

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS
ESCUELA DE CIENCIAS GEOGRÁFICAS

**DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO GEÓGRAFO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**"APLICACIÓN DE UN MODELO PREDICTIVO DE
OCURRENCIA DE SITIOS DE ANIDACIÓN Y
DORMIDEROS DEL CÓNDOR ANDINO (*Vultur gryphus*)
COMO APORTE A LA CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE
EN EL ECUADOR"**

Ignacio Sebastián Dávalos Sánchez

Director: Andrés Merino-Viteri

QUITO – 2014

A mis padres quienes siempre han estado
presentes y se han convertido en un ejemplo y
una guía para mi vida.

A los jóvenes poseedores de un espíritu
luchador que sueñan con un mejor porvenir
para el Ecuador y el mundo.

A nuestro emblema patrio, el cóndor andino,
símbolo de poderío, grandeza y altivez.

AGRADECIMIENTO

El presente estudio pudo llevarse a cabo gracias a la dirección de Andrés Merino-Viteri, a quien me enorgullece nombrar por su calidad como persona y su entereza profesional.

Además debo resaltar el apoyo de la fundación The Peregrine Fund y el Grupo Nacional de Trabajo del Cóndor Andino, ya que los insumos de este estudio son el resultado del trabajo de muchos años por parte de estas organizaciones.

Aprovecho la oportunidad para felicitar a Hernán Vargas y Juan Manuel Carrión por el esfuerzo y dedicación en su trabajo por la conservación del cóndor andino y la biodiversidad del Ecuador.

Agradezco a todos los profesores de la Escuela de Ciencias Geográficas por sus enseñanzas que han sido claves en mi formación como profesional, de manera especial a Azucena Vicuña por su amistad y apoyo personal.

Finalmente quiero agradecer a Dios, a mis padres y mis hermanos, a quienes les tengo una gratitud inmensa por haberme dado la sabiduría y la fuerza necesaria para cumplir mis metas.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. JUSTIFICACIÓN.....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	3
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
1.4. OBJETIVOS.....	5
1.4.1. Objetivo general.....	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. HIPÓTESIS.....	5
1.6. MARCO TEÓRICO.....	6
1.6.1. Ecología espacial.....	6
1.6.2. Modelos Predictivos.....	6
1.6.3. Características ecológicas del cóndor andino.....	7
1.6.3.1. Hábitat.....	7
1.6.3.2. Alimentación.....	9
1.6.3.3. Amenazas naturales y antrópicas.....	9
1.6.3.3.1. Amenazas antrópicas dirigidas.....	9
1.6.3.3.2. Amenazas antrópicas incidentales.....	10
1.6.3.3.3. Amenazas naturales.....	12
2. METODOLOGÍA	14
2.1. OBTENCIÓN DE DATOS DE PRESENCIA.....	14
2.2. DETERMINACIÓN DE VARIABLES.....	16
2.2.1. Clima.....	17
2.2.2. Velocidad del viento.....	17
2.2.3. Densidad ganadera.....	18
2.2.4. Centros poblados.....	18
2.2.5. Vías de transporte.....	18
2.2.6. Áreas protegidas.....	18
2.3. ELABORACIÓN DEL MODELO BIOCLIMÁTICO.....	19
2.3.1. Selección de variables.....	19
2.3.1.1. UPGMA.....	19
2.3.1.2. Matriz de correlación.....	20

2.3.2.	Aplicación del modelo bioclimático	20
2.4.	DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA EL CÓNDOR ANDINO EN ECUADOR.....	22
2.4.1.	Procesamiento de variables.....	22
2.4.1.1.	Variables físicas.....	22
2.4.1.1.1.	Velocidad del viento	22
2.4.1.2.	Variables antrópicas.....	23
2.4.1.2.1.	Distancia a vías y centros poblados.....	23
2.4.1.2.2.	Densidad ganadera.....	23
2.5.	PROPUESTA DE ÁREAS CON PRIORIDAD DE CONSERVACIÓN	25
3.	RESULTADOS.....	26
3.1.	ELABORACIÓN DEL MODELO BIOCLIMÁTICO	26
3.1.1.	Selección de variables	26
3.1.1.1.	UPGMA.....	26
3.1.1.2.	Matriz de correlación	27
3.1.1.3.	Variables seleccionadas	28
3.1.2.	Aplicación del modelo bioclimático	29
3.1.2.1.	Idoneidad climática.....	29
3.1.2.2.	Distribución potencial.....	29
3.1.3.	Validación estadística del modelo bioclimático.....	31
3.2.	DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA EL CÓNDOR ANDINO EN ECUADOR.....	32
3.2.1.	Procesamiento de variables.....	32
3.2.1.1.	Áreas con baja velocidad del viento.....	32
3.2.1.2.	Áreas cercanas a centros poblados y vías de transporte	32
3.2.1.3.	Áreas con baja densidad ganadera	32
3.2.2.	Selección de áreas de importancia	33
3.3.	PROPUESTA DE ÁREAS CON PRIORIDAD DE CONSERVACIÓN	34
3.3.1.	Áreas de distribución potencial no protegidas	34
3.3.2.	Áreas no protegidas con prioridad de conservación.....	34
4.	DISCUSIÓN	36
5.	CONCLUSIONES	40
6.	RECOMENDACIONES	41

7. BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXOS	45
Anexo I.....	45
Anexo II.....	49
Anexo III.....	66

RESUMEN

El cóndor andino (*Vultur gryphus*) se encuentra en peligro crítico según el Libro Rojo de Aves de Ecuador. La información de nidos y dormideros registrada en el país es mínima, lo que dificulta una efectiva gestión de la conservación de la especie. Este estudio busca llenar este vacío por medio de la elaboración de un modelo predictivo de áreas potenciales para el establecimiento de nidos y dormideros en base a parámetros de idoneidad climática. El modelo determinó la totalidad del área potencial a lo largo de la región andina. Se definió un área de mayor idoneidad en la región centro norte de la cordillera oriental y pequeñas áreas segmentadas en los extremos norte y sur del Ecuador. La precisión del modelo fue evaluada en base del AUC obteniendo valores de 0,95 y 0,98 para nidos y dormideros respectivamente. Se determinaron áreas de mayor importancia para la especie aplicando un análisis de variables físicas y antrópicas. Después de su respectivo análisis espacial se determinó la distribución potencial de las áreas importantes para anidación y dormideros del cóndor andino, las cuales se encuentran en su mayor parte en zonas poco disturbadas que se localizan en las partes altas de la cordillera de los Andes. Finalmente, se eliminó la superficie que forma parte del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado para obtener las áreas prioritarias para la conservación. Se planteó la necesidad de conectar los parques nacionales Cayambe Coca, Cotopaxi y Llanganates, y ampliar hacia el norte y oeste los parques nacionales Cajas y Sangay respectivamente. El modelo predictivo determinó nuevas áreas potenciales y ayudará a generar acciones concretas para la conservación del cóndor andino en el Ecuador.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. JUSTIFICACIÓN

El cóndor andino (*Vultur gryphus*) pertenece a la familia de los catártidos y es un animal exclusivamente carroñero (Meza, 2004; citado en Panchi, 2012). Se distribuye a lo largo de la cordillera de los Andes desde Venezuela hasta el Cabo de Hornos (Fjeldsa y Krabbe, 1990). Sin embargo, puede encontrarse en las tierras bajas de la costa del Perú, norte de Chile y en parte de las zonas de estepa de Chile y Argentina (Houston, 2001).

El cóndor ha formado parte de la historia latinoamericana como un símbolo cultural muy importante para los pueblos andinos durante cientos de años, tomando lugar en leyendas indígenas e incluso apareciendo como emblema en los escudos de varios países latinoamericanos. En términos ecológicos, el cóndor andino posee un rol fundamental dentro de los ecosistemas altoandinos al alimentarse de carroña y prevenir la dispersión de enfermedades (UMMZ, 2013). Tanto su importancia ecológica como cultural, sumada a las características morfológicas que lo llevan a ser el ave terrestre voladora más grande del mundo, han convertido al cóndor en un gran atractivo para el turismo. En el supuesto que el cóndor desapareciera, se perdería el gran aporte que realiza la especie a los ecosistemas, cultura y economía de los países andinos.

Actualmente el cóndor andino está considerado a nivel mundial como especie casi amenazada (NT, por sus siglas en inglés) apareciendo en la Lista Roja de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza) y en el Apéndice I del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) (BirdLife International, 2014; IUCN, 2008). Se presume que las poblaciones silvestres del cóndor andino se encuentran restringidas a regiones inhóspitas de los Andes, donde la influencia humana es mínima y aparentemente no representa un grave peligro para la sobrevivencia de la especie (Barrera y Feliciano, 1994).

El tamaño de la población actual del cóndor en el Ecuador se estima que bordea los cincuenta individuos, lo que equivale a menos del 5% de la población ancestral (Koester, 2002).

La especie se encuentra en peligro crítico (CR) según el Libro Rojo de Aves del Ecuador (BirdLife International, 2014; IUCN, 2008).

Las poblaciones de la especie que se encuentran en la región centro norte del Ecuador son las más grandes, mientras que en el sur casi han desaparecido debido a la persecución y la presión directa e indirecta sobre su hábitat (Yáñez y Cevallos, 2002).

La relación establecida entre las especies y su hábitat es determinante a la hora de diseñar estrategias adecuadas para el uso y gestión del territorio, sobre todo en lugares donde los intereses humanos y las necesidades vitales de las aves rapaces entran en conflicto (García, 2012).

Una de las acciones encaminadas a la conservación del cóndor andino es el declarar como santuarios u otras categorías de protección a las áreas que la especie utiliza como sitios de anidación y dormideros (Ministerio del Ambiente, 2009). Sin embargo, estos lugares son muy difíciles de localizar y es necesario realizar un esfuerzo de muestreo muy grande solo para ello, por tal razón el modelo predictivo que se plantea en esta disertación será una herramienta muy útil para definir áreas de importancia para la conservación de la especie en el Ecuador.

1.2. ANTECEDENTES

En la región andina se han llevado a cabo varias acciones encaminadas a proteger al cóndor andino como la propuesta de estrategias y la formación de grupos de conservación. Se puede resaltar la creación del Programa Binacional de Conservación del Cóndor Andino (PBCCA), iniciado en el año 2000 entre Chile y Argentina, siendo un programa que ha promovido acciones de conservación del cóndor en Latinoamérica (Escobar, 2007).

A pesar de los intentos de conservación en el Ecuador la situación de la especie es delicada debido a que las acciones son recientes. En el año 1998 por iniciativa del Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) se establece el Grupo Nacional de Trabajo del Cóndor Andino (GNTCA) conformado por varias organizaciones que, a lo largo de los años, han venido trabajando por el bienestar de la especie (Carrión, J., Fundación Zoológica del Ecuador, com. pers., 2014). En el año 2009 se elabora la Estrategia Nacional para la Conservación del Cóndor Andino en la que se definen varios programas de aplicación de diferentes acciones encaminadas al manejo, capacitación, investigación y conservación de la especie. Dentro del programa de investigación se han realizado algunos censos de la especie en el país, en los cuales se han podido establecer bajo cierto nivel de dificultad la presencia de aproximadamente doce registros de nidos y veintiséis de dormideros. La identificación de estos sitios ha permitido la elaboración de acciones de conservación y protección de la especie, como ejemplo podemos citar la declaración de santuarios del cóndor a la hacienda Antisanilla, el Peñón del Isco, el Peñón del Cóndor y el cráter de Muerte Pungo (Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2012).

El GNTCA en conjunto con el MAE y el Peregrine Fund como parte de las acciones de reintroducción de la especie a la naturaleza han liberado hasta noviembre del 2014 cuatro individuos con un rastreador satelital incorporado (Foto 1 de Anexo I), obteniendo su localización diaria, registrando rutas de vuelo y sitios de dormitorio utilizados durante el proceso de monitoreo. Esto ha permitido aumentar el conocimiento de la especie y analizar posibles áreas de protección y conservación (Vargas H., The Peregrine Fund, com. pers., 2014).

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La situación del cóndor andino en el Ecuador requiere atención técnica inmediata y sustentada científicamente para respaldar planes de manejo de la especie y del entorno en que habita. Las áreas específicas donde el cóndor anida o descansa son de especial prioridad, sin embargo ésta información es mínima y difícil de recolectar (Meza *et al.*, 2009). Los registros existentes no representan un conocimiento detallado de la distribución de los sitios de anidación y dormideros de la especie en el país, lo que lleva a tener imprecisión en las acciones de conservación (Vargas H., The Peregrine Fund, com. pers., 2014).

Esta disertación lo que busca es estimar la ubicación en el Ecuador de los sitios que cumplan con las condiciones necesarias para el establecimiento de nidos y dormideros de cóndores en base a los registros históricos disponibles, mediante la aplicación de un modelo predictivo desarrollado a partir de una estimación realizada con el software MAXENT (Phillips *et al.*, 2006) y mediante técnicas de análisis espacial y álgebra de mapas utilizando el sistema de información geográfica Arcgis 10.2 (ESRI, 2013).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo general

Estimar la distribución potencial de sitios de anidación y dormideros del cóndor andino en el Ecuador basándose en un modelo predictivo de ocurrencia y en otras variables que pueden afectar su distribución, para mejorar las estrategias de conservación de la especie.

1.4.2. Objetivos específicos

- Desarrollar un modelo de distribución potencial de nidos y dormideros del cóndor andino.
- Caracterizar los elementos del paisaje (factores bióticos y abióticos) que condicionan la presencia de nidos y dormideros registrados hasta el presente.
- Priorizar zonas para la creación de santuarios u otra categoría de protección para la conservación de la especie en el Ecuador.

1.5. HIPÓTESIS

El modelo predictivo determinará nuevas áreas potenciales para la ocurrencia de nidos y dormideros de cóndores en el Ecuador que ayudarán a mejorar las estrategias de conservación de esta especie.

1.6. MARCO TEÓRICO

1.6.1. Ecología espacial

El estudio de la distribución de los seres vivos tomando en cuenta su relación con el espacio y los procesos ecológicos recientes es llevado a cabo por la ecología espacial, una rama de la ecología que se enfoca en analizar y comprender la dinámica de poblaciones y comunidades de organismos como consecuencia de cambios en su entorno espacial y en la configuración del paisaje (Collinge, 2001).

El espacio es un recurso limitado que resulta clave para la persistencia de una especie en el tiempo mediante procesos de crecimiento y dispersión (Rai, 2013). Por tal motivo las acciones de conservación deben apoyarse en el estudio y entendimiento de la dinámica espacial y paisajística, como la pérdida y fragmentación del hábitat, para así elaborar estrategias que mantengan los procesos evolutivos y ecológicos en perpetuidad (Collinge, 2001). Esta dinámica muchas veces puede no ser muy visible, de tal manera que su análisis requiere del uso de herramientas técnicas, y más cuando la escala temporal o espacial hace que un estudio o experimento no sea factible, en este último caso se utilizan aproximaciones de la realidad llamadas modelos.

Los modelos en ciencias como la geografía y la ecología tienen muchas aplicaciones, desde la ilustración de una idea hasta la medición de las situaciones complejas de la realidad. Su elaboración puede aportar al diseño de experimentos, al desarrollo y comprobación de hipótesis, a la construcción de herramientas estadísticas, a la guía de planes de manejo y a la elaboración de predicciones (Neuhauser, 2001).

1.6.2. Modelos Predictivos

Realizar predicciones en situaciones de gestión del ambiente y manejo de vida silvestre requiere de modelos con un alto nivel de detalle y realismo, por ejemplo cuando se investigan qué áreas necesitan ser preservadas para asegurar la prevalencia de una especie en peligro (Neuhauser, 2001). Los modelos que permiten determinar la distribución potencial de un ser vivo basándose

en la relación especie – ambiente se han denominado como modelos de distribución de especies (Guisan y Thuiller, 2005).

La cuantificación de las relaciones entre el ambiente y las especies que habitan en él han significado una pieza clave en ecología. Los modelos geográficos permiten evaluar el impacto de los cambios en el espacio sobre la distribución de organismos (Guisan y Zimmermann, 2000).

El proceso de formulación de modelos predictivos de distribución de especies generalmente empieza con el análisis de un concepto ecológico, que representará la base teórica para el desarrollo del modelo. Posteriormente, se realiza la elección de una escala espacial apropiada y un conjunto de variables que serán el insumo principal para la ejecución de la predicción. La información recolectada proviene de cuatro posibles fuentes: estudios y observaciones de campo, mapas impresos o digitales, datos de sensores remotos como tomas satelitales y fotografías aéreas, y mapas resultantes de procesamiento en Sistemas de Información Geográfica (Guisan y Zimmermann, 2000).

1.6.3. Características ecológicas del cóndor andino

1.6.3.1. Hábitat

En ecología se define al hábitat como el ambiente que ocupa una población biológica, en otras palabras es el espacio que reúne las condiciones adecuadas para que la especie pueda residir y reproducirse, perpetuando su presencia (Hall *et al.*, 1997).

El hábitat del cóndor son las montañas, páramos, serranías, cañones y laderas que tengan como característica ser abruptas y escarpadas (Foto 2 de Anexo I); sin embargo, y contrario a lo que se pensaba, no solo habitan en los páramos y regiones frías, ya que pueden vivir en sectores montañosos de todos los climas e incluso en sus vuelos se les ha visto descender hasta el mar para alimentarse en la costa con restos de animales marinos (Barrera y Feliciano, 1994).

Dentro de su área de distribución el cóndor elige microhábitats específicos para desarrollar sus actividades (Calispa, 2009):

- Sitios de anidación.- son lugares escarpados de difícil acceso donde se realiza la postura, incubación, cría y levante del polluelo.
- Sitios de percha.- son lugares altos y con buena visibilidad del sector, donde los cóndores descansan durante el día (Foto 3 de Anexo I).
- Área social.- se refiere a los sitios de reunión con individuos de la misma especie, donde se agrupan adultos y juveniles.
- Área de forrajeo.- son sectores determinados para sobrevuelo y búsqueda de alimento.
- Dormideros.- corresponden a sectores determinados donde los cóndores pasan la noche, por lo general coinciden con sitios de abundancia o hallazgo de alimento (Foto 4 de Anexo I).

Según el estudio realizado por la Fundación Cóndor (2012a) en los Andes Norte del Ecuador, el hábitat del cóndor andino puede ser caracterizado en base a: el tipo de clima, temperatura, geomorfología, geología, altura y disposición de fuentes de alimento. En la Tabla 1 se muestran los resultados simplificados de la evaluación de dichas variables en el estudio mencionado.

Tabla 1. Variables de hábitat del cóndor andino

Variable	Resultado
Altura	3000-4500
Geología	Formaciones de origen volcánico
Geomorfología	Formas agrestes interandinas
Temperatura	04-12°C
Tipo de clima y hábitat	Alto andino
Fuentes de alimento	Presencia de ganado

Fuente: Fundación Cóndor (2012a)

1.6.3.2. Alimentación

El cóndor andino es un ave principalmente carroñera que se alimenta de los cadáveres de grandes mamíferos, especialmente de fauna altoandina como llamas, alpacas, vicuñas, venados, entre otros. Sin embargo, existen registros de observaciones en zonas costeras del Perú donde los cóndores se alimentan de huevos y pichones de aves marinas. Como se aprecia la dieta de la especie puede ser bastante amplia y es evidente que se adapta a las condiciones del lugar en el que se desarrolla (Fundación Cóndor, 2012b).

En la actualidad existe aún incertidumbre sobre la disponibilidad de alimento para la población silvestre del cóndor andino en el Ecuador, sin embargo, se estima que la especie depende en su mayoría de dos fuentes principales de alimento: carroña de ganado doméstico (bovino, ovino y caballar) y cimarrón (ganado asilvestrado o “salvaje”) (Foto 5 de Anexo I) y, en mínimas proporciones, de fauna silvestre altoandina (Fundación Zoológica del Ecuador, 2011).

1.6.3.3. Amenazas naturales y antrópicas

En el Ecuador la población del cóndor andino se encuentra críticamente amenazada, de acuerdo a los últimos censos realizados (Panchi, 2012). Dentro de las principales causas identificadas para la disminución de su población están: la cacería, el envenenamiento, la disminución de su hábitat y el tráfico de individuos vivos.

Las principales amenazas a las que está expuesto el cóndor andino en el Ecuador se clasifican en antrópicas dirigidas, antrópicas incidentales y naturales (Fundación Cóndor, 2012b).

1.6.3.3.1. Amenazas antrópicas dirigidas

Este grupo está conformado por acciones antropogénicas encaminadas a afectar directa y específicamente a la especie, a continuación se describen las principales:

- *Cacería de aprovechamiento.*- consiste en la captura de los individuos de la especie, sus partes constitutivas o productos derivados; para fines comerciales, deportivos, medicinales o de subsistencia.

- Cacería y envenenamiento para erradicación.- estas dos actividades se enfocan en el sacrificio de especímenes por parte del ser humano. Existe una percepción equivocada en las personas que ven amenazados sus intereses generalmente por desconocimiento o confusión de los hábitos alimenticios de la especie.

1.6.3.3.2. Amenazas antrópicas incidentales

Se consideran amenazas incidentales al grupo de actividades que no están dirigidas a la especie, sin embargo la influencia de su impacto llega a afectar a la misma representando un peligro latente. Entre estas amenazas se consideran las siguientes:

- Envenenamiento incidental.- sucede cuando los especímenes ingieren sustancias nocivas de origen antrópico relacionadas con actividades como: erradicación de animales depredadores de ganado, bioacumulación de sustancias químicas, fármacos y presencia de plomo en carroña.
- Infraestructura de riesgo.- se refiere a construcciones de carácter industrial como líneas de transmisión eléctrica, torres de energía, antenas, entre otros, que por su configuración pueden representar un obstáculo interfiriendo en las rutas de vuelo de la especie o incluso electrocutando a los especímenes.
- Quemas de páramo.- es una práctica que consiste en la quema de pajonal o vegetación de páramo generalmente llevada a cabo por las personas de etnia indígena; los efectos de esta actividad se relacionan con la pérdida del hábitat del cóndor, así mismo el aumento de temperatura y de humo puede afectar significativamente a los individuos de la especie, en especial si se trata de polluelos que no tiene aún la capacidad de vuelo y pueden morir por asfixia.
- Ubicación de sitios de anidación y dormideros fuera de áreas protegidas.- esta es considerada la mayor amenaza para la especie en el Ecuador, ya que más de la mitad de los sitios de anidación y dormideros se encuentran fuera de un área de protección

exponiendo a estos sitios a efectos de la fragmentación del hábitat, expansión de la frontera agrícola, ampliación urbana, turismo invasivo, y dificultando las acciones de control.

- Disponibilidad de alimento.- en el Ecuador la población de especies nativas como camélidos andinos y grandes mamíferos se encuentra en mínimas proporciones y en puntos muy focalizados, razón por la cual el alimento originario del cóndor andino es escaso. Tomando en cuenta esto y por observaciones de campo, se llega a deducir que el ganado doméstico y cimarrón cuya población es abundante y ha ocupado grandes extensiones desplazando a las especies nativas se ha convertido en el principal candidato para formar parte de la dieta del cóndor andino. Sin embargo, no se descarta a otras especies de fauna silvestre altoandina que a pesar de su poca frecuencia pueden constituir una parte importante en la dieta de la especie.
- Competencia.- sucede cuando los recursos necesarios para la supervivencia de una especie, en especial el alimento también son utilizados por otras especies y por tanto se genera un conflicto por su aprovechamiento. En el caso del cóndor andino la competencia puede estar marcada por animales silvestres y animales domésticos asilvestrados.

Se ha observado específicamente que grupos de perros ferales constituyen un problema al presentarse agresivos al momento de defender una presa, incluso se ha evidenciado el alejamiento del cóndor para eludir el enfrentamiento lo que supone un desplazamiento de su nicho ecológico.

En el caso de la fauna silvestre la única especie que pudiera representar una mayor competencia es el lobo de paramo (*Lycalopex culpaeus*) (Foto 6 de Anexo I), sin embargo, no se descarta a pumas y osos de anteojos, aunque su presencia es mucho menos frecuente. Además, especies que también comparten el mismo hábitat como el curiquingue (*Phalcoboenus carunculatus*) (Foto 7 de Anexo I) y esporádicamente algún

gavilán o águila pueden llegar a competir, sin embargo ante estos el cóndor impone su jerarquía y los desplaza fácilmente.

1.6.3.3.3. Amenazas naturales

La región interandina está caracterizada por la presencia de volcanes, pendientes pronunciadas y relieve irregular, por tanto es una zona propensa a la ocurrencia de eventos naturales como erupciones volcánicas, sismos y movimientos en masa.

Ya que en el Ecuador el hábitat del cóndor andino se encuentra ubicado en su totalidad a lo largo de la región sierra, la especie está expuesta a las amenazas anteriormente nombradas y por tanto existe el riesgo permanente de que un evento natural impacte a su población.

- Erupciones volcánicas.- consisten en la expulsión de magma y/o flujos piroclásticos a través del cráter o una fisura de un volcán. Los principales riesgos para la especie se enfocan en la sucesión de avalanchas, caída de ceniza volcánica y lahares.
- Sismos.- pueden afectar a sitios de percha, anidación o dormitorio y provocar la muerte de individuos especialmente en horas de la noche. Por otra parte la muerte de animales silvestres o domésticos podría generar un impacto positivo al aumentar la disponibilidad de alimento para la especie.
- Movimientos en masa.- de manera similar a los sismos el principal riesgo recae sobre sitios de anidación, dormitorio o percha que se encuentren ubicados en zonas inestables.

El bajo número de individuos en el país ha hecho que la mayoría de estas amenazas sean poco ocurrentes sin embargo un aumento en la población del cóndor andino podría reactivar el conflicto de la especie con estos factores. En la actualidad se considera a la cacería, envenenamiento por erradicación y la ubicación de sitios de anidación y dormitorios fuera de áreas protegidas, como las amenazas más importantes para la especie, las mismas que están relacionadas directamente con la presencia del ser humano (Fundación Cóndor, 2012b).

García (2012) menciona que las aves rapaces evitan zonas con alta densidad de población humana y considera a la presencia de centros poblados y vías de transporte terrestre como fuentes de perturbación del hábitat.

2. METODOLOGÍA

2.1. OBTENCIÓN DE DATOS DE PRESENCIA

La información disponible sobre nidos y dormideros registrados históricamente en el Ecuador fue proporcionada por el Grupo Nacional de Trabajo del Cóndor Andino. De esta manera, se obtuvieron dos listas de información, considerando que el análisis estaría dividido en dos subprocesos, uno para sitios de anidación y otro para dormideros (Tablas 2 y 3).

Por otra parte, la ONG The Peregrine Fund proporcionó información resultante del rastreo satelital del cóndor Felipe monitoreado desde el 23 de julio del 2013 hasta el 12 de abril del 2014 como parte del proyecto “Investigación y Monitoreo Ecológico del Cóndor Andino en Ecuador”. Estos datos corresponden a doscientos dormideros, los cuales no se detallan en esta publicación por razones de protección de la información. Sin embargo, se los tomó en cuenta para todo el análisis.

Los registros obtenidos (Mapa 1 de Anexo II) son el resultado de varias investigaciones pasadas realizadas por diferentes organizaciones (Tabla 4).

Tabla 2. Registro histórico de nidos del cóndor andino en el Ecuador

No.	Localidad	Parroquia	Cantón	Provincia	Altitud (m.s.n.m.)
1	Yanahurcoloma	Archidona	Archidona	Napo	4130
2	San Rafael	Checa - Chilpa	Quito	Pichincha	3173
3	12 Vueltas	Cangahua	Cayambe	Pichincha	3231
4	Laguna Secas	Pintag	Quito	Pichincha	3571
5	Peñón del Isco	Pintag	Quito	Pichincha	3576
6	Río León	Susudel	San Felipe de Oña	Azuay	1680
7	Comuna Jamanco	Papallacta	Quijos	Napo	3850
8	Peñón del Isco	Pintag	Quito	Pichincha	3570
9	Río Valle Vicioso	Archidona	Archidona	Napo	3500
10	Peñón del Isco	Pintag	Quito	Pichincha	3580
11	Peñón del Cóndor	Pintag	Quito	Pichincha	3950
12	Caleras	Cangahua	Cayambe	Pichincha	3377
13	Micaloma	Cotundo	Archidona	Napo	3918
14	Peñón Cóndor	Pintag	Quito	Pichincha	3920
15	La Lorena	Cotundo	Archidona	Napo	4238

Tabla 3. Registro histórico de dormideros del cóndor andino en el Ecuador

No.	Localidad	Parroquia	Cantón	Provincia	Altitud (m.s.n.m)
1	Cotacachi	Imantag	Cotacachi	Imbabura	3821
2	El Verde	Cangahua	Cayambe	Pichincha	3373
3	El Tambo	Papallacta	Quijos	Napo	3664
4	Vía Antisana tras Guaytara	Pintag	Quito	Pichincha	3700
5	Vía Antisana II	Pintag	Quito	Pichincha	3739
6	Posadero Río Desahuadero	Archidona	Archidona	Napo	4000
7	Piñán - Pantavi	Imantag	Cotacachi	Imbabura	3702
8	Purafo	Apuela	Cotacachi	Imbabura	3537
9	Oracyumin	Apuela	Cotacachi	Imbabura	3353
10	La Z	Cayambe	Cayambe	Pichincha	4435
11	Chuzaspungo	Cayambe	Cayambe	Pichincha	4207
12	La Dormida	Cayambe	Cayambe	Pichincha	3775
13	Quebrada Puntas	Checa - Chilpa	Quito	Pichincha	3991
14	Oyacachi	Oyacachi	El Chaco	Napo	3731
15	Cerro El Puntas	Checa - Chilpa	Quito	Pichincha	4375
16	Peñas Blancas	Pifo	Quito	Pichincha	3706
17	Entrada Tablón	Pifo	Quito	Pichincha	3177
18	Hacienda Tablón	Pifo	Quito	Pichincha	3403
19	Yanahurcoloma	Archidona	Archidona	Napo	4124
20	Quebrada Cotacachi	Plaza Gutierrez	Cotacachi	Imbabura	3904
21	Altos Zuleta	Angochagua	Ibarra	Imbabura	3486
22	Bajos Zuleta	Angochagua	Ibarra	Imbabura	3001
23	Mojanda	Tocachi	Pedro Moncayo	Pichincha	3784
24	Nevado	Cayambe	Cayambe	Pichincha	4422
25	El Pensadero	Pintag	Quito	Pichincha	4172
26	Derrame Láxico	Pifo	Quito	Pichincha	3134

Tabla 4. Fuentes de los registros históricos de nidos y dormideros del cóndor andino en Ecuador

Fuente	Autor	Año
Censo del Cóndor Andino en el Ecuador	CECIA	1991
Censo del Cóndor Andino en el Ecuador		1996
Censo del Cóndor Andino en el Ecuador		2002
Censo Nacional de Cóndores Andinos Región Centro Norte	SIMBIOE	2008 - 2009
Conteo simultáneo del cóndor andino " <i>Vultur gryphus</i> " en el área de influencia del PROCCEAE	FUNDACIÓN CÓNDOR	2010 - 2012
Rastreo satelital Cóndor Felipe	THE PEREGRINE FUND	2013 - 2014

El siguiente paso consistió en depurar los registros históricos con el fin de evitar cualquier tipo de redundancia. Utilizando una rutina escrita por A. Merino-Viteri, en lenguaje para el software R (R Core Team, 2013) se eliminaron los registros cuyas coordenadas se repetían o tenían una proximidad menor a 1km (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados del análisis de validez de los puntos de presencia

Registros	Nidos	Dormideros
Registros totales	16	226
Registros repetidos	3	101
Registros próximos	1	31
Registros válidos	12	94

2.2. DETERMINACIÓN DE VARIABLES

Las variables propuestas para ser utilizadas en el modelo predictivo y su análisis posterior deben basarse en datos cuantitativos, de tal manera que sea posible asignar valores a los puntos de entrada del modelo y a toda el área de alcance del análisis.

De acuerdo a lo descrito previamente en el marco teórico se realizó una preselección de las variables a utilizarse, considerando las que tendrían relación con la distribución de sitios de anidación y dormideros del cóndor andino. Las variables escogidas fueron:

- Clima
- Velocidad del viento
- Distancia a vías y centros poblados
- Densidad ganadera

2.2.1. Clima

La información climática fue obtenida a partir de los datos mensuales de temperatura máxima y mínima y precipitación total del Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental publicado por el MAE el 30 de Julio del 2013. Se utilizó la función "bioclim" del paquete "climates" (Vanderwal *et al.*, 2011) diseñado para el software R (R Core Team, 2013) para generar las 19 variables bioclimáticas (Tabla 6) usadas por Worldclim (Hijmans *et al.*, 2005).

Tabla 6. Variables Bioclimáticas

Codigo	Variable
Bio 1	Temperatura media anual
Bio 2	Rango de temperatura diurno medio (Temp. Máx – Temp. Mín)
Bio 3	Isotermalidad (BIO2/BIO7) (* 100)
Bio 4	Estacionalidad de temperatura (desviación estándar *100)
Bio 5	Temperatura máxima del mes más Caliente
Bio 6	Temperatura mínima del mes más frío
Bio 7	Rango de temperatura anual (Bio5-Bio6)
Bio 8	Temperatura media del trimestre más húmedo
Bio 9	Temperatura media del trimestre más seco
Bio10	Temperatura media del trimestre más caliente
Bio 11	Temperatura media del trimestre más frío
Bio 12	Precipitación anual
Bio 13	Precipitación del mes más húmedo
Bio 14	Precipitación del mes más seco
Bio 15	Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación)
Bio 16	Precipitación del trimestre más húmedo
Bio 17	Precipitación del trimestre más seco
Bio 18	Precipitación del trimestre más caliente
Bio 19	Precipitación del trimestre más frío

2.2.2. Velocidad del viento

Los datos de velocidad del viento se obtuvieron del Atlas Eólico del Ecuador presentado en el año 2013 por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER). El Atlas incluye información de todo el país con una resolución espacial de 1km a 30, 50 y 80 metros sobre el suelo.

2.2.3. Densidad ganadera

Los datos concernientes a esta variable fueron obtenidos a partir del censo nacional agropecuario del 2012 proporcionado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP).

2.2.4. Centros poblados

Los datos de centros poblados fueron obtenidos a partir de la base cartográfica nacional a escala 1:1'000.000 del Instituto Geográfico Militar (IGM).

2.2.5. Vías de transporte

La información espacial de vías de transporte terrestre fue descargada de la base cartográfica nacional a escala 1:1'000.000 del IGM.

2.2.6. Áreas protegidas

Se obtuvieron los archivos shapefile actualizados a Julio del 2014 correspondientes al Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), los cuales fueron proporcionados por la Dirección de Monitoreo del Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE).

2.3. ELABORACIÓN DEL MODELO BIOCLIMÁTICO

De acuerdo a la naturaleza y características de las variables se realizó el modelamiento utilizando los datos de clima, de tal manera que el resultado no se vea afectado por la diferencia en resolución espacial o incompatibilidad con las otras variables.

2.3.1. Selección de variables

La variable “Clima” estaba compuesta en total por 19 variables bioclimáticas, las cuales fueron analizadas estadísticamente con el fin de determinar el grado de influencia de cada una en la distribución de los sitios de anidación y dormideros del cóndor. Para ello se intersecaron los puntos georreferenciados de la base de datos con cada una de las variables bioclimáticas, obteniendo dos matrices de valores cuantitativos correspondientes a cada punto de presencia de nidos y dormideros (Tablas 10 y 11 de Anexo III).

El siguiente paso consistió en descartar las variables que no tengan suficiente relevancia en el modelamiento, para lo cual se utilizaron dos tipos de análisis estadístico: UPGMA (Unweighted pair group method with arithmetic mean, en inglés), y una matriz de correlación.

2.3.1.1. UPGMA

El UPGMA es un modelo estadístico que permite agrupar las variables en pares que muestren cierta similitud entre sí, de tal manera que se puedan descartar las que sean muy parecidas y no afecten significativamente al resultado.

Para el caso del modelo predictivo, se realizó el cálculo tanto para sitios de anidación como para dormideros utilizando los datos extraídos de las variables bioclimáticas en base de los puntos de presencia (Tablas 10 y 11 de Anexo III).

El UPGMA determinó la similitud de las variables comparando los valores numéricos de cada columna de datos. El análisis fue realizado utilizando datos estandarizados y no estandarizados.

2.3.1.1.1. Datos estandarizados

La información de cada variable fue estandarizada restando el valor promedio de los datos y dividiéndolo para el valor de la desviación absoluta media. Se obtuvo una lista de valores para cada variable con una misma unidad de medida.

2.3.1.1.2. Datos no estandarizados

Las variables conservan sus valores originales y se genera una escala numérica que abarque todos los datos.

2.3.1.2. Matriz de correlación

Con el fin de encontrar la correlación entre todas las variables similares determinadas por el UPGMA, se construyó una matriz de doble entrada enlistando todas las variables en la horizontal y de igual manera en la vertical, así se forma una tabla donde cada variable se relaciona con las demás y se puede observar un valor numérico en cada relación, si este valor se acerca a 1 significa que las dos variables están altamente correlacionadas y por tanto una de ellas debería ser descartada para el modelamiento. En el caso que el valor de la correlación tienda a 0, las dos variables serían potencialmente útiles para el análisis.

2.3.2. Aplicación del modelo bioclimático

Se procedió a correr el modelo bioclimático en MAXENT (Phillips *et al.*, 2006) utilizando los datos de presencia registrados en la base de datos y las variables bioclimáticas seleccionadas mediante los análisis estadísticos descritos anteriormente.

El proceso se lo realizó un total de diez veces tanto para nidos como para dormideros, de tal manera que en cada corrida el programa seleccionó una muestra diferente con el 75% de los datos de presencia y evaluó la eficacia del modelo con el otro 25%. Todo esto fue programado mediante una rutina elaborada por A. Merino-Viteri para el software R (R Core Team, 2013).

Para la validación del modelo se usó el valor de AUC (Area under the curve, en inglés). Valores de AUC cercanos a 1 demostrarían que el modelo es válido. De cumplirse este requerimiento de validez, se corrió el modelo con el 100% de los datos de presencia para obtener un primer mapa correspondiente a la idoneidad climática para el establecimiento de nidos y dormideros del cóndor andino en el Ecuador.

El software MAXENT (Phillips *et al.*, 2006) generó un umbral de presencia/ausencia para cada corrida. El umbral determinaría desde qué valor el modelo predice áreas altamente probables para el establecimiento de nidos o dormideros. Se tomó el valor promedio del umbral de todas las corridas como parámetro de corte para seleccionar únicamente las áreas altamente probables del mapa de idoneidad climática y obtener un segundo mapa correspondiente a la distribución potencial de sitios de anidación y dormideros del cóndor andino en el Ecuador.

El área potencial resultante del modelamiento bioclimático fue considerada como el límite geográfico para los análisis posteriores.

2.4. DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA EL CÓNDOR ANDINO EN ECUADOR

2.4.1. Procesamiento de variables

Se analizó la información concerniente a las variables físicas y antrópicas definidas anteriormente para determinar las áreas con prioridad de conservación por su importancia como hábitat potencial para la especie. Tomando como referencia lo descrito en el marco teórico y observaciones personales se utilizaron los datos cuantitativos de cada variable para categorizar las capas de información y posteriormente aplicar el método de álgebra de mapas.

2.4.1.1. Variables físicas

2.4.1.1.1. Velocidad del viento

El cóndor andino es un ave que por su peso necesita de la ayuda del viento para emprender vuelo. No existe referencia alguna que muestre la velocidad del viento exacta requerida por el cóndor para despegar, por tal motivo se utilizaron los datos del atlas eólico nacional para determinar el valor de velocidad de viento de cada pixel en el que se encuentran localizados los puntos de presencia.

Se generó una tabla con los valores de velocidad y se calculó el promedio tanto para los registros de nidos como para los de dormideros (Tablas 10 y 11 de Anexo III).

Utilizando la herramienta “Reclassify” de la extensión ArcToolbox del software ArcGis 10.2 (ESRI, 2013) se realizó una reclasificación de la capa raster de velocidad del viento seleccionando únicamente las zonas útiles para la especie.

La capa resultante se utilizó para cortar el área de distribución potencial de tal manera que se descarten todas las áreas con velocidades no idóneas. Este cálculo fue realizado utilizando la herramienta de geoprocésamiento “Clip” del Software ArcGis 10.2 (ESRI, 2013).

2.4.1.2. Variables antrópicas

2.4.1.2.1. Distancia a vías y centros poblados

En base a observaciones personales de campo (no descritas aquí) y a conversaciones con miembros del GNTCA se ha considerado una longitud de 2km como distancia mínima desde cualquier centro poblado o vía de transporte de primer y segundo orden para que un lugar sea considerado seguro y el cóndor lo elija como sitio de anidación o dormitorio.

Para el cálculo respectivo se realizó un buffer de 2km de radio para la capa de centros poblados y de manera similar para la capa de vías, luego se utilizó la herramienta “Erase” de la extensión ArcToolbox del ArcGis 10.2 (ESRI, 2013) para eliminar del mapa de distribución potencial todas las áreas que se encuentren dentro del radio de 2km y generar dos nuevas capas con las áreas idóneas remanentes alejadas de centros poblados y de vías de transporte. Se unieron los dos resultados utilizando la herramienta de geoprocésamiento “Merge” del software ArcGis 10.2 (ESRI, 2013).

2.4.1.2.2. Densidad ganadera

Se utilizaron los datos provenientes del Censo Nacional Agropecuario del 2012 (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2012) para calcular la densidad de ganado por cantón. Se procedió a unir la información del censo con la capa de cantones del Ecuador (IGM, 2008). Posteriormente, se calculó el área en km² de cada cantón y se dividió el número de individuos (ganado) para el área, obteniendo un valor de densidad (cabezas de ganado/km²) para cada cantón.

El siguiente paso fue determinar los valores de densidad ganadera correspondientes a cada punto de presencia, con un proceso similar al que se realizó con la variable de velocidad del viento. A continuación se calculó el promedio de los valores de densidad de todos los puntos de presencia obteniendo un valor para sitios de anidación y otro para dormitorios.

Los promedios resultantes se utilizaron para seleccionar los cantones cuyos valores de densidad ganadera sean iguales o mayores a éstos, generando dos capas que contengan solamente los cantones seleccionados.

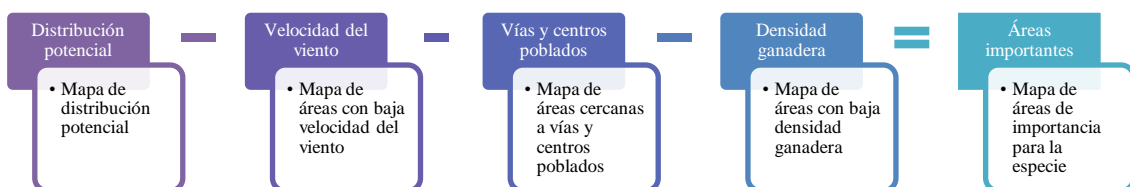
Finalmente se utilizó la herramienta de geoprocésamiento “Clip” para cortar el área de distribución potencial con la capa de cantones con alta densidad ganadera, dando como resultado un mapa que muestra el área idónea remanente.

2.4.2. Selección de áreas de importancia

Una vez que se contaba con los resultados del procesamiento de las variables físicas y antrópicas, y tomando como límite para el análisis el área correspondiente a la distribución potencial, se procedió a calcular el resultado final utilizando el método de álgebra de mapas.

Para empezar con este análisis se comprobó que todas las capas de información se encuentren bajo el mismo sistema de referencia espacial que en este caso es el sistema de coordenadas geográficas (GCS_WGS_1984). El siguiente paso consistió en sustraer del mapa de distribución potencial los resultados del procesamiento de las variables, y al final obtener un mapa correspondiente a las áreas de importancia para la especie (Figura 1).

Figura 1. Esquema de selección de áreas de importancia

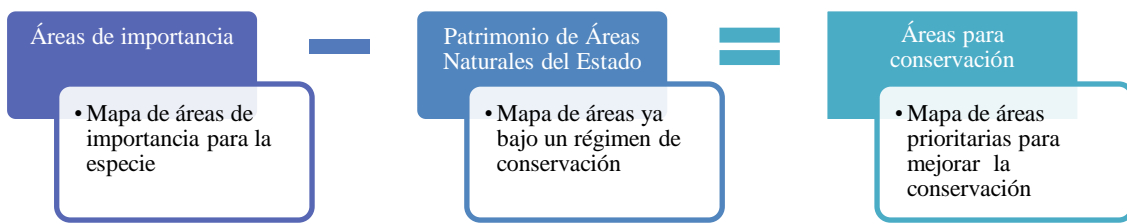


2.5. PROPUESTA DE ÁREAS CON PRIORIDAD DE CONSERVACIÓN

Se obtuvo la información actualizada del PANE a Julio del 2014, la cual fue proporcionada por el Departamento de Monitoreo del Ministerio del Ambiente.

El proceso consistió en descartar del mapa de áreas de importancia toda la superficie que se encuentre incluida en el PANE, para esto se utilizó la herramienta “Erase” de la extensión ArcToolbox del software ArcGis10.2 (ESRI, 2013). De esta manera se obtuvo un mapa correspondiente a las áreas prioritarias para la conservación de sitios de anidación y dormideros del cóndor andino en el Ecuador (Figura 2).

Figura 2. Esquema de selección de áreas prioritarias para la conservación



3. RESULTADOS

3.1. ELABORACIÓN DEL MODELO BIOCLIMÁTICO

3.1.1. Selección de variables

3.1.1.1. UPGMA

El UPGMA fue calculado por separado para los datos de nidos y dormitorios. Se obtuvo un resultado con datos estandarizados y otro con datos no estandarizados (Figuras 3 y 4).

Figura 3. Resultados del UPGMA para nidos

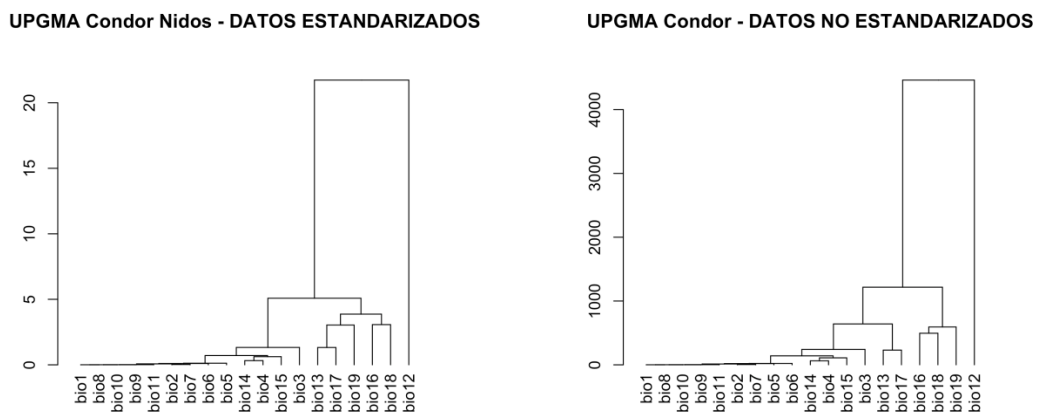
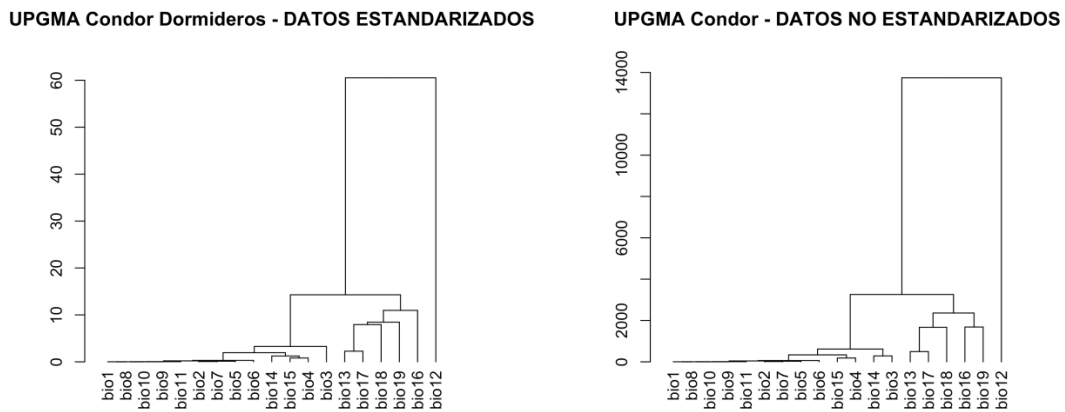


Figura 4. Resultado del UPGMA para Dormitorios



3.1.1.2. Matriz de correlación

Se realizaron dos matrices de correlación utilizando los datos de nidos y dormitorios por separado (Figuras 5 y 6).

Figura 5. Matriz de correlación para nidos

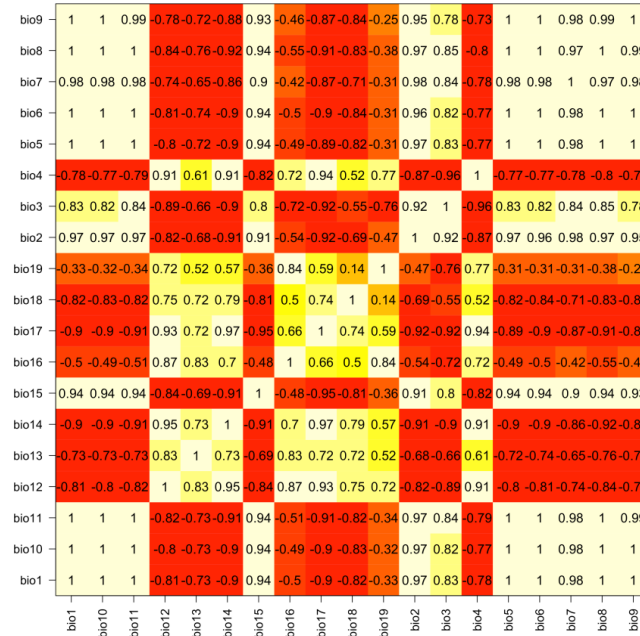
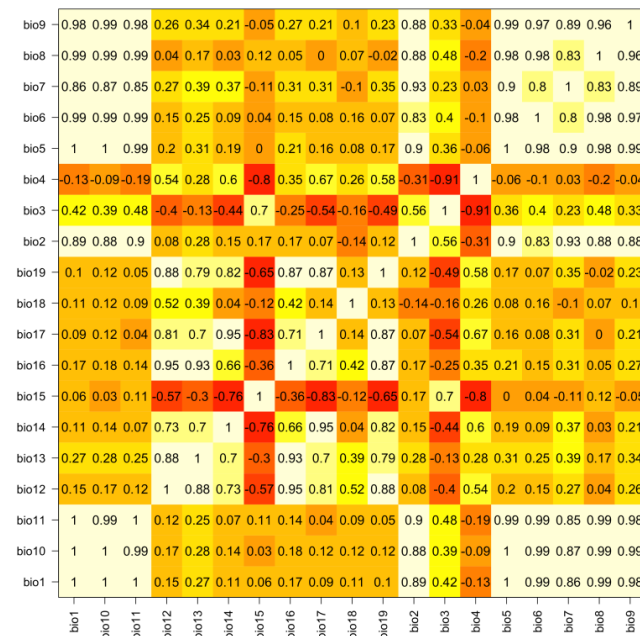


Figura 6. Matriz de correlación para dormitorios



3.1.1.3. Variables seleccionadas

Las variables determinadas como similares según el UPGMA fueron analizadas con los valores de la matriz de correlación. Las variables que se encontraron relacionadas con un coeficiente de correlación mayor a 0,85 fueron sujetas a selección de tal manera que se escogió solamente una para aportar al modelo. Las variables seleccionadas para cada uno de los modelamientos se encuentran en la Tabla 7.

Por ejemplo en el caso de sitios de anidación, se determinaron a las variables Bio 14, Bio 4 y Bio 15 como similares según el UPGMA. El índice de correlación entre Bio 14 y Bio 4 fue de 0,91, por lo tanto se escogió solamente a Bio 4 de entre las dos variables. Luego se comparó a Bio 4 con Bio 15 obteniendo un valor de 0,82, coeficiente de correlación bajo el umbral, por lo tanto las dos variables fueron seleccionadas para el modelamiento. El proceso se realizó de forma similar para analizar todas las variables.

Tabla 7. Variables seleccionadas para el modelo de sitios de anidación y dormideros

Sitios de anidación	Dormideros
Bio 1	Bio 1
Bio 4	Bio 15
Bio 15	Bio 4
Bio 3	Bio 14
Bio 13	Bio 3
Bio 17	Bio 13
Bio 16	Bio 17
Bio 18	Bio 18
Bio 19	Bio 16
Bio 12	Bio 12

3.1.2. Aplicación del modelo bioclimático

3.1.2.1. Idoneidad climática

El modelamiento en Maxent dio como resultado los mapas de idoneidad climática para sitios de anidación y dormideros (Mapa 2 y 3 de Anexo II), los mismos que muestran la probabilidad de presencia en base a las características climáticas de cada pixel.

Se evidencia que para los dos casos las zonas más idóneas están concentradas en la región sierra, con mayor énfasis en el norte del país, específicamente se observa mayor probabilidad en las provincias de Pichincha, Cotopaxi y Napo.

El mapa de sitios de anidación muestra un área probable aparentemente continua, con zonas de mayor idoneidad en la cordillera oriental y menor idoneidad en los extremos norte y sur del país; además se distingue que el callejón interandino posee valores bajos en contraste con las zonas de mayor altitud.

En el caso del mapa de dormideros se observa un área probable fragmentada en tres grandes zonas en la cordillera oriental y cuatro pequeñas a lo largo de la cordillera occidental; de igual manera que el caso anterior se evidencian valores bajos de probabilidad en el norte y en el sur del país.

3.1.2.2. Distribución potencial

Para definir un área exacta se determinó el umbral del mapa de idoneidad climática, es decir el valor (probabilidad) desde el cual el modelo predice que el resultado es altamente confiable.

En el mapa de sitios de anidación, el umbral promedio calculado fue 0,45137; luego se seleccionó sólo el área con un valor igual o superior a dicho umbral, de tal forma que se descartaron los valores restantes. El resultado fue un área de 15266,7km², la cual se muestra en el mapa de distribución potencial de áreas para anidación del cóndor andino en Ecuador (Mapa 4 de Anexo II). En el resultado se pueden observar dos áreas representativas, la primera en la cordillera oriental entre las provincias de Pichincha, Napo y Cotopaxi y la segunda de igual

forma en las cordillera oriental en la provincia de Chimborazo, además se evidencia la presencia de áreas potenciales de menor tamaño en el norte del país en lo que corresponde a la provincia de Carchi sobre la Reserva Ecológica el Ángel y en el límite occidental de Sucumbíos; en Imbabura se observan dos parches en el extremo sureste de la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas y en el límite oriental de la provincia. En la cordillera occidental se determinaron áreas más fragmentadas que corresponden a elevaciones específicas de mayor altitud como el Pichincha, los Ilinizas, el Corazón, el Carihuairazo y el Chimborazo, también se observa un área probable sobre y alrededor del Parque Nacional Cajas. En el extremo sur del país se determinaron dos áreas principales, una en el límite entre Azuay y Zamora Chinchipe y otra en el extremo noroeste del Parque Nacional Podocarpus.

De forma similar, el umbral promedio para el mapa de dormideros fue de 0,1223 y produjo un área de 15666,5km² la cual se representa en el mapa de distribución potencial de áreas para dormideros del cóndor andino en Ecuador (Mapa 5 de Anexo II). En este caso se observa un resultado parecido al de sitios de anidación con un área grande representativa que cubre la mayor parte de la cordillera oriental entre las provincias de Carchi, Imbabura, Pichincha, Napo y Cotopaxi, luego se observa un corte en Tungurahua y continúa en lo que corresponde a la vertiente oriental de Chimborazo y Azuay. Las áreas de la cordillera occidental se encuentran igualmente localizadas pero son más reducidas que en el mapa de nidos; se conserva una pequeña sección en el límite noroeste del Parque Nacional Podocarpus, sin embargo ya no se observa el área entre Azuay y Zamora Chinchipe.

3.1.3. Validación estadística del modelo bioclimático

Los resultados del cálculo del AUC y el umbral de presencia/ausencia se muestran en las Tablas 8 y 9 a continuación:

Tabla 8. Validación estadística del modelo bioclimático para nidos

Corrida	Presencias	Ausencias	Modelamiento	AUC	Umbral
1	11	1750	Maxent	0,9587	0,3986
2	11	1750	Maxent	0,964	0,4684
3	11	1750	Maxent	0,9432	0,3902
4	11	1750	Maxent	0,9763	0,4482
5	11	1750	Maxent	0,9877	0,6291
6	11	1750	Maxent	0,9573	0,524
7	11	1750	Maxent	0,9699	0,5303
8	11	1750	Maxent	0,9699	0,432
9	11	1750	Maxent	0,9795	0,5551
10	11	1750	Maxent	0,836	0,1378
PROMEDIO				0,95425	0,45137

Tabla 9. Validación estadística del modelo bioclimático para dormitorios

Corridas	Presencias	Ausencias	Modelamiento	AUC	Umbral
1	158	1750	Maxent	0,9811	0,119
2	158	1750	Maxent	0,9819	0,0349
3	158	1750	Maxent	0,9866	0,3603
4	158	1750	Maxent	0,9786	0,0872
5	158	1750	Maxent	0,9785	0,0969
6	158	1750	Maxent	0,9848	0,1249
7	158	1750	Maxent	0,9802	0,0444
8	158	1750	Maxent	0,9827	0,0891
9	158	1750	Maxent	0,9885	0,0829
10	158	1750	Maxent	0,9875	0,1834
PROMEDIO				0,98304	0,1223

El valor resultante del AUC para cada corrida fue muy cercano a 1. En promedio se obtuvieron los valores de 0,95 y 0,98 para nidos y dormitorios respectivamente, por tanto se determinó que el modelo es confiable.

3.2. DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA EL CÓNDOR ANDINO EN ECUADOR

3.2.1. Procesamiento de variables

3.2.1.1. Áreas con baja velocidad del viento

Se determinó que la velocidad mínima necesaria para que un cóndor pueda despegar es de 4m/s y por lo tanto un lugar que posea esa característica podría ser escogido por la especie como sitio de anidación o dormitorio. (Mapas 6 y 7 de Anexo II).

Para sitios de anidación se obtuvo un área idónea de 7599,6km² que representa el 49,7% del área de distribución potencial total.

Para dormitorios se obtuvo un área idónea de 5196,2km² que equivale al 33,1% del área de distribución potencial total.

3.2.1.2. Áreas cercanas a centros poblados y vías de transporte

Se consideró que un área que se encuentre a menos de 2km de distancia de vías o centros poblados puede estar sujeta a algún tipo de amenaza o perturbación antrópica. Se consideraron áreas cercanas a centros poblados y vías de transporte a las que se encuentren a menos de 2km de distancia (Mapas 8 y 9 de Anexo II).

En el caso de sitios de anidación se obtuvo un área idónea remanente de 12687,3km² equivalente al 83,1% del área potencial total inicial.

Para el caso de dormitorios el área idónea remanente fue de 13286km² que representa el 84,8 % del área potencial total inicial.

3.2.1.3. Áreas con baja densidad ganadera

Los valores de densidad promedio difirieron entre nidos y dormitorios siendo 13 individuos/km² y 22 individuos/km² los resultandos respectivos. Estos valores determinan que un área puede ser

escogida por la especie como sitio de anidación o dormitorio por tener la cantidad de ganado suficiente para la provisión de alimento (Mapas 10 y 11 de Anexo II).

Para sitios de anidación se obtuvo un área idónea remanente de 10349,6km² que equivale al 67,8% del área de distribución potencial total.

Para dormitorios se obtuvo un área idónea remanente de 5652,1km² correspondiente a un porcentaje de 36% del área total inicial.

3.2.2. Selección de áreas de importancia

Luego de obtener los resultados parciales, se procedió a sumar las áreas descartadas para las variables antrópicas y la velocidad del viento, con el propósito de eliminar todo en conjunto del área de distribución potencial y de esta manera obtener los mapas de áreas de importancia para anidación y dormitorios (Mapas 12 y 13 de Anexo II).

El área determinada como importante para la anidación del cóndor andino es 4778,3km², valor que equivale al 31,2 % de la superficie de distribución potencial total; por otra parte en el caso de dormitorios se determinó un área de importancia de 2049,9km² que corresponde al 13,1 % del área de distribución potencial total.

3.3. PROPUESTA DE ÁREAS CON PRIORIDAD DE CONSERVACIÓN

3.3.1. Áreas de distribución potencial no protegidas

La superficie correspondiente al PANE fue eliminada de los mapas de distribución potencial mostrando como resultado las áreas que no se encuentran bajo ningún tipo de protección estatal (Mapas 14 y 15 de Anexo II).

En el caso de sitios de anidación, el área no protegida alcanzó un valor de 9723,2km² equivalente al 63,69%, lo que quiere decir que del área de distribución potencial total sólo se encuentra protegido un 36.3%.

Para dormideros se determinó un área no protegida de 8474,1km² que corresponde a un 54,09%, lo que muestra que del área de distribución potencial total solo está protegido el 45.9%.

3.3.2. Áreas no protegidas con prioridad de conservación

El proceso final consistió en determinar la superficie con prioridad de conservación, para esto se eliminaron las áreas protegidas del mapa de áreas de importancia para anidación y dormideros (Mapas 16 y 17 de Anexo II).

En el caso de áreas importantes para anidación existen 3239km² que no se encuentra protegidos. Se puede observar una zona de mayor densidad que forma una franja que conecta el Parque Nacional Cayambe Coca, el Parque Nacional Cotopaxi y el Parque Nacional Llanganates; además se evidencia la existencia de áreas con prioridad de conservación en el extremo oeste de la Parque Nacional Cayambe Coca, en los volcanes Guagua y Ruco Pichincha, al norte y sur de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, en el lado occidental del Parque Nacional Sangay, al sur y norte del Parque Nacional Cajas y en el límite entre Azuay, Morona Santiago y Zamora Chinchipe.

Por otra parte las áreas importantes para dormideros que no están protegidas corresponden a una superficie de 1331,3km². Existen zonas de menor superficie específicamente en el extremo oeste del Parque Nacional Cayambe Coca, al norte del Parque Nacional Cotopaxi y una franja que

conecta el mismo con el Parque Nacional Llanganates, además se observan áreas al sur del Chimborazo, al oeste del Sangay y al norte del Parque Nacional Cajas.

4. DISCUSIÓN

Un modelo es una representación simplificada de la realidad que muestra un resultado aproximado en base a la información analizada. Dicho esto, se puede concluir que el objetivo de esta disertación fue alcanzado al obtener un acercamiento bastante confiable del área potencialmente apta para el establecimiento de nidos y dormideros del cóndor andino en el Ecuador. Es rescatable mencionar que la metodología utilizada en este estudio también ha formado parte de investigaciones similares, como por ejemplo el modelo aplicado para predecir la distribución de nidos del halcón gerifalte en Alaska, en el cual se obtuvieron resultados bastante precisos con un AUC de 0,76 (Booms, 2009).

El análisis se realizó utilizando la información más actualizada que se encontraba disponible al momento de realizar el estudio. No obstante, cabe recalcar que se podría alcanzar un nivel más alto de precisión al contar con datos más detallados, en este punto se debe enfatizar especialmente en la información de ganadería.

Los datos de densidad ganadera pueden llevar a un cierto tipo de sesgo al no mostrar específicamente las características y la distribución espacial del ganado. Para estudios posteriores sería recomendable investigar más a fondo la distribución de las haciendas dedicadas a la ganadería extensiva. Además, trabajar en conjunto con las instituciones pertinentes para realizar un catastro detallado donde se muestre la localización exacta de los predios y cabezas de ganado en especial en la región andina.

En cuanto a la información de las demás variables, se considera que fue bastante útil para los fines de la disertación, tomando en cuenta que el análisis se realizó a nivel nacional y que con los resultados obtenidos se pueden llevar a cabo acciones de conservación eficientes.

El número de registros de presencia aparentemente influyó en la exactitud del modelamiento, ya que el área de distribución potencial de dormideros resultó ser más puntual que la de sitios de anidación. Se esperaría que el área resultante sea muy similar entre nidos y dormideros tomando

en cuenta que en el Ecuador las características no difieren drásticamente entre ambos (Vargas H., The Peregrine Fund, com. pers., 2014). Sin embargo, solo el 47,35% del área de distribución potencial total resultó ser la misma para sitios de anidación y dormideros. La diferencia se encuentra en las estribaciones orientales de la cordillera de los Andes donde se extienden en mayor proporción las áreas potenciales para dormideros, y en el sur del país donde aparecen más áreas potenciales para el establecimiento de nidos.

Se puede encontrar cierto tipo de relación entre la concentración de áreas potenciales y áreas de importancia con la cantidad de registros históricos al observar los resultados del modelamiento. El mayor número de registros de nidos y dormideros está localizado entre Pichincha y Cotopaxi, que corresponden a las provincias con mayor idoneidad de hábitat en el país. Así mismo, la ausencia de registros históricos en el sur del Ecuador puede explicarse en parte a la baja cantidad de áreas potenciales y áreas de importancia en la región.

Los mapas de distribución potencial y áreas de importancia disminuyen enormemente la incertidumbre que existía por tener pocos registros históricos de presencia de la especie y representan una guía para la investigación y planificación de acciones de monitoreo y conservación. La declaración de santuarios o la ampliación de áreas protegidas son acciones que se pueden derivar directamente de los resultados de esta disertación.

En base al mapa de áreas prioritarias para la conservación se puede mencionar que existe la necesidad de ampliar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas. El área más representativa que requiere protección en los casos de nidos y dormideros se encuentra entre los parques nacionales Cayambe Coca, Cotopaxi y Llanganates. La conexión de las tres reservas mediante una ampliación de la superficie protegida actualmente sería un aporte significativo para la conservación del cóndor andino, debido a que según los mapas de distribución potencial y áreas de importancia, la zona mencionada es la que mayor concentración de sitios idóneos posee en el país. De igual manera sería importante la conservación de áreas importantes para la especie en:

el lado oeste del Parque Nacional Cayambe Coca, al sur del Chimborazo, el oeste del Parque Nacional Sangay y el norte del Parque Nacional Cajas.

Los resultados del modelamiento muestran áreas de alta idoneidad de hábitat al constatarse que las características climáticas, físicas y antrópicas son las esperadas para el establecimiento de nidos o dormideros. Sin embargo, existe la necesidad de realizar visitas de campo a los sitios resultantes para verificar y levantar información *in situ*, de tal forma que se pueda caracterizar el hábitat, evaluar las condiciones del lugar y evidenciar la presencia del cóndor andino. Es necesario recalcar que para determinar un sitio puntual se debe localizar lugares de alta pendiente en donde se formen peñones o paredes de roca, los cuales se consideran como microhábitats específicos para el establecimiento de nidos o dormideros del cóndor. Existen varias herramientas que pueden ser útiles para este propósito, por ejemplo, mediante un modelo digital de terreno (MDT) se puede calcular la pendiente o el desnivel entre píxeles y una vez determinado un lugar probable utilizar una fotografía aérea con buena resolución espacial para verificar mediante un proceso de fotointerpretación la existencia de peñones.

Se realizó el cálculo mencionado utilizando un MDT de 30m de resolución espacial y 1,5m de precisión altimétrica proporcionado por el MAGAP (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, 2014) y se ratificó la existencia de zonas de alta pendiente dentro de la distribución potencial y de las áreas de importancia. Sin embargo éste no se consideró como un resultado de la disertación, más bien fue un medio de verificación y un ejercicio de prueba que serviría como ejemplo para estudios posteriores.

Se debe tomar en cuenta que la presencia del cóndor en los sitios resultantes del modelamiento puede verse afectada entre otras razones por la baja población actual de la especie en el Ecuador, la cual se aproxima a los 50 individuos y se encuentra concentrada en su gran mayoría en la cordillera oriental de la sierra norte (Carrión, J., Fundación Zoológica del Ecuador, com. pers., 2014). En base a observaciones personales, se ha determinado que existen áreas de presencia histórica de la especie en buen estado de conservación, pero con muy poca presencia

de animales que aporten a la dieta del cóndor, por tanto se presume que la ausencia de individuos en esos sitios se puede relacionar con la falta de alimento. El establecimiento de áreas de alimentación suplementaria en las áreas de importancia es una acción a tomarse en cuenta para la conservación del cóndor andino.

En el supuesto caso que la población del cóndor aumente en el Ecuador, las áreas potenciales podrían convertirse en sitios frecuentes de visita de la especie y por tanto, su conservación implicaría un aumento en la probabilidad de encontrar áreas de establecimiento de nidos o dormideros. Además, estas áreas también pueden tomarse en cuenta como puntos de liberación de individuos rehabilitados dentro de programas de reintroducción de especies a su ambiente natural, en caso de determinarse la presencia de microhábitats idóneos (mencionados anteriormente). En este punto se puede citar como ejemplo el programa de conservación del cóndor de California (*Gymogyps californianus*), en el cual se determinó el rango histórico de distribución de la especie a partir de datos de observación y variables ambientales, con el fin de liberar individuos criados en cautiverio y restablecer las poblaciones silvestres de la especie (Moreira, 1996).

Es importante mencionar que el cóndor andino es una especie paraguas, de tal forma que cualquier acción para su conservación, como por ejemplo la declaración de áreas protegidas o la provisión de alimento tendrían, un impacto positivo en otras especies que comparten su hábitat.

En fin, los resultados de esta disertación pueden ser aplicados en diferentes acciones de conservación, como por ejemplo, aportar a planes de manejo y tomarse como base para futuros estudios más específicos. Es importante aclarar que, si bien el modelamiento espacial es una herramienta útil para predecir la distribución geográfica de una especie, o como fue el caso, de sitios de anidación y dormideros del cóndor andino, siempre se deberán tener presentes las características cambiantes del entorno y los factores externos que continuamente influyen en los procesos ecológicos.

5. CONCLUSIONES

- El área de distribución potencial de sitios de anidación y dormideros del cóndor andino en el Ecuador se encuentra completamente ubicada en la región andina.
- El 47,35% del área de distribución potencial total es la misma para sitios de anidación y dormideros. Se observa una mayor coincidencia en la región centro norte del país a diferencia del sur, en donde las áreas potenciales de dormideros son menores que las de nidos.
- La mayor concentración de áreas óptimas para el establecimiento de nidos y dormideros se encuentra a lo largo de la cordillera oriental, especialmente entre las provincias de Pichincha y Cotopaxi.
- El área de distribución potencial aún no se encuentra protegida en un 63% para sitios de anidación y en un 54% para dormideros, por lo que la declaración de santuarios para el cóndor andino aportaría de manera significativa a la conservación de la especie.
- La conexión de los parques nacionales Cayambe Coca, Cotopaxi y Llanganates representa la acción más importante para la conservación de las áreas de importancia para el cóndor andino en el Ecuador.
- El tamaño de la muestra con los puntos de presencia y la resolución espacial de las variables determinan la exactitud del área resultante del modelo predictivo.
- El modelamiento espacial es un proceso que facilita la determinación de áreas de idoneidad de hábitat e importancia para la conservación.
- Los mapas de áreas con prioridad de conservación permitirán generar planes de protección de áreas importantes para la especie que actualmente no se encuentran bajo el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.

6. RECOMENDACIONES

- El área de distribución potencial debe ser considerada para un marco de acción y formar parte de un plan integral de manejo de la especie en el país.
- Las áreas de importancia para anidación y dormideros deben ser monitoreadas periódicamente por parte de las instituciones y organizaciones pertinentes.
- Validar en campo las áreas propuestas realizando una planificación previa hacia sitios de alta pendiente y utilizar fotografías aéreas para observar los peñones.
- Contactar a guías locales, ya que su conocimiento resulta muy útil para ahorrar tiempo y recursos; ellos conocen los lugares y pueden proveer información importante sobre individuos observados y hallazgos en el sector de visita.
- A medida que se registren más nidos o dormideros del cóndor en el país y que se mejore la calidad de la información de las variables analizadas, se debe realizar el modelamiento nuevamente de tal forma que se mantengan actualizados los resultados.
- Investigaciones posteriores pueden centrarse en el estudio de las amenazas a las que está expuesto el cóndor andino, de tal manera que proporcionando un criterio espacial para determinar puntos focales y zonas de influencia, se mejoraría la definición de áreas vulnerables con prioridad de protección para así generar propuestas y acciones para prevenir o mitigar el impacto que tales amenazas puedan tener sobre la especie.
- Analizar el tipo de relieve en las áreas resultantes del estudio para determinar zonas de alta pendiente donde exista la posibilidad de encontrar peñones.
- Utilizar fotografías aéreas para observar directamente los microhábitats específicos del cóndor andino.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Barrera, M., y Feliciano, J. (1994). Repoblación de cóndor andino *Vultur gryphus* (Linnaeus, 1758) en tres páramos de los Andes Colombianos. *Trianea, Acta Científica y Tecnológica Inderena*, 5, 353-378
- Booms, T., Huettmann, F., y Schempf, P. (2009). Gyr Falcon nest distribution in Alaska based on a predictive model. *Polar Biology*, 33, 347-358
- BirdLife International. (2014). Species factsheet: *Vultur gryphus*. Recuperado de <http://www.birdlife.org> el 31/01/2014
- Calispa, A. (2009). Análisis de la estructura poblacional de los cóndores silvestres en el centro-norte del Ecuador. Tesis de licenciatura no publicada. Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Collinge, S. K. (2001). Introduction: spatial ecology and biological conservation. *Biological Conservation* 100, 1-2
- Escobar, V. (2007). Programa Binacional de Conservación Cóndor Andino, Chile – Argentina. *La chiricoca*. 2, pp. 12
- ESRI. (2013). *Arcgis, vers. 10.2*. Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, California, USA.
- Fjeldsa, J. y Krabbe, N. (1990). *Birds of the High Andes*. Svendberg, Denmark: Apollo Books.
- Fundación Cóndor. (2012a). Caracterización y disponibilidad del hábitat del cóndor andino (*Vultur gryphus*) en la REA, RGP, PNCC, RECC y los páramos por los que atraviesa el OCP.
- Fundación Cóndor. (2012b). Estudio de amenazas para las poblaciones silvestres de cóndor andino en el área de influencia del PROCCA E.
- Fundación Zoológica del Ecuador. (2011). Guía para el establecimiento y manejo de áreas de alimentación suplementaria (ASS) para cóndor andino (*Vultur gryphus*) en el Ecuador.
- García, C. (2012). Biología y conservación de dos especies necrófagas nidificantes en el Este de la Península Ibérica. Tesis de Doctorado. Universidad de Alicante. Alicante, España.
- Guisan, A., y Zimmerman, N. E. (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecol. Modell.* 135, 147-186
- Guisan, A., y Thuiller, W. (2005). Predicting species distribution: offering more than simple habitat models. *Ecol. Lett.* 8, 993-1009
- Hall, L., Krausman, P., y Morrison, M. (1997). The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildl. Soc. Bull.* 25, 173-182
- Hijmans, R., Cameron, S., Parra, J., Jones, P., y Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965-1978

- Houston, D. (2001). *Vultures & condors*. Stillwater, Minnesota: Worldlife Library, Voyager Press.
- Instituto Geográfico Militar. (2008). Base Nacional escala 1:1'000.000
- IUCN. (2008). 2008 Red list of threatened species. Recuperado de [http:// www.iucnredlist.org/](http://www.iucnredlist.org/) el 09/12/2013
- Koester, F. (2002). *Cóndor Andino (Vultur gryphus)*. En: Granizo, T (Ed.), Libro Rojo de las Aves del Ecuador. SIMBIOE/Conservación Internacional/ Eco Ciencia/ Ministerio del Ambiente/ UICN. Serie Libros Rojos del Ecuador, tomo 2. Quito, Ecuador.
- Meza, P. (2004). Repatriación de un Cóndor (*Vultur gryphus*, Linnaeus 1758) Macho Juvenil del Centro de Rescate de Vida Silvestre Mazan al Parque Nacional Cajas. Tesis de Licenciatura no publicada. Universidad Central del Ecuador.
- Meza, P., Tonato, L., Calispa, A., y Vargas, H. (2009). Censo Nacional de Cóndores Andinos. Región Centro Norte. Enero 2008 – Marzo 2009. Proyecto Kuntur -Salvando al cóndor andino de la extinción en el Ecuador.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2012). Censo nacional agropecuario del Ecuador.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2014). Modelo digital de terreno. *Toma de Fotografía Aérea y Generación de Ortofotografía 1:5.000*. Programa SIGTIERRAS.
- Ministerio del Ambiente. (2009). Estrategia de conservación del cóndor andino *Vultur gryphus* en Ecuador.
- Ministerio de Electricidad y Energía Renovable. (2013). Atlas Eólico del Ecuador. Recuperado de <http://www.energia.gob.ec> el 22/05/2014
- Moreira, A. (1996). Los sistemas de información geográfica y sus aplicaciones en la conservación de la diversidad biológica. *Ambiente y desarrollo*, 7(2), 80-86
- Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. (2012). Resolución No. C 348. Recuperado de http://www.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Resoluciones%20de%20Concejo/A%C3% B1o%202012/RC-2012-348%20%20SANTUARIO%20DE%20LOS%20C%C3% 93NDORES.pdf el 13/06/2014
- Neuhauser C. (2001). Mathematical challenges in spatial ecology. *Notices of the American Mathematical Society*, 48, 1304-1314
- Panchi, T. (2012). Amenazas para la viabilidad del cóndor andino (*Vultur gryphus*) en la Reserva Ecológica Antisana (REA). Tesis de licenciatura no publicada. Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Phillips, S.J., Anderson, R.P., y Schapire, R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecol. Model.* 190, 231–259
- R Core Team. (2013). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Rai, V. (2013). *Spatial Ecology Patterns and Processes*. India: ISBN: 978-1-60805-710-8

UMMZ. (2013). Species factsheet: *Vultur gryphus*. Recuperado de http://animaldiversity.ummz.umich.edu/accounts/Vultur_gryphus el 09/12/2013

Vanderwal J., Beaumont L., Zimmermann N., y Lorch P. (2011). Package ‘climates’: methods for working with weather and climate.

Yáñez, M., y Cevallos, M. (2002). Conservación del Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) en Ecuador. Corporación Ornitológica del Ecuador – CECIA. Informe final (interno). Quito, Ecuador.

ANEXOS

Anexo I



Foto 1. Liberación del cóndor “Polito” en el Parque Cóndor.



Foto 2. Hábitat del cóndor andino.



Foto 3. Sitio de percha del cóndor andino.



Foto 4. Área de dormitorio del cóndor andino.



Foto 5. Ganado cimarrón en la cara noreste de los Ilinizas.



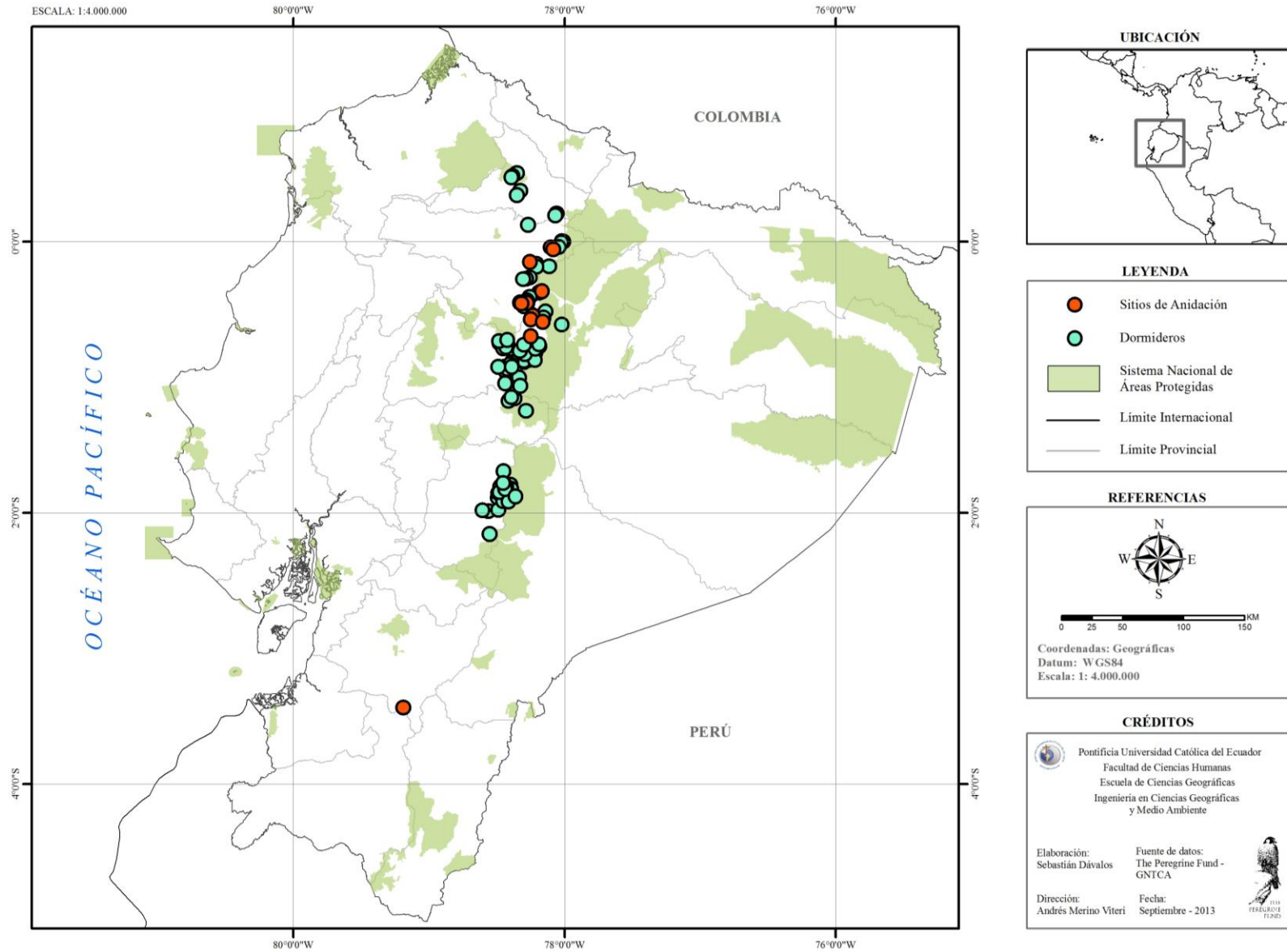
Foto 6. Lobo de páramo en los Ilinizas.



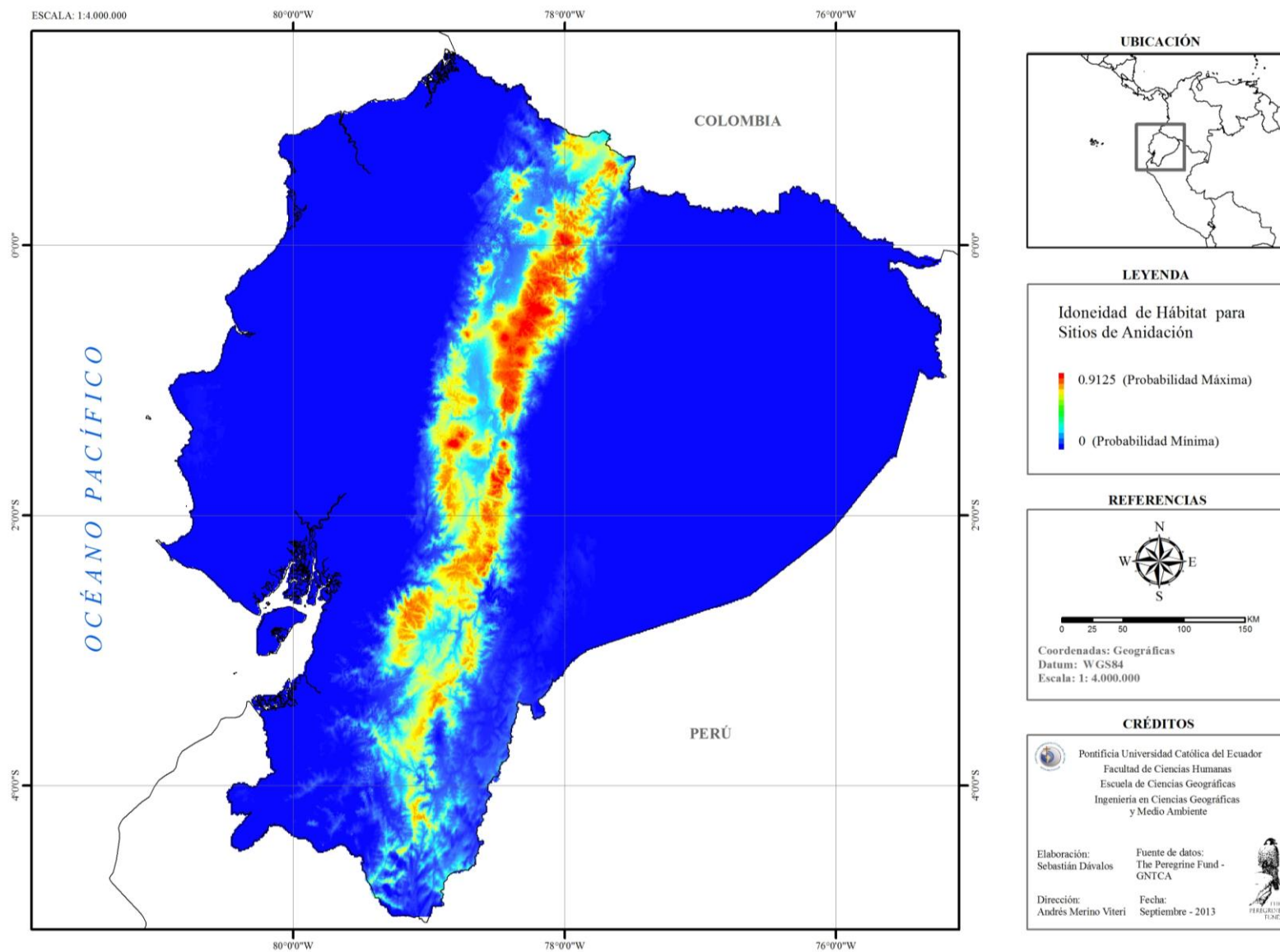
Foto 7. Guarro y curiquingue en el Parque Nacional Llanganates.

Anexo II

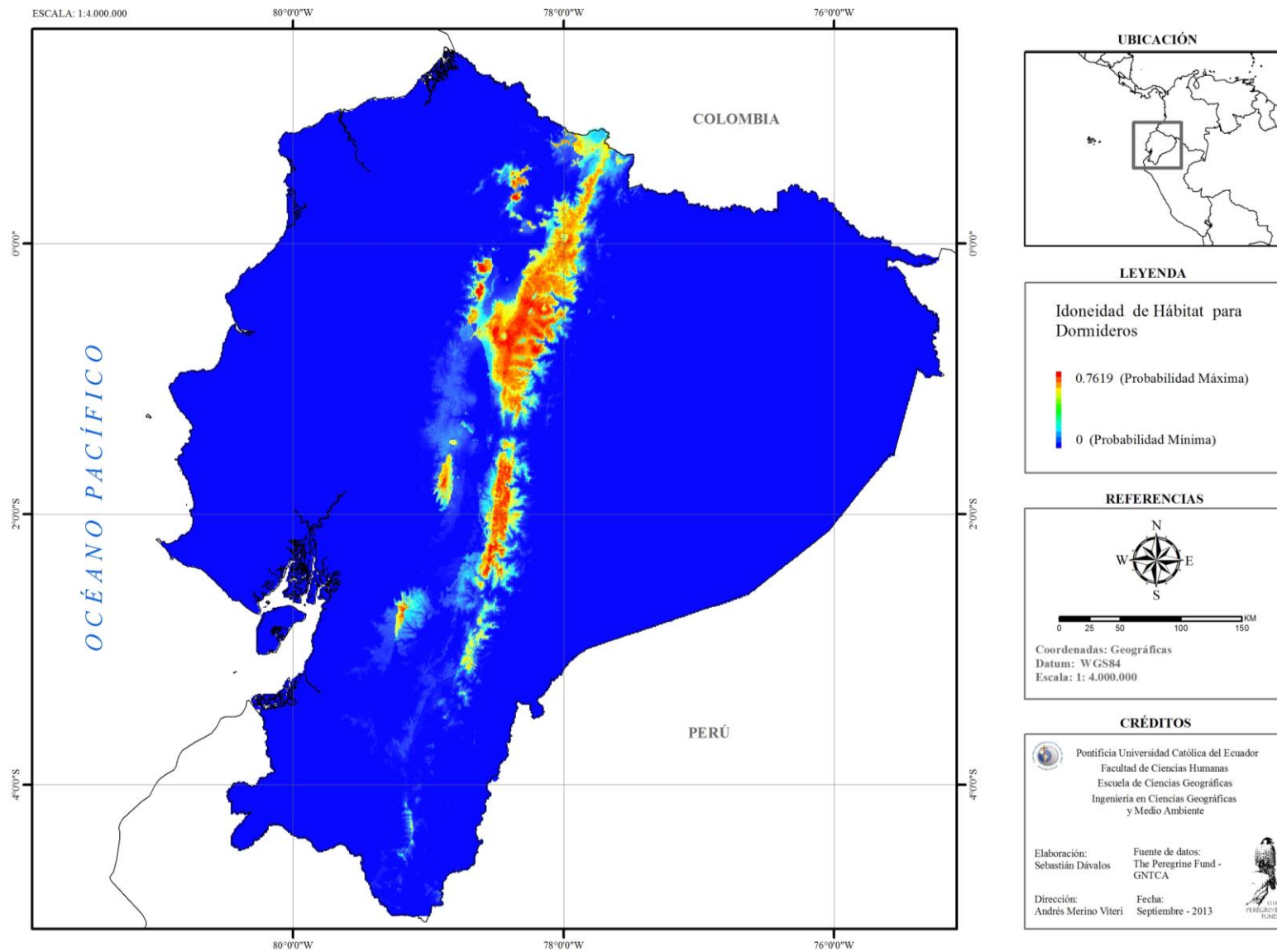
Mapa 1. Puntos de presencia de sitios de anidación y dormitorios del cóndor andino en Ecuador



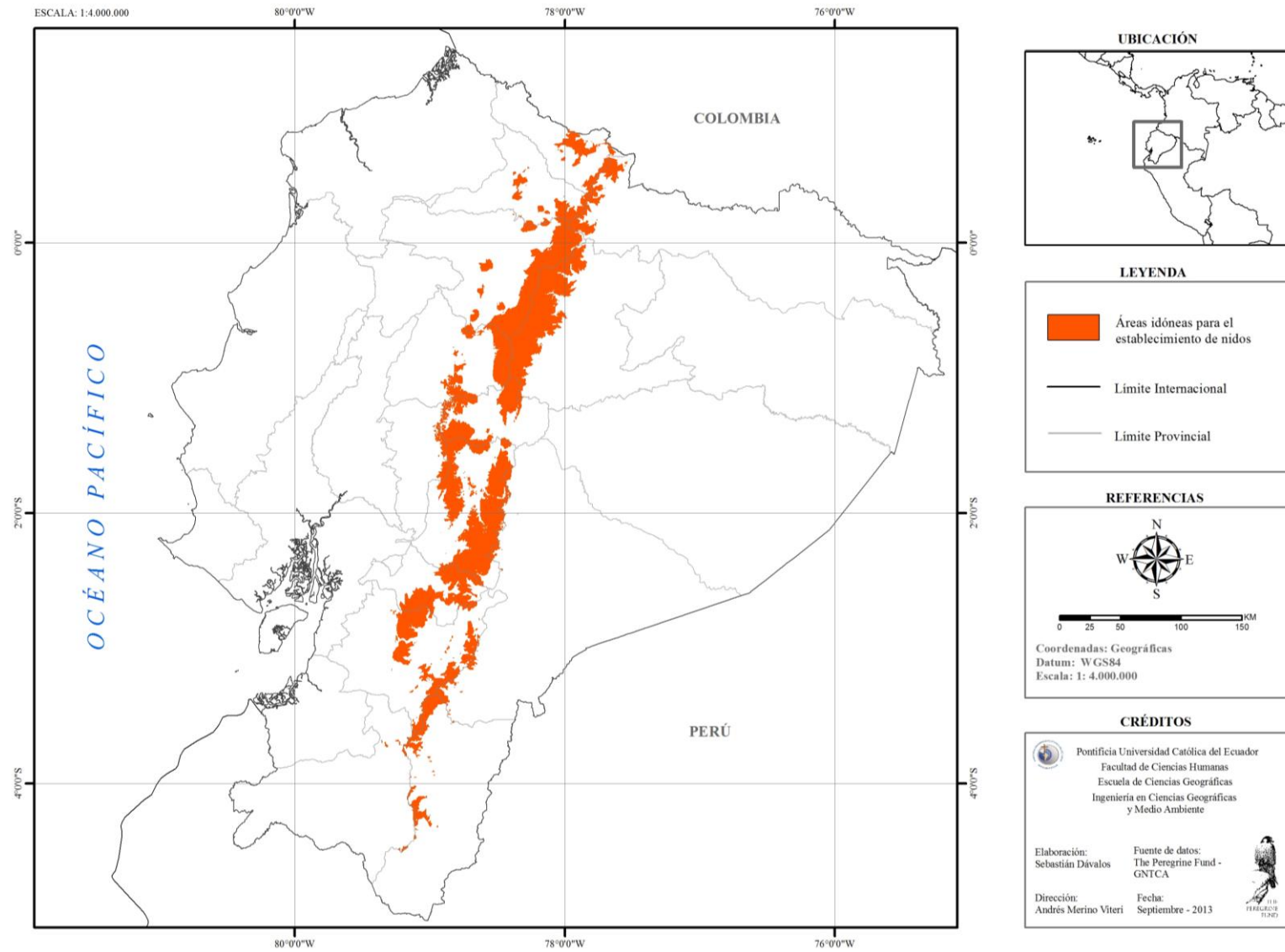
Mapa 2. Idoneidad climática para sitios de anidación del cóndor andino en Ecuador



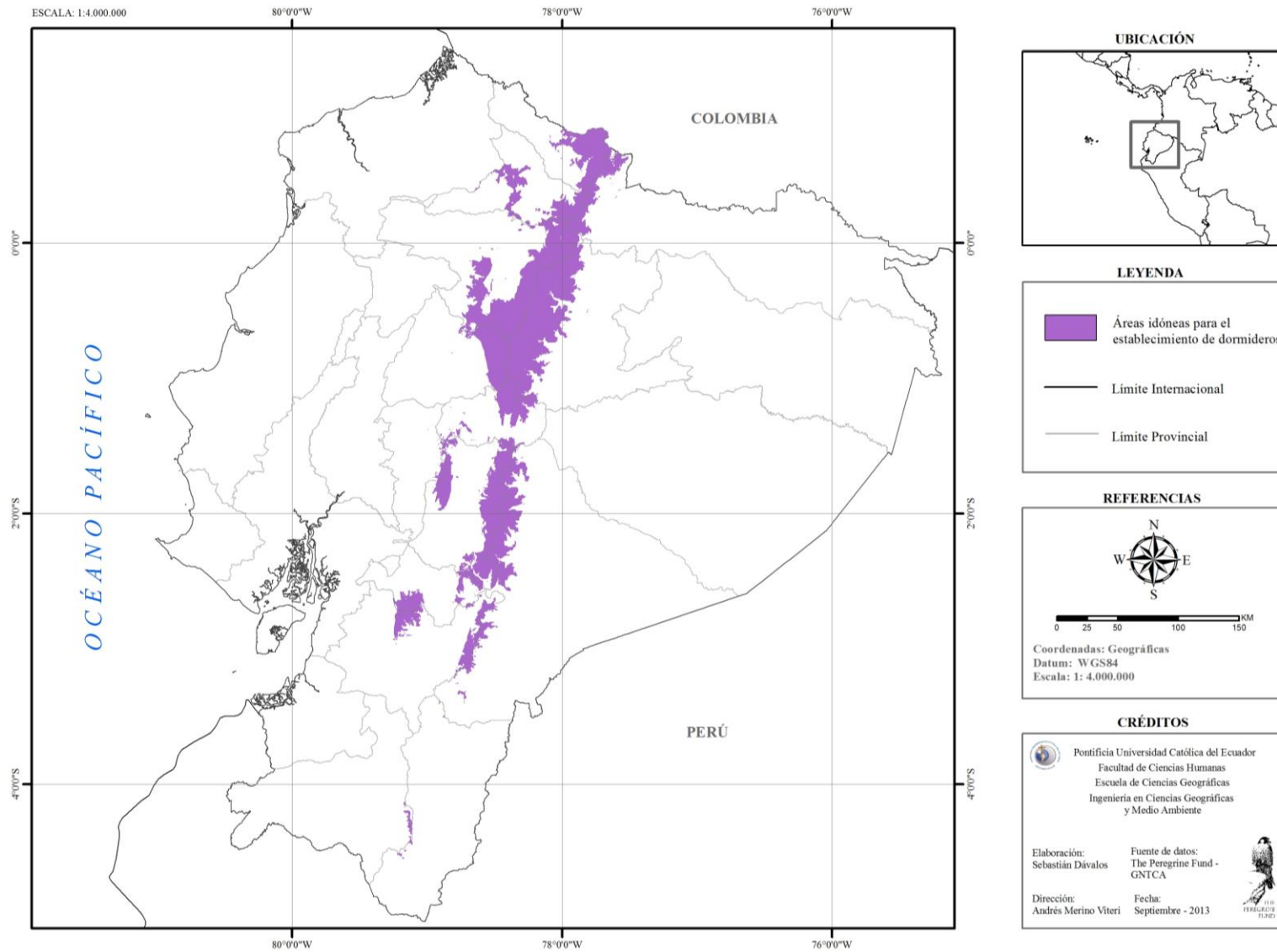
Mapa 3. Idoneidad climática para dormitorios del cóndor andino en Ecuador



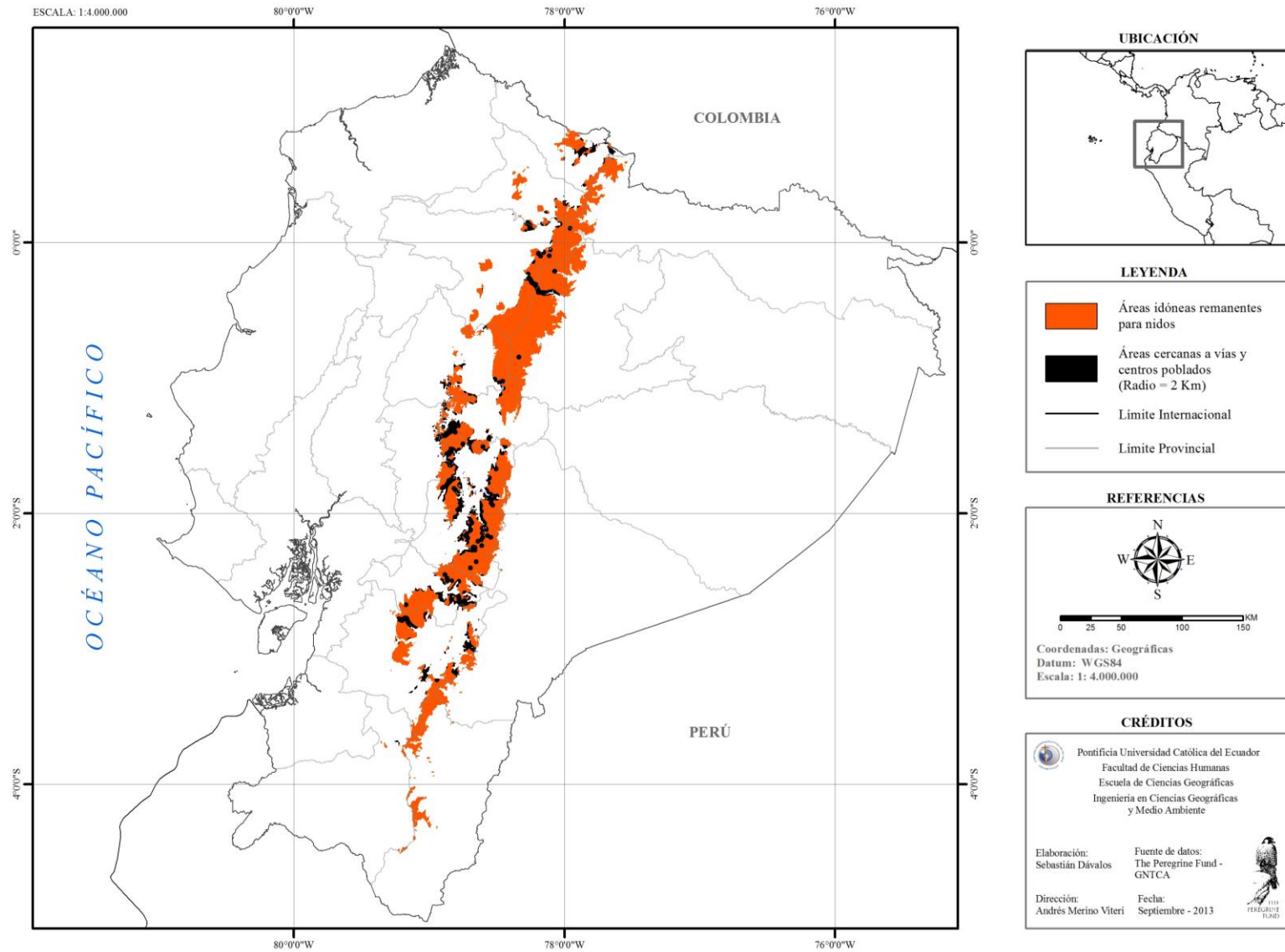
Mapa 4. Distribución potencial de áreas para anidación del cóndor andino en Ecuador



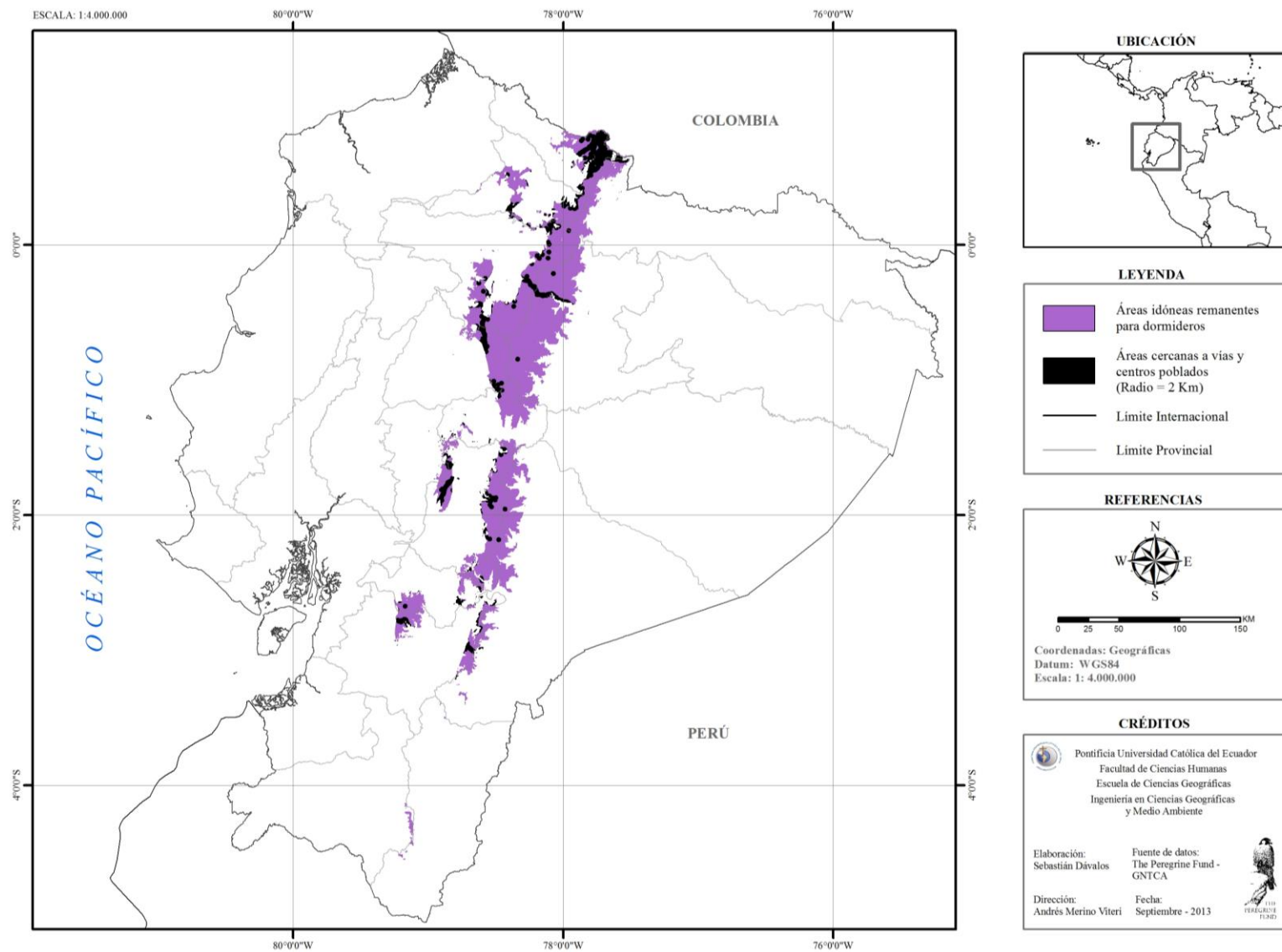
Mapa 5. Distribución potencial de áreas para dormitorios del cóndor andino en Ecuador



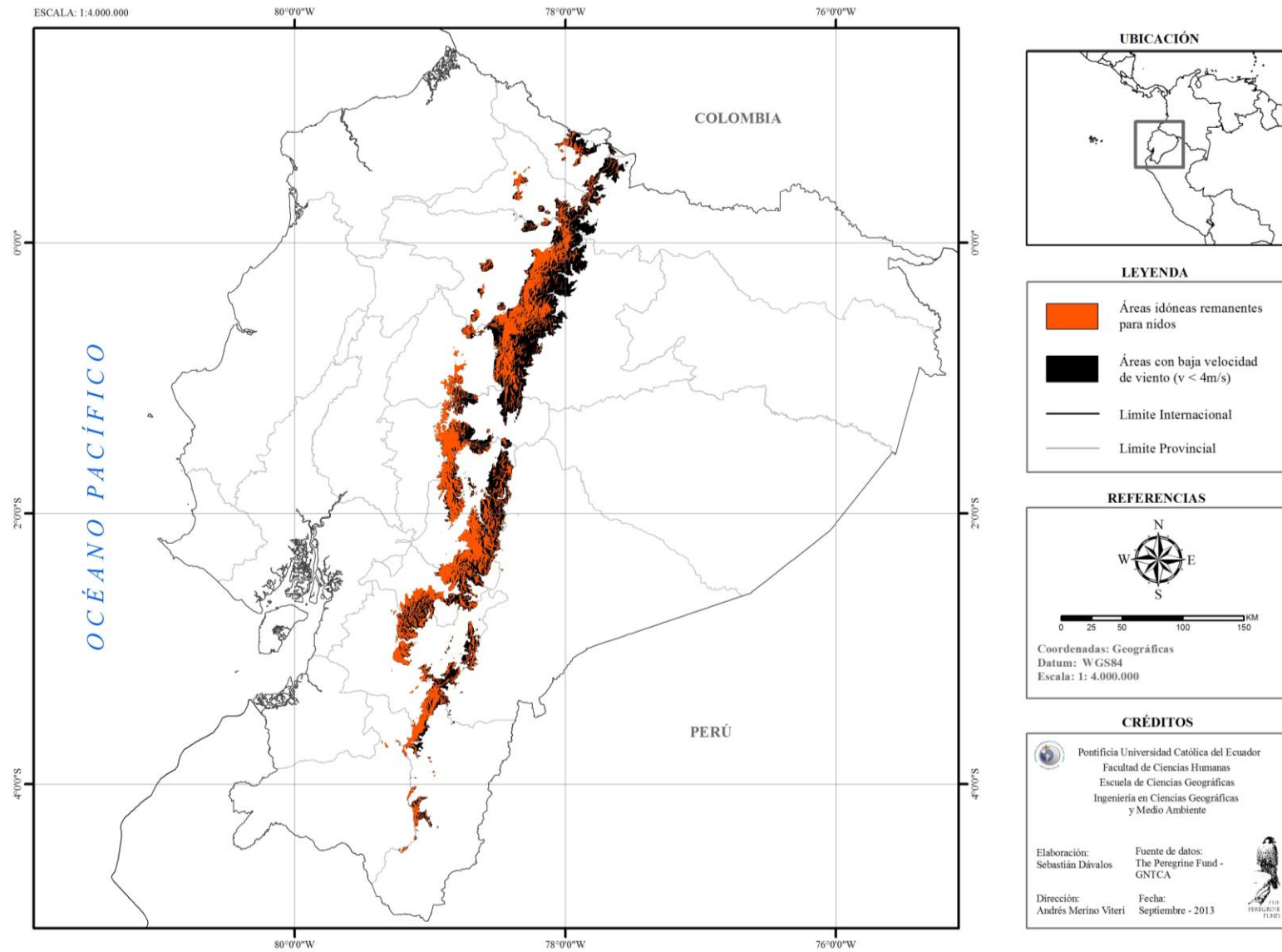
Mapa 6. Áreas cercanas a vías y centros poblados dentro de la distribución potencial de sitios de anidación del cóndor andino en Ecuador



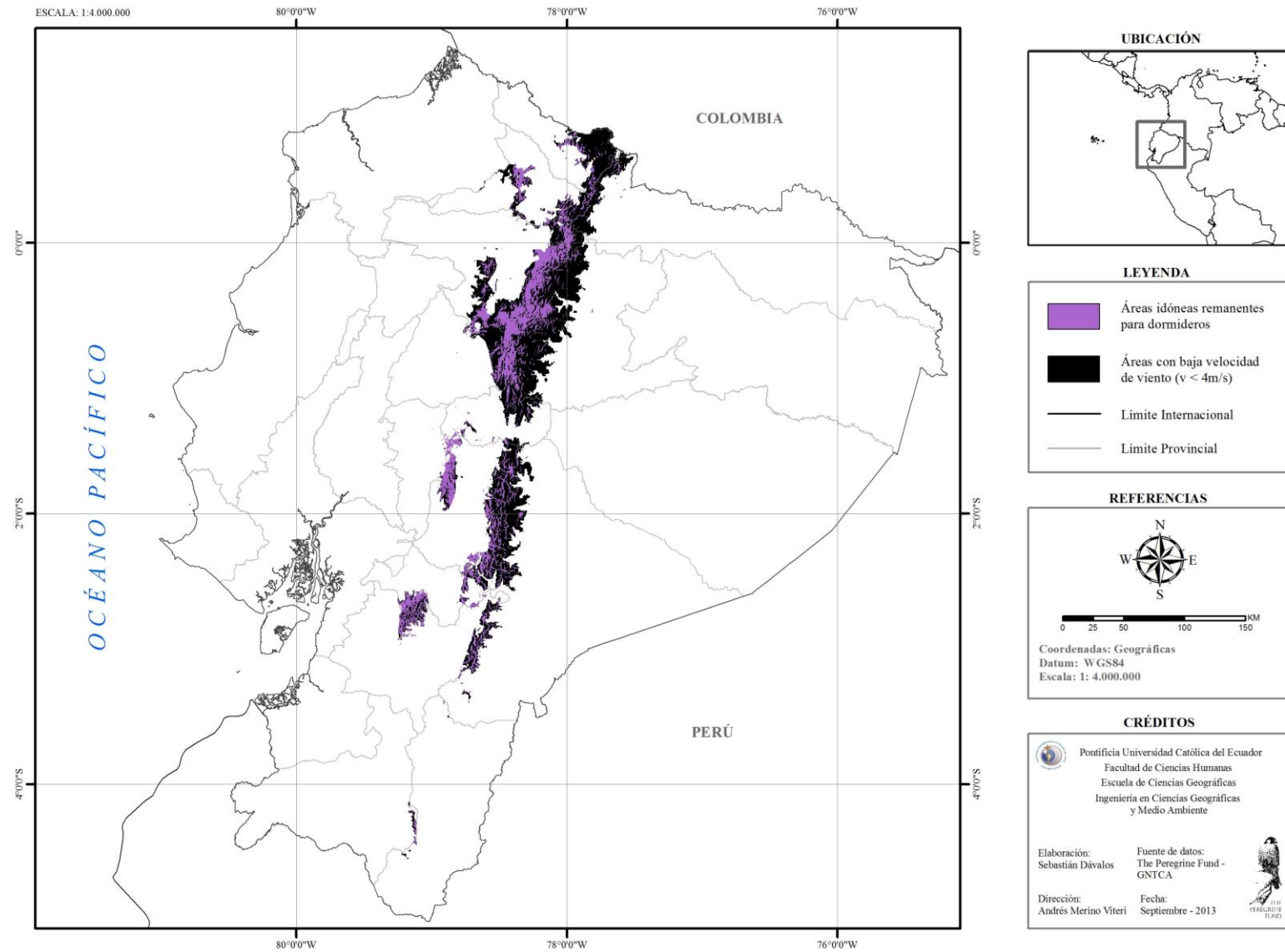
Mapa 7. Áreas cercanas a vías y centros poblados dentro de la distribución potencial de dormitorios del cóndor andino en Ecuador



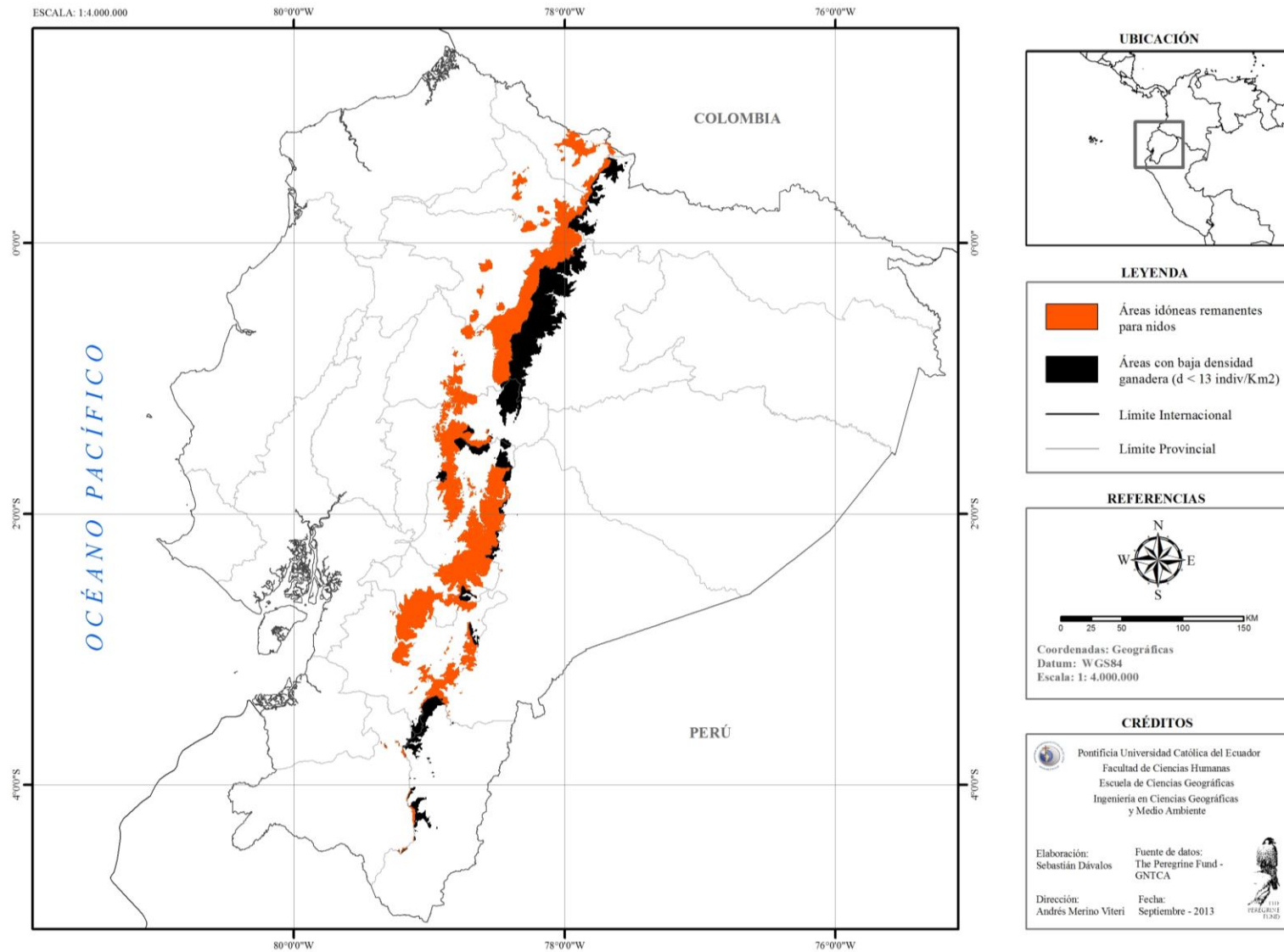
Mapa 8. Áreas con baja velocidad de viento dentro de la distribución potencial de sitios de anidación del cóndor andino en Ecuador



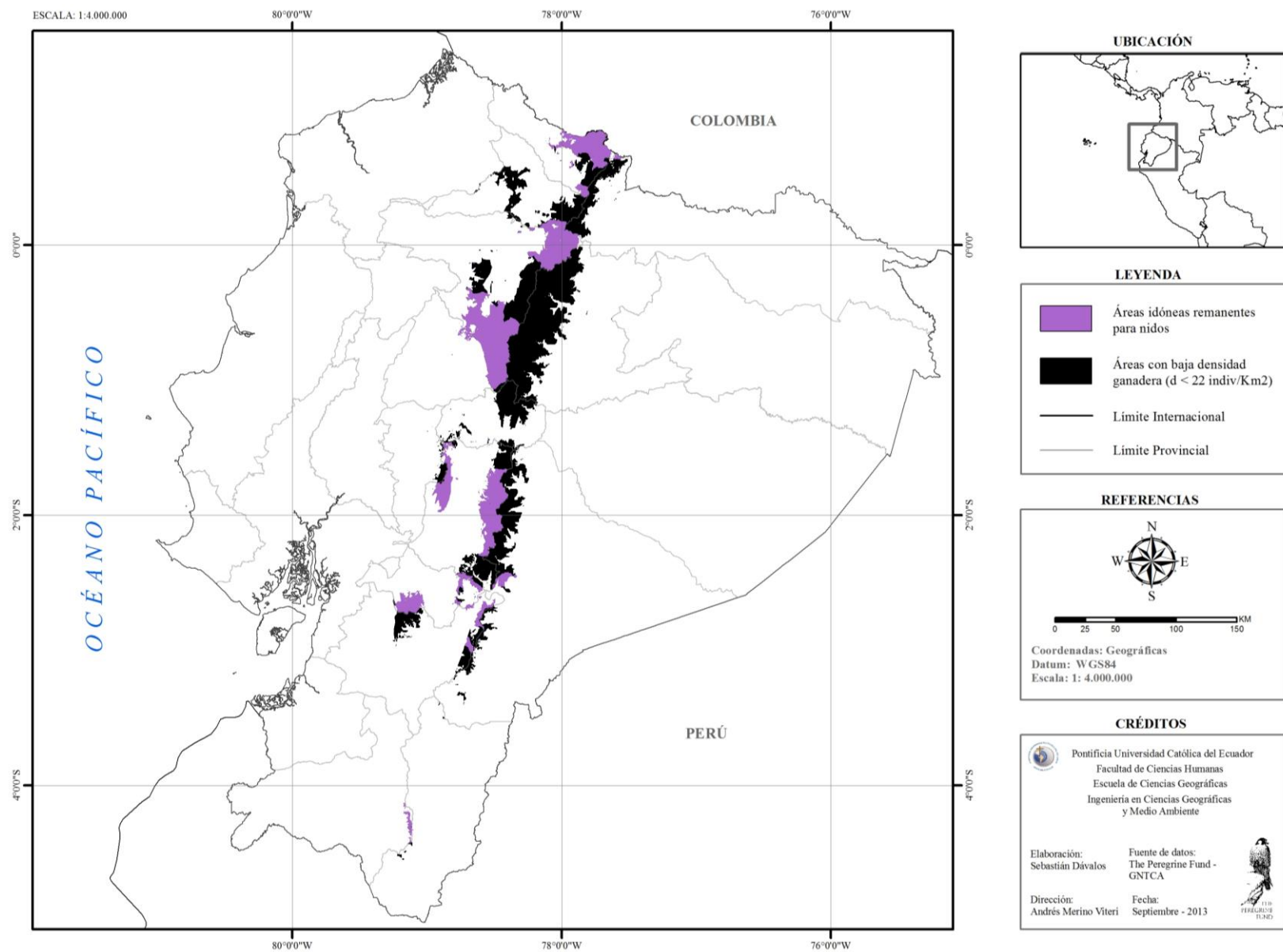
Mapa 9. Áreas con baja velocidad de viento dentro de la distribución potencial de dormitorios del cóndor andino en Ecuador



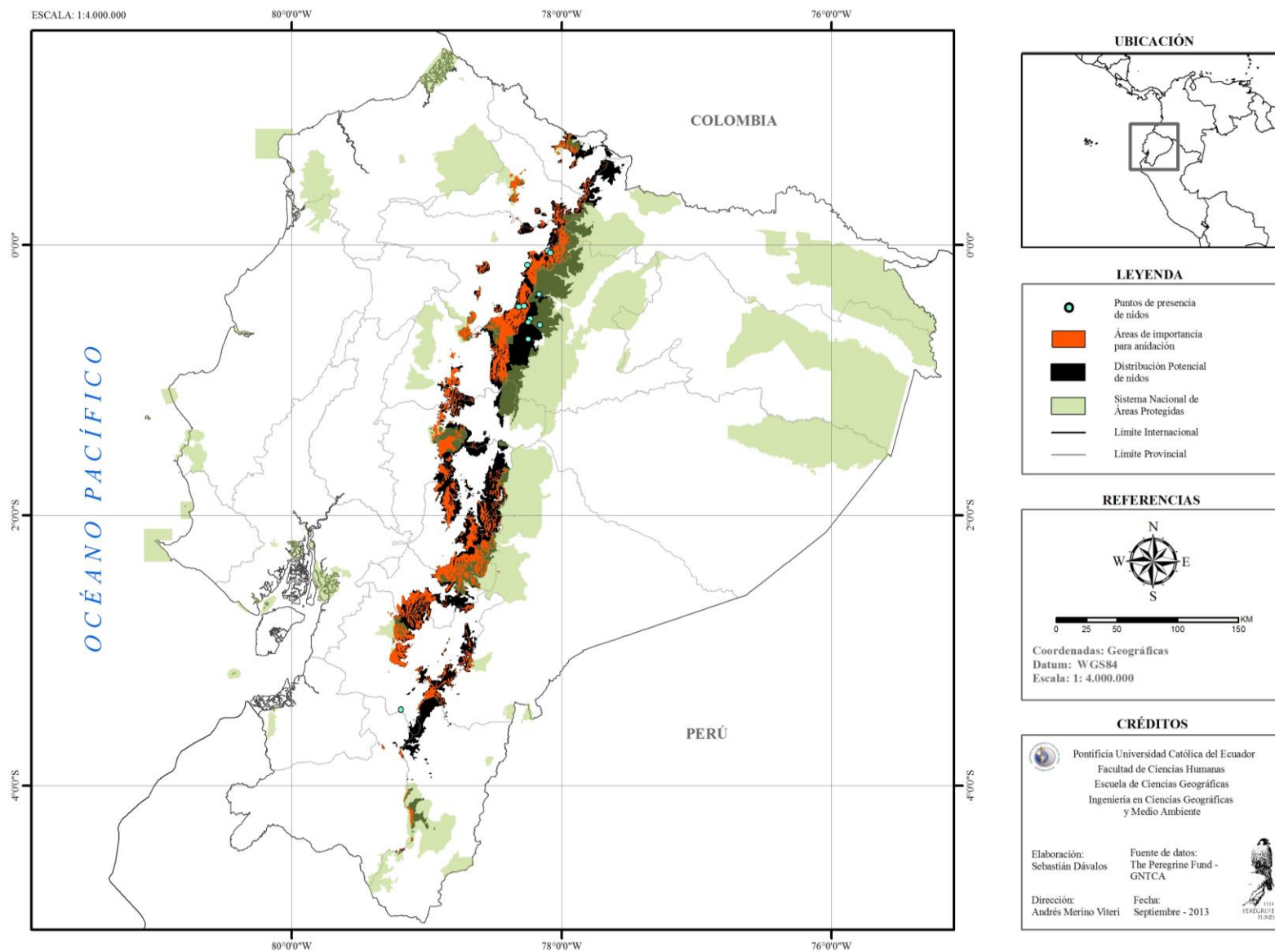
Mapa 10. Áreas con baja densidad ganadera dentro de la distribución potencial de sitios de anidación del cóndor andino en Ecuador



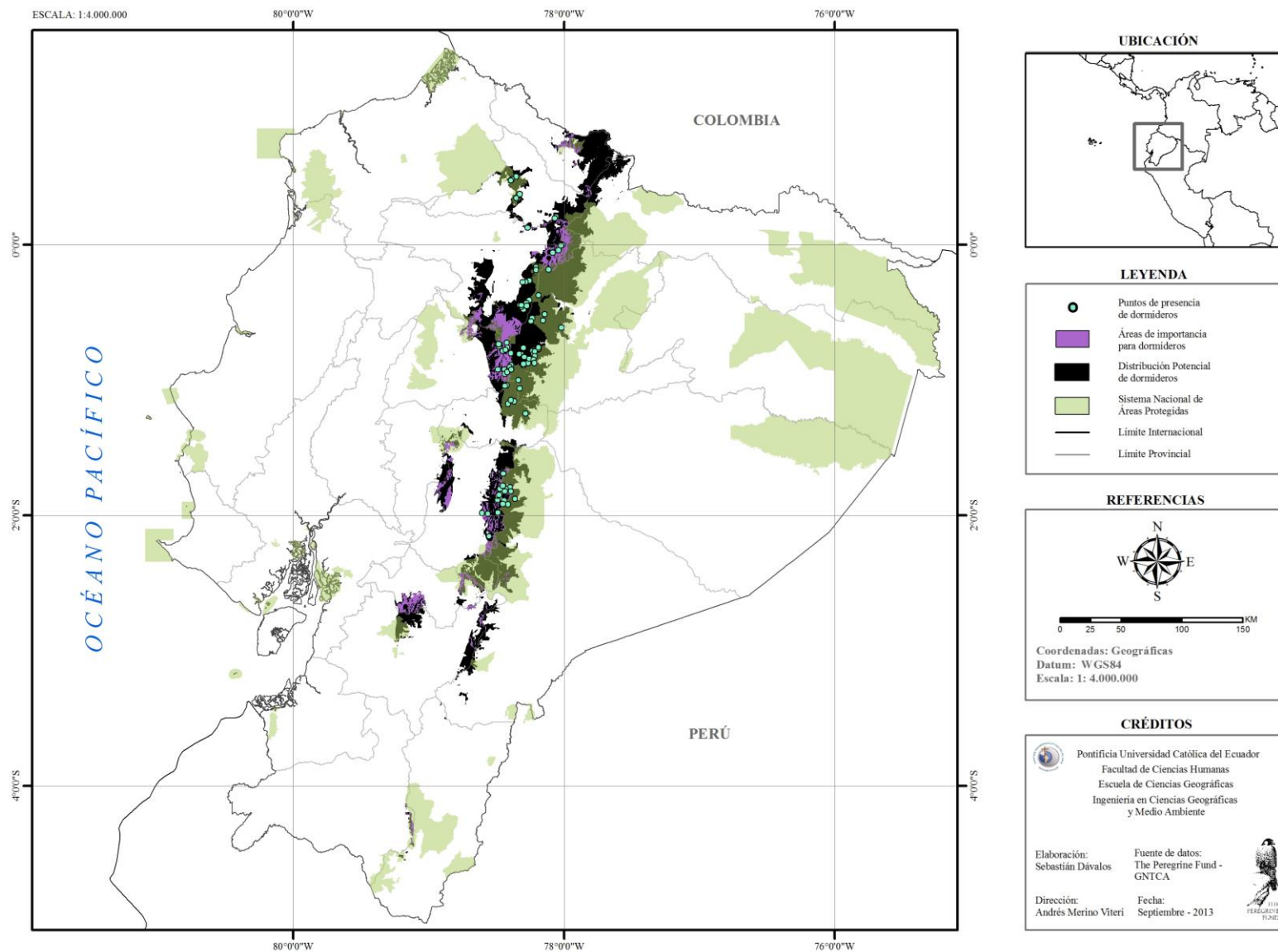
Mapa 11. Áreas con baja densidad ganadera dentro de la distribución potencial de dormitorios del cóndor andino en Ecuador



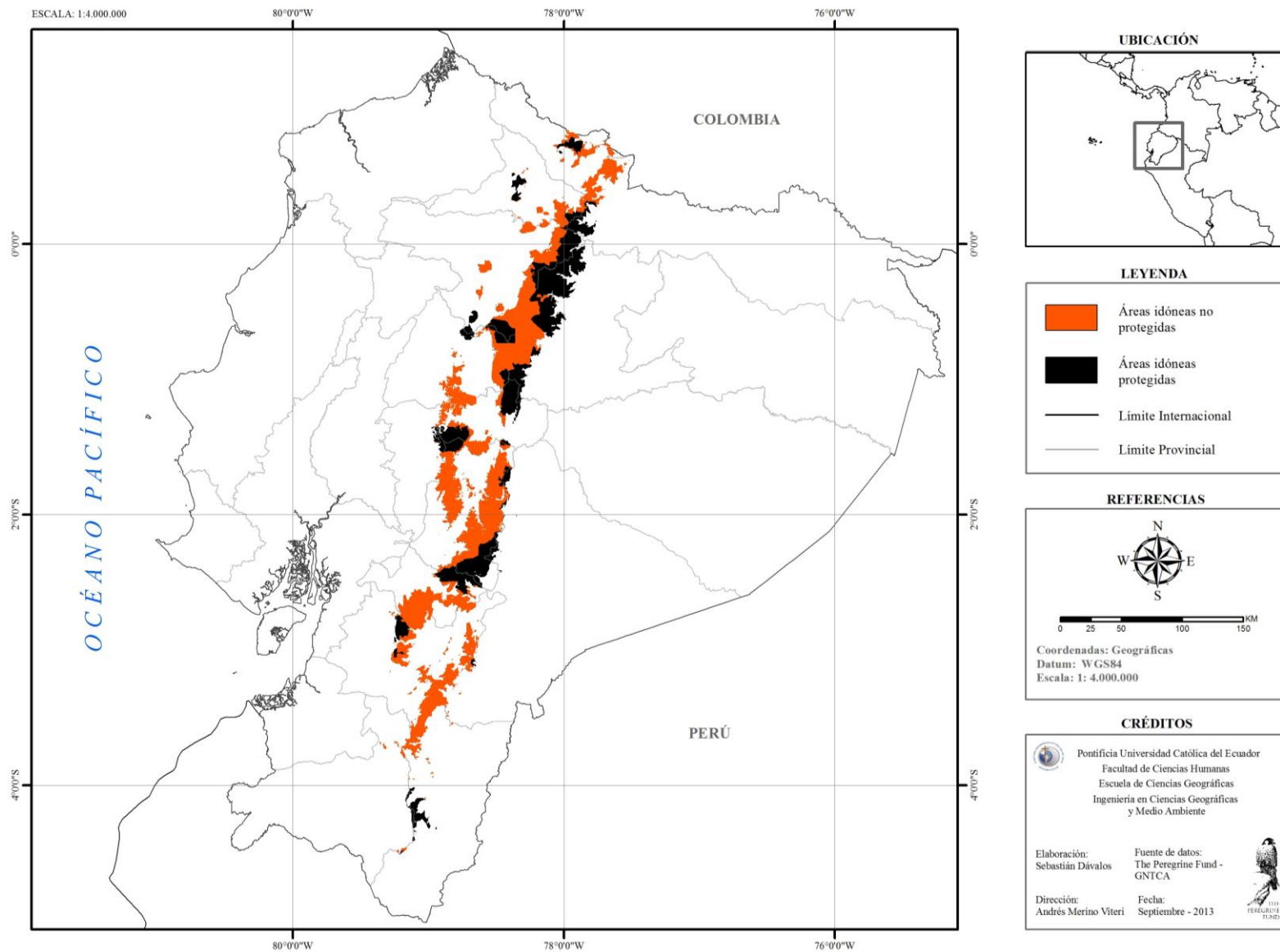
Mapa 12. Áreas de importancia para anidación del cóndor andino en Ecuador



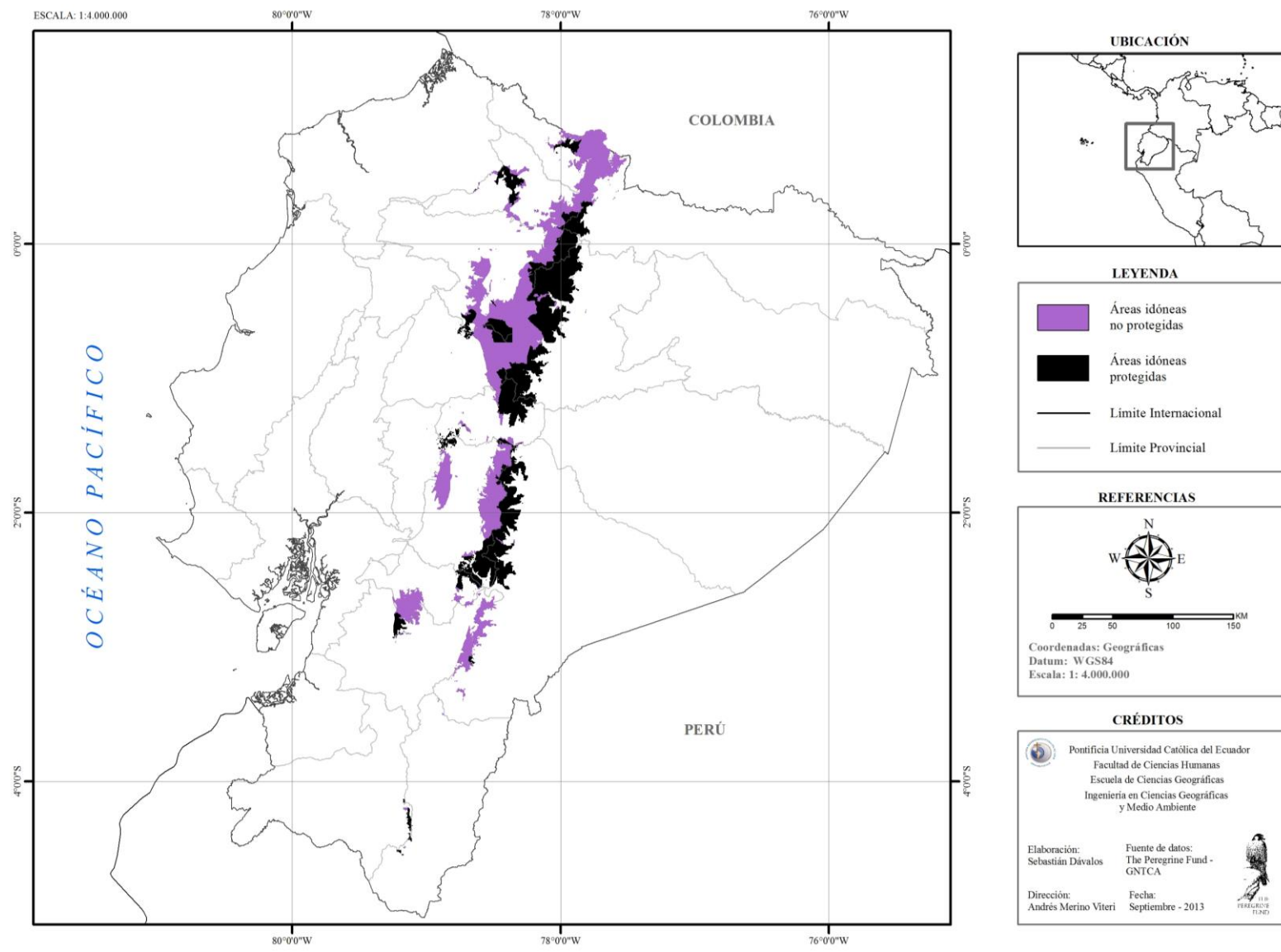
Mapa 13. Áreas de importancia para dormitorios del cóndor andino en Ecuador



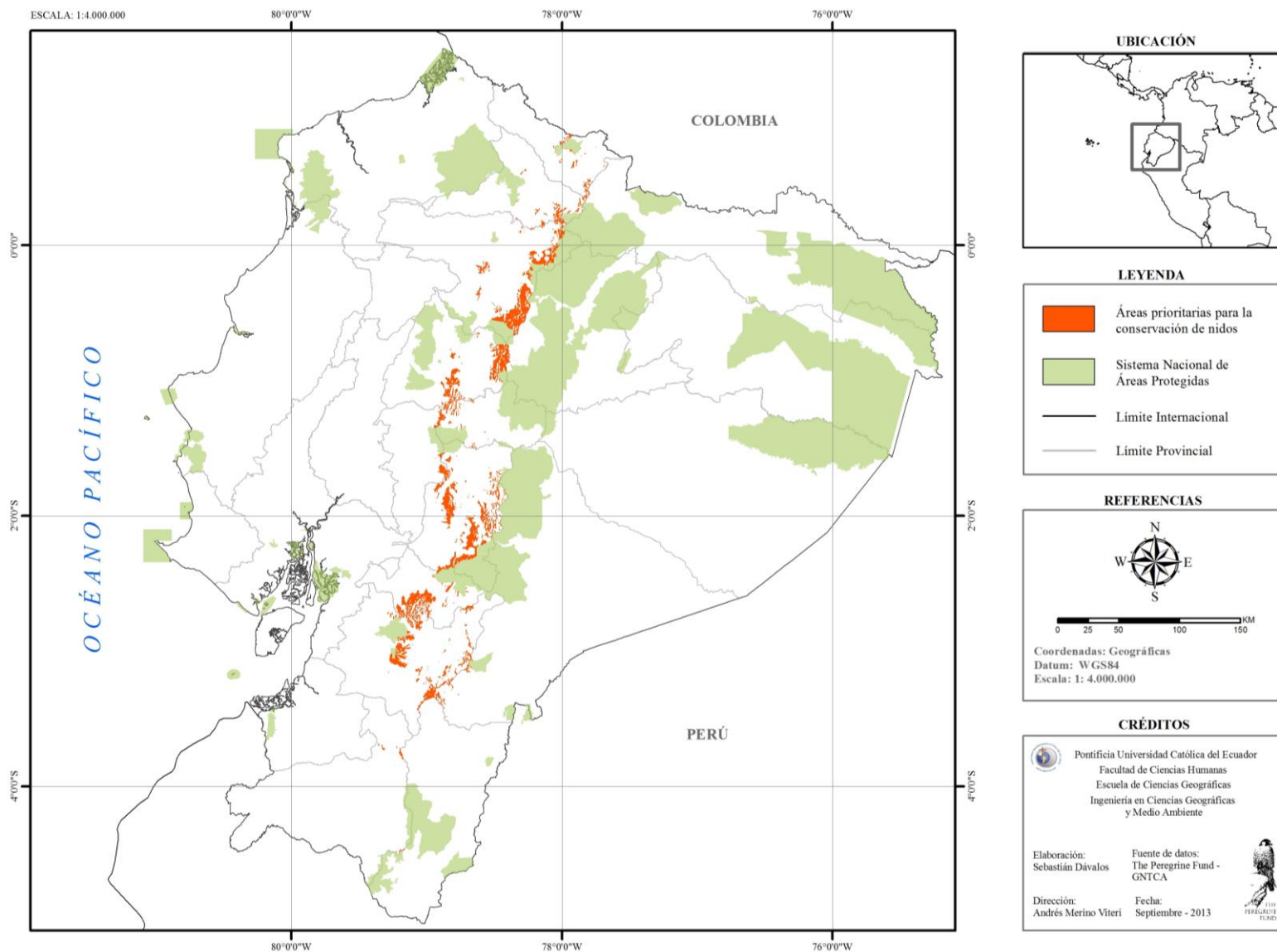
Mapa 14. Áreas no protegidas dentro de la distribución potencial de sitios de anidación del cóndor andino en Ecuador



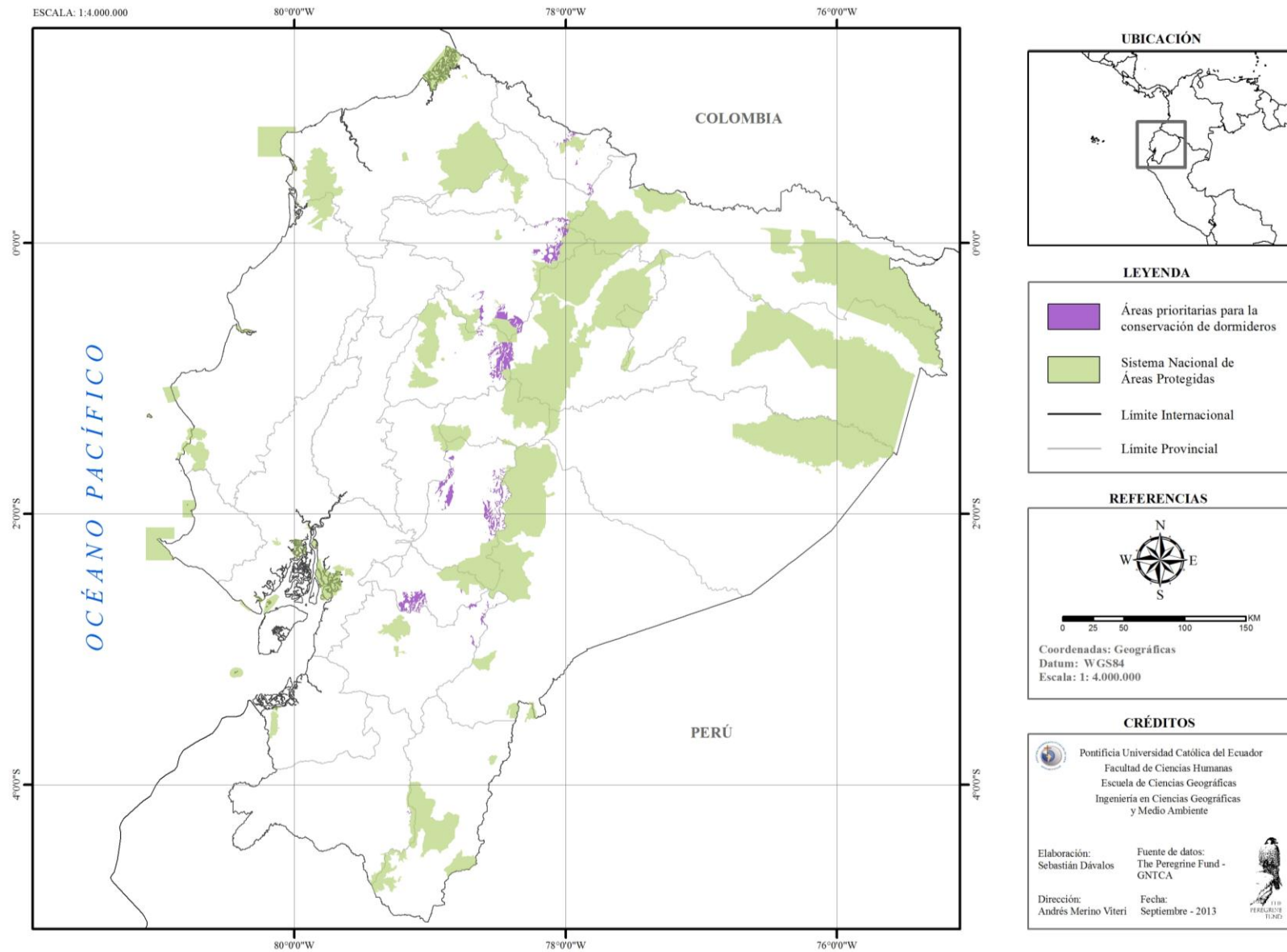
Mapa 15. Áreas no protegidas dentro de la distribución potencial de dormitorios del cóndor andino en Ecuador



Mapa 16. Áreas prioritarias para la conservación de sitios de anidación del cóndor andino en Ecuador



Mapa 17. Áreas prioritarias para la conservación de dormitorios del cóndor andino en Ecuador



Anexo III

Tabla 10. Valores extraídos de las variables para los puntos de presencia de nidos

Registros	Bio1	Bio2	Bio3	Bio4	Bio5	Bio6	Bio7	Bio8	Bio9	Bio10	Bio11	Bio12	Bio13	Bio14	Bio15	Bio16	Bio17	Bio18	Bio19	V_Viento	D_Ganadera
Nidos 1	10,23	9,71	89,89	34,80	15,80	5,00	10,80	10,47	9,77	10,50	9,72	1041,74	182,12	30,36	42,33	382,64	149,60	276,54	157,40	4,34	39,52
Nidos 2	9,58	9,34	88,13	37,02	15,20	4,60	10,60	9,83	9,12	9,88	9,02	1083,47	183,08	34,34	39,65	395,15	172,95	274,50	186,66	5,21	39,52
Nidos 3	10,56	10,06	90,62	24,13	16,30	5,20	11,10	10,68	10,20	10,77	10,20	975,27	184,79	24,56	50,93	391,31	104,58	379,98	104,58	4,36	13,40
Nidos 4	5,66	8,28	83,67	52,30	11,00	1,10	9,90	5,90	5,90	6,05	4,92	1458,37	188,92	71,09	30,00	461,84	271,71	302,14	427,72	3,80	8,42
Nidos 5	7,17	9,02	87,62	41,09	12,60	2,30	10,30	7,32	6,58	7,52	6,58	1396,66	193,43	58,76	39,32	476,83	191,19	399,70	191,19	4,63	13,40
Nidos 6	4,29	8,19	84,45	48,20	9,50	-0,20	9,70	4,50	4,52	4,68	3,62	1368,33	190,41	68,77	31,07	434,74	249,95	399,38	269,86	4,52	13,40
Nidos 7	7,83	9,26	87,34	40,08	13,40	2,80	10,60	7,97	7,25	8,15	7,25	1391,03	190,82	63,47	36,44	457,27	206,87	441,09	206,87	4,51	13,40
Nidos 8	5,49	8,28	82,83	54,93	10,90	0,90	10,00	5,45	5,78	5,92	4,72	1603,57	191,41	72,16	25,63	485,40	281,44	397,05	434,31	4,50	2,96
Nidos 9	4,54	8,19	83,59	53,26	9,80	0,00	9,80	4,50	4,80	4,97	3,82	1583,31	190,94	70,46	26,97	482,75	260,39	412,67	415,89	5,68	2,96
Nidos 10	4,02	8,07	82,31	52,93	9,30	-0,50	9,80	3,52	4,28	4,43	3,28	1787,57	238,97	73,91	31,74	614,81	267,76	409,96	568,19	4,76	8,42
Nidos 11	7,76	9,12	85,20	52,22	13,50	2,80	10,70	7,32	8,05	8,13	6,98	1791,03	211,75	76,40	26,42	563,36	292,37	441,25	512,48	4,09	2,96
Nidos 12	18,99	11,16	90,72	29,47	25,40	13,10	12,30	18,70	19,17	19,28	18,57	795,99	151,89	4,47	78,05	422,12	30,90	81,14	361,32	4,46	5,95
Promedio	8,01	9,06	86,36	43,37	13,56	3,09	10,47	8,01	7,95	8,36	7,39	1356,36	191,54	54,06	38,21	464,02	206,64	351,28	319,71	4,57	13,70

Tabla 11. Valores extraídos de las variables para los puntos de presencia de dormitorios

Registros	Bio1	Bio2	Bio3	Bio4	Bio5	Bio6	Bio7	Bio8	Bio9	Bio10	Bio11	Bio12	Bio13	Bio14	Bio15	Bio16	Bio17	Bio18	Bio19	V_Viento	D_Ganadera
Dormitorios 1	6,92	8,97	90,66	26,84	11,90	2,00	9,90	7,10	6,53	7,17	6,53	1612,39	223,26	27,25	47,91	616,08	144,16	610,90	144,16	4,48	16,55
Dormitorios 2	7,75	9,29	92,00	22,71	12,80	2,70	10,10	7,88	7,50	7,95	7,43	1566,12	219,26	20,95	49,21	565,96	121,31	563,45	126,85	4,37	16,55
Dormitorios 3	8,77	9,70	92,38	19,36	14,00	3,50	10,50	8,88	8,60	8,95	8,52	1580,04	218,83	19,21	49,79	573,63	119,26	565,50	125,76	4,25	16,55
Dormitorios 4	6,62	8,93	90,15	26,75	11,70	1,80	9,90	6,80	6,23	6,85	6,23	1371,95	205,35	27,54	52,08	549,99	96,34	540,79	96,34	4,57	16,55
Dormitorios 5	5,49	8,63	89,93	30,66	10,40	0,80	9,60	5,75	5,03	5,75	5,03	1310,53	207,14	42,12	42,68	467,25	148,59	467,25	148,59	4,25	16,55
Dormitorios 6	6,75	8,61	86,95	38,28	12,00	2,10	9,90	7,02	6,18	7,02	6,18	1057,58	176,03	40,51	43,31	379,74	144,82	379,74	144,82	4,06	15,54
Dormitorios 7	11,89	10,91	91,67	25,33	17,80	5,90	11,90	12,05	11,52	12,08	11,52	1075,65	177,10	28,48	50,45	386,40	110,38	371,89	110,38	3,77	15,54
Dormitorios 8	6,94	8,91	89,08	32,06	12,10	2,10	10,00	7,17	6,45	7,17	6,45	932,12	188,88	20,79	61,26	407,16	66,72	380,71	66,72	4,20	24,01
Dormitorios 9	2,94	7,85	83,51	45,17	8,00	-1,40	9,40	3,18	2,80	3,32	2,32	1210,92	182,41	48,23	41,42	477,38	193,86	285,58	243,52	5,45	39,52
Dormitorios 10	1,65	7,78	83,60	47,12	6,70	-2,60	9,30	1,92	1,48	2,03	0,98	1281,70	199,23	59,90	42,03	511,80	210,84	280,91	268,00	6,78	39,52
Dormitorios 11	3,17	7,90	83,16	48,78	8,30	-1,20	9,50	3,42	3,03	3,53	2,48	1277,43	187,07	60,07	38,39	493,62	211,38	285,32	251,58	5,73	39,52
Dormitorios 12	6,31	8,39	85,63	47,54	11,60	1,80	9,80	6,58	6,12	6,70	5,60	1239,44	185,00	62,78	34,96	455,32	208,08	269,18	262,68	6,12	39,52
Dormitorios 13	9,58	9,34	88,13	37,02	15,20	4,60	10,60	9,83	9,12	9,88	9,02	1083,47	183,08	34,34	39,65	395,15	172,95	274,50	186,66	5,21	39,52
Dormitorios 14	6,52	8,61	86,08	45,15	11,90	1,90	10,00	6,75	5,85	6,87	5,85	990,02	185,30	34,43	45,80	373,02	135,97	263,92	135,97	6,95	13,40
Dormitorios 15	5,37	8,26	84,27	49,24	10,70	0,90	9,80	5,62	5,20	5,75	4,67	1253,35	183,50	72,06	31,16	431,39	241,32	274,68	305,36	4,65	6,69
Dormitorios 16	3,35	7,99	84,12	47,98	8,40	-1,10	9,50	3,58	2,68	3,72	2,68	993,23	184,01	38,42	44,10	368,28	148,81	271,46	148,81	10,73	13,40
Dormitorios 17	5,83	8,50	85,86	45,14	11,10	1,20	9,90	6,07	5,18	6,18	5,18	1103,84	184,76	48,24	38,57	391,04	158,07	296,23	158,07	6,24	13,40
Dormitorios 18	9,75	9,68	89,58	31,37	15,40	4,60	10,80	9,97	9,28	10,00	9,28	1101,60	190,90	41,93	42,57	390,35	142,26	313,85	142,26	4,38	13,40
Dormitorios 19	10,59	10,19	91,00	28,77	16,30	5,10	11,20	10,85	10,15	10,85	10,15	1131,41	191,52	37,62	41,91	400,47	143,72	400,47	143,72	4,45	13,40
Dormitorios 20	7,10	8,66	85,73	46,39	12,50	2,40	10,10	7,35	7,42	7,47	6,42	1427,23	187,47	76,98	26,23	454,80	280,88	305,34	388,63	3,95	8,42
Dormitorios 21	3,69	8,06	83,94	49,32	8,80	-0,80	9,60	3,90	3,95	4,07	3,00	1316,25	192,32	68,23	30,42	417,77	244,90	366,01	269,13	5,94	13,40
Dormitorios 22	4,97	8,29	84,61	51,63	10,20	0,40	9,80	5,18	5,27	5,37	4,27	1343,00	189,73	67,26	31,90	432,91	248,74	371,21	257,05	5,54	13,40
Dormitorios 23	5,99	8,51	85,08	49,91	11,40	1,40	10,00	6,23	5,30	6,37	5,30	1416,47	190,17	76,96	31,48	442,33	251,44	429,02	251,44	4,25	13,40
Dormitorios 24	5,42	8,30	83,00	55,16	10,80	0,80	10,00	5,38	5,72	5,85	4,65	1584,21	191,57	73,31	25,68	480,46	276,90	396,76	422,54	4,19	2,96
Dormitorios 25	5,90	8,43	84,25	56,10	11,30	1,30	10,00	5,83	6,23	6,35	5,12	1586,27	191,05	69,08	27,15	486,17	260,26	408,73	422,60	5,04	2,96
Dormitorios 26	4,57	8,23	84,01	51,19	9,80	0,00	9,80	4,78	4,82	4,98	3,87	1377,64	190,58	68,58	29,90	437,37	260,01	395,71	273,13	5,48	13,40
Dormitorios 27	7,01	8,93	87,50	43,65	12,40	2,20	10,20	7,20	6,38	7,37	6,38	1404,28	190,98	66,87	35,43	458,71	214,95	443,67	214,95	5,16	13,40

Dormideros 28	7,17	9,02	87,62	41,09	12,60	2,30	10,30	7,32	6,58	7,52	6,58	1401,23	194,27	58,56	39,47	477,23	188,67	403,25	188,67	4,42	13,40
Dormideros 29	5,13	8,28	82,01	55,66	10,50	0,40	10,10	4,63	5,40	5,53	4,35	1911,82	241,59	68,89	32,20	645,52	256,92	473,25	602,11	4,23	2,96
Dormideros 30	5,50	8,74	84,87	46,97	10,90	0,60	10,30	5,77	4,85	5,87	4,85	1212,08	196,84	55,32	39,64	425,87	172,66	388,62	172,66	4,57	51,99
Dormideros 31	6,45	8,73	86,47	46,81	11,80	1,70	10,10	6,67	5,77	6,80	5,77	1381,06	189,12	64,23	36,30	454,35	208,65	441,17	208,65	4,70	13,40
Dormideros 32	6,45	8,59	81,83	57,11	12,10	1,60	10,50	6,00	6,78	6,88	5,63	1904,65	237,43	68,70	32,80	649,20	251,03	372,62	606,35	3,80	1,04
Dormideros 33	5,15	8,31	81,45	57,19	10,70	0,50	10,20	4,62	5,48	5,58	4,35	1994,81	254,28	76,39	31,31	680,28	281,29	397,19	633,99	4,05	2,96
Dormideros 34	4,70	8,43	84,25	51,63	10,00	0,00	10,00	4,73	5,02	5,10	3,97	1387,29	191,75	59,06	31,07	450,22	218,93	351,63	322,30	5,47	2,96
Dormideros 35	2,69	7,95	81,96	51,16	7,90	-1,80	9,70	2,95	2,88	3,05	1,98	1776,84	222,66	80,35	29,94	577,56	309,19	357,02	524,80	5,35	8,42
Dormideros 36	7,08	8,82	82,48	55,04	12,80	2,10	10,70	6,63	7,37	7,48	6,27	1956,69	241,20	79,02	28,54	650,07	299,69	468,39	605,29	3,88	1,04
Dormideros 37	6,09	8,84	85,02	47,25	11,60	1,20	10,40	6,37	5,40	6,45	5,40	1292,72	193,65	67,85	34,35	429,60	231,60	373,63	231,60	4,52	51,99
Dormideros 38	5,91	8,42	81,72	56,32	11,40	1,10	10,30	5,43	6,22	6,32	5,12	2089,01	266,13	82,00	30,23	712,80	313,35	491,76	670,62	4,64	2,96
Dormideros 39	5,46	8,41	82,43	54,94	10,90	0,70	10,20	5,00	5,73	5,87	4,68	1740,85	213,79	63,95	34,16	585,81	213,97	439,90	542,78	4,11	1,04
Dormideros 40	6,08	8,55	82,21	56,54	11,70	1,30	10,40	5,62	6,42	6,48	5,28	1771,75	210,40	66,58	30,70	580,73	249,82	437,86	538,69	3,57	1,04
Dormideros 41	6,54	9,17	86,48	42,90	12,10	1,50	10,60	6,80	5,95	6,88	5,95	1204,32	196,54	53,73	39,35	425,65	171,83	392,65	171,83	4,39	51,99
Dormideros 42	5,05	8,51	84,24	48,45	10,40	0,30	10,10	5,27	5,28	5,43	4,37	1309,45	194,64	67,67	34,30	427,96	236,99	385,57	244,31	5,02	51,99
Dormideros 43	4,62	8,17	81,67	54,83	10,00	0,00	10,00	4,10	4,88	5,03	3,85	2048,99	263,38	86,24	31,71	708,55	288,45	489,41	662,53	3,77	2,96
Dormideros 44	4,25	8,14	83,08	56,87	9,60	-0,20	9,80	3,73	4,50	4,75	3,47	2052,56	264,70	81,89	32,86	715,14	276,08	496,38	666,70	4,33	2,96
Dormideros 45	8,66	9,37	84,38	57,79	14,70	3,60	11,10	8,20	8,98	9,07	7,80	2125,02	264,21	92,24	27,63	713,78	342,19	442,12	672,26	3,92	2,96
Dormideros 46	10,75	10,35	84,15	59,05	17,40	5,10	12,30	10,25	11,08	11,22	9,87	2191,26	266,53	97,28	26,83	734,20	361,22	503,94	694,21	2,77	1,04
Dormideros 47	7,16	9,43	86,47	41,18	12,90	2,00	10,90	7,43	6,60	7,48	6,58	1240,38	194,84	61,57	36,00	427,87	197,80	389,42	215,62	4,59	51,99
Dormideros 48	5,93	8,82	84,78	47,74	11,40	1,00	10,40	6,17	5,25	6,27	5,25	1277,45	193,90	69,11	34,40	426,69	224,86	375,03	224,86	4,61	51,99
Dormideros 49	6,44	8,84	83,41	50,68	12,10	1,50	10,60	6,53	6,75	6,82	5,72	1230,62	190,08	60,19	31,36	423,32	230,49	360,37	288,53	5,26	51,99
Dormideros 50	4,64	8,50	85,00	49,07	9,90	-0,10	10,00	4,67	4,92	4,98	3,93	1235,74	189,11	55,34	32,66	430,85	212,70	346,47	318,01	4,87	115,70
Dormideros 51	4,64	8,39	83,92	50,77	10,00	0,00	10,00	4,65	4,90	5,02	3,95	1417,00	192,41	55,18	30,65	470,50	219,53	358,17	377,94	4,67	1,04
Dormideros 52	6,12	8,70	82,86	51,49	11,70	1,20	10,50	6,17	6,42	6,50	5,37	1349,10	188,98	59,15	29,38	453,62	234,88	364,71	359,94	4,68	1,04
Dormideros 53	6,13	8,72	83,02	51,80	11,70	1,20	10,50	6,18	6,43	6,52	5,42	1372,79	190,63	57,41	29,85	460,18	225,67	358,89	362,24	4,36	1,04
Dormideros 54	5,04	8,38	83,00	54,60	10,40	0,30	10,10	5,07	5,33	5,45	4,28	1633,04	188,84	63,40	29,22	513,63	237,73	363,18	453,33	4,35	1,04
Dormideros 55	4,89	8,48	83,17	50,54	10,30	0,10	10,20	4,92	5,15	5,25	4,18	1311,99	189,01	57,65	30,31	447,01	228,41	359,77	348,28	5,07	51,99
Dormideros 56	7,29	8,51	82,61	60,65	13,00	2,70	10,30	6,73	7,58	7,80	6,40	2235,45	281,30	120,26	25,40	758,39	418,03	470,99	710,04	3,17	2,96
Dormideros 57	5,33	8,62	82,85	51,67	10,90	0,50	10,40	5,42	5,62	5,70	4,60	1354,96	180,77	53,72	36,71	495,66	196,30	323,36	439,94	4,53	0,00

Dormideros 58	5,25	8,54	82,13	52,29	10,80	0,40	10,40	4,85	5,55	5,60	4,50	1658,28	197,78	64,85	32,79	576,13	255,21	338,41	548,72	3,96	1,04
Dormideros 59	5,38	9,27	88,25	31,50	10,80	0,30	10,50	5,38	5,57	5,62	4,90	1364,34	208,14	67,55	38,55	522,32	216,84	224,54	412,62	3,87	50,31
Dormideros 60	11,25	11,57	88,97	45,28	18,00	5,00	13,00	11,27	11,30	11,60	10,57	1347,57	193,62	65,79	36,34	509,47	213,42	304,12	392,87	4,39	50,31
Dormideros 61	5,55	9,27	86,68	34,34	11,10	0,40	10,70	5,55	5,78	5,78	5,02	1331,72	208,43	70,96	38,76	526,10	232,48	232,48	425,93	4,31	50,31
Dormideros 62	5,23	9,25	88,94	31,43	10,60	0,20	10,40	5,27	4,85	5,47	4,77	1066,78	173,43	52,93	42,41	432,31	174,47	203,43	258,45	5,25	23,22
Dormideros 63	6,30	9,52	89,02	29,50	11,80	1,10	10,70	6,30	6,45	6,52	5,85	1354,67	208,01	69,28	39,08	525,63	220,25	228,74	410,94	5,94	23,22
Dormideros 64	5,54	9,27	87,42	33,09	11,00	0,40	10,60	5,55	5,70	5,75	5,03	1278,99	193,37	64,13	39,55	502,68	205,52	214,62	385,72	4,53	50,31
Dormideros 65	14,25	11,91	84,46	62,32	21,60	7,50	14,10	13,75	14,73	14,75	13,32	1997,30	273,11	102,77	29,78	683,99	330,99	341,65	673,12	3,17	4,90
Dormideros 66	11,81	11,55	86,84	54,93	18,80	5,50	13,30	10,98	12,22	12,25	10,98	2078,66	281,48	104,58	31,72	709,88	335,21	384,04	709,88	2,93	4,90
Dormideros 67	7,70	9,94	88,76	34,80	13,50	2,30	11,20	7,73	7,93	7,97	7,17	1554,52	239,89	75,27	36,76	570,75	258,15	267,42	508,77	4,57	50,31
Dormideros 68	5,93	9,33	87,23	37,45	11,50	0,80	10,70	5,65	6,15	6,18	5,35	1613,14	245,73	79,80	36,79	591,57	265,74	280,44	549,55	4,47	50,31
Dormideros 69	5,57	9,36	88,29	28,40	11,00	0,40	10,60	5,55	5,52	5,77	5,13	1106,98	174,41	34,67	46,75	466,20	152,94	199,72	278,28	4,28	23,22
Dormideros 70	5,64	9,34	88,13	35,43	11,10	0,50	10,60	5,62	5,88	5,88	5,10	1487,29	233,76	75,05	37,96	558,49	250,99	250,99	493,80	4,34	4,90
Dormideros 71	5,99	9,36	88,29	36,81	11,50	0,90	10,60	5,98	6,27	6,27	5,43	1367,09	200,78	72,42	35,34	515,21	232,58	232,58	438,71	7,43	50,31
Dormideros 72	7,59	9,88	89,04	34,10	13,30	2,20	11,10	7,58	7,75	7,80	7,05	1314,60	201,02	67,88	38,93	517,14	219,20	223,38	420,38	4,10	50,31
Dormideros 73	6,69	9,66	89,43	24,69	12,20	1,40	10,80	6,68	6,42	6,87	6,32	883,22	171,66	30,85	50,87	378,62	128,74	173,49	186,93	4,34	23,22
Dormideros 74	8,32	10,15	88,26	36,09	14,30	2,80	11,50	8,05	8,55	8,58	7,75	1785,42	271,06	92,29	33,99	647,33	306,35	308,15	608,50	2,88	4,90
Dormideros 75	6,96	9,64	87,65	38,21	12,70	1,70	11,00	6,98	7,22	7,22	6,37	1499,16	238,18	77,06	38,62	568,65	256,25	256,25	506,26	3,97	50,31
Dormideros 76	4,16	8,82	86,52	39,20	9,50	-0,70	10,20	4,17	4,40	4,43	3,57	1497,14	211,86	78,44	33,77	533,90	250,26	256,68	513,76	4,88	50,31
Dormideros 77	6,40	9,44	87,42	36,96	12,00	1,20	10,80	6,43	6,65	6,65	5,83	1523,16	218,89	77,93	33,16	547,08	254,56	254,56	500,12	3,31	50,31
Dormideros 78	11,20	11,32	87,79	51,06	18,00	5,10	12,90	10,80	11,58	11,58	10,42	2269,03	313,64	121,07	30,15	790,68	388,92	388,92	788,57	2,88	4,90
Dormideros 79	6,32	8,42	83,33	55,89	11,80	1,70	10,10	5,77	6,67	6,78	5,52	1846,22	238,16	88,73	26,14	604,58	335,71	381,68	570,83	4,29	8,42
Dormideros 80	5,90	8,88	86,17	45,15	11,30	1,00	10,30	6,12	5,27	6,23	5,27	1210,31	197,12	54,57	39,43	425,10	173,54	389,39	173,54	4,69	51,99
Dormideros 81	6,99	8,73	80,86	57,72	12,70	1,90	10,80	7,10	7,37	7,43	6,15	1322,22	184,26	58,74	33,50	454,14	225,32	350,85	410,56	4,06	0,00
Dormideros 82	8,81	9,52	82,11	57,84	15,00	3,40	11,60	8,87	9,18	9,22	7,95	1232,92	184,43	58,76	35,29	438,81	199,17	324,85	368,14	3,61	0,00
Dormideros 83	6,82	8,65	80,84	57,74	12,50	1,80	10,70	6,42	7,17	7,25	5,98	1752,75	210,02	69,61	28,69	581,28	277,89	393,17	554,10	4,12	1,04
Dormideros 84	5,82	8,61	81,98	53,36	11,40	0,90	10,50	5,87	6,13	6,22	5,05	1502,92	184,16	61,98	32,38	523,17	248,94	371,11	476,02	4,38	0,00
Dormideros 85	4,75	8,51	83,42	50,65	10,20	0,00	10,20	4,32	5,02	5,10	3,98	2318,65	308,98	92,69	36,69	847,65	325,51	479,59	839,74	4,59	0,00
Dormideros 86	5,68	8,48	81,57	57,38	11,30	0,90	10,40	5,23	6,03	6,08	4,87	1787,98	217,93	68,96	33,13	619,31	246,01	398,94	591,77	4,30	0,00
Dormideros 87	7,28	8,97	83,80	53,83	13,00	2,30	10,70	6,87	7,55	7,67	6,50	1785,49	208,71	70,84	28,10	571,06	270,22	389,69	526,92	4,55	1,04

Dormideros 88	4,52	8,32	84,09	54,29	9,90	0,00	9,90	4,48	4,82	4,95	3,75	1576,87	192,11	59,27	31,75	504,24	212,08	425,13	433,24	4,66	1,04
Dormideros 89	3,54	8,07	82,31	52,95	8,80	-1,00	9,80	3,03	3,83	3,95	2,82	1958,99	255,02	67,25	35,45	684,01	238,65	483,91	638,19	4,11	2,96
Dormideros 90	3,19	8,19	83,59	46,03	8,30	-1,50	9,80	3,40	2,55	3,52	2,55	1295,94	195,95	68,26	36,64	437,91	219,48	391,90	219,48	6,24	51,99
Dormideros 91	7,38	9,27	85,02	47,41	13,10	2,20	10,90	7,73	6,72	7,75	6,68	1117,92	189,55	64,88	35,84	400,06	210,94	377,18	212,38	5,03	51,99
Dormideros 92	5,00	8,32	82,43	52,72	10,40	0,30	10,10	5,00	5,32	5,38	4,27	1672,87	191,27	65,17	28,99	517,38	247,01	373,12	461,65	4,11	2,96
Dormideros 93	8,43	9,22	83,79	55,77	14,40	3,40	11,00	8,00	8,70	8,87	7,62	2092,95	266,06	87,89	28,88	708,34	328,10	481,34	673,99	3,48	2,96
Dormideros 94	7,32	9,03	83,64	51,98	13,10	2,30	10,80	7,40	7,60	7,70	6,57	1486,30	188,66	64,06	26,50	477,05	267,41	392,00	411,65	4,72	1,04
Promedio	6,37	8,95	85,36	45,90	11,91	1,42	10,48	6,34	6,38	6,72	5,70	1493,40	210,11	64,49	35,58	521,97	230,12	365,51	386,63	4,60	20,64