLEGAR A 20% DE BATERÍA (APROX), ADVIERTE POR SOFTWARE, RETORNANDO DE MANERA AUTOMÁTICA. WEGO SE PUEDE COLOCAR BATERÍA CARGADA PARA CONTINUAR LA MISIÓN.

Planificación de vuelo:

13- Según el archivo kml entregado, planifique la misión en el polígono completo considere un GSD de 6 cm y responda:

- a- ¿Cuánto es el tiempo de vuelo solo del bloque? - 8.47 min
- b- ¿Cuánto es el tiempo de vuelo considerando despegue y aterrizaje? . 11.33 min
- c- ¿Cuántas baterías necesitare para levantar el polígono completo? 1 BAT.
- d- Si por alguna razón, el equipo debe aterrizar antes de terminar la misión, ¿desde dónde retoma este el levantamiento? . DESDE EL PUNTO (TIPO) QUE DETO LA MISIÓN.

Nombre: Roberto Veliz 988512655 Puntaje Obtenido: 100
 Empresa: UCV. ceqbe.
 Fecha: jueves, 19 de diciembre de 2019

Introducción: La prueba consta de 13 preguntas divididas en: 9 de selección múltiple, 3 de desarrollo y 1 de planificación práctica. Cada una de estas preguntas tiene un puntaje total de 10 puntos si la respuesta es correcta, si la respuesta se encuentra incompleta, se asignará la mitad del puntaje y en caso de ser incorrecta, no tiene puntaje.

Tiene 45 minutos para resolver esta prueba.

Se considera aprobado con un 60% (78 puntos), del puntaje total (130 puntos).

Preguntas de selección múltiple:

1- Los equipos ala fija, se deben despegar y aterrizar:

- a) A favor del viento.
- b) Contra el viento.
- c) Debo despegar obligatoriamente sin viento.
- d) En caso que tengo obstáculos contra el viento, puedo despegar con viento de cola.

2- ¿A qué distancia máxima puedo volar el equipamiento para poder mantener la garantía?

- a) 4,5 km de distancia.
- b) Al máximo de distancia que permita el módem de tierra.
- c) 3 km como máximo.
- d) 8 km de distancia, agregando un potenciador de señal.



3- Considerando las siglas que maneja eMotion 3, AED: Above Elevation Data (sobre el dato de elevación del mapa), ATO: Above Take Off (sobre el punto de despegue), AMSL: Above Mean Sea Level (sobre el nivel medio del mar), **El tipo de vuelo más típico es:**

- a- Los puntos de despegue y aterrizaje se programan ATO y el plan de vuelo en AED.
- b- Los puntos de despegue y aterrizaje se programan en AED y el plan de vuelo en AMSL.
- c- Da igual la altura de despegue y aterrizaje, pero el plan de vuelo si o si se debe programar en altura ATO.
- d- Volar el plan de vuelo en altura fija es lo más seguro para evitar colisiones con los cerros colindantes.



4- El dron vuelve al punto home (aterrizaje) de forma automática si (puede seleccionar más de una alternativa):

- a- La cámara deja de funcionar.
 - b- Si se pierde la comunicación entre el computador y dron por "x" segundos.
 - c- Si la cantidad de luz solar afecta la exposición de las imágenes.
 - d- Si reconoce que el dron está volando a menos de 60 metros sobre el suelo.
- 5- Los puntos de despegue y aterrizaje, junto con el plan de vuelo, no se puede modificar una vez despegado el equipo:



- a- Verdadero.
- b- Falso.



6- El sensor de altura, para el aterrizaje, se puede desactivar cuando:

- a- Cuando del total del circuito de aterrizaje (180 m) una sección, normalmente la más alejada, se encuentra "en el aire", tipo banco minero.
- b- Siempre se debe desactivar.
- c- Debe estar constantemente activado para mantener la garantía del equipo.
- d- Se debe desactivar dependiendo de la experiencia del operador.



Justifique su respuesta:

El dron baja, en busca de un piso de referencia de altura.



7- Las coordenadas asignadas en la geo-etiqueta a la imagen, tienen el siguiente formato:

- a- ~~Coordenadas locales según la mina en la que se voló el equipo.~~
- b- ~~Coordenadas UTM, zona 19 o 18 sur según la locación geográfica en que se vuela.~~
- c- Latitud, longitud y altura nivel medio del mar.
- d- Latitud, longitud y altura elipsoidal.

8- ¿Hasta qué momento puedo abortar el aterrizaje?

- a- Lo puedo abortar durante todo el momento del aterrizaje.
- b- Solo en los primeros 30 metros del aterrizaje.
- c- Antes de que "pierda sustentación", siendo este el momento antes de tocar tierra.
- d- No se puede abortar el aterrizaje, porque se pierde la garantía.

9- Con respecto al lanzamiento manual al momento del despegue, la secuencia correcta es:

- a- Se enciende el dron con 3 sacudidas, una vez que el led del tubo pitot parpadea verde lanzo en 30°.
- b- Se enciende con 5 sacudidas e inmediatamente lo lanzo sin importar la dirección del viento.
- c- Se enciende el dron con el comando "Go to home" en el computador y luego se lanza en 45°.
- d- Se enciende el dron con 3 sacudidas, la luz parpadea azul, luego comienza a parpadear verde, inclino el equipo en 45 grados y lanzo contra el viento.

Preguntas de desarrollo:

10- ¿Qué es el tubo de pitot y para qué sirve en un dron senseFly?

Medidor "sensor" de medición Velocidad Relativa del (Dron) basado en la Velocidad de Viento. ✓

11- ¿Qué hago si se apaga el computador?

- se espera que el dron, vuelva automáticamente al punto de despegue, 30 seg máximo este ~~se~~ vuelve. ✓

12- ¿Qué puedo hacer si la batería no alcanzará para completar la misión de vuelo?

- esperar que el equipo con 25% de carga
- automáticamente, el dron o dron vuelve y luego se hace el cambio de batería, para retomar el vuelo. ✓

Planificación de vuelo:

13- Según el archivo kml entregado, planifique la misión en el polígono completo, considere un GSD de 6 cm y responda:

a- ¿Cuánto es el tiempo de vuelo solo del bloque? Bloque 1, 21 seg. ✓

b- ¿Cuánto es el tiempo de vuelo considerando despegue y aterrizaje? 11.33 seg (Bloque 08.45) ✓

c- ¿Cuántas baterías necesitare para levantar el polígono completo? 1 ✓

d- Si por alguna razón, el equipo debe aterrizar antes de terminar la misión, ¿desde dónde retoma este el levantamiento? ✓

- Desde donde comenzo la Misión, Debe Retornar. ✓



Certifica que

Álvaro Pacheco Hodges

Ha completado satisfactoriamente el curso

Uso de Plataforma ArcGIS para Docentes

Realizado el septiembre 27 y 28 de enero de 2020, con un total de 16 horas.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "NRM", written over a faint background watermark of a globe.

Natalia Reyes Muñoz
Directora de Capacitación

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Virginia", written over a faint background watermark of a globe.

Virginia Behm Chang
Instructora

Santiago, enero 28 del 2019

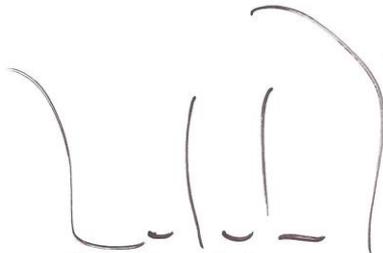
Certifica que

Eduardo Manzano Munizaga

Ha completado satisfactoriamente el curso

Uso de Plataforma ArcGIS para Docentes

Realizado el septiembre 27 y 28 de enero de 2020, con un total de 16 horas.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "NRM", written over a faint circular watermark.

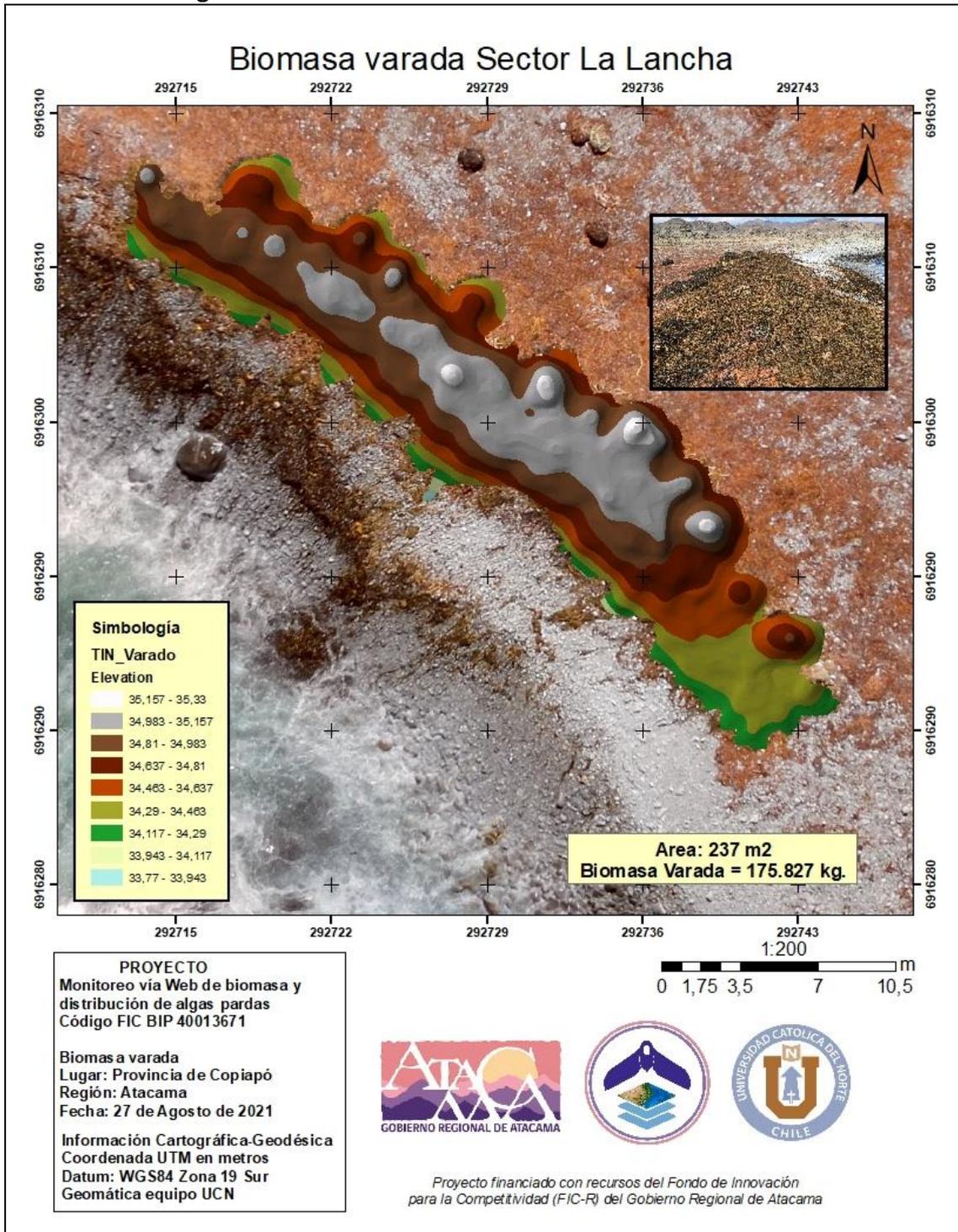
Natalia Reyes Muñoz
Directora de Capacitación

A handwritten signature in black ink, appearing to read "VBC", written over a faint circular watermark.

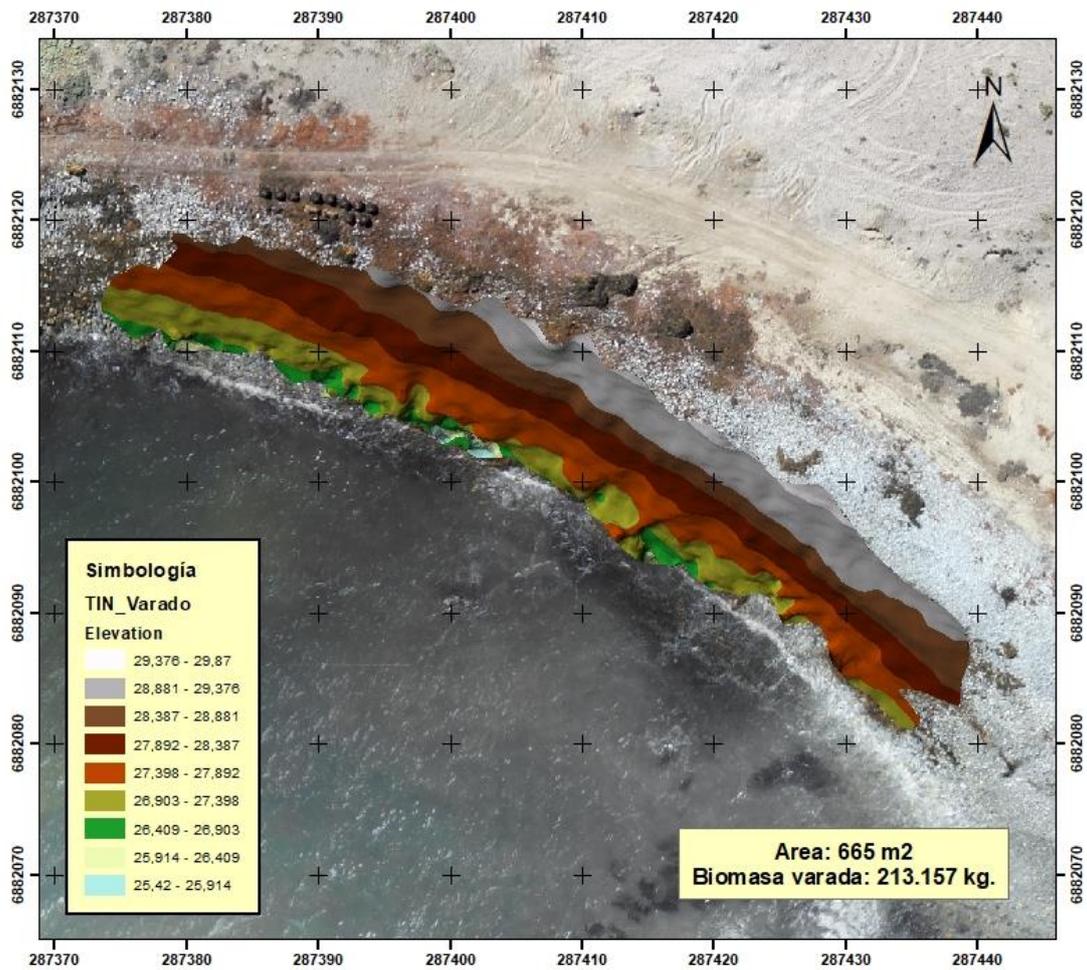
Virginia Behm Chang
Instructora

Santiago, enero 28 del 2019

Anexo 18 – Cartografía del recurso



Biomasa varada Sector Los Pozos



PROYECTO
Monitoreo vía Web de biomasa y
distribución de algas pardas
Código FIC BIP 40013671

Biomasa Varada
Lugar: Provincia de Huasco
Región: Atacama
Fecha: 27 de Agosto de 2021

Información Cartográfica-Geodésica
Coordenada UTM en metros
Datum: WGS84 Zona 19 Sur
Geomática Equipo UCN



Proyecto financiado con recursos del Fondo de Innovación para la Competitividad (FIC-R) del Gobierno Regional de Atacama