

Propuestas andinas

Diálogo Andino
entre la Ciencia y la Política

Impacto del cambio climático sobre la biodiversidad del Ecuador: implicaciones para el Sistema Nacional de Áreas Protegidas



Las áreas protegidas representan la estrategia actual más efectiva para la conservación de la biodiversidad a distintas escalas (Hole *et al.*, 2011a). En el Ecuador, estas áreas cobran especial relevancia porque conservan la diversidad de especies y ecosistemas que alberga el país, parte fundamental de la visión del Estado ecuatoriano que promueve un nuevo modelo de desarrollo, con cambios en las matrices productiva y energética sustentados en el uso de la biodiversidad y los servicios que brindan los ecosistemas.

Sin embargo, estas áreas son estáticas en el espacio y en el tiempo. Conforme las dinámicas de uso del suelo y el calentamiento global progresan, los ecosistemas y especies contenidos en su interior experimentan cambios sustanciales. Esto requiere repensar a los sistemas de áreas protegidas desde un enfoque de manejo de paisajes resilientes basados en la teoría de islas, las dinámicas poblacionales y la restauración ecológica. Este manejo del paisaje debe estar articulado a las diferentes escalas de planificación.

Adicionalmente, existe un gran cuello de botella anclado al desconocimiento de cómo la biodiversidad va a responder localmente a estos procesos de cambio. Diseñar estrategias basadas en el sentido común, el conocimiento histórico y la información empírica generada a la fecha, no es suficiente. Se requiere estructurar un programa de investigación y monitoreo a largo plazo que permita llenar los vacíos de conocimiento, así como evaluar la efectividad de las acciones de adaptación bajo un enfoque de manejo adaptativo que retroalimente la toma de decisiones.

Los cambios de las matrices productiva y energética y el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador

El actual gobierno del Ecuador impulsa un proceso de cambio de la matriz productiva que contempla el paso de ser un país primario exportador a ser un país que sustenta sus ingresos en una economía diversificada, que privilegia los servicios basados en el conocimiento y la biodiversidad. Uno de los ejes centrales de esta transformación es la agregación de valor en la producción mediante la incorporación de tecnología y conocimiento en los actuales procesos productivos de biotecnología (bioquímica y biomedicina), servicios ambientales y energías renovables.

Complementariamente y hasta el 2030, el país proyecta una diversificación de la matriz energética centrada en el desarrollo de fuentes renovables no convencionales (hidroeléctrica, geotérmica, eólica, solar y biomasa) directamente dependientes de los ecosistemas, específicamente en la función de regulación hídrica que brindan, sobre todo, los ecosistemas de montaña, y que sería la base de operación de los grandes proyectos hidroeléctricos y multipropósito impulsados.

Estos procesos de transformación se sustentan en el uso de la biodiversidad y los servicios que brindan los ecosistemas, y deben por lo tanto venir de la mano de estrategias efectivas de conservación que garanticen las funciones ecosistémicas.

En este contexto, el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) es una estrategia expresamente contenida en el Art. 405 de la Constitución Política del Ecuador y que tiene por objetivo establecer áreas bajo esquemas de protección que garanticen la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas (Figura 1).

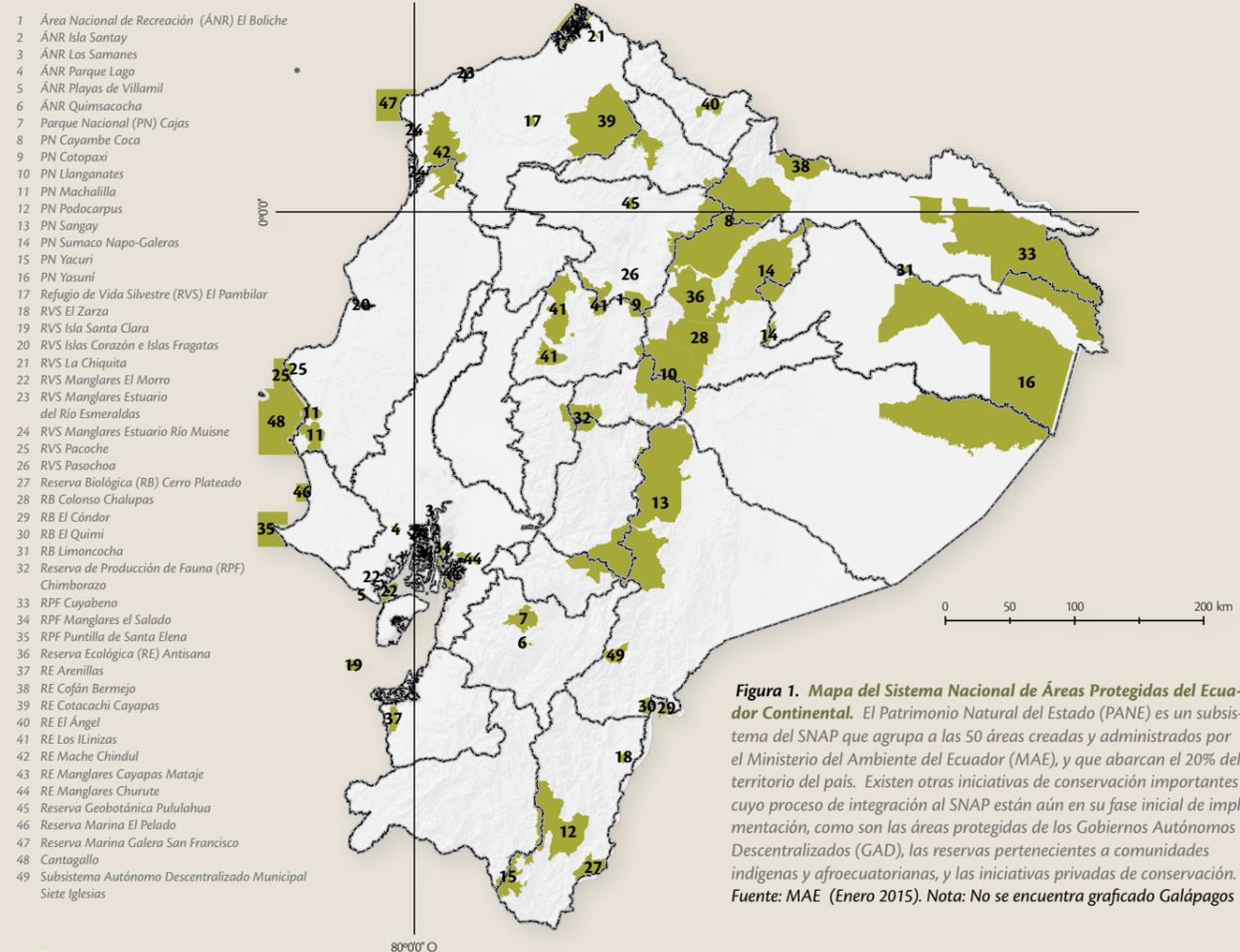
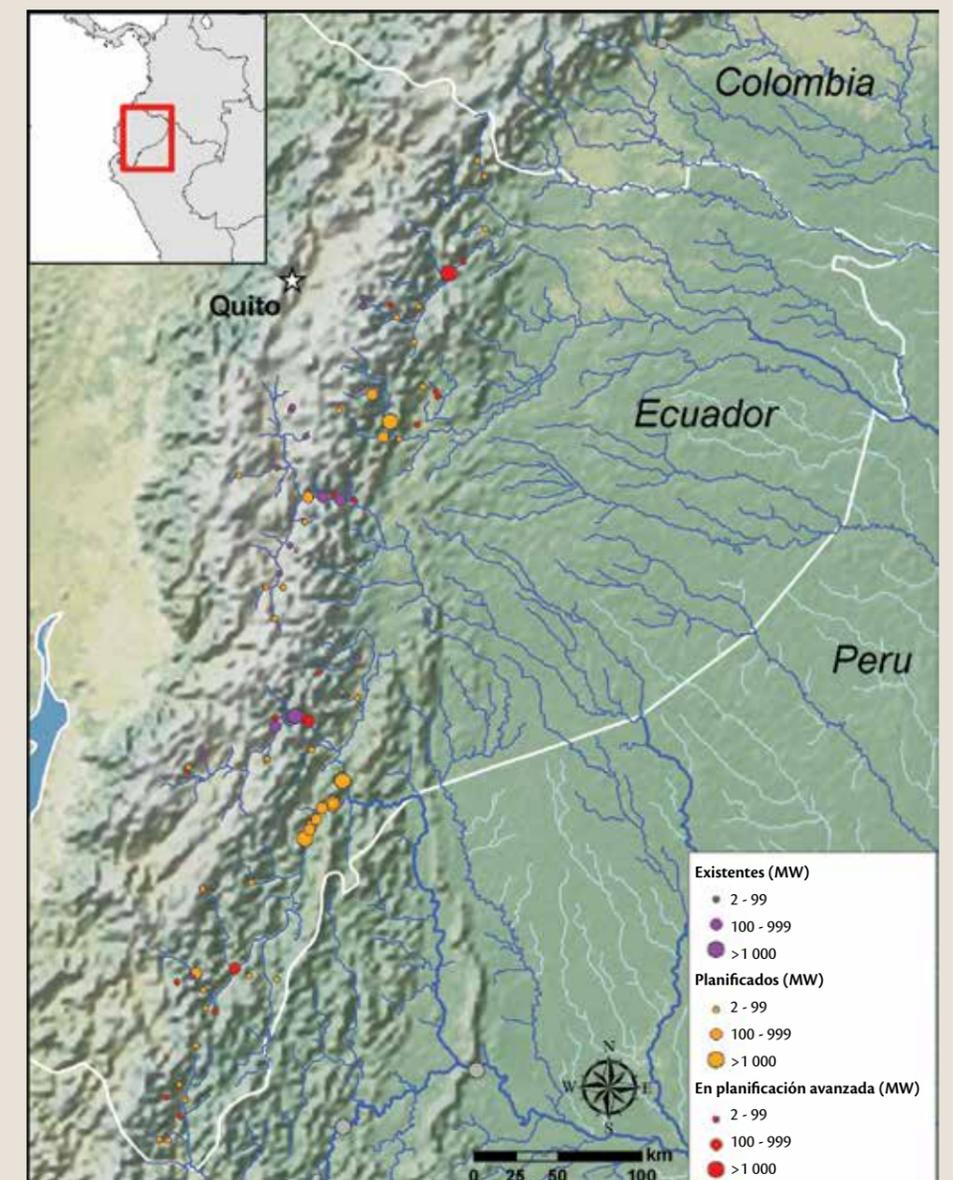


Figura 1. Mapa del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador Continental. El Patrimonio Natural del Estado (PANE) es un subsistema del SNAP que agrupa a las 50 áreas creadas y administradas por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), y que abarcan el 20% del territorio del país. Existen otras iniciativas de conservación importantes cuyo proceso de integración al SNAP están aún en su fase inicial de implementación, como son las áreas protegidas de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD), las reservas pertenecientes a comunidades indígenas y afroecuatorianas, y las iniciativas privadas de conservación. Fuente: MAE (Enero 2015). Nota: No se encuentra graficado Galápagos

El conjunto de bienes y servicios generados por el SNAP representa actualmente un aporte importante a la economía ecuatoriana. Una estimación preliminar de los beneficios económicos derivados del SNAP realizada en el 2013, situaría su contribución a la economía ecuatoriana en no menos de USD 650 millones por año (MAE, 2013). A medida que los procesos de transformación de la matriz productiva y energética avanzan, este aporte se incrementará sustancialmente haciéndose cada vez más importante su mantenimiento y fortalecimiento. Esta relación se hace especialmente evidente cuando vemos –por ejemplo– que una gran parte de los proyectos hidroeléctricos en implementación y planificados dependen en gran medida de las áreas del SNAP para su mantenimiento y provisión hidrológica (Finer, et al, 2012) (Figura 2).

Figura 2. Represas hidroeléctricas en la Amazonia Ecuatoriana al 2012 (Adaptado de Finer M, Jenkins CN (2012) Proliferation of Hydroelectric Dams in the Andean Amazon and Implications for Andes-Amazon Connectivity. PLoS ONE 7(4): e35126. Las represas están agrupadas por estado (existentes, planificadas, y en planificación avanzada) y tamaño (capacidad de 2–99 MW, 100–999 MW, y ≥1,000 MW). Las represas en planificación avanzada corresponden a aquellas con algún tipo de proceso contractual al 2012.



Modelos probabilísticos para predecir la distribución de las especies

Un modelo de distribución de una especie es una representación geográfica de las zonas donde esa especie podría estar presente. Estos modelos, por lo general, están basados en correlaciones estadísticas entre variables continuas (como la temperatura media anual) y/o categóricas (como los tipos de ecosistemas) de una región geográfica determinada.

El programa de computación *MaxEnt* utilizado en este estudio, permite proyectar espacialmente el **nicho potencial o fundamental** de una determinada especie, es decir, producir un mapa de probabilidades que representa las áreas ambientalmente idóneas para la presencia de esa especie.

Sin embargo, en la mayoría de los casos, las especies no ocupan todo este espacio geográfico pues su distribución no está limitada exclusivamente por los factores abióticos. Por ejemplo, una zona puede tener el clima ideal pero carecer del alimento requerido, o puede contener especies que limitan su presencia debido a la competencia por recursos. Es por esto que este **mapa del nicho potencial** es revisado y editado por expertos para generar un nuevo mapa que representa el área efectivamente ocupada por una especie, conocida como el **nicho realizado o nicho ocupado de la especie**.

El estudio realizado en el 2014 por CONDESAN a solicitud del Ministerio de Ambiente del Ecuador, en colaboración con la Escuela de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y la Cooperación Alemana al Desarrollo (implementada por la GIZ-Perú), estableció un primer análisis de los posibles impactos del cambio climático sobre la biodiversidad en el Ecuador, permitiendo proyectar las áreas del Patrimonio Natural del Estado (PANE) con mayor posibilidad de ser afectadas por cambios en el clima, bajo escenarios futuros de emisiones de gases de efecto invernadero, al año 2050.

El análisis se desarrolló en tres etapas: 1) La generación, preparación y validación de información necesaria relacionada a la distribución de grupos biológicos, e información climática; 2) El desarrollo de modelos potenciales de distribución presente y futura de las especies; y 3) El análisis de los cambios en la distribución futura de las especies, tanto a nivel del Ecuador continental, como en las áreas del PANE.

Este estudio analizó el impacto generado por los potenciales cambios del clima pronosticados para el año 2050, bajo dos escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero, responsables del cambio del clima: A1B2 y A2A.

La información sobre presencia de las especies, basada en registros de museos y herbarios, permite la elaboración de **modelos de nicho** que proyectan la distribución potencial de las especies a partir de variables climáticas actuales y futuras para un período dado. Adicionalmente, se generaron dos escenarios de impacto en base a la capacidad de las especies de migrar a lugares climáticamente idóneos. El primer caso considera un escenario de **desplazamiento sin límites**, en el que las especies son capaces de colonizar cualquier sitio del país donde las condiciones ambientales futuras sean idóneas, y b) un escenario de **desplazamiento limitado** donde las especies son capaces de sobrevivir únicamente en sitios de ocupación presente que en el futuro mantengan las condiciones de idoneidad climática.

La cuantificación de dichos cambios de distribución en cada escenario de clima futuro, así como en cada escenario de desplazamiento de las especies ayuda a identificar indicadores de sensibilidad y exposición de la biodiversidad en todo el territorio continental, así como en cada una de las áreas del PANE.

Aunque el número de especies utilizado en este estudio es solamente una muestra del universo de la diversidad biológica del Ecuador, los resultados generados nos dan indicios de la sensibilidad de estas especies ante el cambio climático:

1. **Variación del área del nicho ocupado de la especie:** El grado de exposición y sensibilidad de las especies a los cambios del clima proyectados no es igual para todas las especies, e incluso se proyectan respuestas opuestas. Para varias especies se reporta una extensión de su nicho climático actual, es decir un incremento de áreas potenciales de presencia de esa especie. Existen otras especies que proyectan una contracción sustancial de su nicho climático actual; particularmente, varias de las especies endémicas y amenazadas en el Ecuador [Figura 3]. Un porcentaje importante de estas especies se encuentran por fuera de las áreas protegidas estando expuestas además a los efectos de pérdida de hábitat o de cambios de uso del suelo, ambos factores principales de pérdida de diversidad biológica en los trópicos (Higgins, 2007; Butchart *et al.*, 2010).

La proyección del clima futuro

El estudio del clima futuro es una tarea que múltiples centros de investigación del mundo han tomado seriamente. Cada uno de ellos con sus equipos de científicos han desarrollado fórmulas matemáticas que explican el funcionamiento del clima, las cuales son validadas con datos reales (de temperatura y precipitación principalmente) colectados en estaciones meteorológicas alrededor del mundo. Si los resultados de la aplicación de estas fórmulas logran predecir de manera certera las condiciones registradas en el presente, se las utiliza para modelar el clima futuro. Estas representaciones del clima futuro son conocidas como **Modelos de Circulación Global** (GCM por sus siglas en inglés).

Una de las variables utilizadas para la generación de los GCM son los potenciales escenarios de emisiones de gases de efecto invernadero (SRES, por sus siglas en inglés), los cuales potencialmente producirán consecuencias específicas en el clima. Los **SRES** están clasificados en familias (A1, A2, B1 y B2) y grupos (FI, T, B) que corresponden a diferentes realidades demográficas, sociales, económicas, tecnológicas o ambientales del planeta. Las diferencias entre los SRES es la cantidad de Gases de Efecto Invernadero (partes por millón) emitidas a la atmósfera en un período de tiempo específico.

Recientemente se ha desarrollado una nueva generación de escenarios, los RCP (*Representative Concentration Pathways*), que incorporan como variable la cantidad media de energía solar absorbida por metro cuadrado sobre la tierra, conocida como forzamiento radiativo.

Para el estudio citado aquí (Cuesta *et al.* 2014), se emplearon dos de los escenarios: A1B2 y A2A, para tener un contraste entre un escenario más extremo y uno moderado.

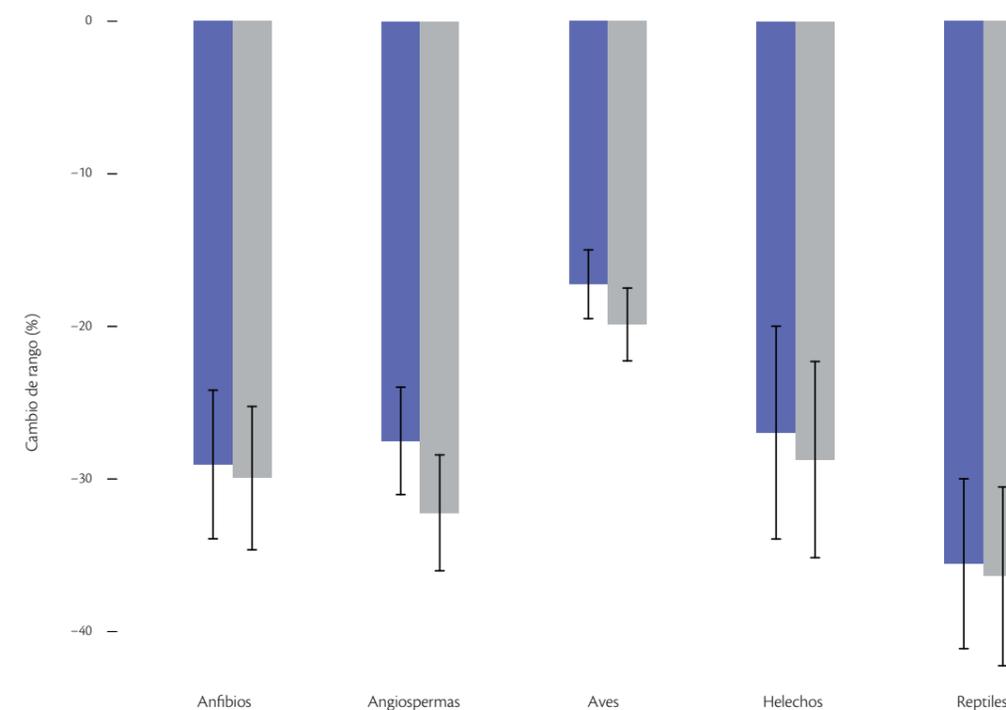
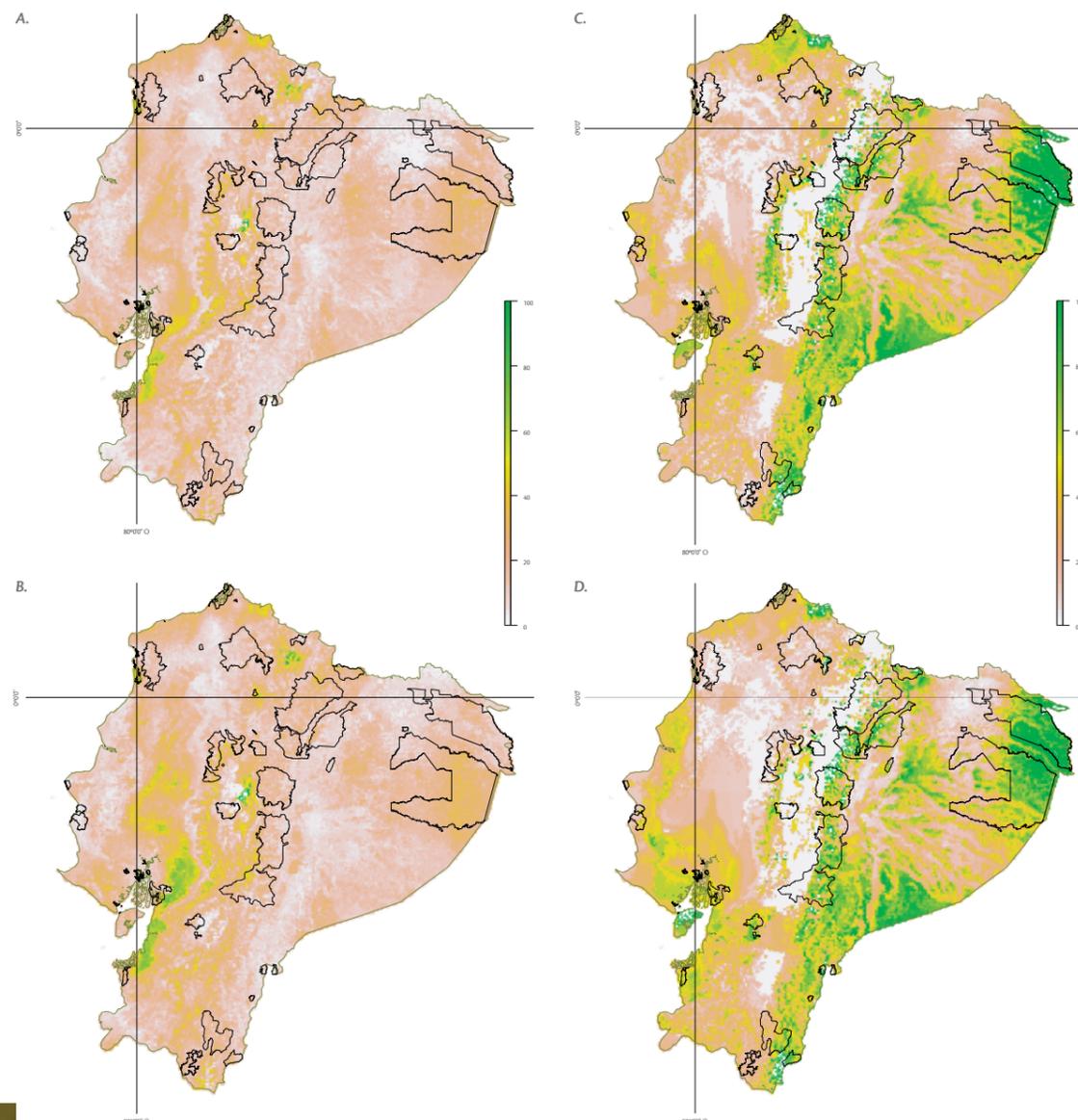


Figura 3. Cambio en el rango de las especies en los cinco grupos modelados en el escenario de emisión A1B (barras azules) y A2A (barras grises) para el corte de tiempo 2050 considerando solo el escenario sin capacidad de dispersión.

2. Extinciones locales y comunidades nuevas: Las alteraciones en los rangos de distribución de las especies proyectan varias extinciones locales así como áreas que al expandirse incrementan su riqueza de especies (Tabla 1). En muchos casos las extinciones ocurren al interior de las áreas protegidas, mientras que las áreas de colonización se concentran en áreas no protegidas, particularmente en el piedemonte andino-amazónico o en los flancos exteriores de la cordillera occidental.

Figura 5. Mapas de los cambios en diferentes parámetros de estudio en la diversidad de anfibios, aves y reptiles, para el escenario de desplazamiento sin límites: porcentaje de pérdida de especies (a,c,e) y tasa de recambio (b,d,e).



3. Escenarios de impacto: No existen diferencias en los resultados obtenidos entre los dos escenarios de emisiones empleados (A1B2 y A2A), pero fueron considerablemente diferentes dependiendo del criterio de desplazamiento aplicado (sin límites o limitado) y del grupo biológico analizado [Figura 5]. La diferencia significativa en los resultados obtenidos al cambiar solo un parámetro en los modelos, incorporando un factor ecológico independiente del clima, evidencia la incertidumbre inherente en este tipo de ejercicios. De ahí la importancia de mantener un programa de investigación y monitoreo de la biodiversidad que permita profundizar nuestra comprensión en los factores ecológicos intrínsecos de las especies que generan estas respuestas diferenciadas (Lavergne *et al.*, 2010).

4. Desplazamientos altitudinales: Los cambios en los rangos de distribución proyectan desplazamientos verticales ascendentes desde la zona amazónica hacia los Andes, lo cual es similar a otros estudios realizados en otras partes del mundo. Este ascenso masivo hacia las zonas altas de la cordillera provocaría una configuración distinta de las comunidades bióticas, evidenciado por los altos valores de recambio de las comunidades analizadas.

5. Zonas climáticamente estables: Los modelos de cambio identifican zonas de mayor estabilidad climática y como tal los rangos de distribución se mantienen inalterados. Estas zonas se encuentran en el pie de monte oriental y en amplias zonas de la costa, y podrían ser considerados como refugios biológicos frente a condiciones cambiantes del clima.

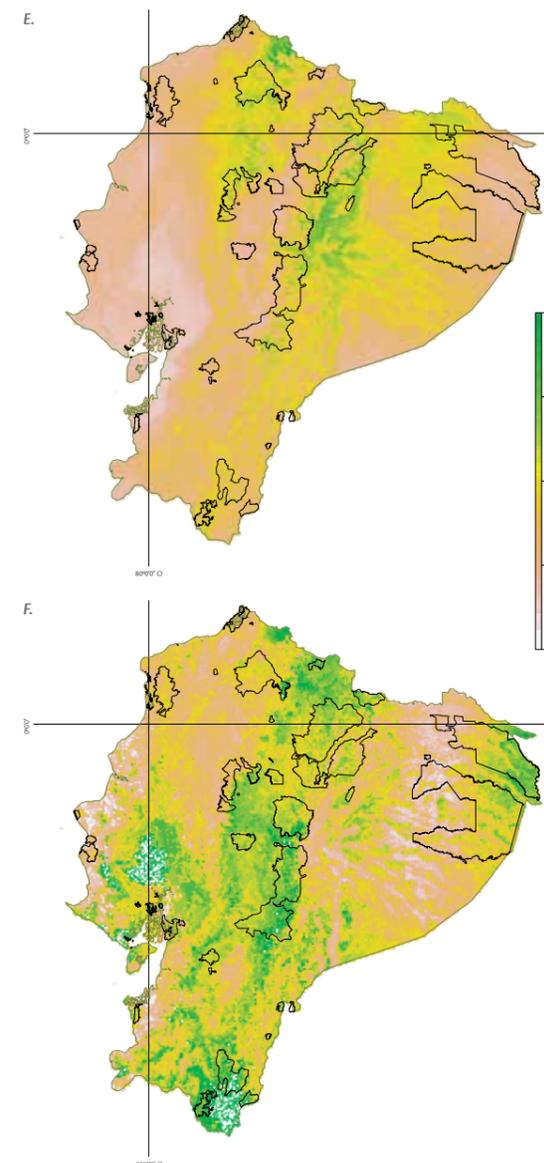


Tabla 1. Porcentaje de pérdida de especies para las reservas del PANE bajo los cuatro escenarios estudiados (emisiones y dispersión). La tabla está ordenada de manera descendente con respecto al peor escenario (A2A - Dispersión limitada).

ÁREA PROTEGIDA	ESCENARIO A1B		ESCENARIO A2A	
	SIN LÍMITES	LIMITADA	SIN LÍMITES	LIMITADA
RPF Chimborazo	27,94	32,94	32,32	40,2
RB El Quimi	33,8	34,22	38,34	38,76
RVS Manglares El Morro	34,7	35,42	33,28	34
ANR El Boliche	30,78	30,78	33,4	33,4
PN Cotopaxi	24,82	30,46	28,78	31,48
RG Pululahua	25,5	27,5	29,1	29,1
RB Cerro Plateado	23,02	25,74	23,66	26,94
ANR Parque Lago	27,02	27,02	26,06	26,06
RVS La Chiquita	29,14	29,14	25,46	26,02
ANR Isla Santay	27,6	27,6	24,3	24,3
RVS El Zarza	23,62	24,58	24,06	24,06
RVS El Pambilar	23,4	23,4	21,88	21,88
RE El Ángel	21,46	22,94	17,58	21,68
RE Manglares Cayapas Mataje	21,82	22,16	20,66	21,22
ANR Los Samanes	24,18	24,18	21,08	21,08
PN Cajas	20,7	25,52	20,4	20,88
PN Podocarpus	15,32	16,68	18,62	19,98
PN Yasuni	14,78	14,78	18,8	18,8
RE Cofán Bermejo	13,7	14,9	17,02	18,72
RE Arenillas	19,78	19,78	18,46	18,46
RVS Pacoche	36,08	36,08	17,74	17,74
RVS Manglares Estuario R. Muisne	13,4	13,4	16,84	16,84
RB El Cóndor	15,8	16,68	13,92	15,94
ANR Quimsacocha	14,66	15,22	14,9	15,46
RE Manglares Churute	16,08	16,58	14,4	14,4
RPF Manglares El Salado	11,18	11,18	12,94	12,94
PN Machalilla	20,42	21,52	11,66	12,78
RVS Pasochoa	21,86	21,86	12,76	12,76
PN Sumaco Napo-Galeras	6,6	7,44	10,06	10,44
RB Limoncocha	8,92	8,92	10,04	10,04
RE Mache Chindul	9,24	9,72	9,08	9,96
RE Los Ilinizas	7,12	10,02	8,52	9,72
PN Sangay	5,36	7,14	6,96	8,6
PN Cayambe Coca	4,04	6,92	5,82	8,18
RE Antisana	4,94	6,38	5,7	6,86
RE Cotacachi Cayapas	3,6	4,6	5,48	5,66
PN Yasuni	1,88	1,88	5,14	5,14
PN Llanganates	3	4,82	2,7	4,92
RPF Cuyabeno	3,24	3,9	3,24	4,58



1 Mantener la conectividad de las áreas protegidas a lo largo de la gradiente de elevación, humedad y condiciones del suelo (Killeen y Solórzano, 2008; Hole *et al.*, 2011). Además de garantizar el mantenimiento de procesos y funciones ecosistémicas entre regiones, como los flujos de agua y los patrones de circulación climática, esto garantiza el recambio de especies y promueve la posibilidad de contener diferentes poblaciones de una especie con diversos acervos genéticos que mejoren la capacidad adaptativa (Jump y Peñuelas, 2005; Thuiller *et al.*, 2008).

2 Incorporar áreas de transición entre ecosistemas, conocidas como ecotonos; estas áreas comparten muchas de las especies y las características de los ecosistemas adyacentes. Los ecotonos son importantes porque permiten incorporar poblaciones que han estado sometidas a continuas situaciones de estrés por variaciones del clima, desarrollando estrategias fisiológicas o ecológicas para adaptarse a los cambios proyectados (Cavieres & Piper, 2004).



8 Replantar las categorías de manejo de las áreas protegidas hacia un enfoque que incorpore áreas bajo esquemas de uso sostenible, que garanticen la provisión de servicios ecosistémicos (p. ej. agua, leña, carbón) y la conservación de la biodiversidad. La articulación de las reservas nacionales del PANE con los otros subsistemas nacionales (áreas protegidas de los GAD, comunitarios y privados) es un mecanismo viable para incorporar esta visión.

7 Desarrollar un programa de investigación y monitoreo a largo plazo en áreas protegidas estratégicas que, desde un enfoque de manejo adaptativo, informe y retroalimente la efectividad de las acciones de manejo que se desarrollen. Una aproximación integral requiere de una mejor comprensión de la naturaleza de las amenazas del cambio climático. Se propone establecer una red de sitios de investigación de largo plazo que permitan evaluar de una manera integral el grado de sensibilidad, exposición y capacidad adaptativa de los elementos de la biodiversidad a diferentes escalas espaciales (Bush *et al.*, 2004).



6 Fomentar la incorporación de mejores prácticas del uso de la tierra, tales como sistemas agroforestales, orientados a cambiar la matriz del paisaje de pastos plantados o monocultivos no sostenibles a sistemas multiestratos como son el café y cacao de sombra, y los sistemas agroforestales en general. Esto generaría un paisaje más amigable que facilite la dispersión de las especies entre los parches de hábitat remanentes, y que favorezca la colonización de especies y los procesos de sucesión vegetal (Travis, 2003; Opdam y Wascher, 2004).

5 Estimular la creación de corredores biológicos para mejorar la conectividad del paisaje, teniendo en cuenta dos elementos que no han sido suficientemente estudiados y que son claves a considerar para que sean herramientas efectivas de adaptación al cambio climático: la optimización de la configuración espacial del corredor, y el riesgo de que se conviertan en canales para la transmisión de enfermedades o especies invasivas (Scott *et al.*, 2001; Williams *et al.*, 2005; Loss *et al.*, 2011). Dado que los corredores no son parte de una categoría de manejo como tal, es importante estimular la formulación de guías de buenas prácticas que orienten sobre los objetivos buscados, su diseño, el modelo de gobernanza y los aspectos institucionales que faciliten su implementación.



Recomendaciones para el fortalecimiento del PANE frente a escenarios de cambio climático

3 Incorporar al PANE las áreas climáticamente estables identificadas en este estudio permitirá incorporar pequeñas poblaciones donde no han ocurrido extinciones locales y que se convierten en fuente de acervos genéticos. Estas nuevas áreas actuarían como refugios biológicos, similares a los sugeridos por Fjeldsa (1995) durante las fluctuaciones climáticas del Pleistoceno.

4 Desarrollar estrategias de planificación del territorio que promuevan la protección y manejo de áreas contiguas a las áreas del PANE, a cargo de gobiernos locales o de la sociedad. Este es un aspecto primordial que contribuye a garantizar la capacidad de migración y colonización efectiva de la especie entre las reservas grandes. La restauración para la recuperación de áreas degradadas en y alrededor de estas áreas de amortiguamiento permitirá incrementar la resiliencia de las áreas protegidas.

El Subsistema de Áreas Protegidas del Distrito Metropolitano de Quito

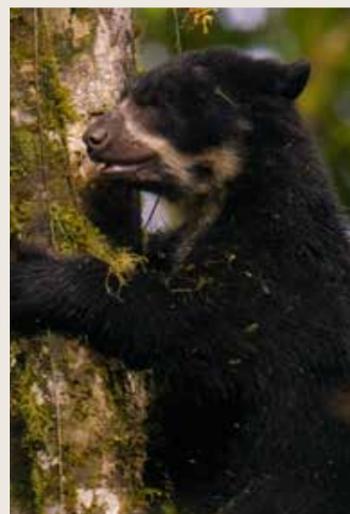
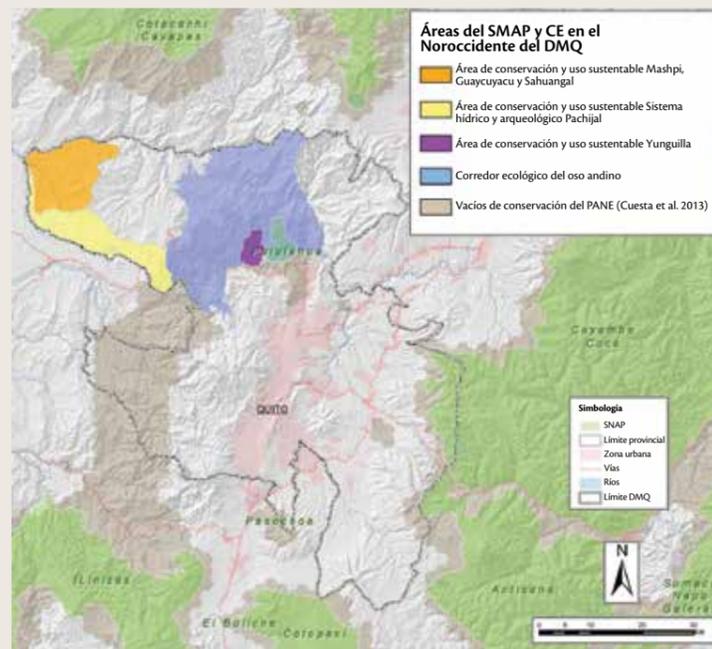
La Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito trabaja a partir del 2008 en la consolidación del Subsistema Metropolitano de Áreas Protegidas y Corredores Ecológicos (SMAP y CE), con el objetivo de conservar los ecosistemas de Quito y su biodiversidad asociada, preservar las fuentes de agua, y promover el uso sustentable de los recursos naturales.

Hasta marzo de 2015, el SMAP cuenta con seis áreas naturales protegidas, tres de las cuales están bajo la categoría de manejo Área de Conservación y Uso Sustentable (ACUS), categoría que se implementa bajo un enfoque que articula a varios actores territoriales, y que promueve la adopción de prácticas de conservación, uso y manejo sustentable de los ecosistemas.

Como elemento integrador del paisaje se encuentra el Corredor Ecológico del Oso Andino, que junto a las ACUS en el noroccidente del distrito, protegen uno de los principales vacíos de conservación del PANE identificados (Cuesta *et al.*, 2013), ya que albergan aproximadamente 100 500 hectáreas con los últimos remanentes de bosques piemontanos del Chocó, y conectan a la Reserva Ecológica los Illinizas con la Reserva Ecológica Cotacachi-Cayapas (Figura 6).

Este caso evidencia la importancia de articular las áreas de conservación de los gobiernos locales y los demás subsistemas con el PANE, como una estrategia efectiva para incrementar la resiliencia del SNAP.

Figura 6. Mapa de Áreas Protegidas del SMAP y CE en el noroccidente del Distrito Metropolitano de Quito, en relación a los vacíos de conservación del PANE identificados.



Esta publicación es una síntesis del libro *Escenarios de impacto del cambio climático en la biodiversidad contenida en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador* de Cuesta *et al.*, disponible en formato digital para descarga en: www.condesan.org/publicaciones



REFERENCIAS:

- Balmford, A. y Bond, W. (2005) Trends in the state of nature and their implications for human well-being. *Ecology Letters*, **8**, 1218–1234.
- Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J.P.W., Almond, R.E.A., Baillie, J.E.M., Bomhard, B., Brown, C., Bruno, J., Carpenter, K.E., Carr, G.M., Chanson, J., Chenery, A.M., Csirke, J., Davidson, N.C., Dentener, F., Foster, M., Galli, A., Galloway, J.N., Genovesi, P., Gregory, R.D., Hockings, M., Kapos, V., Lamarque, J.-F., Leverington, F., Loh, J., McGeoch, M.A., McRae, L., Minasyan, A., Morcillo, M.H., Oldfield, T.E.E., Pauly, D., Quader, S., Revenga, C., Sauer, J.R., Skolnik, B., Spear, D., Stanwell-Smith, D., Stuart, S.N., Symes, A., Tierney, M., Tyrrell, T.D., Vié, J.-C. y Watson, R. (2010) Global Biodiversity: Indicators of Recent Declines. *Science*, **328**, 1168.
- Cuesta, F., Peralvo, M., Baquero, F., Bustamante, M., Merino-Viteri, A., Muriel, P., Freile, J.F. y Torres, O. (2013) Identificación de Vacíos y Prioridades de Conservación de la Biodiversidad en el Ecuador Continental. In. CONDESAN, Escuela de Ciencias Biológicas-PUCE, MAE, GIZ.
- Finer M, Jenkins CN (2012) Proliferation of Hydroelectric Dams in the Andean Amazon and Implications for Andes-Amazon Connectivity. *PLoS ONE* 7(4): e35126. doi:10.1371/journal.pone.0035126.
- Fjeldsá, J. (1995) Geographical patterns of neoendemic and older relict species of Andean forest birds: the significance of ecologically stable areas. *Proceedings of a symposium, New York Botanical Garden, 21-26 June 1993*. (ed. by S.P.B. Churchill, Henrik; Forero, Enrique; Luteyn, James L. (Eds.)), pp. 89–102. New York Botanical Garden. Bronx, NY, USA, New York.
- Higgins, P.A.T. (2007) Biodiversity loss under existing land use and climate change: an illustration using northern South America. *Global Ecology and Biogeography*, **16**, 197–204.
- Hole, D.G., Young, K.R., Seimon, A., Gomez Carla, Hoffmann Dirk, Schutze Klaus, Sanchez Silvia, Muchoney Douglas, Grau Ricardo y Edson, R. (2011) Adaptive Management for Biodiversity Conservation under Climate Change – a Tropical Andean Perspective. *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes* (ed. by S.K. Herzog, R. Martínez, P.M. Jørgensen and H. Tiessen), pp. 1–339. Inter-American Institute for Global Change Research (IAI), Brasilia.
- Jump, A.S. y Peñuelas, J. (2005) Running to stand still: adaptation and the response of plants to rapid climate change. *Ecology Letters*, **8**, 1010–1020.
- Killeen, T.J. y Solórzano, L.A. (2008) Conservation strategies to mitigate impacts from climate change in Amazonia. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, **363**, 1881–1888.
- Lavergne, S., Mouquet, N., Thuiller, W. y Ronce, O. (2010) Biodiversity and climate change: Integrating evolutionary and ecological responses of species and communities. *Annual Review of Ecology, and Systematics*, **41**, 321–350.
- Loss, S.R., Terwilliger, L.A. y Peterson, A.C. (2011) Assisted colonization: Integrating conservation strategies in the face of climate change. *Biological Conservation*, **144**, 100.
- Ministerio del Ambiente (MAE). (2013) Actualización del Estudio de Necesidades y el Análisis de Brecha de Financiamiento del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) en un marco de gestión y formación de capacidades.
- Opdam, P. y Wascher, D. (2004) Climate change meets habitat fragmentation: linking landscape and biogeographical scale levels in research and conservation. *Biological Conservation*, **117**, 285–297.
- Scott, J.M., Davis, F.W., McGhie, R.G., Wright, R.G., Groves, C. y Estes, J. (2001) Nature Reserves: Do they capture the full range of America's Biological Diversity? *Ecological Applications*, **11**, 999–1007.
- Thuiller, W., Albert, C., Araújo, M.B., Berry, P.M., Cabeza, M., Guisan, A., Hickler, T., Midgley, G.F., Paterson, J., Schurr, F.M., Sykes, M.T. y Zimmermann, N.E. (2008) Predicting global change impacts on plant species' distributions: Future challenges. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, **9**, 137–152.
- Travis, J. (2003) Climate change and habitat destruction: a deadly anthropogenic cocktail. *Proceedings of the Royal Society B* **270**, 467–473.
- Williams, P., Hannah, L.E.E., Andelman, S., Midgley, G.U.Y., Araújo, M., Hughes, G., Manne, L., Martinez-Meyer, E. y Pearson, R. (2005) Planning for Climate Change: Identifying Minimum-Dispersal Corridors for the Cape Proteaceae. *Conservation Biology*, **19**, 1063–1074.



Propuestas andinas

Diálogo andino entre la ciencia y la política

AUTORES DE ESTA NOTA:

GABRIELA MALDONADO
FRANCISCO CUESTA
CONDESAN

ANDRÉS MERINO
PRISCILLA MURIEL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA
DEL ECUADOR

MAPAS ELABORADOS POR:

ANDRÉS MERINO, FRANCIS BAQUERO Y
EDWIN ORTIZ

REVISIÓN TÉCNICA:

ALEXANDRA OLIVO
DIRECCIÓN NACIONAL DE ADAPTACIÓN -
MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR

DAVID SUÁREZ-DUQUE
PROYECTO INICIATIVA TRINACIONAL
FORTALECIMIENTO DE LOS SISTEMAS
NACIONALES DE ÁREAS NATURALES
PROTEGIDAS EN COLOMBIA, ECUADOR Y
PERÚ - GIZ

DIAGRAMACIÓN:

VERÓNICA ÁVILA



© **Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN)**

Sede Lima: Av. La Molina 1895
(Puerta Nro. 3 del Centro Internacional de la Papa)
Lima, Perú

Sede Quito: Calle Germán Alemán
E12-123 y Carlos Arroyo del Río
Quito, Ecuador

condesan@condesan.org
www.condesan.org

La publicación de este documento ha sido posible gracias al apoyo de la Cooperación Alemana al Desarrollo, implementada por la GIZ, a través de su Proyecto Iniciativa Trinacional: Fortalecimiento de los Sistemas Nacionales de Áreas Naturales Protegidas en Colombia, Ecuador y Perú.

Décima primera edición. Año 5. Marzo 2015. Lima, Perú; Quito, Ecuador.

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 2011-07813

ISSN 2223-389X

Las publicaciones de CONDESAN contribuyen con información para el desarrollo sostenible de los Andes y son de dominio público. Los lectores están autorizados a citar o reproducir este material en sus propias publicaciones. Se solicita respetar los derechos de autor de CONDESAN y enviar una copia de la publicación en la cual se realizó la cita o publicó el material a nuestras oficinas.

Impreso en papel reciclado.

