

Manual para Censo de Aves Playeras



Por: Julián García Walther, Brad Andres, Fernando Angulo y
Nathan Senner

Índice

PRIMERA PARTE – Planificación de los censos de aves playeras

1.1 Determinación de la cobertura de humedales y playas en su país	3
1.1.1 Determinando la extensión de las playas	3
1.1.2 Determinando la cobertura de los humedales	4
1.2 Planificación espacial	5
1.2.1 Determinando el área de estudio	5
1.2.2 Seleccionando y digitalizando las regiones	6
1.2.3 Seleccionando y digitalizando los sitios.....	7
1.2.4 Seleccionando y digitalizando los hábitats dentro de un sitio	7
1.2.5 Seleccionando sus transectos aleatorios.....	11
1.2.6 Preparando mapas para los censistas	11
1.2.7 Seleccionando los polígonos para censo en Zig-Zag	12
1.3 Convocando a los voluntarios	12
1.3.1 Organizando los talleres de entrenamiento	12

SEGUNDA PARTE – Implementando los censos (Protocolos de campo)

2.1 Selección de sitios	13
2.2 Hábitats a censar	13
2.3 Mapeo en campo de los hábitats a censar	14
2.4 Validación del uso del suelo y el hábitat.....	14
2.5 Contando a las aves	14
2.6 Capturando los datos	16
2.7 Consideraciones importantes	18

TERCERA PARTE – Analizando los resultados

Paso 1: Organización de la información	19
Paso 2: Obteniendo imágenes satelitales y haciendo un mosaico de ellas.	20
Paso 3: SIG – Cortando y preparando sus capas base.....	21
Paso 4: Percepción remota – Determinando la extensión del hábitat.....	22
Paso 5: Evaluación de precisión: ¿qué tan "buena" es su clasificación?	24
Paso 6: Extrapolaciones y intervalos de confianza.....	24
Paso 7: Resultados finales.....	26

Planificación de los Censos de Aves Playeras

1.1 DETERMINACIÓN DE LA COBERTURA DE HUMEDALES Y PLAYAS EN SU PAÍS

El primer paso para planificar sus censos es crear una descripción general del hábitat potencial disponible en su país para las aves playeras. El proceso implica estimar aproximadamente cuántos, dónde y que tan accesibles son los humedales costeros en su país. Hacer esto también le ayudará a obtener información sobre la extensión de playas rocosas y arenosas que hay sobre la línea costera. Puede parecer desalentador darse cuenta de que hay miles de kilómetros de playa y cientos de humedales, pero debe tener en cuenta que los censos están enfocados solo en la franja costera (máximo 5 km tierra adentro) y que solo una muestra de todos los humedales y playas será censada.

1.1.1 Determinando la extensión de las playas:

Usted deberá analizar mediante Google Earth cuántos kilómetros de playa rocosa, arenosa y estuarina hay en su país. Es posible determinar la extensión de playa en una etapa posterior a los censos, pero hacerlo de antemano le brindará muchas ventajas. Por ejemplo, mientras escanea y clasifica la línea costera en Google Earth, se encontrará con la mayoría de los humedales costeros y usted puede ir colocando un pin de ubicación, completando así la sección 1.1.2. La extensión de las playas será usada durante los análisis de los resultados (ver parte tres).

Durante el proceso de clasificación, los mejores resultados se obtienen usando [Google Earth pro](#), haciendo zoom en un segmento de playa, trazando una línea y clasificando manualmente el segmento de playa en una de las siguientes cuatro categorías:

- *Playa rocosa*: incluye playas de grava, cantos rodados y plataformas rocosas.
- *Playa arenosa*: incluye tramos continuos de playa de arena.
- *Playa estuarina*: incluye playas de arena que se extienden hasta 3 km a lo largo de la costa desde un estuario. Esto incluye barras de arena, desembocaduras de ríos y playas adyacentes a un estuario.
- *Hábitat inadecuado*: principalmente desarrollos urbanos sin playa, industria, acantilados, puertos, etc.

Esta tarea puede ser tediosa e involucra alrededor de una semana para clasificar completamente alrededor de ~3,000 km de costa con un nivel de precisión decente. Si la costa tiene largos tramos de playa arenosa o rocosa el proceso puede ser bastante rápido, pero debido a la irregularidad del terreno de algunas regiones geográficas, algunos sitios pueden tardar más tiempo en digitalizarse.

Producto final 1.1.1 Una carpeta de Google Earth con polilíneas que posteriormente podrás convertir (en Arcgis) en una sola línea con la costa clasificada. Esta capa le ayudará a estimar cuántos km de cada categoría de playa existen.

1.1.2 Determinando la distribución de los humedales:

Este es el siguiente paso antes de seleccionar los sitios para los censos. Al final de este proceso, usted deberá haber marcado en Google Earth los sitios potenciales más importantes utilizados por las aves playeras (estuarios, desembocaduras de ríos, planos intermareales lodosos, etc.). Este proceso le dará una idea general de cuántos sitios serán factibles de censar (debido a su ubicación y accesibilidad) y la cantidad de voluntarios que necesitará para realizar los censos.

Si ya determinó la extensión de sus playas, entonces ya debería haber escaneado toda la costa a través de Google Earth e identificado la mayoría de los sitios potenciales para las aves playeras. Si no ha determinado la extensión de sus playas, entonces la forma más fácil de localizar estos sitios es utilizando su inventario nacional de humedales (si existe). La mayoría de los inventarios vienen con un shapefile que puede superponerse sobre las imágenes de Google Earth. Si no hay un inventario disponible, otra opción es descargar una capa de ríos para su país y superponerla en Google Earth. La mayoría de los ríos que convergen en el océano tendrán un estuario o humedal asociado con hábitat potencial para las aves playeras. En cualquier caso, debe suponer que el inventario nacional estará incompleto y no incluirá pequeños estuarios y muchas de las desembocaduras de los ríos. Por ello, puede complementar su proceso de identificación de humedales consultando las siguientes opciones:

- Marcos de conservación internacionales: [Sitios RHRAP](#), [Sitios Ramsar](#), y [AICAS](#)
- Reportes de los censos de aves neotropicales
- Reportes técnicos de su país

- Opinión de expertos
- Técnicas de teledetección

La teledetección será la última opción a utilizar pero será la mejor técnica para detectar los humedales costeros remotos que no han sido identificados en alguna de las opciones anteriores. La técnica consiste en descargar imágenes de satélite Landsat o Sentinel disponibles gratuitamente y desplegarlas en Arcgis o QGIS. Estas imágenes incluyen una variedad de bandas espectrales que al utilizarse en una [combinación determinada](#), pueden ser útiles para diferenciar humedales de otros hábitats.

Producto final 1.1.2: Una carpeta de Google Earth con ubicaciones de punto de todos los sitios (idealmente) con hábitat potencial de aves playeras (estuarios, desembocaduras de ríos, planos intermareales, etc.).

1.2 PLANIFICACIÓN ESPACIAL DE LOS CENSOS.

El objetivo de esta sección es definir, con un enfoque jerárquico, el área donde se llevarán a cabo los censos. Usted deberá comenzar por definir un área de estudio; si esta es muy grande, deberá dividirla en regiones. Cada región contendrá un conjunto de sitios y dentro de cada sitio, seleccionará polígonos de los diferentes hábitats a censar y transectos de los diferentes tipos de playas que se van a censar (fig. 1). Crear todas estas capas de información de antemano le ayudará muchísimo con la planificación, la implementación de los censos y el análisis de resultados.

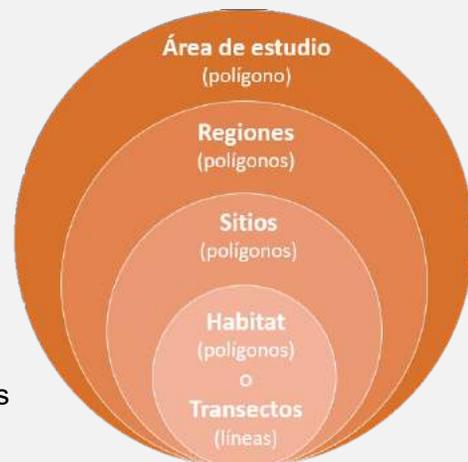


Figura 1. Utilice un orden jerárquico para organizar su información espacial de los sitios a evaluar.

1.2.1 Determinando el área de estudio

Ahora que se tiene una idea de la distribución espacial de los humedales y las playas disponibles para ser censadas, debe pensar en cuál será su área de estudio. Incluir toda la costa de su país sería el caso ideal. Sin embargo, esto podría no ser posible o necesario, ya que en algunas regiones no existe hábitat potencial para las aves playeras o ciertos lugares

podrían ser inaccesibles debido a la lejanía y falta de voluntarios capacitados en el área. En cualquier caso, la combinación de la cobertura de los humedales, el acceso a los sitios y la cantidad de voluntarios disponibles en la región determinará qué secciones del litoral cubrir.

En el caso de Chile, nuestra área de estudio se definió desde el extremo norte de Chile hasta el extremo sur de la isla de Chiloé. Hubiera sido ideal incluir todo el litoral, pero en base a la opinión de expertos y el análisis de teledetección, concluimos que: (1) los fiordos al sur de la isla de Chiloé serían complicados desde el punto de vista logístico y económico, (2) no habría suficientes voluntarios capacitados, y (3) es posible que estos sitios ni siquiera alberguen aves playeras.

Producto final 1.2.1 *Una capa de su área de estudio. Puede comenzar utilizando un shapefile con la línea costera de su país y modificarlo para que cubra solo su área de estudio.*

1.2.2 Seleccionando y digitalizando las regiones

Si su área de estudio es muy extensa, lo más probable es que necesite subdividirla en regiones. El fundamento detrás de la regionalización es el tomar en cuenta la variabilidad de los gradientes climáticos y de vegetación a lo largo del área de estudio. Esto es importante porque cada zona climática tiene vegetación específica que registra diferentes firmas espectrales que afectarán la clasificación de su hábitat en pasos subsecuentes y, en última instancia, sus estimaciones de aves playeras.

Para seleccionar regiones con características similares, puede superponer capas de SIG tales como (1) las zonas bioclimáticas y las unidades biogeográficas de su país (ej. Rivas-Martínez et. al 2011) (2) el shapefile de cobertura vegetal de su país y (3) las regiones administrativas de su país. El objetivo es encontrar las áreas costeras con la mayor similitud en términos de vegetación y por ende características espectrales. Una vez que haya definido un conjunto potencial de regiones, use las imágenes multibanda para corroborar si las características espectrales, es decir, la paleta de colores de la imagen, son más o menos uniformes en cada región. Usar las líneas administrativas de los estados o departamentos para dividir sus regiones es útil cuando estas divisiones se ajustan a los límites biogeográficos que usted ha definido.

Producto final 1.2.2: *Una capa (polígono) de su área de estudio subdividida en varias regiones representativas.*

1.2.3 Seleccionando y digitalizando los sitios:

En la sección 1.1.2 usted identificó la mayoría de los sitios potenciales para realizar los censos. Usando estas ubicaciones y Google Earth, ahora usted tendrá que digitalizar un polígono que cubra todo el sitio completo. En algunos casos, este será un pequeño humedal con límites bien definidos y en otros el polígono cubrirá un complejo de humedales con fronteras no muy claras. Use su juicio para digitalizar estos polígonos. **IMPORTANTE:** la configuración espacial de los humedales puede cambiar drásticamente con eventos climáticos como inundaciones y las estaciones del año. Al digitalizar, asegúrese de seleccionar las imágenes más actuales de Google Earth cercanas al mes en el que se realizaran los censos. Por ejemplo, si los censos se llevarán a cabo en febrero, entonces debe seleccionar imágenes \pm 1 mes de diferencia. Si no hay imágenes en esas fechas, también puede retroceder algunos años.

Al nombrar sus sitios, use una nomenclatura sencilla que vinculen su sitio con la región. Evite espacios, nombres largos, acentos o símbolos poco comunes ya que causen problemas durante los análisis de SIG. Trate de mantener un sistema de nomenclatura durante todo el estudio. Por ejemplo: A1RíoLluta (Región = A, Numero de sitio = 1, Nombre de sitio = RíoLluta). Esto es particularmente importante para evitar confusiones durante el manejo y análisis de datos.

También debería comenzar a pensar cuáles de estos sitios son factibles de censar. Tenga en cuenta que cada equipo podría tener que visitar varios humedales separados por muchos kilómetros el uno del otro y conducir decenas de kilómetros por día. Teniendo en cuenta estas consideraciones, intente incluir los humedales que se extienden a lo largo de una ruta lineal y, si hay muchos humedales para elegir, evite dar largos rodeos.

Producto final 1.2.3:

- *Una capa (polígono) con los límites de todos los sitios con hábitat potencial.*
- *Una lista de los sitios seleccionados para ser censados.*

1.2.4. Seleccionando y digitalizando los hábitats dentro de un sitio

En esta sección, usamos como ejemplo las categorías de hábitat utilizadas para los censos de Perú y Chile. Examine sus sitios (producto final 1.2.3) y evalúe si estas categorías concuerdan con los hábitats principales en la costa de su país. Si agrega categorías nuevas, es posible que deba asegurarse de que esas categorías tengan suficientes diferencias espectrales en las imágenes satelitales multibanda para poder ser clasificadas automáticamente en pasos subsecuentes.

A continuación, describimos el proceso para seleccionar polígonos y transectos en los hábitats sugeridos:

Playa de arena: Dibuje un transecto de 0.5 km paralelo a la costa (fig. 2). Tenga en cuenta que solo consideramos como playas arenosas aquellas NO adyacentes a un estuario.



Figura 2: Un hábitat típico de playa arenosa (izquierda). Un transecto de 0.5 km se digitaliza usando Google Earth (derecha).

Playa estuarina: Un transecto de 0.5 km paralelo a la costa. Estas son playas arenosas asociadas con la desembocadura de un río, delta o cuenca hidrográfica (fig. 3).



Figura 3: Un transecto de playa estuarina de 0.5 km en una barra de arena (izquierda). Imagen aérea de la desembocadura de un río (derecha).

Planos intermareales: La extensión de estos hábitats varía con las mareas. Usted debe digitalizar un polígono entre el área que cubre la marea más alta y la marea media. Generalmente, usted puede utilizar telescopios para censar grandes áreas de planos intermareales lodosos, sin embargo, mantenga el área del polígono de un tamaño práctico y realista (fig. 4).



Figura 4: Un polígono de una marisma intermareal durante la marea baja (izquierda). Un plano intermareal durante la marea baja (derecha).

Vegetación baja (vegetación emergente <0.5 m): Este es quizás el hábitat más complejo para detectar con técnicas de teledetección y para censar por dos razones: (1) no siempre se puede detectar el 100% de las aves presentes en este hábitat y (2) es difícil evaluar qué constituye “vegetación baja” dado que la firma espectral de vegetación baja puede ser similar a otros tipos de cobertura vegetal como los campos de agricultura.

Para abordar el primer problema, usted deberá dibujar polígono(s) de 100 x 400 m sobre la vegetación cercana del humedal que usted considera como vegetación baja (fig. 5). Use su mejor criterio y las imágenes de Google Earth disponibles para apoyarse durante el proceso. Estos polígonos se utilizarán en la sección 1.2.7 para calcular un coeficiente de detectabilidad y corregir sus conteos. Para lidiar con el segundo problema, trate de seleccionar polígonos que cubran parches homogéneos de vegetación baja. El hábitat deberá validarse en el campo y, si es necesario censar un sitio diferente, se dibujará un nuevo polígono en un mapa mientras los observadores están en el sitio.



Figura 5: Dos parcelas de 100 x 400m en lo que parece ser vegetación baja. Una de esas parcelas se puede utilizar para realizar el doble conteo en zigzag (izquierda). Usted debe corroborar en el campo que la parcela sea efectivamente de vegetación baja (derecha).

Vegetación alta (vegetación emergente > 0.5 m): Se refiere a aquellos hábitats que incluyen vegetación > 0.5m de altura y todas las áreas cubiertas por vegetación arbórea (fig. 6). Las áreas de vegetación se delinearán en el mapa del sitio y asumiremos que la densidad de aves playeras es cero.



Figura 6: La vegetación alta es más fácil de detectar que la vegetación baja (izquierda); por lo general, no contiene un hábitat adecuado para aves playeras (derecha).

Agua somera (agua <0.5 m de profundidad): Principalmente asociado con humedales, bordes de ríos, estanques poco profundos y lagunas (fig. 7). Dibuja un polígono alrededor de una o más áreas de agua somera. Este hábitat se puede identificar por las diferentes

tonalidades en la profundidad del agua en las imágenes de satélite. Ten en cuenta que los niveles del agua pueden ser muy dinámicos y los límites de lo que se define como agua somera pueden cambiar drásticamente de la noche a la mañana, por lo que debe de corroborar los límites de su polígono en el campo.



Figura 7: Un ejemplo de un polígono de agua somera. Al igual que con la categoría de vegetación baja, usted debe validar el mapa durante los censos en campo

Costa rocosa: Dibuje un transecto de 0.5 km paralelo a la costa. Esta categoría incluye plataformas rocosas, playas de cantos rodados, playas de grava, etc. (fig. 8)

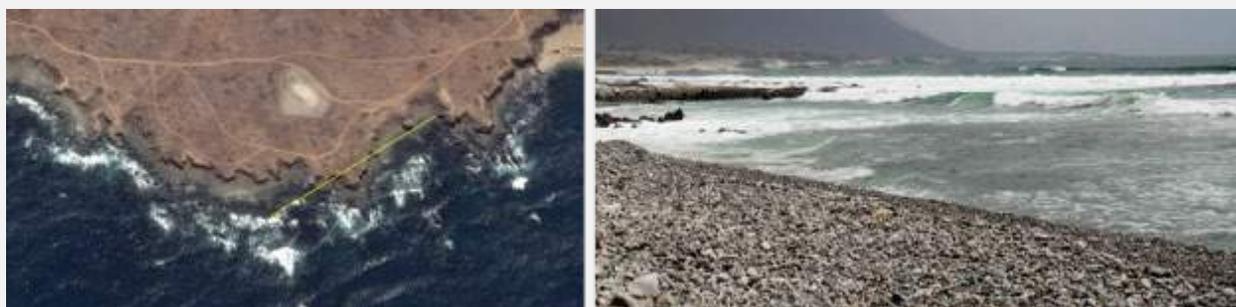


Figura 8: Es difícil diferenciar entre los diferentes tipos de costa rocosa en las imágenes de Google Earth (izquierda y derecha) por lo que todas las playas rocosas se clasificarán en una misma categoría de playa rocosa.

Agua profunda (agua > 0.5m de profundidad): Este también es un hábitat complicado para detectar por medio de teledetección porque la profundidad del agua puede variar con la estación. Además, los límites entre aguas someras y profundas pueden no ser muy evidentes. Si cuenta con imágenes multiespectrales, utilice las bandas con la combinación 7,5,3 (landsat 8) para resaltar las aguas profundas con tonos negros y azul oscuro (ej. canales profundos, el centro de grandes lagunas) (fig. 9).



Figura 9: El agua profunda corresponde a cualquier cuerpo de agua donde las aves playeras no pueden vadear. Una excepción son los falaropos que tienen la habilidad de nadar.

Producto final 1.2.4: Una capa con polígonos de todos los hábitats representativos que se censaran.

1.2.5 Seleccionando sus transectos aleatorios

Divida la línea costera de su país en segmentos de 0.5km de largo. Luego, asigne un número a cada segmento de playa arenosa y rocosa. Utilizando un generador de números aleatorios (por ejemplo, www.random.org), genere un conjunto de números que se puedan utilizar para elegir los segmentos aleatorios de playa rocosa y arenosa a censar. Asegúrese de elegir más segmentos de los que realmente puede censar, ya que algunos transectos pueden no ser accesibles.

Producto final 1.2.5 Una capa con todos los transectos aleatorios para el hábitat de las playas rocosas y arenosas a censar.

1.2.6 Preparando mapas para los censistas:

Utilizando el producto final 1.2.4, imprima mapas que incluyan los sitios a ser censados con cada tipo de hábitat delineados en colores diferentes. Estos mapas (fig. 10) hacen que sea más fácil para los equipos de observadores determinar qué partes del sitio deben ser evaluados y de esta manera registrar qué extensión de cada hábitat han censado.



Figura 10. Ejemplo de un sitio costero con los polígonos de los hábitats y transectos de las playas para ser censadas.

Producto final 1.2.6 Impresiones de mapas con los hábitats y transectos a censar delineados. Se le darán mapas a cada equipo.

1.2.7 Seleccionando los polígonos para censo en Zig-Zag

En etapas anteriores, usted ya ha predefinido polígonos de 100 x 400 m en hábitats de vegetación baja (sección 1.2.3). En cada sitio, debe seleccionar uno de esos polígonos para calcular un “coeficiente de detectabilidad”. Esto se hace caminando una línea recta a lo largo del polígono (por el lado de los 400m) contando todas las aves que usan el área. Luego, dos

observadores recorrerán el área en zigzag y registrarán las especies y el número de aves que son ahuyentadas mientras atraviesan el área (fig. 11). Este procedimiento solo debe hacerse una vez por sitio. En polígonos adicionales con vegetación baja, solo deberá censar por la parte exterior del polígono (para evitar la perturbación de las aves). El coeficiente de detectabilidad generado durante los dos conteos se puede usar para corregir conteos adicionales en este hábitat.

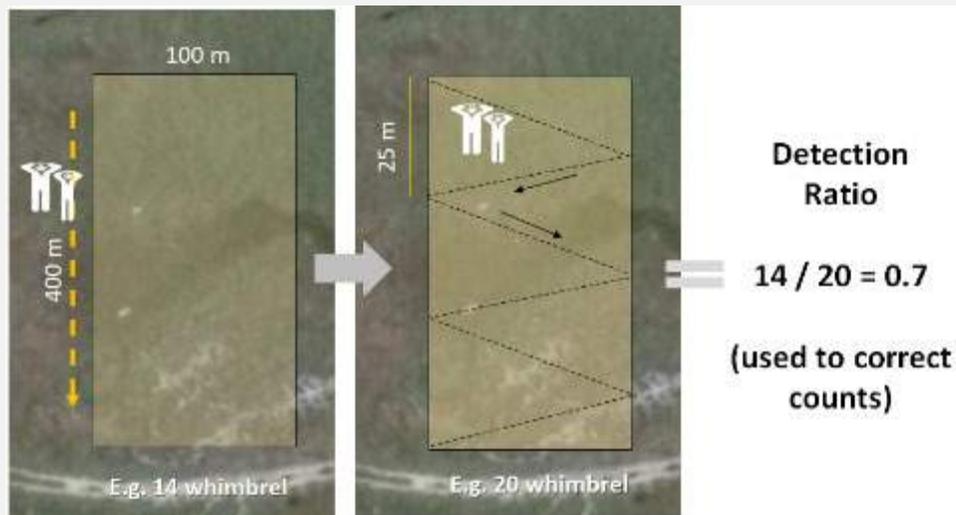


Figura 11. Procedimiento de doble conteo para calcular el coeficiente de detectabilidad.

Producto final 1.2.7 Un polígono con vegetación baja seleccionado en cada mapa para realizar censos en zig-zag.

1.3 CONVOCANDO A LOS VOLUNTARIOS

Uno de los objetivos de este proyecto es fomentar la ciencia ciudadana. Queremos el involucramiento de voluntarios con diferentes niveles de experiencia en la recopilación de datos sobre aves playeras. Tanto en Chile como en Perú, hemos utilizado diferentes medios para invitar a voluntarios a unirse a nuestras censos, incluidas las redes sociales, artículos en periódicos locales y colaboraciones con universidades locales. Cuantas más personas participen, ¡mejor!

1.3.1 Organizando los talleres de entrenamiento

Planifique organizar tantos talleres de capacitación de un día como sea necesario para preparar adecuadamente equipos de censistas. En Perú, realizamos tres talleres antes de los censos, uno para cada región. En Chile, hemos tenido menos, pero tuvimos líderes capacitados que luego viajaron a otras partes del país para posteriormente ayudar a capacitar a otros de manera más informal. Yo (Nathan) planearé ayudar con estos talleres en persona (si es posible).

Implementando los censos de aves

El siguiente protocolo fue desarrollado en base a hábitats localizados en Perú y Chile. Quizás sea necesario adaptar algunos de los protocolos para otro tipo de hábitats presentes en su país y que no fueron considerados en este protocolo.

2.1 Selección de sitios

Vamos a censar completamente un conjunto de sitios a lo largo de la costa. Adicionalmente, dentro de cada región geográfica censaremos un conjunto de segmentos de 0.5 km de playas arenosas y costas rocosas que serán usadas para estimar la densidad (individuos/km²) y el número total de aves playeras fuera de los humedales y estuarios. El promedio y las varianzas para los hábitats de playa arenosa y costa rocosa serán generados a través de estimadores de muestreo estratificado. Los totales y varianzas para las regiones y la costa completa serán la suma de los conteos completos en los sitios y los segmentos de playa censados (sensu Andres et al. 2009).

2.2 Hábitats a ser censados

Durante la fase de planificación, se han definido qué tipos de hábitats se evaluarán dentro de los polígonos que delimitan cada sitio y en las playas aleatorias. Cada tipo de hábitat tendrá un protocolo específico a seguir. Como ejemplo de Chile, se evaluaron los siguientes hábitats:

- ✓ Playa arenosa
- ✓ Playa estuarina
- ✓ Costa rocosa
- ✓ Planos intermareales lodosos
- ✓ Vegetación baja (vegetación emergente <0.5 m)
- ✓ Vegetación alta (vegetación emergente > 0.5 m)
- ✓ Aguas someras (agua <0.5m de profundidad)
- ✓ Aguas profundas (agua > 0.5 m de profundidad)

2.3 Mapeo en campo de los hábitats a censar

El mapeo en campo consiste en utilizar los mapas de hábitats impresos que se les proporcionó a cada equipo (producto final 1.2.6). Debido a que sus mapas se basaron en imágenes de satélite creadas antes de los censos, es MUY importante confirmar con exactitud que el hábitat y la extensión censada correspondan a la del mapa predefinido.

Para hacer esto, utilice el mapa para delinear con precisión el área censada y, si es posible, tome las coordenadas de GPS en algunas de las esquinas de un polígono censado. Después de los censos, mediremos las áreas censadas y no censadas para cada tipo de hábitat. Necesitamos ser lo más precisos posible sobre la extensión del área censada porque usaremos las densidades de aves para estimar el número de individuos que ocupan áreas no evaluadas dentro de los sitios.

2.4 Validación del uso del suelo y el hábitat

En cada hábitat estudiado, el equipo de observadores deberá reunir puntos de validación (preferiblemente más de uno). Esto lo ayudará a realizar una “evaluación de precisión” para comparar la clasificación del hábitat que se creará en la fase de análisis de resultados. Los puntos de validación le ayudaran a confirmar que tan realista es su clasificación. Para obtener puntos de validación, deberá descargar el app "[panorama 360](#)" en un teléfono Android.

El procedimiento es simple. Párese dentro del polígono censado. Abra la aplicación Panorama 360 y tome una imagen de 360 grados de un punto dado dentro del hábitat censado. Utilice la herramienta de ubicación y grabe la ubicación del GPS con la característica incorporada. La imagen debe nombrarse de acuerdo al sitio y el hábitat o uso de suelo a validar. Por ejemplo, BahiaYavaros-VegetacionBaja.

2.5 Contando las aves

Todos los tipos de hábitats en un sitio deben delinearse en un mapa. Los observadores deben actuar lo más rápido posible para minimizar el movimiento de las aves dentro del sitio. Esto dependerá de la densidad de las aves, pero una regla general es que los sitios deben censarse a una velocidad de aproximadamente 15 hectáreas por hora.

Los censos se deben realizar en marea ascendente o descendente (o, si es necesario, en marea baja) para minimizar el número de aves que descansan en áreas cercanas o adyacentes a los humedales. El período de censo óptimo es 1-3 horas antes o después de la marea baja (habrá tablas de mareas disponibles).

Solo las aves que están usando el área de los censos deben ser contadas. Es decir, aquellas que se alimentan activamente, descansan, nadan o se encuentran dentro de los límites del área estudiada (esto puede incluir aves que llegan al área inspeccionada durante el censo,

siempre y cuando no se hayan contabilizado previamente). Todas las aves que son identificables por género y que se ven fuera del área de conteo o sobrevolando deben ser contadas por separado.

A continuación, se describe los protocolos de conteo para cada hábitat:

Playa arenosa

Tome un punto de GPS al comienzo y al final de cada segmento de 0.5km. Camine el segmento designado de 0.5km y registre todos los individuos encontrados por especie que se encuentren usando el área. Las áreas censadas serán usadas para estimar la densidad y el total de individuos para todas las playas arenosas, en cada región costera.

Planos lodosos intermareales:

Abierto- Visibilidad amplia – Esta categoría hace referencia a planos lodosos intermareales o planos arenosos adyacentes a lagunas. Camine a través del plano o a un lado de este. Si no hay vegetación, pare cada 400m y cuente todos los individuos dentro de un radio de 200m. Este atento a grupos moviéndose entre dichos puntos o siendo empujados hacia delante del transecto de los observadores.

Abierto-Inaccesible – No serán censados. La densidad generada en áreas censadas será aplicada a las áreas inaccesibles dentro del sitio.

Vegetación baja:

Accesible – Se definirán previamente áreas de 100m x 400m en un mapa. Los observadores caminarán una línea recta a lo largo del borde del rectángulo (del lado de los 400m) y contarán todas las aves que usen el área. Después, dos observadores recorrerán el área por dentro en zig-zag. Ellos registrarán las especies y número de aves que puedan ser ahuyentadas mientras atraviesen el área.

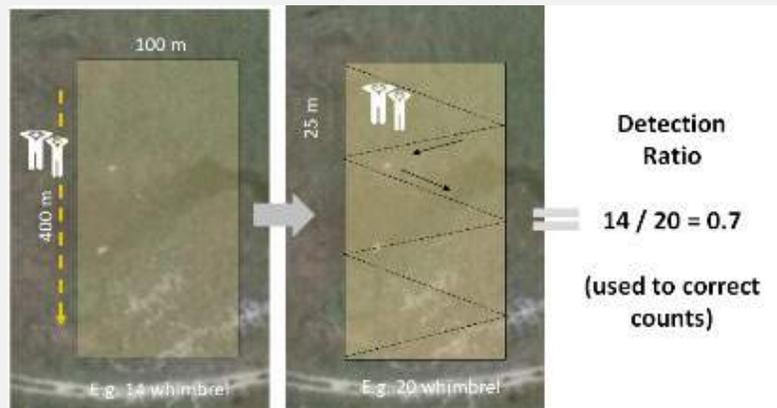


Figura 11. Metodología de doble conteo para estimar el coeficiente de detección y corregir los conteos de aves.

Inaccesible – La densidad obtenida en el método anterior se usará para determinar la densidad en las áreas no censadas dentro de un sitio.

Vegetación alta

Esto se refiere a aquellos hábitats que incluyen vegetación >0.5m de alto y todas las áreas cubiertas por vegetación arbórea. Las áreas con vegetación serán delineadas en el mapa del sitio y asumiremos que la densidad de aves playeras pequeñas es cero.

Agua somera

Sin Vegetación — Esto se refiere a todas las lagunas abiertas o áreas estuarinas que estén cubiertas permanentemente por <0.5 m de agua (i.e. no mareal), pero sin vegetación emergente. Estos sitios deben ser censados por un transecto directamente adyacente al hábitat y parando cada 400m para contar todos los individuos visibles dentro de 200m de distancia de la línea del transecto.

Con Vegetación — Esto se refiere a áreas cubiertas por <0.5 m de agua y poblada dispersamente por vegetación emergente. Estas áreas deben ser censadas caminando un transecto paralelo al hábitat y parando cada 400m para contar todos los individuos visibles dentro de una distancia de 200m de la línea del transecto. Luego debe usarse un círculo (Ej. un círculo de 200m de radio que rodee un punto censado) el cual debe caminarse por el centro para hacer un conteo de aves que sean espantadas (similar a los realizados en un área de vegetación baja). Esto proveerá un coeficiente de detección en áreas con vegetación.

Agua profunda

Esto se refiere a todos los hábitats de agua profunda en los cuales la profundidad del agua sea mayor a la cual un ave playera o vadeadora pequeña puede alimentarse (Ej. canales profundos, el centro de lagunas grandes). Los hábitats serán delineados en el mapa del sitio, pero se asume que la densidad de aves playeras o vadeadoras pequeñas es cero.

Costa rocosa

Tome un punto de GPS al comienzo y al final de cada segmento de 0.5 km. Camine el segmento delineado de 0.5Km y registre todos los individuos de cada especie que estén usando el área. Las áreas censadas serán usadas para estimar el total de aves en costa rocosa por región costera.

2.6 Capturando los datos

Utilizaremos el protocolo “*Censo Costero de Aves Playeras*” en eBird para toda la captura de datos que correspondan al censo. Todos los datos serán accesibles a través de Avian Knowledge Network (www.avianknowledge.net) donde debe buscar el protocolo correcto.

A continuación describimos los pasos necesarios para ingresar los datos del censo en el protocolo “*Censo Costero de Aves Playeras*”:

1. Visite el sitio web ebird.com
2. Regístrese en eBird, si no lo ha hecho antes.
3. Después de que se haya registrado, vaya al botón "Enviar sus observaciones"
4. Luego elija "encontrarlo en el mapa". Elija el departamento apropiado para su sitio censado (por ejemplo, Los Lagos, etc.) y luego su país en la pestaña "País". Hacer esto abrirá un mapa en el departamento elegido. Encuentre su sitio en el mapa e intente ubicar el punto en el lugar más exacto posible donde haya tomado los datos. Por favor, nombre el sitio **de la misma manera** que aparece en su mapa del sitio. No use hotspots preexistentes cuando envíe sus datos.
5. Una vez que haya identificado el sitio, pase a la página siguiente. Aquí encontrará el formato para el protocolo de censos costeros de aves playeras. En esta página, ingrese la extensión total del área que ha censado (en hectáreas) o, para cada playa o costa rocosa, la distancia total que ha caminado (kilómetros). Para la playa y la costa rocosa debe ingresar las coordenadas iniciales (GPS) del censo. Ingrese la hora de inicio, la duración del censo y el número de observadores presentes. Luego, elija el tipo de hábitat presente en el área del censo: debe ingresar una nueva lista (checklist) para cada hábitat diferente (polígono) que haya censado en un sitio. Además, debe ingresar una lista por separado que incluya a las aves que sobrevolaron el área, pero que no se encuentren dentro del área censada. Finalmente, en la parte inferior de la página hay una sección de comentarios. En esta sección, debe escribir todas las coordenadas de GPS que delimitan este sitio (para un censo de playa, las coordenadas de inicio y fin). También debe incluir cualquier otra información de interés que pueda ayudar más adelante al hacer el análisis de los datos (p. Ej., automóvil transitando en la playa durante el censo y asustando a las aves).
6. Cuando haya completado esta página, pasará a la siguiente sección que contiene la lista de todas las aves potenciales en el sitio censado. Aquí puede ingresar el número exacto de especies contabilizadas en su sitio: recuerde que las aves que sobrevolaron el área deben incluirse en una lista separada.
7. Para aquellas áreas donde se realizan dos conteos en zig-zag (por ejemplo, vegetación baja), debe ingresar las aves que observa desde el transecto a lo largo del borde del hábitat en el apartado junto al nombre de cada especie. Luego, al lado del nombre de cada especie, también verá el botón "agregar detalles". Presione esto y, en la sección de notas, agregue la cantidad de individuos vistos mientras realiza el transecto 'en zigzag' a través del área del censo.
8. Después de ingresar el número para el segundo transecto y presionar "enviar", irá a una página de resumen que incluye los números de todas las especies que ha ingresado, así como las notas para cada una. Asegúrese de verificar dos veces todos sus números para asegurarse de que sean correctos.
9. Cuando haya terminado presione "enviar". Si ha censado otros sitios o hábitats, regrese y comience nuevamente el proceso.

2.7 Consideraciones importantes

- a) Si en el transcurso del día debe censar varias áreas que están influenciadas por la marea, asegúrese de planificar su día para censar cada sitio entre \pm 1-3 horas en relación con la marea baja.
- b) Queremos enfatizar la importancia de marcar lo más preciso posible en sus mapas las áreas que fueron censadas en campo.
- c) Asegúrese de que los observadores solo estén contando las aves que realmente 'usan' un habitat. Las que sobrevuelan el área deberán ser contadas aparte.
- d) Asegúrese de ingresar checklists de los sitios en los cuales se observaron cero aves playeras también. ¡Los ceros son datos importantes!
- e) Si un sitio contiene múltiples secciones del mismo tipo de hábitat (p. ej., múltiples lagunas de aguas someras), es importante tratar de censar al menos dos de estas secciones separadas para determinar la variación que existe dentro de un sitio y la cantidad de aves que usan cada tipo de hábitat.

Realizando los análisis de datos

En esta sección, se proporciona una descripción general de los principales pasos para realizar los análisis. Si reunió datos precisos y los organizó adecuadamente durante las fases anteriores, debería haber evitado muchos problemas potenciales en los pasos siguientes.

Paso 1: Organización de la información – Reunir los datos espaciales y de EBIRD en un solo set de datos.

Después de haber realizado los censos en campo, confirme que todos los líderes de equipo hayan subido los datos en el portal de ebird y entregado otros materiales tales como los mapas de campo y las imágenes de validación del uso de suelo y cobertura vegetal (fotos panorámicas de 360 °).

Una vez que todos los datos relevantes se tengan a la mano, se integrarán en un solo set de datos. Comience por [descargar sus datos de ebird](#) en una hoja con formato .csv (excel). Este archivo es una "lista de vida" que contiene una compilación de todas las listas y observaciones de los censos de aves playeras generados desde 2010 (esto incluye los censos en Chile 2014 y Perú 2010/2014). Antes de tener un set de datos utilizables, tendrá que depurar los datos, dejando solo las observaciones pertinentes y agregando cierta información adicional.

Abra el archivo .csv en Microsoft Excel y use los filtros de Excel para:

- ✓ **Descartar las observaciones** realizadas fuera del país y fuera de las fechas de interés (por ejemplo, cualquier observación realizada en Chile y Perú o agregada durante las sesiones de capacitación o en censos anteriores).
- ✓ **Descartar especies que no son aves playeras.** Defina qué especies van a incluirse en los análisis, use los filtros de Excel y conserve solo las especies de aves playeras elegidas.

- ✓ **Marque observaciones de aves que no usaron el área** pero que fueron contadas sobrevolando o ubicadas fuera del área. Esto con el fin de que pueda asegurarse de excluirlas durante las extrapolaciones.
- ✓ **Incluir listas de aves con "0" aves.** Asegúrese de que los sitios que fueron censados pero que tenían "0" aves playeras estén incluidos en la base de datos de Excel (a menudo el líder del equipo se olvida de incluir listas que tenían 0 aves playeras).
- ✓ **Ingresar categorías de hábitats de manera consistente.** Asegúrese de que todas las categorías de hábitats sean consistentes en el conjunto de datos (por ejemplo, los observadores a menudo escriben "orilla del río" cuando esto podría significar "aguas someras", "aguas profundas" o incluso "vegetación baja")
- ✓ **Nombres de sitios consistentes.** Asegúrese de que sus polígonos de cada sitio, hábitat y transectos de playa coincidan con los nombres utilizados con sus datos SIG. Los nombres deben coincidir exactamente para lograr hacer una "unión espacial" entre sus datos espaciales y sus datos tabulados de Excel.
- ✓ **Comparar su set de datos finales** con nuestro set de datos ejemplo.

Hay otros datos que deberán calcularse y agregarse al set de datos:

- ✓ **Agregue la extensión del área** (en hectáreas) de cada polígono censado. Use sus mapas de campo para corroborar el área censada. Si las áreas son diferentes a las del mapa original, también deberá modificar su polígono en SIG. Algunas listas de eBird ya pueden tener datos de área; hay que corroborar que las unidades sean hectáreas.
- ✓ **Calcule el coeficiente de detección para cada especie en cada hábitat:** Durante los censos, los equipos hicieron un procedimiento de doble conteo (fig. 11) donde contaron aves por afuera de un polígono y luego las volvieron a contar mientras caminaban en un zig-zag dentro del polígono. Use estos resultados para calcular el coeficiente de detectabilidad por especie en cada hábitat censado (polígono).
- ✓ **Corrección de conteo de aves.** Utilizando los coeficientes de detección por especie y hábitat, corrija sus conteos de aves y contabilice las aves no detectadas en polígonos que fueron censados solo una vez.

Paso 2: Obteniendo imágenes satelitales y haciendo un mosaico de ellas.

Hay varias formas en las que puede [descargar imágenes Landsat](#) o [imágenes Sentinel](#) e innumerables tutoriales en YouTube y la web para hacerlo. Decida [cuál de los dos tipos de imágenes utilizará durante el estudio](#). Cada imagen satelital representa una "loseta" o una sección de una imagen más grande. Las losetas (imágenes satelitales) tienen en sus orillas, áreas de superposición con losetas adyacentes, lo que te permite unir las y formar un mosaico, es decir, una imagen de mucha mayor extensión a partir de varias imágenes. Usted deberá descargar todas las losetas que le den una cobertura completa de su área de estudio (Fig. 12). Es importante que las losetas elegidas tengan las siguientes características:

- ✓ Preferiblemente tienen las mismas fechas de adquisición.

- ✓ Las losetas no deben tener más de ± 1 mes de diferencia entre ellas y la fecha de su censo. Si no puede encontrar losetas adecuadas, regrese a 2018 o fechas anteriores y elija el mismo mes que las fechas de los censos.
- ✓ Las losetas deben estar libres de nubes y neblina (al menos en la costa inmediata).
- ✓ Si no puede encontrar todas las losetas con las mismas fechas, intente al menos tener las mismas fechas dentro de cada región.



Figura 12. Losetas cubriendo la costa peruana.

Después de que haya descargado y descomprimido todas sus imágenes Landsat, usted verá que cada loseta tiene diferentes bandas espectrales; estas necesitarán “apilarse”. En otras palabras, debe pasar de [tener bandas individuales a tener una imagen multibanda](#). Una vez que tenga su conjunto de losetas multibanda, puede proceder a crear un [mosaico completo](#) de su área de estudio.

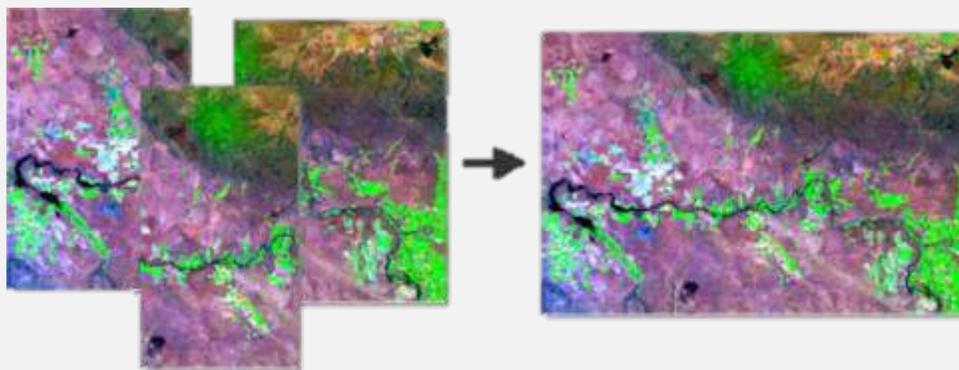


Figura 13. Un mosaico consiste en unir losetas adyacentes en una sola imagen.

Paso 3: SIG – Cortando y preparando sus capas base.

Tenga en cuenta que su mosaico requerirá una computadora con buen poder de procesamiento y bastante espacio en su disco duro (generalmente más de 5 Gb). Para ser más eficiente, se realizarán una serie de cortes para eliminar áreas no deseadas (como montañas) y para mantener solo las áreas de interés.

→ **Buffer de cinco kilómetros de la costa:** La idea es reducir el área de estudio en el mosaico, manteniendo exclusivamente la línea costera. Descargue un shapefile de las fronteras administrativas de su país. A continuación, conviértala de [polígono a polilínea](#) y borre todos los bordes que no forman parte de la costa. Deberías terminar teniendo una sola línea que representa la línea costera. Ahora use la herramienta de [creación de buffer](#) para crear un búfer de 5 km de cada lado de la costa.

Producto final 3.3.1 Un polígono de 5 km de ancho a la izquierda y derecha de la costa.

→ **Recorte el mosaico con el buffer de 5 km:** Use el buffer de 5 km para recortar el mosaico. Básicamente, está utilizando el búfer como un cortador de galletas.

Producto final 3.3.2 Una capa de tu mosaico con solo los primeros cinco kilómetros de la costa.

Use su capa "Regiones" (producto final 1.2.2) para recortar su mosaico de 5 km: Una vez que haya recortado su mosaico, ya no será tan "pesado" pero todavía querrá recortar aún más para hacer mas eficiente su trabajo. Utilice las capas de sus regiones y corte el producto final 3.3.2 para que pueda trabajar con cada región individualmente.

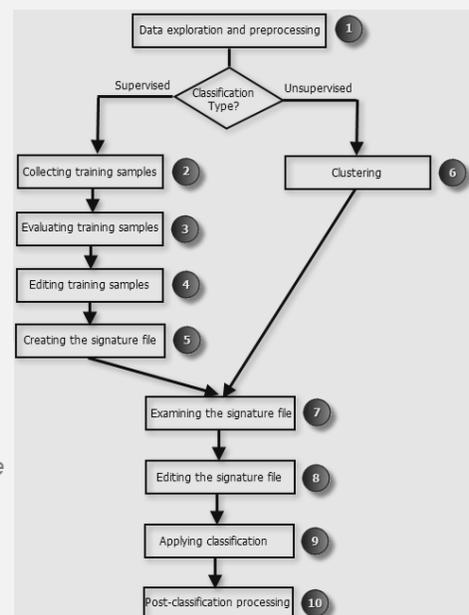
Producto final 3.3.3 Una imagen multibanda recortada con los limites de cada región de la costa hasta tierra firme.

Paso 4: Percepción remota – Determinando la extensión del hábitat

A partir de este punto, debe comprometerse a utilizar un único programa de SIG, ya sea QGIS o ArcMap. La metodología que se muestra aquí se basa en ArcMap, pero las mismas herramientas se encuentran en QGIS, aunque con diferentes nombres. No entraré en muchos detalles metodológicos, sino que lo guiaré a través de una descripción general de los pasos generales (fig. 14) y le proporcionaré enlaces a las referencias.

Como mínimo, debe revisar el siguiente [artículo](#) completo y también ver un par de videos tutoriales para familiarizarse con las

Figura 14. El flujo de trabajo estándar del proceso de clasificación de imágenes utilizando herramientas de percepción remota.



técnicas de clasificación de usos de suelo. Este es el componente de los análisis que le llevará más tiempo porque deberá asegurarse de que esté creando una clasificación de hábitat precisa. A continuación, los números entre () se basan en el flujo de trabajo de la figura 14.

El proceso de clasificación de hábitats explicado brevemente.

En los pasos anteriores, usted exploró y procesó sus datos (1). Ahora comenzará a clasificar cada región, una a la vez.

Puede comenzar por realizar una clasificación rápida no supervisada (6) para identificar hábitats problemáticos y para tener una idea de qué zonas de cobertura vegetal tienen características espectrales similares. Luego, comenzará su clasificación Supervisada. Para ello, deberá [recopilar polígonos de entrenamiento](#) (2) o, en otras palabras, ejemplos de cada hábitat de interés que se utilizará para entrenar al algoritmo que clasificará toda la región automáticamente (Fig. 15).

Para asegurarse de que sus polígonos de entrenamiento sean de buena calidad y representativos de cada hábitat, los polígonos deberán evaluarse (3) con un [conjunto de herramientas visuales](#) que le ayudarán durante el proceso (fig.16). Con base en esas evaluaciones, los polígonos de entrenamiento podrían necesitar ser re-editados (4) hasta que obtenga muestras que representen cada hábitat deseado y que estén espectralmente separadas entre sí.

Una vez que haya finalizado la selección de sus polígonos de entrenamiento, se usarán para crear una firma espectral (5) que se utilizará para ejecutar el algoritmo “Maximum likelihood”. El resultado de este proceso será una imagen clasificada de su región de interés (fig. 17).

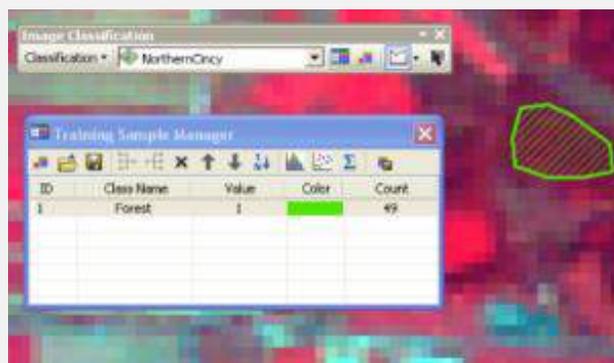


Figura 15. La herramienta para generar polígonos de entrenamiento está diseñada para ayudarle a coleccionar polígonos de entrenamientos de calidad.

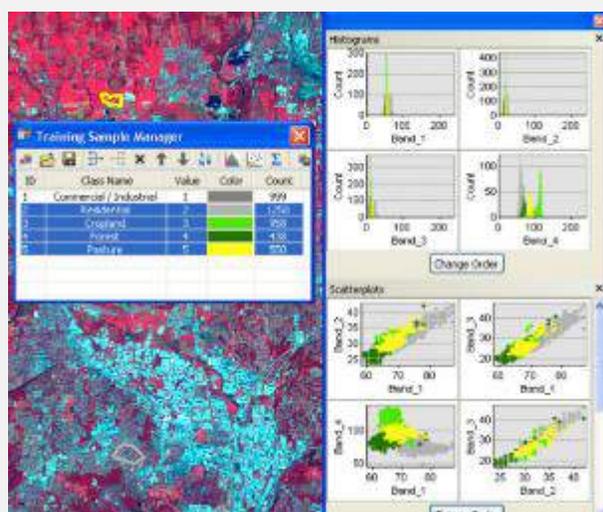


Figura 16. Usa los diagramas de dispersión y los histogramas para evaluar cuán distintas son las clases elegidas entre sí. Las clases no deben superponerse entre sí.

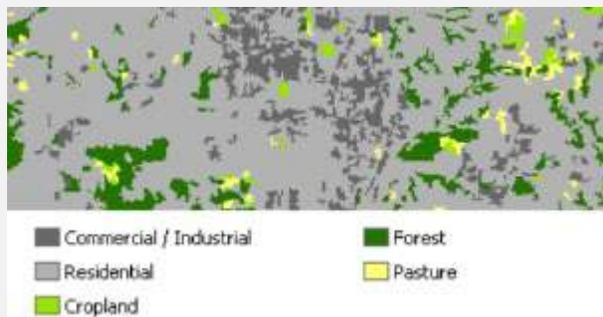


Figura 17. El producto de una imagen clasificada.

Post-procesamiento de la clasificación

Es probable que su clasificación no sea perfecta, debido a píxeles mal clasificados y ciertas áreas problemáticas. Para mejorar la clasificación, existe un flujo de trabajo simple que le ayudará a [manejar píxeles mal clasificados](#) con un cierto grado de precisión.

- ✓ **Filtrado la clasificación inicial** ([Herramienta de filtro de mayoría](#)): reemplaza los píxeles en función del valor de la mayoría en sus píxeles contiguos.
- ✓ **Suavizado de los bordes entre clase** ([herramienta para bordes](#)): se usa para limpiar bordes irregulares entre clases de hábitats.
- ✓ **Generalizado de la clasificación** ([herramienta de generalización](#)): este proceso elimina pequeñas regiones aisladas de una imagen clasificada.

El último paso de una clasificación es realizar una comprobación visual y una edición manual de grandes áreas mal clasificadas.

Paso 5: Evaluación de precisión: ¿qué tan "buena" es su clasificación?

Para proporcionar algunos datos cuantitativos sobre la [precisión de su clasificación](#), deberá realizar una evaluación de precisión de la misma. En pocas palabras, usted comparará su imagen clasificada con otra fuente de datos que se considere precisa. Usted ya ha recopilado en el campo muchos puntos (imágenes de 360°) que se pueden usarse para validar su clasificación. También puede agregar una matriz de puntos aleatorios y usar imágenes de alta resolución (Google earth) para interpretar el uso de suelo. Este proceso implica tres pasos:

- ✓ [Crear puntos de evaluación de precisión](#): crea una serie de puntos aleatorios para la evaluación de precisión posterior a la clasificación.
- ✓ [Actualizar puntos de evaluación de precisión](#): actualiza la celda en la tabla de atributos para poder comparar puntos de referencia con la imagen clasificada.
- ✓ [Generar matriz de confusión](#): calcula una matriz de confusión que le proporcionará una precisión general entre el mapa clasificado y los datos de referencia.

Típicamente, una buena precisión se considera un 80% de precisión global o superior, donde el 80% representa el porcentaje de píxeles correctamente clasificados.

Paso 6: Extrapolaciones e intervalos de confianza

Una vez que haya completado su clasificación, puede calcular fácilmente cuántas hectáreas de aguas somera, vegetación baja, planos intermareales, etc. existen en cada región. Es importante calcular la extensión de cada hábitat por separado **dentro** de su "polígonos de sitios" y **fuera** de su "polígonos de sitios" porque las extrapolaciones deben hacerse por separado.

Las extrapolaciones son mucho más fáciles de realizar cuando los datos se tabulan como en el [set de datos ejemplo](#) porque todos los cálculos se realizan automáticamente en Excel.

Extrapolaciones en sitio:

En este paso, calculará cuántas aves estuvieron presentes en cada sitio durante los censos (fig. 18). Esto es importante porque cuando sus equipos censaron cada sitio, solo contaron las aves en una porción de cada sitio (polígonos censados). Por lo tanto, necesitamos estimar cuántas aves hay en las áreas no censadas dentro de cada sitio. Los límites de su sitio son los bordes del polígono que dibujó durante la fase de planificación.

Para calcular las extrapolaciones de los sitios, o cuántas aves de cada especie utilizaron los sitios dentro de una región determinada, necesitará dos piezas de información:

1. *Número de hectáreas de un hábitat dado* (que calculó usando su clasificación de hábitat).
2. *Sus estimaciones de densidad específicas*. Estas estimaciones de densidad se calcularon dividiendo los conteos de aves de cada hábitat censado por el área total del hábitat evaluado.

Luego utilice las densidades específicas para extrapolar la extensión de cada tipo de hábitat que no se censo dentro de un sitio. La estimación del número de aves encontradas en cada sitio se compone de la suma de los conteos reales y estas extrapolaciones.



Figura 18. Como ejemplo, los observadores censaron cuatro polígonos de *aguas someras* (azul), dos polígonos de *vegetación baja* (verde) y un transecto de *playa* (línea amarilla). Sabemos cuántas aves se encuentran en esas áreas, y usaremos esos conteos para crear estimaciones de densidad específicas (primera pieza del rompecabezas) para extrapolar al resto de los hábitats no censados dentro de un sitio. Entonces podemos estimar cuántas aves usan todo el sitio (polígono anaranjado).

Extrapolaciones regionales

Para sus extrapolaciones regionales, usted deberá crear las estimaciones regionales de densidad promediando las densidades específicas de cada sitio para una especie determinada en un hábitat particular en una región (Fig. 19). La densidad regional entonces se puede usar para extrapolar a los hábitats no censados detectados fuera de los límites del polígono del sitio visitado.

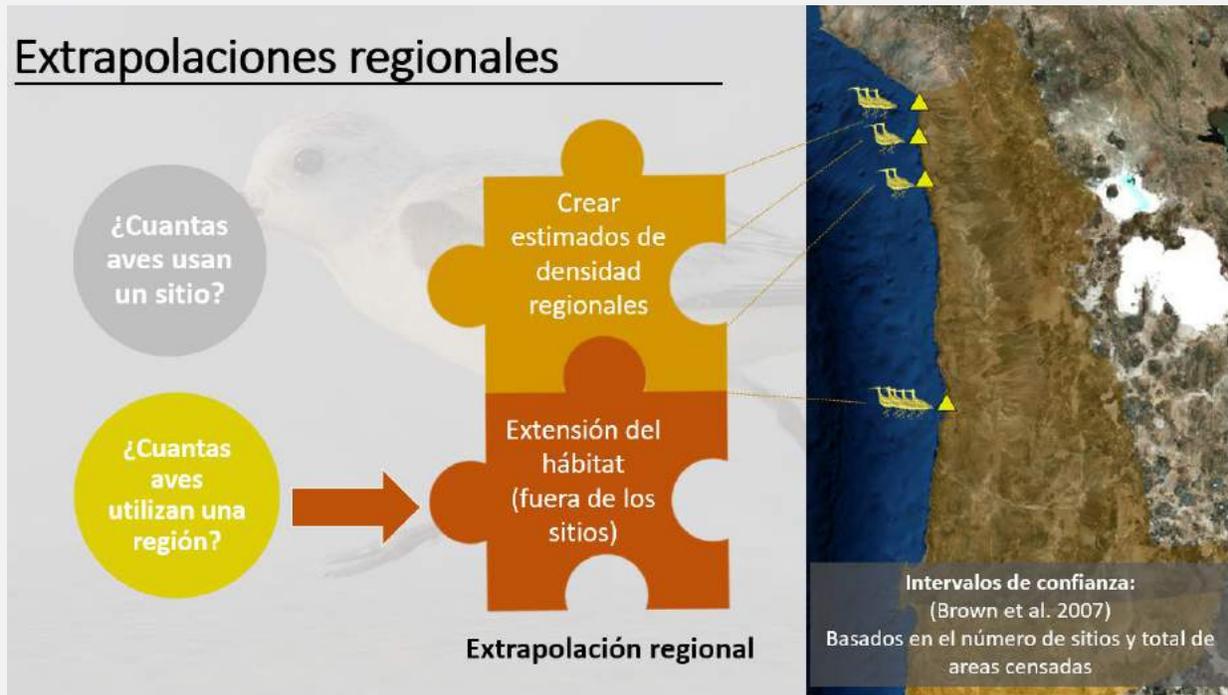


Figura 19. ¿Cuántas aves usan TODAS las áreas fuera de los sitios de nuestros censos en una región determinada? Promediamos nuestras estimaciones de densidad específicas de cada sitio para crear una estimación regional. Utilizamos la estimación regional por especie para extrapolar a todo el hábitat no censado fuera de nuestros sitios.

Para las estimaciones regionales, se construyeron intervalos de confianza al 95% a partir de la varianza de los sitios censados y los segmentos de playa seleccionados al azar (véase Brown et al., 2007). Consulte el set de datos ejemplo para estudiar la fórmula y crear sus intervalos de confianza.

Paso 7: Resultados finales

El paso final del análisis consiste en simplemente sumar todas las estimaciones de población de aves en sus regiones para estimar el número total de aves playeras en su área de estudio (fig. 20).



Figura 20. ¿Cuántas aves usan una región? Sumamos las aves estimadas *dentro de todos los sitios* y las aves estimadas *fuera de los sitios* en cada región. ¿Cuántas aves usan toda el área de estudio? Sumamos el total de las aves estimadas en cada región.

Referencias

- Andres, B. A., Johnson, J. A., Valenzuela, J., Morrison, R. I. G., Espinosa, L. A., & Ross, R. K. (2009). Estimating Eastern Pacific Coast Populations of Whimbrels and Hudsonian Godwits, with an Emphasis on Chiloé Island, Chile. *Waterbirds*, 32(2), 216–224.
- Brown, S., Bart, J., Lanctot, R. B., Johnson, J. A., Kendall, S., Payer, D., & Johnson, J. (2007). Shorebird Abundance and Distribution on the Coastal Plain of the Arctic National Wildlife. *The Condor*, 109(1), 1–14.
- García-Walther, J., Senner, N. R., Norambuena, H.V. & F. Schmitt (2017). Atlas de las aves playeras de Chile: Sitios importantes para su conservación. Universidad de Santo Tomás. Santiago, Chile. 274 Pp. [Available here](#).
- Senner, N. R., & Angulo Pradolongo, F. (2014). *Atlas de las aves playeras del Perú. Sitios importantes para su conservación*. Lima, Peru: Minam. [Available here](#).