Plan Territorial de Adaptación Climática

del departamento de Nariño

CORPONARIÑO

WWF

Plan Territorial
de Adaptación Climática

del departamento de Nariño

Plan Territorial de Adaptación Climática
del departamento de Nariño

ISBN Impreso: 978-958-8915-33-3
ISBN Ebook: 978-958-8915-34-0
© Corponariño
© WWF-Colombia

Editado y compilado por:
Óscar Guevara
Especialista en adaptación al cambio climático
César Freddy Suárez
Coordinador de análisis geográficos
Andrés Felipe Trujillo
Especialista en planificación del paisaje
Leidy Cuadros
Analista SIG-WWF
Melissa Abud
Consultor coordinador técnico
Carolina López
Consultor para estudios técnicos en modelación de especies
Cristian Flórez Pai
Consultor estudios técnicos y análisis rápidos
de riesgos climáticos - capacidad de adaptación

Revisión en Corponariño:
Gloria Amparo García
Oficina de Planeación
Judith Martínez Sierra
Oficina de Planeación

Cítese como:
Guevara, O.; Abud, M.; Trujillo, A. F.; Suárez, C. F.; Cuadros, L.; López, C. & Flórez, C. (2016). Plan Territorial de Adaptación Climática del departamento de Nariño. Corponariño y WWF-Colombia. Cali, Colombia. 154 pp.

CORPONARIÑO

Yolanda Socorro Benavides Rosada
Directora General
Fernando Burbano Valdés
Subdirector de Intervención
para la Sostenibilidad Ambiental
Álvaro Hernán Albornoz Erazo
Subdirector de Conocimiento
y Evaluación Ambiental
Fredy Hernán Rodríguez Aux
Subdirector Administrativo Financiero
Franklin Jhonny Rosero Patiño
Jefe Oficina Control Interno
Lucy Vianney Acosta de Leyton
Jefe Oficina Planeación
Teresa de Jesús Enríquez Rosero
Jefe Oficina Jurídica

WWF

WWF-Colombia
Mary Lou Higgins
Directora Programa Subregional
Amazonas Norte & Chocó-Darién
Sandra Valenzuela
de Narváez
Directora de Planeación
Luis Germán Naranjo
Director de Conservación
Ximena Barrera
Directora de Política Pública y
Responsabilidad Corporativa
María Fernanda Berón
Gerente de Finanzas y Administración
Alexandra Gómez Arias
Directora de Comunicaciones y
Marketing
Carmen Candelo Reina
Directora de Gobernanza y
Calidad de Vida

Coordinación editorial
Carmen Ana Dereix R.

Fotografías:
Cristian Flórez Pai

Diseño e impresión:
El Bando Creativo

Primera edición, enero 2016
Santiago de Cali, Colombia

Las denominaciones geográficas en este documento y el material que contiene no entrañan, por parte de las organizaciones aquí involucradas, juicio alguno respecto de la condición jurídica de países, territorios o áreas, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites.

Esta publicación se realiza en el marco del proyecto "Implementación de estrategias de adaptación en los sitios naturales más excepcionales del planeta" financiado por la Unión Europea (EUROPAID/DCI-ENV/2010/248-197) y el convenio #298 para "apoyo a la formulación del Plan Territorial de Adaptación al Cambio Climático en el marco de los Nodos regionales de Cambio Climático, en concordancia con las líneas estratégicas propuestas dentro de la Política Nacional de Cambio Climático", que inició el 29 de octubre de 2013 y terminó el 28 diciembre de 2014.

Soluciones Naturales
Iniciativa Global por las Áreas Protegidas y la Adaptación Climática
COLOMBIA · FILIPINAS · MADAGASCAR

Con el apoyo financiero de:

DFID Ministerio Británico para el Desarrollo Internacional

UNIÓN EUROPEA

Agradecimientos

- Asociación para el Desarrollo Campesino (ADC)
- Asociación Azufral Los Andariegos
- Asociación Esperanza de Vida
- Asociación GAICA
- Asociación Vida Digna
- Asociación Vida, Dignidad y Futuro
- Asociaciones campesinas y de grupos étnicos del departamento de Nariño
- Asoscrec
- Astorga S.A.
- Cenipalma
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)
- Corposap
- Dirección de Gestión del Riesgo de Desastres de la Gobernación de Nariño
- Dirección General Marítima (Dimar)
- Ecopetrol
- Empopasto
- Fundación Amaru
- Fundación y Reserva Natural Los Colibríes
- Gobernación del departamento de Nariño
- *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF)
- Incoder
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)
- Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives De Andréis (Invemar)
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)
- Municipios y Alcaldías del departamento de Nariño
- Parques Nacionales Naturales de Colombia
- Policía Ambiental de Nariño
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)
- Resnatur
- Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)
- *The Nature Conservancy* (TNC)
- Tierrandina
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)
- Udenar - Terra
- Universidad de Nariño
- Universidad Mariana
- Universidad Santo Tomás

Demás actores institucionales y sociales participantes de la formulación del PTAC

La formulación del Plan Territorial de Adaptación Climática (PTAC) en Nariño, fue posible gracias al convenio suscrito entre WWF y Corponariño, con recursos financieros de Corponariño, las oficinas de WWF en el Reino Unido y Colombia, y los proyectos cofinanciados por la Unión Europea "Implementación de estrategias de adaptación en los sitios más excepcionales del Planeta" y el Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido, a través del *Building resilience in forest ecosystems: Ecological integrity, climate change adaptation and reduction of the human ecological footprint.*

Contenido

Introducción 12

Estructura del documento 15

El Plan Territorial de Adaptación Climática (PTAC) y su contexto 16

16 El PTAC y la Política Nacional de Cambio Climático

18 El PTAC como experiencia piloto liderada por Corponariño y WWF

PTAC: visión, objetivos y métodos usados 20

20 Visión del PTAC

22 Objetivos del PTAC

- 22 Objetivo principal
- 22 Objetivos de adaptación climática

22 Principios generales del PTAC

- 22 Principio de integración horizontal - Transversalidad
- 23 Principio de integración vertical - Subsidiaridad

Enfoque estratégico 24

24 El cambio climático como una prioridad de gestión

26 El cambio climático en el marco de la planeación del desarrollo del departamento de Nariño y la gestión de Corponariño

26 Los riesgos climáticos y la dimensión del clima como una amenaza

Síntesis de los principales resultados de los estudios técnicos del PTAC 29

30 Territorios con una mayor exposición a cambios en manifestaciones climatológicas y en condiciones hidrológicas

- 31 Temperatura, precipitación y clasificación climática observada en el departamento
- 34 Cambios esperados al año 2050 en la temperatura, la precipitación y la clasificación climática
- 37 Condiciones hidrológicas asociadas a variaciones climáticas
- 43 Variabilidad climática
- 47 Fenómenos físicos potencialmente peligrosos

54 Biodiversidad - Especies

61 Biodiversidad - Ecosistemas y áreas protegidas

71 Municipios con una mayor afectación histórica asociada a la materialización de riesgos climáticos

Índices de riesgo, adaptación y vulnerabilidad climática 80

81 Sistema de índices del PTAC

82 Estructura de los índices

83 Paso 1. Índices de riesgo climático

84 Índice de riesgo climático - Socioeconómico

96 Índice de riesgo climático - Biodiversidad

104 Paso 2. Índices de capacidad de adaptación climática

104 Índice de capacidad de adaptación - Capital socioeconómico

105 Índice de capacidad de adaptación - Capital natural

108 Paso 3. Índices de vulnerabilidad climática

108 Índice de vulnerabilidad climática - Capital socioeconómico

110 Índice de vulnerabilidad climática - Capital natural

111 Índice de vulnerabilidad climática global

Lineamientos de adaptación climática para el departamento de Nariño 113

113 Estructura del Plan Territorial de Adaptación Climática

114 Lineamientos estratégicos

116 Gestión de los riesgos climáticos

119 Gestión del desarrollo del territorio compatible con el clima

122 Lineamientos transversales

122 Gestión del conocimiento

122 Incidencia en instrumentos de planeación, gestión y ordenamiento

124 Divulgación y participación social

126 Fortalecimiento de la gestión institucional

126 Gestión financiera

Programas prioritarios 128

130 Sostenibilidad del recurso hídrico

130 Fortalecer modelos de gestión, conservación y protección de cuencas

130 Desarrollo de infraestructura asociada al recurso hídrico

131 Buenas prácticas de uso y aprovechamiento

131 Intervenciones en los cuerpos de agua

132 Fortalecimiento de los procesos de planificación y ordenamiento territorial en zonas costeras, de piedemonte, andinas y amazónicas

132 Protección y recuperación de la morfología costera

132 Socio ecosistemas sustentables

132 Conservación de la biodiversidad y sistemas hidrológicos

133 Biodiversidad y áreas naturales protegidas

133 Conservación climáticamente inteligente de la biodiversidad del departamento

133 Modelos de gobernanza para la gestión de recursos naturales y conservación de la biodiversidad

134 Fortalecimiento de objetivos de gestión climática dentro de la gestión ambiental del territorio

135 Gestión del riesgo de desastres de origen hidrometeorológico y oceanográfico

135 Fortalecimiento de un sistema departamental de alertas tempranas sobre eventos de origen hidrometeorológico y oceanográfico

136 Diseño e implementación de un plan departamental para manejo de condiciones de sequía

136 Programas de seguros y microseguros

137 Desarrollo urbano

137 Gestión del ciclo hidrológico urbano

137 Sistemas de saneamiento

137 Control de usos de suelo

137 Reducción de riesgos a la salud humana

138 Adaptación de la infraestructura

138 Programas de cultura ciudadana y uso eficiente del agua

139 Seguridad alimentaria - Producción agropecuaria

139 Protección a los cultivos

139 Distritos de riego

139 Producción agropecuaria

140 Información agroclimática

140 Mercados y consumos responsables (Economía Verde)

140 Seguros agrícolas

141 Gobernanza

141 Fortalecer modelos de planeación regional

141 Fortalecer modelos de planeación municipal

142 Gestión financiera

Reflexiones finales **143**

Referencias bibliográficas **145**

Anexo **149**

Índice de mapas

31 **Mapa 1.** Temperatura media anual del departamento de Nariño, periodo 1973-2011

32 **Mapa 2.** Precipitación media del departamento de Nariño, periodo 1973-2011

33 **Mapa 3.** Clasificación climática Caldas-Lang para el departamento de Nariño

34 **Mapa 4.** Cambios esperados en la temperatura al año 2050 para el departamento de Nariño

35 **Mapa 5.** Variación porcentual de la precipitación al año 2050 para el departamento de Nariño

36 **Mapa 6.** Índice de cambio en la clasificación climática del departamento de Nariño con Caldas-Lang, al año 2050

39 **Mapa 7.** Índice de vulnerabilidad por disponibilidad de agua del departamento de Nariño

40 **Mapa 8.** Índice de oferta hídrica del departamento de Nariño

41 **Mapa 9.** Índice de desertificación del departamento de Nariño

42 **Mapa 10.** Oferta hídrica del departamento de Nariño, variación porcentual año 2050

49 **Mapa 11.** Zonas susceptibles a inundación en el departamento de Nariño

50 **Mapa 12.** Susceptibilidad general del terreno a deslizamientos

51 **Mapa 13.** Incendios del departamento de Nariño en el periodo 2005-2013

52 **Mapa 14.** Erosión costera en el departamento de Nariño

53 **Mapa 15.** Susceptibilidad al ascenso del nivel medio del mar en el departamento de Nariño

56 **Mapa 16.** Riqueza de las especies valor objeto de conservación evaluadas al año 2050

57 **Mapa 17.** Riqueza de mamíferos valor objeto de conservación evaluados al año 2050

58 **Mapa 18.** Riqueza de aves valor objeto de conservación evaluadas al año 2050

58 **Mapa 19.** Riqueza de reptiles valor objeto de conservación evaluados al año 2050

59 **Mapa 20.** Riqueza de anfibios valor objeto de conservación evaluados al año 2050

59 **Mapa 21.** Riqueza de plantas valor objeto de conservación evaluadas al año 2050

60 **Mapa 22.** Recambio de especies valor objeto de conservación al año 2050

63 **Mapa 23.** Áreas protegidas y figuras de conservación del departamento de Nariño

66 **Mapa 24.** Representatividad regional de ecosistemas

70 **Mapa 25.** Priorización de ecosistemas de acuerdo con al análisis de cambios futuros de variables climáticas en ecosistemas y su relación con su nivel de representatividad

87 **Mapa 26.** Exposición a condiciones climáticas esperadas (ICOMB-CCVC)

90 **Mapa 27.** Exposición a fenómenos físicos potencialmente peligrosos (ICOMB-FFPP)

91 **Mapa 28.** Índice de exposición climática municipal (IEXPC)

93 **Mapa 29.** Índice de sensibilidad climática municipal (IEMER-DES)

95 **Mapa 30.** Índices de riesgo climático municipal (IRCLIM-MUN)

97 **Mapa 31.** Recambio de especies de mamíferos

97 **Mapa 32.** Recambio de especies de aves

98 **Mapa 33.** Recambio de especies de reptiles
98 **Mapa 34.** Recambio de especies de anfibios
99 **Mapa 35.** Recambio de especies de plantas
99 **Mapa 36.** Recambio total de especies
100 **Mapa 37.** Índice de riesgo climático - Especies (IRCLIM-ESP)
102 **Mapa 38.** Indicador de riesgo climático - Servicios ecosistémicos (recurso hídrico) (IRCLIM-RHID)
103 **Mapa 39.** Índice de riesgo climático - Biodiversidad (IRCLIM-BIO)
106 **Mapa 40.** Índice de capacidad de adaptación - Capital socioeconómico (ICADAP-SOCE)
106 **Mapa 41.** Índice de riesgo ecológico
107 **Mapa 42.** Índice de capacidad de adaptación - Capital natural (ICAP-NAT)
109 **Mapa 43.** Índice de vulnerabilidad climática - Capital socioeconómico (ICADAP-SOEC)
111 **Mapa 44.** Índice de vulnerabilidad - Capital natural (INVULCAPNAT)
112 **Mapa 45.** Índice de vulnerabilidad climática global

Índice de tablas

35 **Tabla 1.** Proyecciones de cambio en en temperatura y precipitación en las provincias del departamento de Nariño
44 **Tabla 2.** Cambios en la temperatura media mensual del aire y de los acumulados de precipitación ocasionados por el fenómeno de El Niño en diferentes regiones del país
55 **Tabla 3.** Especies valor de objeto de conservación del departamento de Nariño seleccionadas para modelar los efectos del cambio climático
64 **Tabla 4.** Áreas protegidas del departamento de Nariño registradas en el RUNAP
67 **Tabla 5.** Ecosistemas naturales sin representación (entre 0% y 1%)
68 **Tabla 6.** Ecosistemas naturales con baja representación (entre 1% y 17%)
72 **Tabla 7.** Eventos reportados en la Unidad para la Gestión del Riesgo, para el departamento de Nariño
73 **Tabla 8.** Eventos en la base de datos de DesInventar, para el departamento de Nariño
74 **Tabla 9.** Eventos por municipio
77 **Tabla 10.** Daños y pérdidas durante la ola invernal 2010-2011 en el departamento de Nariño
86 **Tabla 11.** Exposición a condiciones climáticas esperadas (ICOMB-CCVC)
89 **Tabla 12.** Exposición a fenómenos físicos potencialmente peligrosos (ICOMB-FFPP)
92 **Tabla 13.** Índice de sensibilidad climática municipal (IEMER-DES)
101 **Tabla 14.** Indicador de riesgo climático - Servicios ecosistémicos (recurso hídrico) (IRCLIM-RHID)
105 **Tabla 15.** Indicadores de capacidad de adaptación - Capital socioeconómico
108 **Tabla 16.** Índice de capacidad natural (ICAP-NAT)

Índice de figuras

43 **Figura 1.** Fuentes de información revisadas para la descripción de la variabilidad climática del departamento de Nariño

48 **Figura 2.** Proceso para la identificación de los fenómenos físicos potencialmente peligrosos de origen hidrometeorológico y oceanográfico presentes en el departamento de Nariño

62 **Figura 3.** Trayectoria de cambio para variables climáticas en ecosistemas

69 **Figura 4.** Agrupación de trayectorias de cambio de variables climáticas por ecosistemas representativos

81 **Figura 5.** Proceso para el cálculo de índices del PTAC

82 **Figura 6.** Reglas de decisión para índices del PTAC

82 **Figura 7.** Índices del PTAC

83 **Figura 8.** Combinación de los componentes principales del PTAC

84 **Figura 9.** Determinación del índice de riesgo climático - Socioeconómico

84 **Figura 10.** Regla de decisión del índice de riesgo climático - Socioeconómico

85 **Figura 11.** Índice de exposición climática - Socioeconómico

85 **Figura 12.** Regla de decisión del índice de exposición climática - Socioeconómico

85 **Figura 13.** Cambios en las condiciones promedio actuales y esperadas

87 **Figura 14.** Exposición a mayores niveles de amenaza ante FFPP

90 **Figura 15.** Índice de exposición climática municipal

92 **Figura 16.** Índice de sensibilidad climática municipal (IEMER-DES)

94 **Figura 17.** Índice de riesgo climático municipal

96 **Figura 18.** Índice de riesgo climático - Biodiversidad

96 **Figura 19.** Índice de riesgo climático - Especies

104 **Figura 20.** Batería de indicadores de capacidad de adaptación - Capital socioeconómico

108 **Figura 21.** Índice de vulnerabilidad climática - Capital socioeconómico (IVULSOEC)

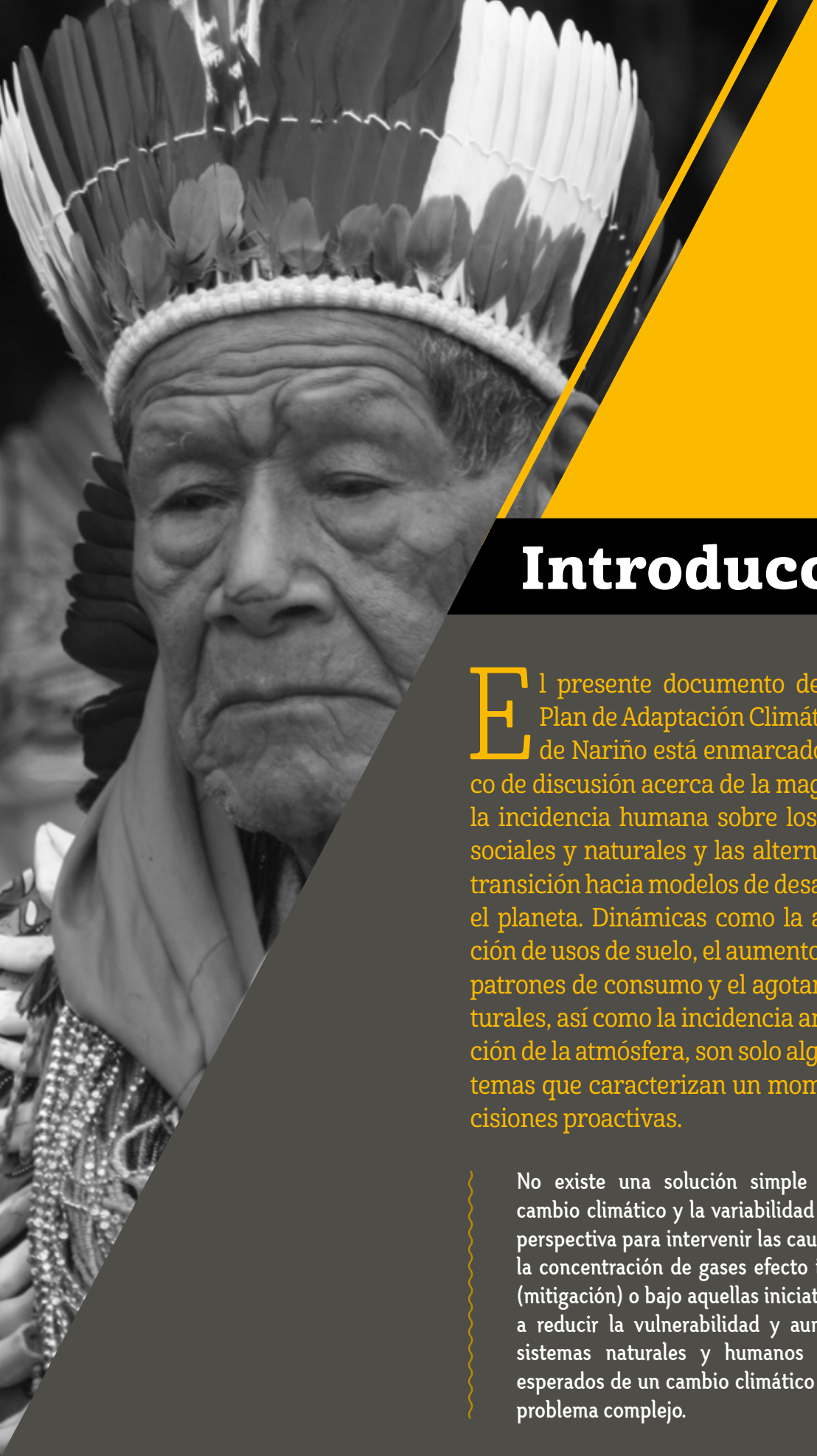
110 **Figura 22.** Índice de vulnerabilidad climática - Capital natural (IVULCAPNAT)

114 **Figura 23.** Estructura de lineamientos del PTAC

115 **Figura 24.** Lineamientos estratégicos del PTAC

118 **Figura 25.** Acciones estratégicas - Lineamiento: Gestión de los riesgos climáticos en el departamento de Nariño

121 **Figura 26.** Acciones estratégicas - Lineamiento: Gestión de un desarrollo del territorio y del bienestar social en el departamento de Nariño de una forma compatible con el clima



Introducción

El presente documento de lineamientos para el Plan de Adaptación Climática en el departamento de Nariño está enmarcado en un momento crítico de discusión acerca de la magnitud y la velocidad de la incidencia humana sobre los sistemas económicos, sociales y naturales y las alternativas para acelerar la transición hacia modelos de desarrollo compatibles con el planeta. Dinámicas como la alarmante transformación de usos de suelo, el aumento de la urbanización, los patrones de consumo y el agotamiento de recursos naturales, así como la incidencia antrópica en la composición de la atmósfera, son solo algunos de los principales temas que caracterizan un momento en que urgen decisiones proactivas.

> No existe una solución simple para abordar el tema del cambio climático y la variabilidad climática. Ya sea desde una perspectiva para intervenir las causas asociadas al aumento en la concentración de gases efecto invernadero en la atmósfera (mitigación) o bajo aquellas iniciativas y medidas encaminadas a reducir la vulnerabilidad y aumentar la resiliencia de los sistemas naturales y humanos ante los efectos reales o esperados de un cambio climático (adaptación), se trata de un problema complejo.

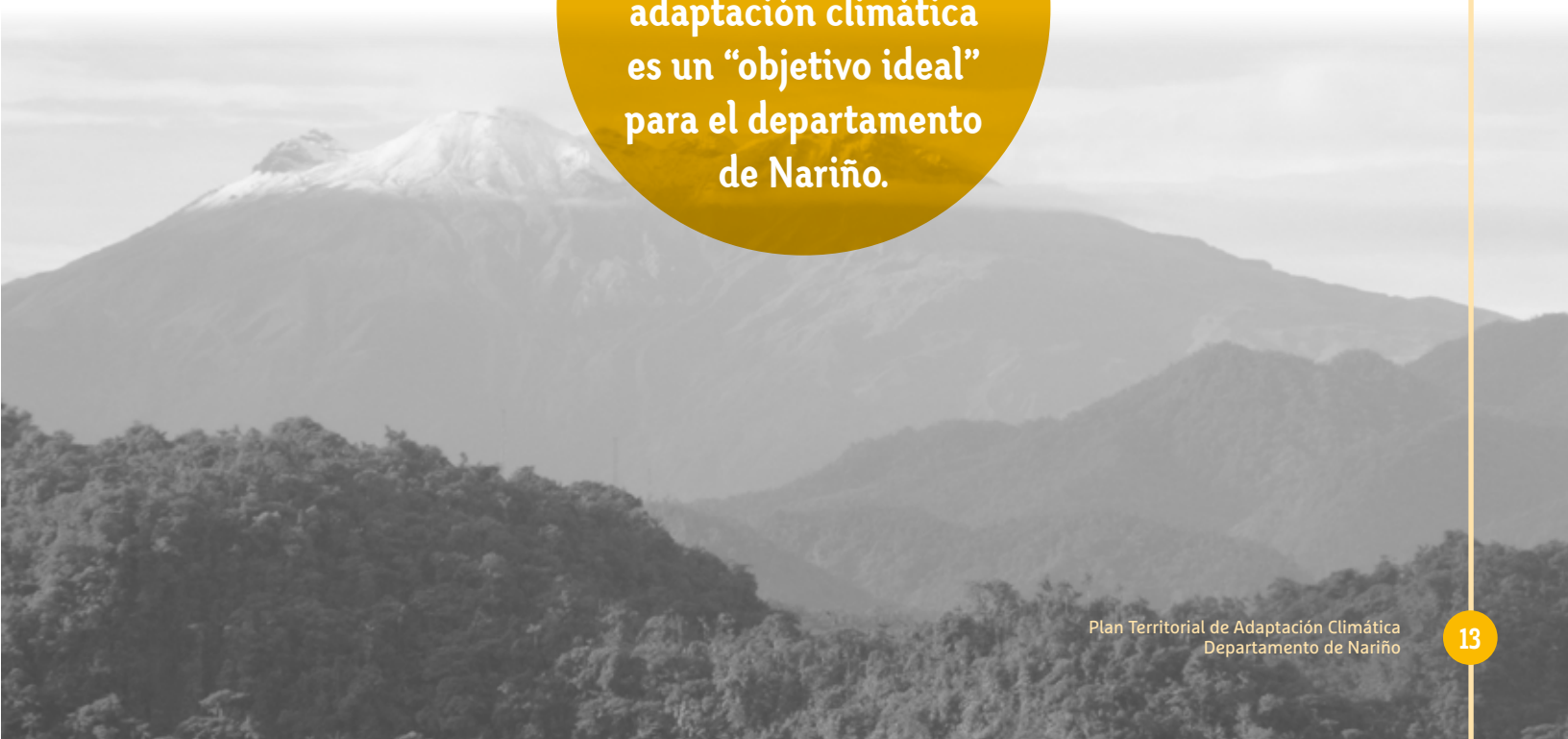
Además, tal y como lo indican diferentes autoridades nacionales (MADS, Ideam y DNP), lo anterior "toma aún más relevancia en un país en desarrollo como Colombia, en donde la capacidad de responder ante estas eventualidades sigue siendo limitada y gran parte de la población es altamente vulnerable a sus efectos".

Esta complejidad es reforzada por una tendencia que ha dominado el diseño e implementación de iniciativas relacionadas con el cambio climático: plantearse como principal y en muchos casos única pregunta, **conocer y medir la vulnerabilidad al cambio climático.** Esto en parte ha sido una consecuencia lógica de los primeros modelos de vulnerabilidad al cambio climático (IPCC, 2007), a partir de los cuales se cree que el único propósito detrás de conocer la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa, es juntar los elementos necesarios para resolver el modelo de la vulnerabilidad. Como resultado, además de enfrentar los territorios a una situación extraordinariamente compleja, se ha usado un enfoque restringido, que también aborda una única meta: la vulnerabilidad. Sin embargo, la adaptación va mucho más allá de este concepto.

Desde el inicio, el cambio debe darse hacia un ajuste en las bases para la gestión proactiva de la adaptación al cambio climático, usando los principales conceptos y enfoques que reconozcan y tengan en cuenta la forma como se planifica, gestiona y maneja un territorio. Es decir, que la adaptación se reconozca desde las particularidades de los territorios como punto de partida. Esta afirmación lleva implícita, además, la visión y apuesta por políticas y líneas estratégicas regionales para enfrentar la adaptación, impulsadas desde WWF en conjunto con Corponariño. Dado que no existe una fórmula y/o protocolo estratégico que garantice la adaptación en cualquier lugar del mundo, el camino hay que encontrarlo según las necesidades específicas de cada reto adaptativo.

Los primeros pasos para cumplir con este cambio, especialmente en un entorno con recursos limitados, están relacionados con la elaboración de políticas y modelos de desarrollo que den cuenta de objetivos para intervenir una situación, en este caso, de territorios amenazados y transformados por cambios del clima para el cual no están adaptados. Esta es la situación del departamento de Nariño.

Un desarrollo sostenible e integrado con una política de adaptación climática es un "objetivo ideal" para el departamento de Nariño.



Un desarrollo sostenible e integrado con una política de adaptación climática, es claramente un "objetivo ideal" para el departamento de Nariño, y para la gestión de Corponariño. Sin embargo, la complejidad de un enfoque de este tipo no debe ser subestimada. La incorporación de la perspectiva o el proceso de integración se apoya en la comprensión del papel de la adaptación climática en el desarrollo del departamento, más allá del ámbito de la política sobre el clima, y la sinergia potencial con otras agendas, como la gestión del riesgo de desastres o el ordenamiento del territorio, por mencionar solo dos.

En la práctica, el presente Plan Territorial de Adaptación Climática (PTAC), involucra distintos intervalos de tiempo, escalas geográficas y responsabilidades en la toma de decisiones. Para lograr una integración exitosa se requiere complementar el PTAC con una capacitación orientada a mejorar la comprensión de los procesos de toma de decisiones, relacionados con la gestión de riesgos climáticos y la capacidad de adaptación climática. Lo anterior está claramente articulado en la literatura y en el quinto Informe de Evaluación del IPCC (2014) recientemente publicado. Por lo tanto, la comprensión del papel de la adaptación en el desarrollo del departamento va más allá de la política sobre el clima, sobre todo por la sinergia potencial con las otras agendas tanto de Corponariño como del departamento.

Por último, debido a las diferentes condiciones sociales, económicas y políticas entre las regiones del departamento, no puede haber un modelo o una talla única para todos. Existen otras buenas prácticas de estudio de casos procedentes de departamentos del país, como Huila, Cundinamarca y Bolívar, donde la planeación de la Gestión Climática Territorial ha comenzado a tener lugar. Estos departamentos, además de presentar los productos y resultados del trabajo adelantado para consolidar este plan, se pueden tomar como referente para enriquecer el análisis de la situación del departamento de Nariño y para establecer la ruta más adecuada a seguir en la toma de decisiones frente a la variabilidad y al cambio climático.

Estructura del documento

Los lineamientos de la política de adaptación climática, compilados en el Plan Territorial de Adaptación Climática (PTAC), están estructurados en los siguientes capítulos:

- Contexto del PTAC. Resumen de antecedentes técnicos y políticos del convenio entre WWF y Corponariño para la formulación del Plan Territorial de Adaptación Climática.
- Visión, objetivos, métodos usados y principios generales del PTAC.
- Enfoque estratégico. En esta sección se plantean las acciones iniciales de enfoque y organización del PTAC.
- Síntesis de los principales resultados de los estudios técnicos del PTAC.
- Índices de riesgo, adaptación y vulnerabilidad climática.
- Lineamientos de Adaptación Climática.
- Programas prioritarios de adaptación climática.
- Recomendaciones de trabajo futuro.

Es importante tener en cuenta que esta publicación contiene una síntesis de los resultados de los estudios técnicos del PTAC Nariño.*

* Para conocer la versión ampliada, incluyendo métodos de investigación y análisis, resultados y discusión de los mismos, referirse al CD adjunto.

El Plan Territorial de Adaptación Climática (PTAC) y su contexto

El Plan Territorial de Adaptación Climática (PTAC) Nariño, es una experiencia de fortalecimiento de la Gestión de Corponariño, que permite poner en marcha —con el apoyo de WWF— un enfoque territorial para abordar los riesgos y las oportunidades asociadas a un clima cambiante.

El PTAC permite poner en marcha un enfoque territorial para abordar los riesgos y las oportunidades asociadas a un clima cambiante.

Este enfoque se ha consolidado como un referente de análisis y uso de información científica, conocimientos y percepciones locales, asociados a un proceso de fortalecimiento de capacidades técnicas para dejar trazada una primera hoja de ruta que permita abordar de forma proactiva la adaptación climática en el departamento.

El PTAC y la Política Nacional de Cambio Climático

En el ámbito de la Política Nacional, la gestión del cambio climático es una realidad que ha sido impulsada desde hace varios años desde diferentes documentos, lineamientos y estudios técnicos. El Gobierno de Colombia a través de algunas instituciones claves como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) y la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo (UNGRD), brinda una serie de insumos metodológicos que ayudan a sectores y territorios a generar un mayor conocimiento sobre los riesgos potenciales e impactos actuales y aprovechar las oportunidades asociadas a un panorama de clima cambiante.

En Colombia se ha construido un marco normativo e institucional orientado a la gestión del cambio climático, el cual permite un trabajo compartido y coordinado entre diferentes entidades y sectores.

Los más recientes avances destacan la importancia y la necesidad de incorporar el clima como una variable transversal en los territorios y en los sectores económicos.

Entre los más recientes avances están: el documento Conpes 3700 y la estrategia Institucional para la articulación de Políticas y Acciones en Materia de Cambio Climático en Colombia, y el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2010-2014, en el cual se destacan la importancia y la necesidad de incorporar el clima como una variable transversal en los territorios y en los sectores económicos. En este último documento se determinaron cuatro ejes de trabajo:

- El Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.
- La Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación de Bosques.
- La Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono.
- La estrategia de Protección Financiera ante Desastres.

En el marco del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático se elaboró una serie de documentos técnicos que recogen la experiencia, necesidades y prioridades para la adaptación. Algunos de estos documentos, que han sido insumo metodológico y conceptual para el PTAC, son los siguientes:

- ABC: Adaptación Bases Conceptuales. Marco conceptual y lineamientos. DNP-BID (2014).
- Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia - Síntesis. DNP-BID (2014).
- Los informes técnicos del convenio entre WWF y el MADS para el fortalecimiento a los Nodos Regionales de Cambio Climático (2012 y 2013).

El PTAC como experiencia piloto liderada por Corponariño y WWF

El trabajo en la gestión del cambio climático entre Corponariño y WWF inició desde 2006. Los primeros trabajos en Análisis de Vulnerabilidad Climática estaban asociados a la Cordillera Real Oriental,[1] los cuales coinciden geográficamente con el paisaje andino central del departamento de Nariño. Esta zona es de especial importancia hídrica, con glaciares, humedales de alta montaña, páramos y bosques nublados que garantizan agua para el consumo humano, generación hidroeléctrica y riego en grandes extensiones aguas abajo. Para esta cordillera se realizaron ejercicios de modelación de escenarios de vulnerabilidad social, económica y ambiental, dirigidas a las comunidades que dependen directa o indirectamente de estas áreas.

Una segunda experiencia en gestión del cambio climático inició en 2011 con la ejecución del proyecto "Implementación de estrategias de adaptación al cambio climático en los sitios naturales más excepcionales del planeta", cofinanciado por la Unión Europea y WWF. En total, fueron incluidas seis áreas naturales protegidas marino costeras, en tres países: Colombia, Filipinas y Madagascar. Para el caso de Colombia, estos sitios corresponden a los Parques Nacionales Naturales de Gorgona y Sanquianga, y a los bosques de manglar del departamento de Nariño. Desde su formulación, se propuso como objetivo principal del proyecto incrementar la resiliencia de los ecosistemas costeros para mantener la provisión de bienes y servicios ambientales, así como la reducción del riesgo de desastres, para beneficio de los actores institucionales y las comunidades locales en el contexto del futuro cambio de las condiciones climáticas y oceanográficas.

Por último, otra experiencia importante fue el Programa Nacional de Asistencia Técnica que WWF brindó al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante convenios de los años 2012 y 2013, a través de los Nodos Regionales de Cambio Climático. Mediante dichos convenios, WWF promovió un abordaje común a la adaptación climática a partir de la identificación rápida de prioridades de trabajo basadas en la clasificación según la relevancia de los riesgos climáticos, y en la oportunidad de adaptación de acuerdo con el fortalecimiento de la agenda y los programas existentes. Este trabajo permitió sentar las bases para agendas integradas entre la adaptación climática y las estrategias como la Gestión del Riesgo de Desastres, el Ordenamiento del Territorio, las agendas sociales y sectoriales, entre otras. Además, bajo este enfoque, varios nodos continúan un trabajo

1. Proyecto: "Un paisaje vivo: conservación, integración regional y desarrollo local en la cordillera Real Oriental (Colombia, Ecuador y Perú)".

colectivo a través de sus Planes de Acción; así mismo, algunas corporaciones autónomas regionales han promovido trabajos internos, buscando desarrollar las capacidades para hacer una transición hacia una gestión proactiva del cambio climático.

El PTAC para la jurisdicción de Corponariño surge entonces como la primera experiencia de planificación de la adaptación climática para las corporaciones autónomas del Nodo Pacífico Sur conformado por los departamentos de Cauca, Valle del Cauca y Nariño. También es la primera iniciativa piloto resultado del Programa Nacional de Asistencia Técnica a los Nodos Regionales de Cambio Climático, que ha sido posible gracias a fondos de Corponariño y a la cooperación internacional con recursos coordinados por WWF provenientes de la Unión Europea[2] y de la oficina de WWF en el Reino Unido.

2. Iniciativa para la Adaptación Climática en Áreas Marino Costeras en Colombia, Filipinas y Madagascar.

El PTAC Nariño es la primera experiencia de planificación de la adaptación climática para los departamentos del Nodo Pacífico Sur de Cambio Climático (Cauca, Valle del Cauca y Nariño).

PTAC: visión, objetivos y métodos usados

En esta sección se presentan las características generales relacionadas con la visión, los principios y los objetivos del PTAC.

WWF ha promovido junto con Corponariño una transición hacia una visión de la gestión de la adaptación climática proactiva.

Visión del PTAC

La visión del PTAC es "ser el eje orientador y de referencia a través de los estudios técnicos, lineamientos y acciones estratégicas generados, para la planeación de la adaptación climática en el departamento de Nariño".

Para avanzar en el cumplimiento de esta visión, WWF promueve junto con Corponariño la transición hacia la gestión de la adaptación climática proactiva, que significa planificar y actuar sobre algunos puntos concretos relacionados con la visión del PTAC, como los siguientes:

Adaptarnos al clima que tenemos y al clima que esperamos

Abordar el clima presente y el clima futuro: una buena política climática permite reconocer la necesidad de enfrentar los cambios observados en el clima, así como aquellos que se esperan. Esto incluye integrar respuestas tanto a los registros históricos como a la modelación climática, de una forma lo suficientemente flexible para planear acciones adaptativas a los valores medios, fluctuaciones y extremos de las distintas manifestaciones climáticas. Es un error frecuente basar la adaptación exclusivamente sobre modelaciones de valores medios y escenarios futuros, dejando de lado necesidades de adaptación actuales y urgentes.

Las decisiones de adaptación climática bajo un principio de precaución

Aun en condiciones importantes de incertidumbre, vacíos de información o ausencia de modelos científicos predictivos/explicativos de una buena parte de los riesgos climáticos del departamento, el principio de precaución debe caracterizar los procesos de toma de decisión en torno a la adaptación climática. Esto significa actuar con una visión de gestión del territorio y de los procesos que en él ocurren, de una forma compatible con un clima cambiante.

Un segundo error frecuente es planear la adaptación únicamente a partir de los elementos contemplados en Sistemas de Información Geográfica, dejando de lado significativos efectos locales o fenómenos físicos potencialmente peligrosos, pero con importantes vacíos de información.

El PTAC como un punto de partida, no como un punto de llegada

Los lineamientos de adaptación climática del PTAC, propuestos en el presente documento, no son un punto de llegada para Corponariño y demás actores regionales; son un punto de partida de la gestión climática en el departamento de Nariño hacia la reducción de riesgos climáticos y la planificación de procesos compatibles con el clima. En una buena planeación de la adaptación climática intervienen tanto los riesgos climáticos actuales como aquellos que pueden causarse por los procesos asociados al crecimiento y desarrollo futuro del departamento. De esta forma se busca que las políticas logren cumplir con los objetivos que den respuesta no solo al cambio climático, sino al desarrollo territorial, promoviendo la sinergia entre los dos y los cobeneficios.

El PTAC y el fortalecimiento de otras agendas territoriales

Las soluciones de adaptación climática contenidas en el PTAC, en su gran mayoría, están fundamentadas en el fortalecimiento de agendas ya existentes, como la gestión ambiental, la conservación de la biodiversidad, el ordenamiento del territorio, la reducción del riesgo de desastres, entre otras. En los lineamientos de una Política de Adaptación Climática, por lo tanto, confluyen diferentes actores y políticas/planes ya existentes. Es otro error frecuente buscar sobrepasar o imponer la gestión del cambio climático sobre otras agendas de política y gestión.

El PTAC busca, además, crear y consolidar una política climática eficaz y coherente, en la que es indispensable trazar líneas que promuevan procesos participativos e incluyentes, que involucren a diferentes sectores y a la comunidad como agentes de cambio, y a su vez permitan acrecentar el espacio de actuación y responsabilidad para enfrentar mancomunadamente el desafío climático.

Objetivos del PTAC

Objetivo principal

Brindar lineamientos técnicos y de política que faciliten la adopción de los principios y elementos de una adaptación climática planificada dentro de la gestión de Corponariño y de los demás actores regionales en el departamento de Nariño con competencia en el tema.

Objetivos de la adaptación climática

No existe un "modelo único" para un PTAC, o en general para la planificación de la adaptación. El enfoque correcto depende del entorno local, los sistemas políticos, los patrones socioeconómicos, recursos, experiencia y objetivos. Como resultado del trabajo conjunto entre WWF y Corponariño para hacer una planificación de la adaptación, el PTAC tiene los siguientes objetivos de la adaptación climática:

- **Objetivo 1.** Facilitar los procesos de gestión de los riesgos climáticos del departamento, tanto aquellos que ya se manifiestan en el territorio (riesgos climáticos actuales), como aquellos resultados de cambios en las condiciones climáticas de mediano y largo plazo.
- **Objetivo 2.** Apoyar las acciones de planificación del desarrollo y el ordenamiento del territorio del departamento, en una forma compatible con las condiciones actuales y las condiciones esperadas del clima.
- **Objetivo 3.** Brindar lineamientos técnicos y de política para procesos de fortalecimiento de la capacidad de adaptación climática.
- **Objetivo 4.** Servir de referente para futuras iniciativas de gestión del cambio climático, que incluyan agendas, mitigación, y desarrollo bajo en carbono.

Principios generales del PTAC

Reconociendo la complejidad de la problemática de adaptación climática, se visualiza un nuevo reto para la gestión de la gobernanza y del territorio en el departamento de Nariño. La gestión del cambio climático demanda una estrecha coordinación, entre los diferentes niveles de gobierno, junto con una importante gama de actores sociales como: las comunidades, las organizaciones de la sociedad civil y los centros académicos y de investigación y desarrollo; así como las agencias internacionales, la banca de desarrollo, entre otros. Esta imperante sinergia y coordinación hace necesario abordar la gestión climática bajo **dos principios generales** para el PTAC: el de **transversalidad** y el de **subsidiaridad**, que presentamos a continuación:

Principio de integración horizontal - Transversalidad

Este principio involucra el trabajo coordinado con los diferentes actores sociales, a través de la instauración y organización de múltiples convenios institucionales y mecanismos de participación social, que incluyan las asociaciones público/privadas, los sistemas cooperativos, la redes/alianzas de política pública y cooperación técnica, entre otros.

En ese sentido, el PTAC debe tener una articulación evidente con las políticas locales relacionadas con temas ambientales, en especial la Política de Ordenamiento del Territorio, de Planeación del Desarrollo, de Gestión del Riesgo de Desastres y las Políticas Ambientales del departamento de Nariño. Estas a su vez deben tener presentes las diferentes propuestas de otros sectores que puedan tener incidencia en la política cli-

El objetivo del PTAC es brindar lineamientos técnicos y de política que faciliten la adopción de los principios y elementos de una adaptación climática planificada.

mática. Es por esto que los actores relevantes en el contexto departamental deben tener campos de articulación, a la vez que se involucran espacios de incidencia, como el SIRAP Nariño o el Consejo Departamental de Gestión del Riesgo, los consejos de cuencas, el Comité Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación, el Consejo Territorial de Planeación, entre otros, de forma que las políticas en esta temática no vayan en contravía unas con otras.

Principio de integración vertical - Subsidiaridad

Involucra el trabajo coordinado entre los diferentes niveles de Gobierno (nacional, regional, departamental y local), donde predomine una coherencia entre los mismos, acompañada de una distribución apropiada y eficaz de tareas diferenciadas y de la creación de capacidades apreciables para atenderlas.

A nivel nacional, el PTAC en Nariño debe articularse con las instancias institucionales que derivan del Conpes 3700, como el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático o el Sistema Nacional del Clima (Sisclima). Al respecto, es importante aprovechar el liderazgo que ha tenido Corponariño en distintas iniciativas de cambio climático, incluido el Nodo Regional Climático del Pacífico Sur, de manera que pueda beneficiarse de espacios de interlocución y participación con el Gobierno nacional. En lo regional, se enfatiza en la celebración y el fortalecimiento de alianzas estratégicas con otras autoridades ambientales como la CRC, la CVC, el Dagma, Parques Nacionales, específicamente la Dirección Territorial Pacífico y la Dirección Territorial Andes Occidentales; institutos de investigación como el Invemar, IIAP e IAvH; autoridades nacionales como la AUNAP; organizaciones internacionales como TNC, WWF y PNUD; instituciones académicas y de investigación como la Universidad de Nariño, Universidad del Valle y Universidad Mariana, entre otras.

Enfoque estratégico

El cambio climático pone en peligro el desarrollo sostenible existente y es una grave amenaza para el desarrollo futuro.

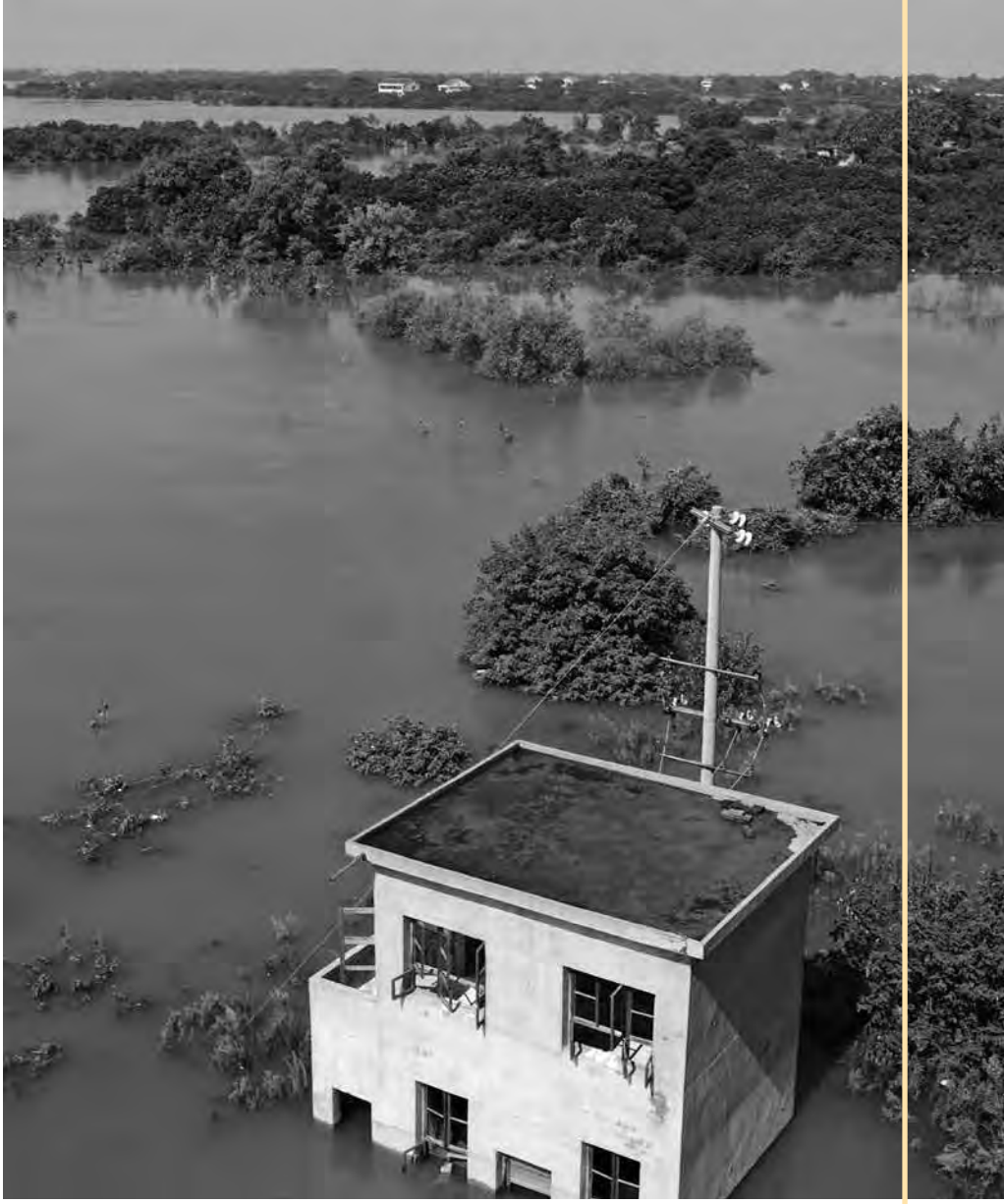
En este capítulo se presentan los principales elementos que caracterizan el enfoque estratégico del PTAC. Para facilitar su comprensión e ilustrar la relación que estos elementos tienen con los lineamientos de la política de adaptación climática, están clasificados en tres secciones. La primera, relacionada con la necesidad de fijar la agenda climática como una prioridad de la gestión territorial. La segunda, orientada a la necesidad de profundizar y fortalecer la relación entre la agenda climática y la planeación del desarrollo del departamento. Por último, se presenta una serie de argumentos para integrar la adaptación climática dentro de esquemas de gestión ya existentes (ordenamiento territorial, reducción del riesgo de desastres y manejo de áreas protegidas, entre otros).

El cambio climático como una prioridad de gestión

La reciente publicación del Quinto Informe del IPCC AR5 (IPCC, 2014) afirma que el calentamiento del sistema climático es inequívoco. Lo anterior evidencia la comprensión sobre la influencia humana en el clima global, la cual ha crecido considerablemente desde el Cuarto Informe de Evaluación (AR4). Ahora se establece que es "extremadamente probable que la influencia humana ha sido la causa dominante del calentamiento observado desde mediados del siglo XX" (IPCC, 2014).

A pesar de este avance (la mejor comprensión de la influencia humana en el sistema climático), las emisiones globales de gases de efecto invernadero provocadas por el hombre siguieron aumentando entre 1970 y 2010. Además, cerca de la mitad de las emisiones acumuladas se han producido en los últimos 40 años, y aun cuando más políticas de mitigación se pusieron en marcha, las emisiones anuales crecieron en promedio 2,2% en tasa interanual entre 2000 y 2010 en comparación con el 1,3% entre 1970 y 2000.

El IPCC AR5 también describe claramente lo que está en juego para los países en desarrollo. Ahora se sabe que el cambio climático pone en peligro el desarrollo sostenible existente y hay un alto consenso que el cambio climático es una grave amenaza para el desarrollo futuro. El impacto del clima en el desarrollo ya se puede ver en los cambios en la agricultura, en la disponibilidad de recursos hídricos y en el aumento de la vulnerabilidad a eventos extremos. Sumado a otros problemas como la pobreza, la desigualdad y la salud pública, los efectos del cambio climático hacen que los objetivos del desarrollo sostenible, tales como la seguridad alimentaria y los medios de vida, la reducción de la pobreza y el acceso al agua limpia sean más difíciles de alcanzar para muchos lugares, sistemas y personas. El cambio climático también representa una amenaza significativa a la biodiversidad. Como resultado, el cambio climático amenaza con socavar las décadas de logros alcanzados en temas sociales, ambientales y económicos.



© Michel Gunther / WWF

Por un lado, se tiene que el mensaje de la ciencia es claro: las emisiones continuadas de gases de efecto invernadero causarán un mayor calentamiento y cambios en todos los componentes del sistema climático. Por otro lado, a pesar de la urgencia, lograr objetivos de emisión obligatorios en virtud de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) ha sido un proceso lento. En la práctica esto significa que evitar el cambio climático es imposible. Existe una creciente preocupación de que no se lograrán estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas, es decir, 2 °C el calentamiento global promedio. Como resultado de ello, se reconoce cada vez más que la adaptación es parte inevitable e integral de la respuesta necesaria al cambio climático.

El cambio climático en el marco de la planeación del desarrollo del departamento de Nariño y la gestión de Corponariño

Las causas y consecuencias del cambio climático, de la variabilidad climática y los fenómenos climáticos extremos, NO son una amenaza exclusiva que sea competencia de las autoridades meteorológicas y/o ambientales. De hecho, su gestión implica un problema multisectorial que implica una relación recíproca entre los modelos de desarrollo adoptados para un territorio, como el departamento de Nariño, y las causas y las consecuencias de un clima cambiante. Por un lado, las decisiones sobre tecnología, inversión, comercio, políticas sociales o gobernanza, que parecen no estar relacionadas con la política climática, pueden tener impactos profundos sobre la mitigación de emisiones y los costos y beneficios resultantes. De otro lado, las condiciones que determinan una vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático y la variabilidad depende no solo de los escenarios climáticos esperados, sino también –y fundamentalmente– del tipo de desarrollo que se proponga como estrategia para disminuir las condiciones de vulnerabilidad de la sociedad.

En este sentido, se propone enmarcar el debate de la gestión climática como un problema y un desafío para el desarrollo, en lugar de un problema estrictamente ambiental, ya que esto permite plantear acciones proactivas integrales, de acuerdo con las necesidades de un territorio, como el departamento de Nariño. La respuesta al cambio climático que busca Corponariño requiere enfoques de planificación a largo plazo, que consideren particularmente la sinergia y el equilibrio entre las necesidades de crecimiento económico y mejoramiento del bienestar social del departamento, con los posibles efectos del clima. Los tomadores de decisiones deben encontrar formas de ayudar a los sistemas naturales y humanos a adaptarse al clima cambiante, por ejemplo, procesos para la planificación como el Plan Territorial de Adaptación Climática (PTAC) que se propone en este documento.

Los riesgos climáticos y la dimensión del clima como una amenaza

Desde un criterio técnico, el punto de partida de esta sección se basa en la necesidad de consolidar un enfoque estratégico para el PTAC, a partir de un lineamiento de amplio reconocimiento y aceptación: el riesgo, o para el caso específico de este documento, los riesgos climáticos. Tal y como han indicado diferentes documentos de política nacional e internacional, un riesgo es el resultado de la interacción entre una amenaza y un sistema expuesto vulnerable. Para ello se tiene en cuenta tanto las condiciones de frecuencia e intensidad del fenómeno amenazante como las propiedades del sistema asociadas a su vulnerabilidad ante estas amenazas. En síntesis, el riesgo puede ser considerado como la combinación de la posibilidad de un evento con características específicas y sus consecuencias sobre un sistema expuesto.

Un riesgo es el resultado de la interacción entre una amenaza y un sistema expuesto vulnerable.

Retomando el documento de Bases Conceptuales del Plan Nacional de Adaptación (DNP, 2012), "en el marco de la adaptación al cambio climático, las amenazas corresponden a los eventos climáticos que incluyen: cambio climático, variabilidad climática y eventos climáticos extremos", y agrega que "incluye la variabilidad climática que se caracteriza tanto por variaciones frente a los rangos usuales de las variables climáticas (p. ej. temperatura, precipitaciones, presión atmosférica), como por cambios en la frecuencia de eventos climáticos (p. ej. extremos como huracanes, sequías debido al fenómeno El Niño, lluvias durante el fenómeno La Niña). A nivel científico, existe un alto grado de consenso en que el cambio climático exacerba la variabilidad climática generando: a. Cambios inusuales en los rangos registrados de las variables climáticas; b. Una variación en la frecuencia, duración e intensidad de los eventos climáticos extremos".

En este sentido, asumir un marco de trabajo amplio y robusto, como el de riesgos climáticos, permite utilizar el concepto de amenazas y afirmar que los cambios en el clima pueden representar una amenaza. Con esta afirmación, que también es una premisa de trabajo, fenómenos relacionados con la variabilidad climática (p. ej. periodos de lluvias y sequías intensificados por los fenómenos El Niño y La Niña), así como los procesos prolongados debidos al cambio climático (p. ej. variación en la precipitación, el aumento en la temperatura global y el cambio en la temperatura local) son considerados amenazas climáticas y como tal incorporados a los lineamientos técnicos que fundamentaron el PTAC.

Al desarrollar este argumento, un riesgo climático es aquel que relaciona una amenaza de origen climático (o en un sentido más amplio, puede considerarse de origen hidrometeorológico y

oceanográfico), el nivel de exposición a ella y las condiciones de vulnerabilidad; como consecuencias directas, se tienen al menos las siguientes:

- El clima puede representar una amenaza, pues un fenómeno de origen climático (o hidrometeorológico y oceanográfico) puede afectar negativamente un sistema.
- De manera indistinta, amenazas relacionadas con variabilidad o cambio climático pueden considerarse como factores que se traducen y componen el concepto amplio de riesgos climáticos.
- Para medir el riesgo se deben identificar las amenazas de origen climático (o hidrometeorológico y oceanográfico), determinar los factores que componen la vulnerabilidad (susceptibilidad o predisposición de un sistema a ser afectado) y sus efectos sobre los sistemas expuestos.
- Cuando una amenaza se materializa en un evento, el riesgo se convierte en una emergencia o desastre que se traduce en impactos.

Debe anotarse que la diferencia fundamental entre una amenaza climática y un riesgo climático está en que la amenaza se encuentra relacionada con la probabilidad de que se manifieste un fenómeno físico (evento), mientras que el riesgo está asociado a la probabilidad de que se manifiesten ciertas consecuencias, las cuales están íntimamente relacionadas no solo con el grado de exposición de los elementos sometidos, sino con la vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento.

La amenaza está relacionada con la probabilidad de que se manifieste un fenómeno físico y la intensidad de dicha manifestación.

Síntesis de los principales resultados de los estudios técnicos del PTAC*

El PTAC cuenta con una amplia serie de estudios técnicos enmarcados en el análisis de riesgos climáticos y de capacidad de adaptación, así como los índices para sintetizar dicha información.

El departamento de Nariño cuenta con investigaciones que revelan la incidencia de los cambios del clima en sistemas naturales y antrópicos, y estudios que evidencian las afectaciones y pérdidas que los eventos extremos de origen hidrometeorológico y oceanográfico han generado sobre el territorio y sobre las comunidades humanas que lo habitan. Sin embargo, aún existen importantes vacíos de información al respecto; debido a lo anterior se generó el documento "Estudios Técnicos para la Elaboración del Plan Territorial de Adaptación Climática del departamento de Nariño", el cual recopila la información proveniente de los análisis que permitieron definir los lineamientos de adaptación, y se basó en los siguientes aspectos:

1. Describir aspectos fundamentales del contexto territorial del departamento que permitan comprender sus particularidades.
2. Modelar las tendencias de variables climáticas para observar los posibles cambios a futuro.
3. Documentar la influencia de eventos de variabilidad climática como los fenómenos de El Niño y La Niña.
4. Identificar fenómenos físicos potencialmente peligrosos de origen hidrometeorológico y oceanográfico que tienen incidencia en el territorio.

* Ver CD anexo a esta publicación que contiene la versión completa de los Estudios Técnicos del PTAC.

5. Registrar las condiciones hidrológicas asociadas a dichos fenómenos, modelando sus tendencias futuras.
6. Generar información del estado actual y de posibles impactos futuros en ecosistemas, especies y áreas protegidas que son objeto de conservación en el departamento.
7. Consolidar la información proveniente de dos bases de datos, relacionada con los daños y afectaciones ocasionados por los fenómenos de origen climático.
8. Elaborar indicadores orientados a identificar los riesgos climáticos, la capacidad de adaptación y la vulnerabilidad en los municipios del departamento.

En la siguiente sección se muestra una síntesis de los principales resultados y conclusiones obtenidos en los análisis.

Variables como la temperatura y la precipitación han sufrido cambios en sus valores promedio durante las últimas décadas.

Territorios con una mayor exposición a cambios

en manifestaciones climatológicas y en condiciones hidrológicas

Como se evidencia en la Segunda Comunicación Nacional y en estudios realizados por el Ideam para el territorio colombiano, variables como la temperatura y la precipitación han sufrido cambios en sus valores promedio durante las últimas décadas. La tendencia a la disminución de eventos extremos de lluvia en ecosistemas de páramo, y la tendencia al aumento de las precipitaciones en pisos térmicos cálido, templado y frío, también han sido percibidas. Así como una acelerada pérdida de los glaciares en las últimas tres décadas y el ascenso del nivel medio del mar para las costas Caribe y Pacífica colombianas, entre otras evidencias (MAVDT, Ideam, PNUD y GEF, 2010).

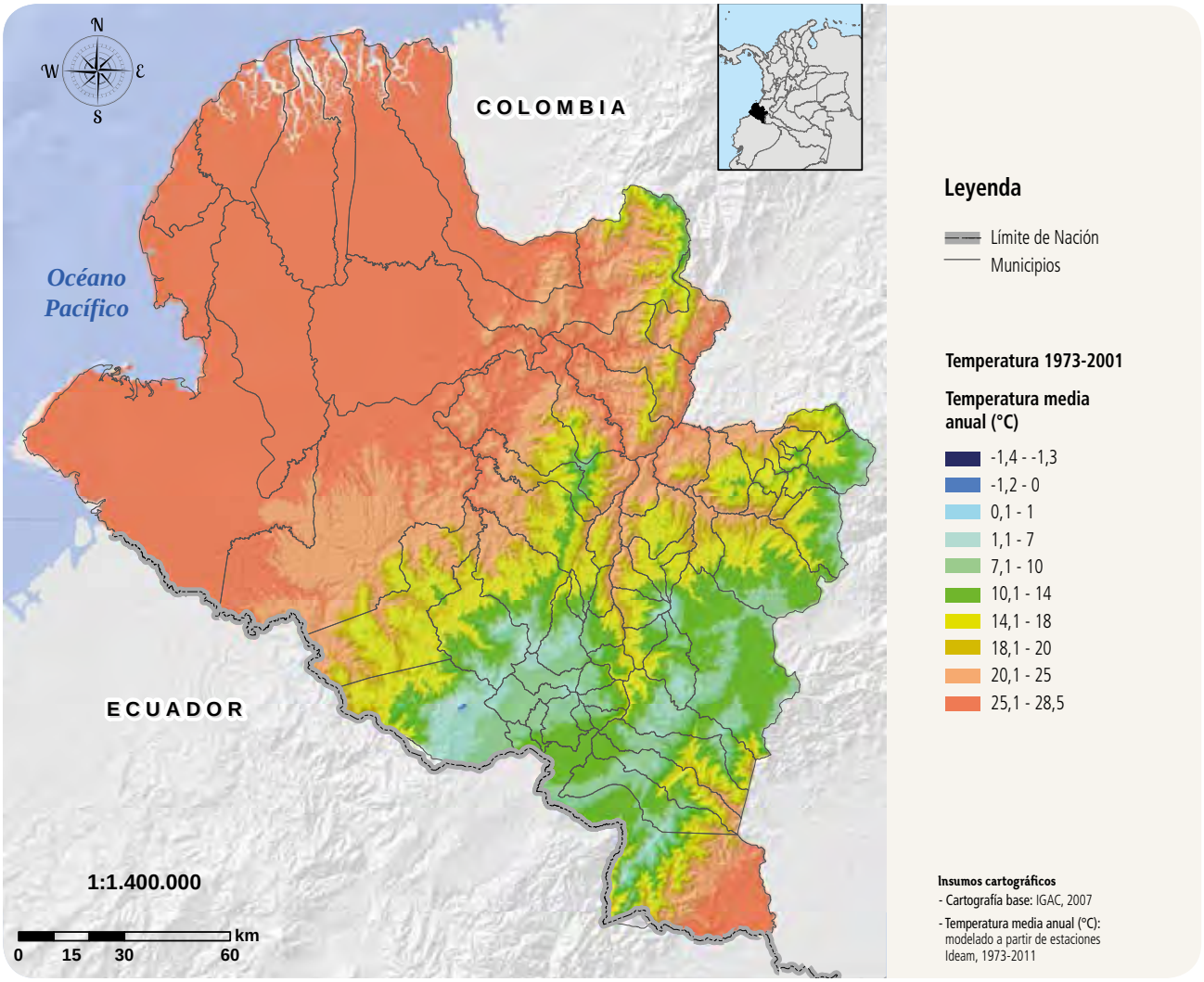
El departamento de Nariño no ha sido ajeno a estas variaciones observadas, es por esta razón que para comprender los posibles impactos de los fenómenos físicos de origen hidrometeorológico y oceanográfico, y las proyecciones de las condiciones hidrológicas ante un panorama de clima cambiante en el territorio, es necesario conocer los valores de variables climáticas como la temperatura y la precipitación. Las características climáticas del departamento han sido descritas por diversos autores; sin embargo, fue necesario el desarrollo de análisis mas detallados. Así, en la siguiente sección se describen los resultados y las principales conclusiones acerca de las condiciones promedio de temperatura y precipitación en cada uno de los municipios y su clasificación climática. Esta información sirvió como base para comprender los posibles impactos de los cambios proyectados y para la definición de medidas de adaptación.

Para llevar a cabo el cálculo y la producción cartográfica de las condiciones climáticas observadas en el departamento de Nariño y áreas circundantes, se recopilaron los datos de la red de estaciones de Ideam y aquellas ubicadas en la frontera con Ecuador, incluyendo datos de las estaciones del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), periodo 1973-2011. Esta información fue almacenada en bases de datos para el cálculo de promedios multianuales. La clasificación climática y su potencial cambio fue estimada usando los sistemas de clasificación Caldas -Lang, al comparar la información actual *vs.* futura, utilizando el promedio de 19 modelos climáticos para la trayectoria de emisiones 8,5 (pesimista) definida en el último informe del IPCC (2014) y con datos de Worldclim (Hijmans *et al.*, 2005).

Temperatura, precipitación y clasificación climática observada en el departamento

Los resultados obtenidos indican que el departamento de Nariño tiene una temperatura promedio de 20,8 °C; sin embargo, dadas las características de relieve y ubicación geográfica presenta una variedad de pisos climáticos que van desde -1,3 °C en el municipio de Cumbal hasta 28,5 °C en el municipio de Francisco Pizarro (Mapa 1). En relación con la precipitación, el departamento de Nariño tiene un marcado carácter estacional bimodal, con picos de alta pluviosidad en mayo y octubre, y precipitaciones mínimas en febrero y agosto.

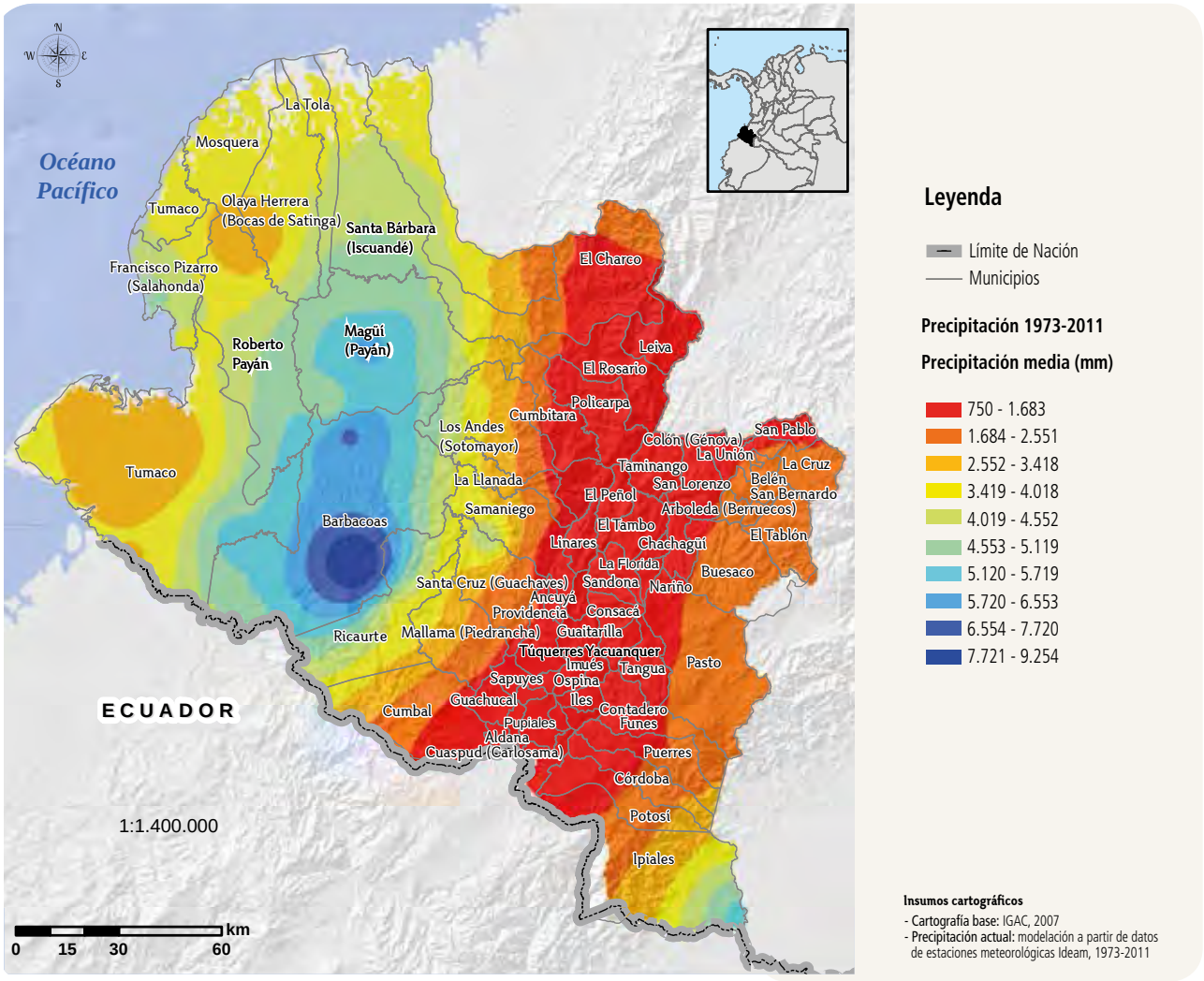
Mapa 1. Temperatura media anual del departamento de Nariño, periodo 1973-2011



Fuente: WWF-Colombia (2013).

Las mayores precipitaciones se dan en la región costera cuando las masas húmedas del océano chocan contra el piedemonte andino produciendo entre 4.500 mm y 9.254 mm al año en los municipios de Magüí y Barbacoas; mientras que la zona Andina se caracteriza por ser más seca que el resto del departamento (entre 750 mm y 3.500 mm promedio anual). En las planicies y piedemontes (influenciada la zona suroriental) se presenta una condición un poco más húmeda, producto de las corrientes provenientes de la región amazónica, donde en promedio caen alrededor de 3.500 mm a 5.500 mm de lluvia al año en el oriente del municipio de Ipiales (Mapa 2).

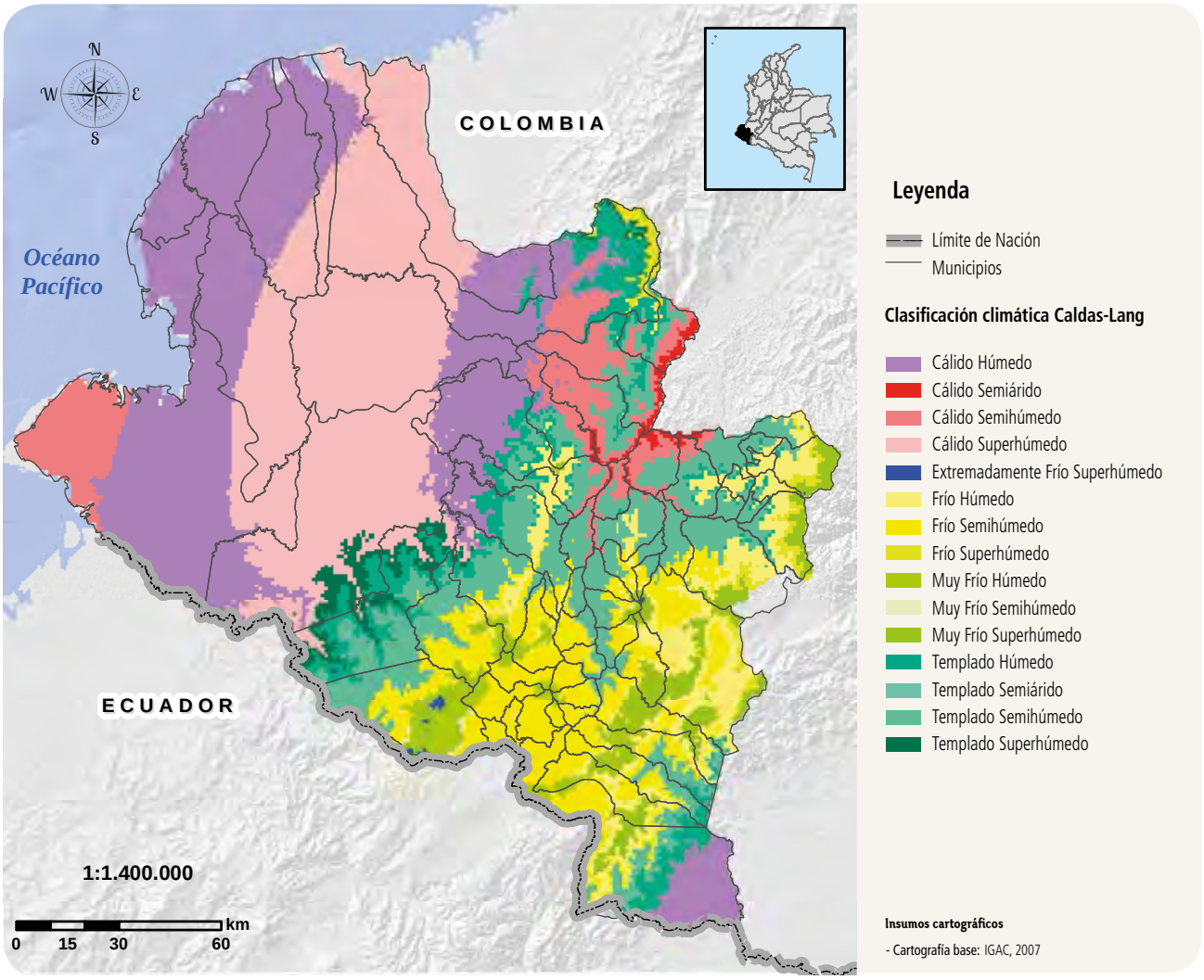
Mapa 2. Precipitación media del departamento de Nariño, periodo 1973-2011



Fuente: WWF-Colombia (2013).

De acuerdo con la clasificación climática Caldas-Lang, parte de los municipios ubicados en la llanura aluvial del Pacífico y la provincia amazónica se encuentran bajo una clasificación de clima cálido húmedo y cálido superhúmedo. Hacia las zonas del piedemonte de la llanura aluvial, la provincia andina y la provincia andino-amazónica, la diversidad en climas aumenta considerablemente (Mapa 3). Esta variación en la clasificación climática observada a lo largo del departamento constituye un reto para la definición de medidas de adaptación actuales y futuras.

Mapa 3. Clasificación climática Caldas-Lang para el departamento de Nariño



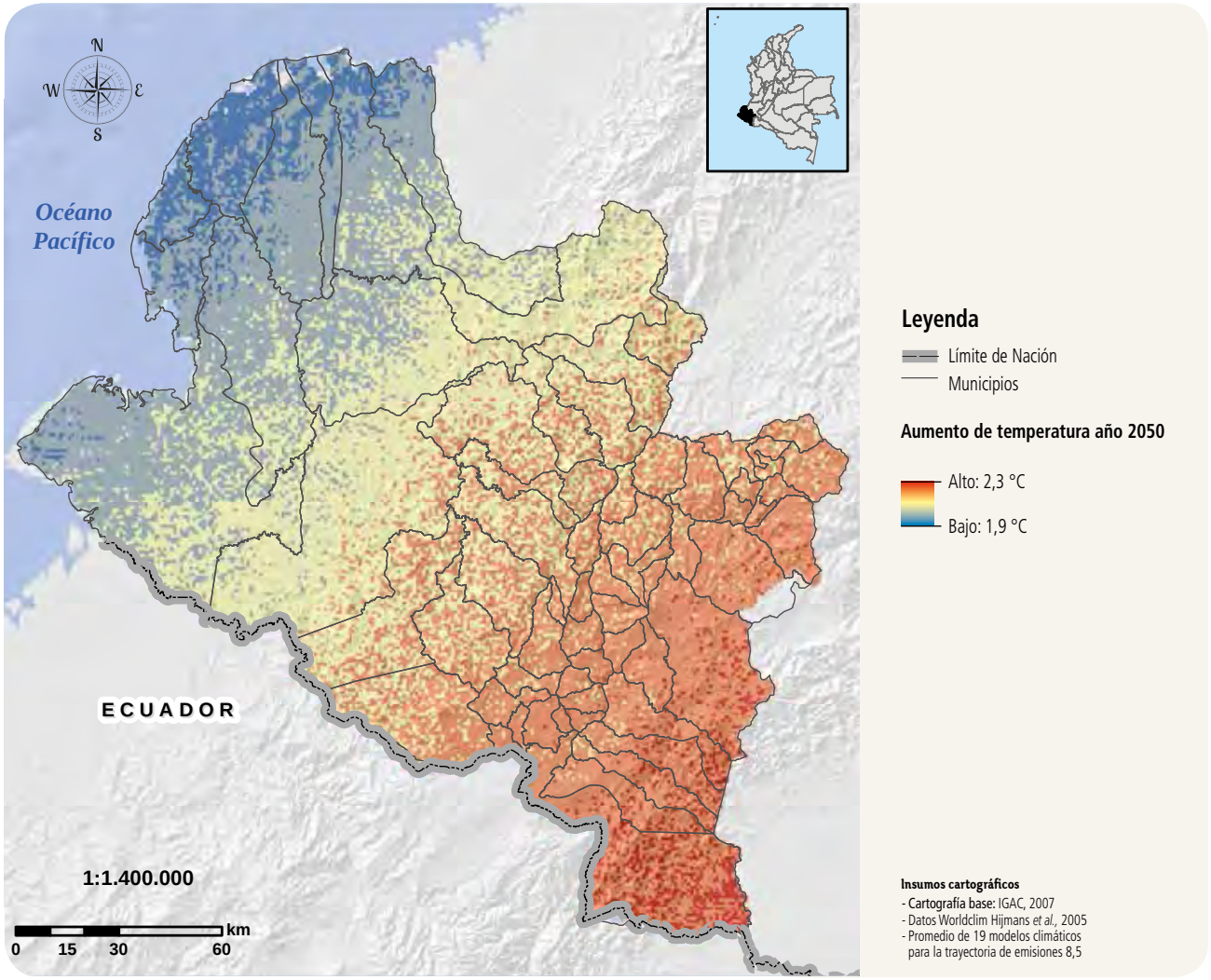
Fuente: WWF-Colombia (2013).

Cambios esperados al año 2050 en la temperatura, la precipitación y la clasificación climática

En el departamento de Nariño la temperatura promedio esperada para el año 2050 será de 22,8 °C. Es probable que los mayores cambios se presenten en la región Andina y la porción amazónica con valores entre 2,2 °C y 2,3 °C (Mapa 4) y que la región costera tenga cambios de alrededor de 1,9 °C. La región del piedemonte presentará cambios de temperatura alrededor de 2 °C.

En relación con la precipitación esperada para el año 2050, los modelos climáticos difieren en comportamiento. Sin embargo, tomando en cuenta esta incertidumbre es posible decir que el promedio de los modelos de circulación global al año 2050, muestran una precipitación media de 3.100 mm (Tabla 1) (Ver Anexo Estudios Técnicos en el CD adjunto). Al comparar estos valores con la normal climática actual, se evidencia un aumento de precipitación para todo el departamento, especialmente en la zona costera y para algunos lugares se presentan valores de 9,5% a 9,9%, y cambios muy bajos entre 0% y 0,5% en la región Andina (Mapa 5). Los promedios por provincias se presentan en la Tabla 1.

Mapa 4. Cambios esperados en la temperatura al año 2050 para el departamento de Nariño

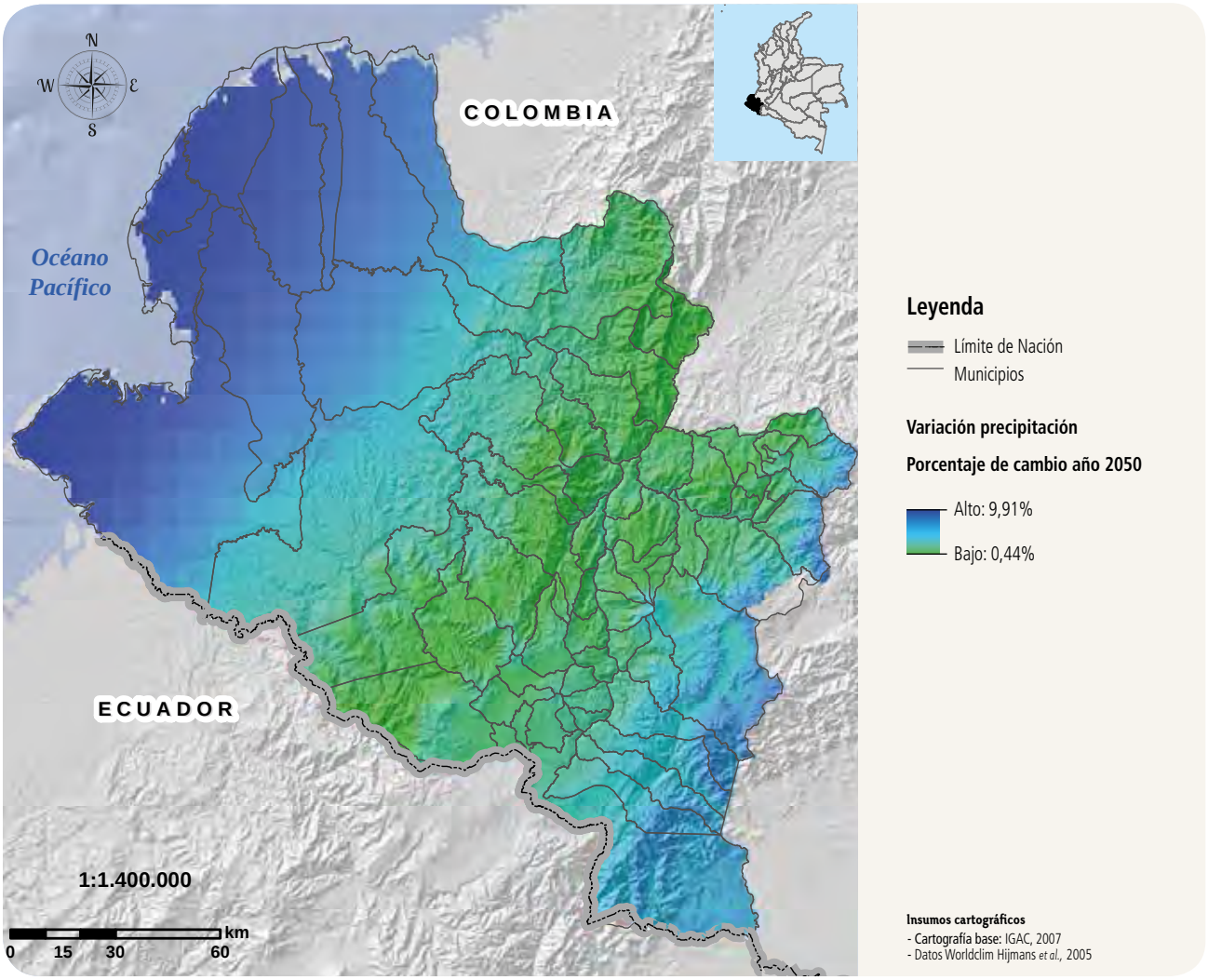


Fuente: WWF-Colombia (2013).

Tabla 1. Proyecciones de cambio en temperatura y precipitación en las provincias del departamento de Nariño

	Situación actual	Situación futura año 2050
Provincia	**Temperatura actual promedio(°C)**	**Aumento de temperatura potencial (°C)**
Amazonía	28,10	2,25
Andina	26,73	2,18
Andino-amazónico	27,53	2,22
Pacífico	28,62	2,07
Provincia	**Precipitación (mm) actual promedio**	**Variación de precipitación (%)**
Amazonía	4.821	4,32
Andina	1.459	1,71
Andino-amazónico	2.273	4,03
Pacífico	3.843	4,10

Mapa 5. Variación porcentual de la precipitación al año 2050 para el departamento de Nariño



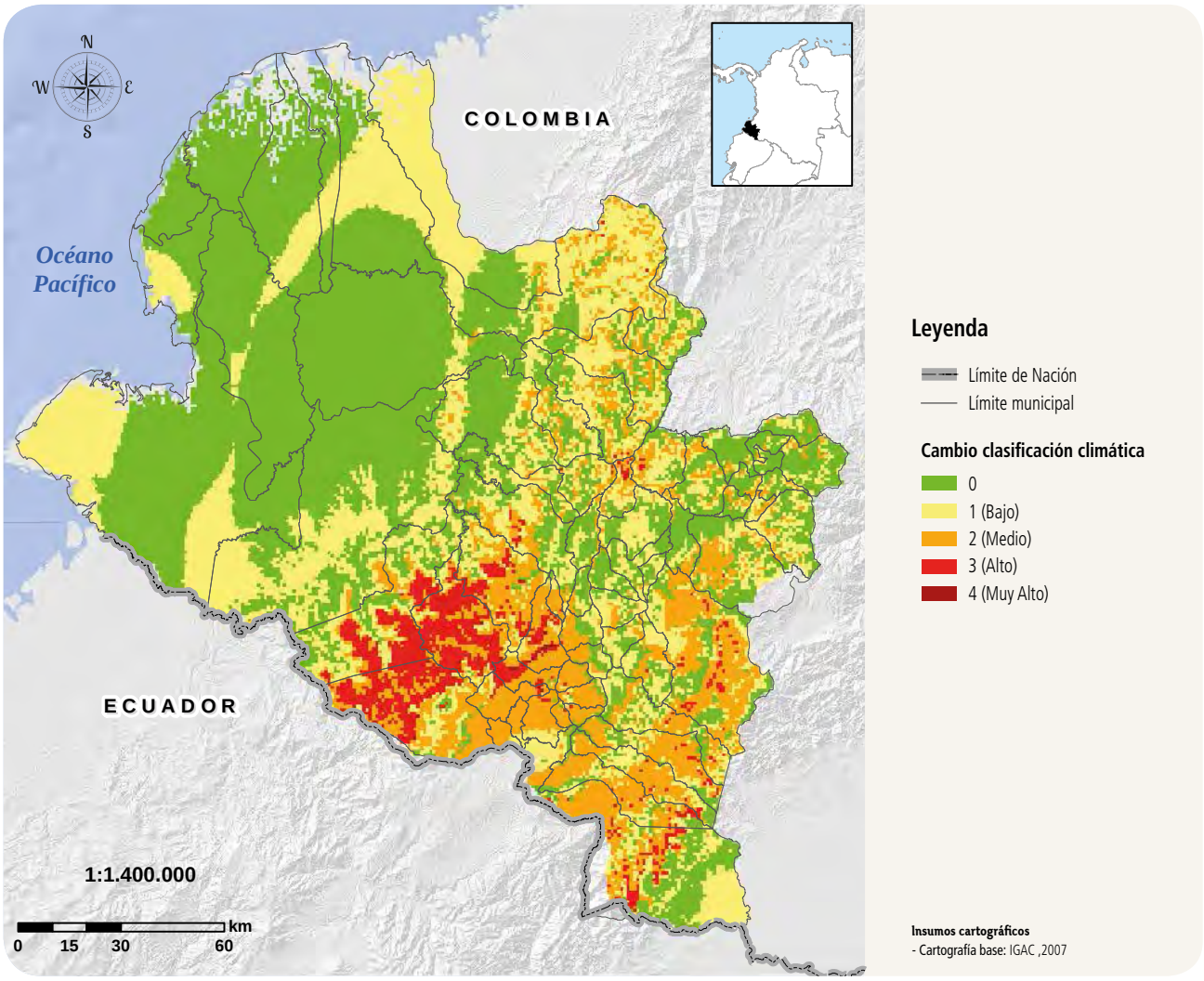
Fuente: WWF-Colombia (2013).

La zona Andina se caracteriza por los climas Fríos, Muy Fríos y Extremadamente Fríos, los cuales presentarán mayor índice de cambio.

En relación con los cambios esperados en la clasificación climática del departamento, al combinar las clasificaciones de Caldas-Lang, a futuro se destacaría un clima templado que varía de humedad latitudinalmente, siendo más húmedo hacia el sur y más árido (seco) hacia el norte. La zona Andina se caracteriza por los climas Fríos, Muy Fríos y Extremadamente Fríos, los cuales presentarán mayor índice de cambio. Se esperaría que estos últimos posean un recambio más fuerte en cuanto a su clasificación climática (Mapa 6).

En conclusión, de acuerdo con el promedio por métodos estadísticos de los modelos de circulación global re-escalados a escala regional para la trayectoria de concentraciones más pesimista RCP8.5, el departamento de Nariño tendrá un incremento de temperatura entre 1,9 °C y 2,3 °C, siendo la región Andina y la porción amazónica las que presentarán mayores cambios.

Mapa 6. Índice de cambio en la clasificación climática del departamento de Nariño con Caldas-Lang, al año 2050



Fuente: WWF-Colombia (2013).

En cuanto a la precipitación, las zonas costeras tendrán un mayor incremento de alrededor del 10% de cambio con respecto a la norma climática actual, en comparación con el resto del departamento en donde también aumentará, aunque la región Andina tendrá menos cambios porcentuales.

Teniendo en cuenta que las condiciones climáticas observadas durante el periodo 1973-2011 han sido variables en el departamento, es importante prever y preparar el territorio frente a los posibles impactos que se podrán producir en las áreas naturales protegidas y no protegidas, los sectores y las actividades económicas, así como en los humanos y sus medios de vida. Los impactos esperados podrán influir sobre la manifestación de enfermedades asociadas a las condiciones climáticas, generar estrés en los ecosistemas y especies que habitan el territorio, cambios en la productividad, así como incrementar la ocurrencia e intensidad de fenómenos físicos potencialmente peligrosos de origen hidrometeorológico, tales como deslizamientos, avalanchas, inundaciones, vendavales, olas de calor, erosión costera y ascenso del nivel medio del mar, entre otros descritos en las siguientes secciones.

Condiciones hidrológicas asociadas a variaciones climáticas

Como se menciona en el Estudio Nacional del Agua (Ideam, 2010), "el ciclo hidrológico representa el proceso continuo de la circulación y transformación del agua en sus diversos estados en la esfera terrestre. Su dinámica es determinada por la radiación solar, la acción de la gravedad y las interacciones de las capas superiores de la tierra: atmósfera, litosfera y biosfera. La interacción entre la atmósfera y los procesos superficiales y subsuperficiales afecta el régimen, la distribución y la cantidad de agua en las diferentes unidades hidrográficas. Por esta razón, los componentes del ciclo hidrológico difieren en sus características químicas, bioquímicas, variabilidad espacial y temporal, resiliencia, vulnerabilidad a la presión (incluidos usos de la tierra y el cambio climático), susceptibilidad a la contaminación y capacidad de proveer servicios ambientales apropiados" (Ideam, 2010).

En un departamento como Nariño, dichas condiciones han permitido la existencia e interacción de diversas comunidades biológicas y humanas, todas dependientes del recurso hídrico. A su vez, a lo largo de las catorce cuencas principales se desarrollan numerosas actividades productivas en su mayoría condicionadas por el tipo y calidad de suelo, la humedad, la precipitación y la disponibilidad de agua. Los eventos que tienen o podrían tener influencia en el ciclo hidrológico del departamento de Nariño constituyen una lista numerosa. La variabilidad climática, el cambio climático y las transformaciones antrópicas, son algunos de estos.

Así, importantes fenómenos potencialmente peligrosos que tienen un origen hidrometeorológico u oceanográfico, se relacionan de forma directa o indirecta con las condiciones hidrológicas existentes en el momento en que se materializan daños y pérdidas en

el espacio geográfico. Un ejemplo de ello fue la denominada *ola invernal* durante el periodo 2010-2011, en el cual se presentó el fenómeno de La Niña (Cepal, 2012). Considerando que la incidencia de eventos de variabilidad climática sobre las comunidades humanas y las dinámicas biológicas es real en el departamento de Nariño y que se esperan mayores impactos o un aumento en la frecuencia de fenómenos potencialmente peligrosos de origen hidrometeorológico (IPCC, 2013), en la presente sección se describen tres de los índices generados.

1. Índice de Vulnerabilidad por Disponibilidad de Agua.[3]
2. Índice de Oferta hídrica.[4]
3. Índice de Desertificación[5] (la escorrentía y la retención de sedimentos se muestran en el Anexo Estudios Técnicos en el CD adjunto).

A su vez, se presenta la proyección de la oferta hídrica para el año 2050. Esta información servirá como línea base para comprender su manifestación en el territorio y planear en torno a su comportamiento en el contexto de cambio climático e incidencia de eventos de variabilidad. Para llevar a cabo el cálculo de los índices mencionados, se utilizó la información de Ideam (2010, 2005) e IGAC (2010).

El ciclo hidrológico representa el proceso continuo de la circulación y transformación del agua en sus diversos estados en la esfera terrestre.

3. Es un índice compuesto que relaciona los índices de regulación hídrica y de escasez. De esta forma, se tienen en cuenta tanto las condiciones de capacidad de regulación hídrica del área geográfica como la oferta neta y el uso del recurso (índice de escasez).

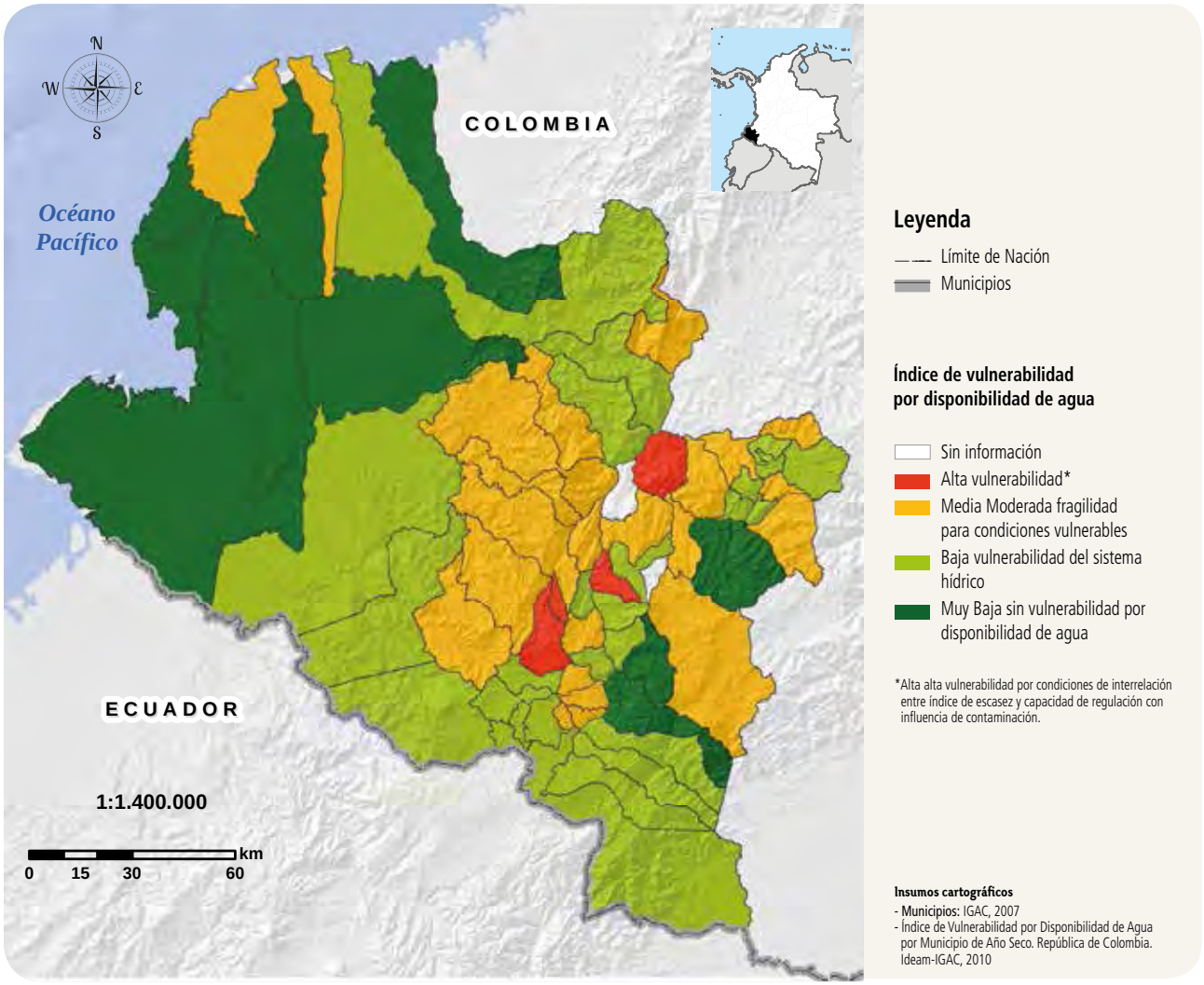
4. De acuerdo con el Estudio Nacional del Agua (Ideam, 2010), "la oferta hídrica superficial representa el volumen de agua continental que escurre por la superficie e integra los sistemas de drenaje superficial. Esta variable se analiza para unidades temporales anuales y mensuales en condiciones hidrológicas promedio, húmedas y año típico seco. La oferta natural del país se determina a partir de la escorrentía superficial y está directamente asociada con los aportes de las áreas de las cuencas correspondientes, representados en caudal específico o isolíneas de rendimientos hídricos y escorrentía".

5. De acuerdo con la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía (UNCCD) (Plan de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía en Colombia, 2005), la desertificación es la reducción o pérdida de la productividad biológica o económica del sistema productivo terrestre que comprende el suelo, la vegetación, otros componentes de la biota y los procesos ecológicos e hidrológicos, especialmente en los ecosistemas de las zonas secas (áridas, semiáridas y subhúmedas secas), debido a los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o combinación de procesos, incluidos los resultantes de actividades humanas y factores climáticos.

Condiciones hidrológicas actuales

En términos generales, el departamento de Nariño tiende a tener una baja vulnerabilidad a la escasez de agua. Sin embargo, los municipios de Providencia, Sandoná, Taminango y Túquerres presentan una vulnerabilidad alta, en parte por estar ubicados en cuencas con una marcada condición de escasez y baja capacidad de regulación, mientras que los municipios de Buesaco, Francisco Pizarro, Funes, Tumaco, Magüí, Olaya Herrera, Roberto Payán, Santa Bárbara y Tangua, presentan una muy baja vulnerabilidad dadas las condiciones de alta precipitación y muy buenas condiciones de regulación que ofrecen los ecosistemas naturales que se conservan en estos municipios (Mapa 7).

Mapa 7. Índice de vulnerabilidad por disponibilidad de agua del departamento de Nariño

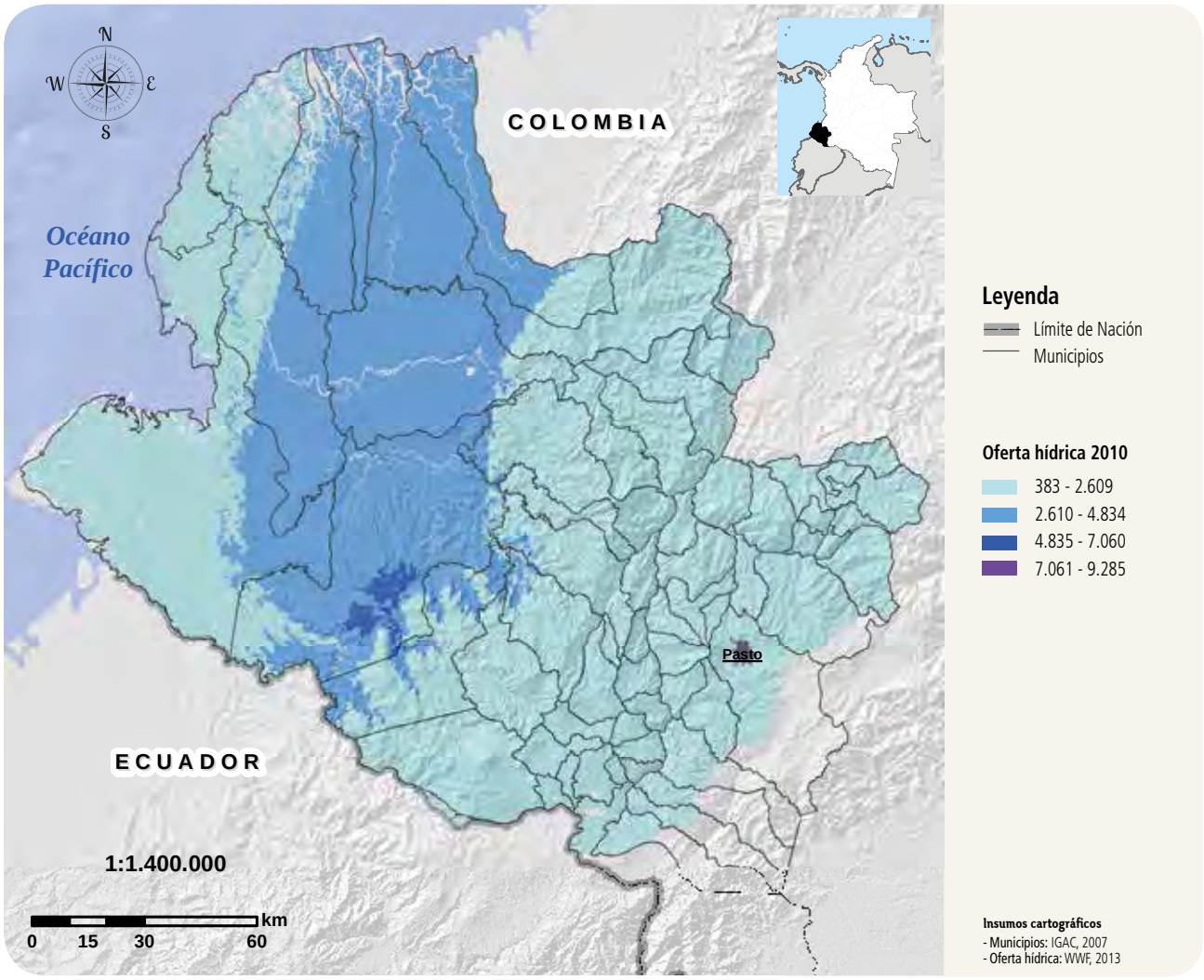


Fuente: Ideam (2005).

El Departamento de Nariño tiene un alto índice de oferta hídrica, especialmente en el municipio de Barbacoas, con valores entre 4.834 mm y 7.060 mm, seguido por un grupo de municipios de la llanura aluvial del Pacífico con valores entre 2.608 mm y 4.834 mm, como Tumaco, Roberto Payán, Magüí, El Charco, Santa Bárbara, Olaya Herrera, La Tola, Barbacoas y parte de Ricaurte, Santa Cruz, Samaniego y Mallama. El resto de municipios del departamento presentan una estimación entre 383 mm y 2.609 mm (Mapa 8).[6]

6. Los municipios del piedemonte amazónico y parte de la zona Andina del departamento, carecen de información que permita el cálculo del índice de oferta hídrica; por esta razón en el mapa se observa un espacio sin valores.

Mapa 8. Índice de oferta hídrica del departamento de Nariño

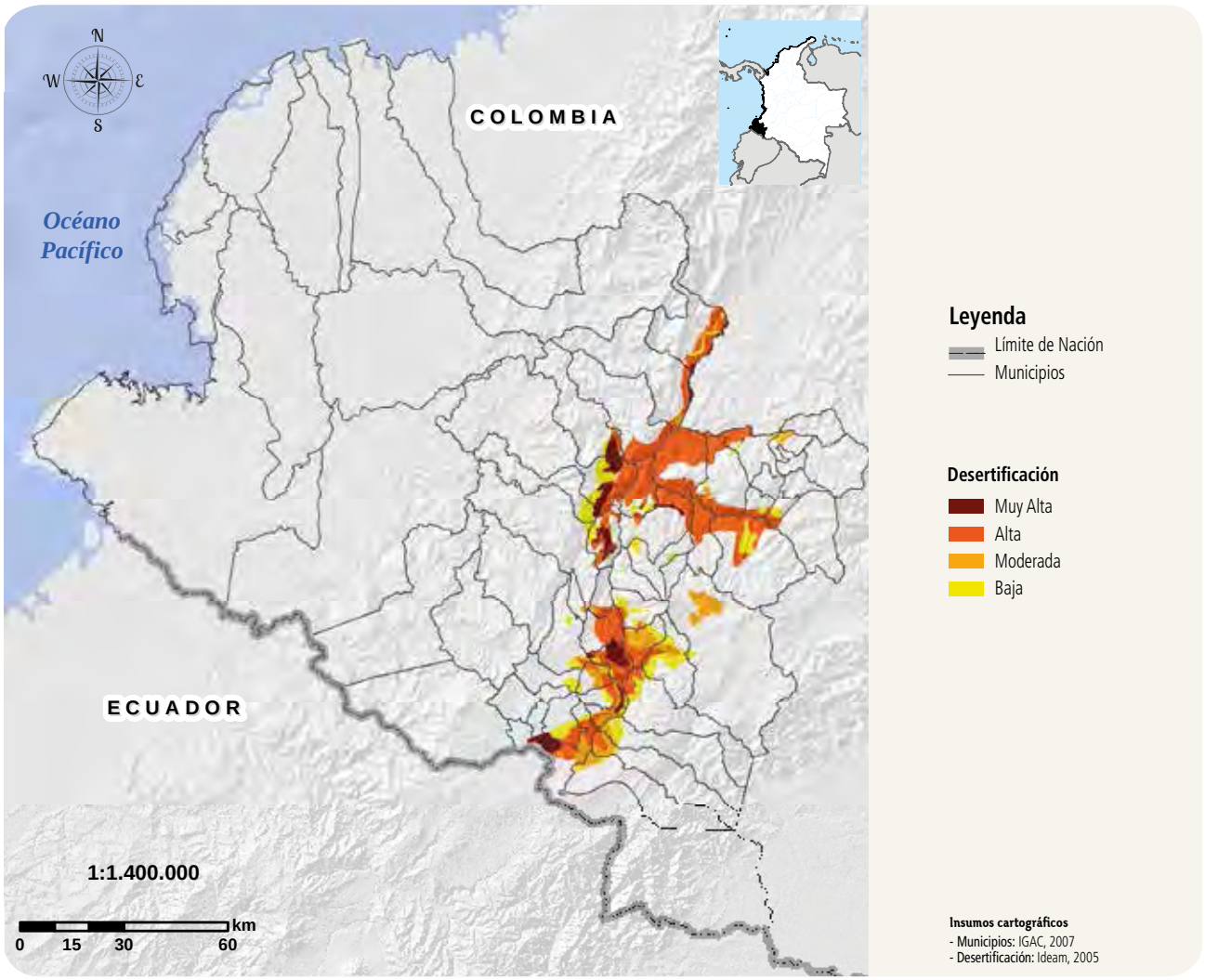


Fuente: WWF-Colombia (2013).

Por otra parte, los fenómenos de desertificación en el departamento de Nariño se encuentran localizados en la región Andina, y son generados principalmente por procesos erosivos en zonas donde el uso del suelo para actividades agropecuarias incluye tecnologías inadecuadas y eventualmente sin tener en cuenta su aptitud y pendiente, lo cual incide directamente en la reducción o pérdida de la productividad biológica o económica del sistema suelo.

Los municipios con mayor índice de desertificación son Aldana, Cuaspud y Cumbitara. Es importante mencionar que los municipios del andén Pacífico no presentan índices de desertificación dadas las condiciones de humedad y tipo de vegetación de los bosques naturales predominantes (teniendo en cuenta la escala estudiada) (Mapa 9).

Mapa 9. Índice de desertificación del departamento de Nariño



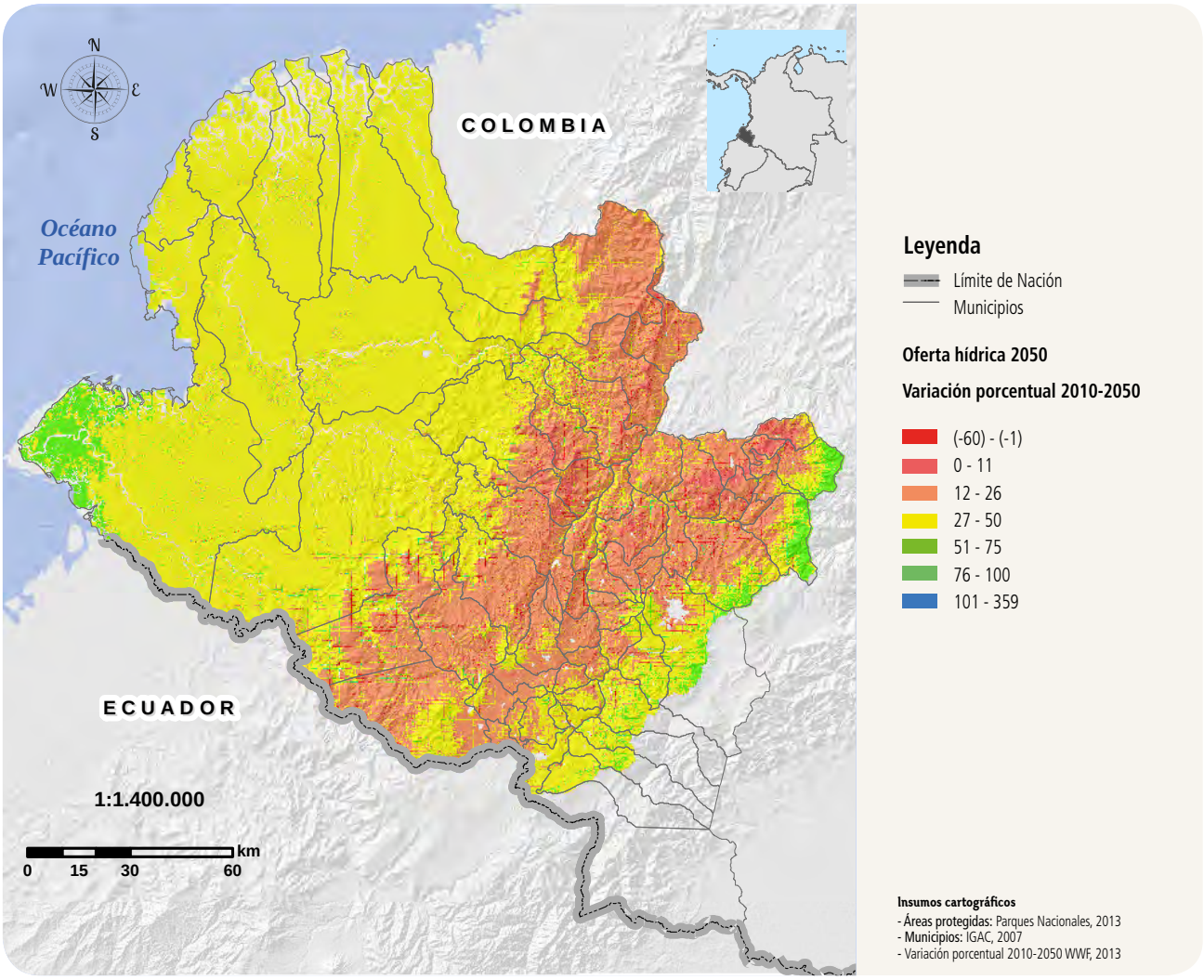
Fuente: WWF-Colombia (2013).

Condiciones hidrológicas proyectadas al año 2050

La oferta hídrica del departamento de Nariño esperada para el año 2050 presentaría un aumento general respecto a las condiciones actuales. Para el andén Pacífico y la región amazónica se espera aumento de la oferta de 25% a 75%, siendo Tumaco el municipio con un mayor aumento que varía entre 75% y 100%, esto indica que la oferta hídrica se duplicaría, lo cual puede verse reflejado en un aumento de los caudales e inundaciones dadas las características fisiográficas del municipio. La región Andina presentaría variaciones del orden de 10% a 25% de aumento, excepto pequeños enclaves secos donde pueden ocurrir pérdidas del orden de 60% de la oferta actual (Mapa 10).

Como se señaló anteriormente, los índices o condiciones hidrológicas mencionadas pueden ser influenciadas por los eventos de variabilidad climática y por el cambio climático (Ideam, 2010).

Mapa 10. Oferta hídrica del departamento de Nariño, variación porcentual año 2050



Fuente: WWF-Colombia (2013).

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos durante ejercicios de percepción desarrollados con los actores locales, estas variaciones en las condiciones hidrológicas pueden detonar la manifestación de fenómenos como avalanchas, remociones en masa e inundaciones, ocasionando daños y pérdidas en viviendas, cultivos, vías y sistemas de transporte, además de la afectación en la prestación de otros servicios como salud, energía, acueducto y alcantarillado. Dichos fenómenos pueden generar incluso la pérdida de vidas. Por otra parte, bajo condiciones de escasez en ciertos municipios, se puede ocasionar la deshidratación de personas, fauna y vegetación, así como la disminución de la productividad en cultivos y leche.

Variabilidad climática

La variabilidad climática se define como las fluctuaciones observadas en el clima durante periodos relativamente cortos (Ideam, 2014). Los fenómenos de La Niña[7] y El Niño[8] son eventos de variabilidad climática que tienen incidencia en el departamento de Nariño. Sus efectos no se presentan de igual manera a nivel municipal, debido a la diversidad de condiciones existentes y que influyen en las dinámicas climáticas en el territorio. Para describir algunos de los efectos de la variabilidad climática en el departamento de Nariño, fueron consultadas fuentes de información secundarias generadas por institutos de investigación y autoridades ambientales (Figura 1).

Influencia del fenómeno de El Niño en el departamento

El fenómeno de El Niño afecta casi todo el territorio colombiano e incide sobre el ciclo hidrológico y ecosistemas en general. En relación con la Costa Pacífica, se producen incrementos en el nivel del mar de 20, 30 y 40 cm en las costas de Tumaco, e incrementos en las temperaturas del mar alcanzando entre 2 °C y 3 °C por encima de lo normal en zonas diferenciadas. A su vez, los vientos se debilitan y la dirección de las corrientes se revierte, ocasionando la llegada de aguas cálidas desde occidente, que producen cambios en la salinidad, lo cual genera migraciones inusuales, cambios en la productividad y lluvias en la zona costera (Ideam, 2002; Zea & Montealegre, 1988; CCCP, 2001, citados por Invemar, CRC y Corponariño, 2006; Tabla 2).

Respecto a las **alteraciones en la temperatura del aire**, durante el fenómeno de El Niño se registran aumentos de 1 °C y 2 °C por encima de lo normal en el territorio nacional. Sin embargo, en la región Pacífica estos valores pueden alcanzar 2 °C o más por encima de lo normal. En los altiplanos nariñenses las temperaturas pueden descender a valores muy cercanos a los mínimos históricos, las heladas pueden presentarse con mayor frecuencia durante los meses de julio, agosto, enero y febrero, debido a las condiciones relativamente secas asociadas a la influencia de El Niño. En horas de la tarde las temperaturas del aire son relativamente altas en el litoral pacífico y el cañón del Patía, al igual que en otras zonas del país (Ideam, 2002).

Figura 1. Fuentes de información revisadas para la descripción de la variabilidad climática del departamento de Nariño

Descripción de los fenómenos de El Niño y La Niña en el departamento de Nariño

Fuentes de información secundaria revisadas

- Ideam (2002)
- Cepal (2012)
- Invemar, CRC y Corponariño (2006)
- CCCP (2001)

7. El fenómeno de La Niña, o fase fría del ciclo ENOS, es un fenómeno derivado principalmente del enfriamiento de las aguas por debajo de lo normal del Océano Pacífico Tropical Central y Oriental (Ideam, 2014), frente a las costas de Perú, Ecuador y sur de Colombia, que provoca un cambio en el patrón de comportamiento de los vientos, y por ende, en el de las lluvias (Cepal, 2012).

8. El fenómeno de El Niño "es una anomalía climática global, dentro del contexto de la Oscilación del Sur, no es periódico, presenta oscilaciones entre 2 y 7 años y se circunscribe a la circulación intertropical" (Invemar, CRC y Corponariño, 2006).

Tabla 2. Cambios en la temperatura media mensual del aire y de los acumulados de precipitación ocasionados por el fenómeno de El Niño en diferentes regiones del país. Los datos correspondientes al departamento de Nariño se indican con la franja de color gris.

Región	Subregión	Cambios de temperatura (°C)	Cambios en la precipitación (%)
Caribe	Alta Guajira	+1,0	-60
	S. Nevada de Santa Marta y C. del R. Cesar	+1,0	-40
	Litoral Central	+1,0	-40
	Bajo Magdalena	+1,0	-40
	Sinú – San Jorge Bajo Nechí Urabá	+1,0	-40
Pacífica	Pacífico Norte y Central	+1,0	+40
	Pacífico Sur	+2,0	+60
Andina	Montaña Nariñense	+1,5	-40
	Alto Patía	+2,0	-40
	Alto Cauca	+1,5	-40
	Medio Cauca y Alto Nechí	+1,0	-40
	Alto Magdalena	+1,5	-40
	Medio Magdalena	+1,0	0
	Sabana de Bogotá	+1,0	-40
	Río Sogamoso	+1,0	-40
	Catatumbo	+1,0	-40
Orinoquía	Río Arauca y Cuenca Media del Meta	+1,0	0
	Piedemonte Llanero	+1,0	40
	Orinoquía Oriental	+1,0	0
	Orinoquía Central	+1,0	0
Amazonia	Suroriente Amazónico	+1,0	40
	Amazonía Central	+1,0	+40
	Piedemonte Amazónico	+1,0	+60
San Andrés y Providencia	San Andrés y Providencia	+1,0	-40

Fuente: Ideam (2002).

Durante el fenómeno de El Niño se presenta déficit de **precipitación** en la región Andina, e incrementos por encima de lo normal en el sur de la región Pacífica. Los incrementos más marcados se producen en la franja costera de Nariño y otros departamentos de la Costa Pacífica (Ideam, 2002).

Por otro lado, durante los periodos de permanencia del fenómeno de El Niño, se produce una reducción de la **nubosidad** de tipo convectivo en la región Andina (entre otras), lo que ocasiona reducciones en la precipitación. Sin embargo, la nubosidad de tipo estratificado (aquella que no produce lluvias) sigue presentándose. En contraste, en la región del piedemonte amazónico y el sector sur de la región Pacífica, la nubosidad convectiva es más frecuente. A su vez, la **radiación solar, el brillo solar y ultravioleta** se incrementan en la región Andina contribuyendo al tiempo seco de la zona (Ideam, 2002). Debido a las alteraciones mencionadas anteriormente, el **ciclo hidrológico** también se ve afectado en cuencas, aguas subterráneas y aguas superficiales. Un ejemplo de esto son los niveles deficitarios de la cuenca del Alto Patía durante el fenómeno de El Niño (Ideam, 2002). Aunque Nariño no presenta los mayores valores a escala nacional, la incidencia en la reducción de la escorrentía de las zonas andinas es considerable.

Influencia del fenómeno de La Niña en el departamento

En el caso del departamento de Nariño, La Niña influye en el aumento de lluvias para la región interandina y la disminución de esta variable en la región Pacífica (Delgado *et al.*, 2008). Un ejemplo de ello son las variaciones en los niveles de escorrentía. A escala nacional, Nariño no presenta los mayores valores de cambio, sin embargo, a escala departamental recibe una importante influencia del fenómeno. Durante la ola invernal 2010-2011 se observaron importantes cambios en la precipitación, que ocasionaron daños y pérdidas a lo largo del territorio.

Efectos de los fenómenos de La Niña y El Niño

Diversos autores han evidenciado los efectos ocasionados por la variabilidad climática (en particular los eventos El Niño y La Niña) en ecosistemas del departamento de Nariño. Para el caso de **las zonas costeras y marinas,** los cambios producidos en la temperatura de las aguas pueden generar alteraciones en la dinámica de dichos ecosistemas. En relación con los ecosistemas estuarinos y de manglar, durante los fenómenos de El Niño y La Niña, estos se pueden ver afectados por los cambios en los niveles de descarga de los ríos e incremento en los niveles del mar asociados a la precipitación.

Las alteraciones en poblaciones particulares de peces a causa de los fenómenos de El Niño y La Niña, y la consecuente afectación sobre la producción pesquera, también se han documentado. Se observa una disminución temporal de los índices de reproducción en peces adultos, debida a la influencia de condiciones anómalas, como en el caso de la carduma en el golfo de Tortugas y el corredor Cauca-Nariño durante el año 2009, zonas de influencia del Parque Nacional Natural Sanquianga (Zapata, 2010 a y b, citado por Herrera, 2012).

Zapata y colaboradores (2013) evidencian la relación existente entre las alteraciones producidas por eventos de La Niña y El Niño y los comportamientos reproductivos atípicos de dos especies de peces de alto interés comercial, biológico y ecológico: *Cetengraulis mysticetus* y *Opisthonema* spp. Dos de los principales puntos de desove de dichas especies se encuentran entre Charambirá y Tumaco, donde se localiza el PNN Sanquianga. Estos autores mencionan la partición del periodo de desove, así como la reducción del volumen de huevos y larvas liberados al ambiente, lo cual trae consigo importantes consecuencias y requiere de la definición de medidas de manejo. De igual forma, se han registrado cambios en la distribución de tortugas marinas y ballenas (Zapata *et al.*, 2013; Zapata, 2002; Ideam, 2002).

Durante la ola invernal 2010-2011, los cambios en la precipitación y la alta vulnerabilidad climática, generaron daños y pérdidas en el territorio y en su proceso socioeconómico y ambiental.

Como lo menciona Zapata (2002), durante los años 1982 y 1983 también se reportó la influencia de fenómenos de variabilidad climática sobre la distribución de especies planctónicas y bentónicas en Tumaco. Para el caso de las especies de camarón *Xiphopenaeus riveti, Enaeus californiensis* (camarón café), *P. brevirostris* (camarón rojo) y *Solenocera agassizi* (camarón coliflor), se han observado alteraciones en la abundancia de sus poblaciones y mayores épocas de captura, posiblemente a causa de la magnificación de los caudales de los ríos y al aumento de la concentración de nutrientes durante épocas de lluvia. Zapata (2002) resalta como conclusión que "ambos fenómenos climáticos (El Niño y La Niña) tienen efectos directos sobre el comportamiento y las capturas de los principales recursos pesqueros colombianos. Del mismo modo, este tipo de eventos pueden tener un fuerte efecto sobre las características metabólicas de las poblaciones, sobre todo debido a una disminución significativa en la temperatura. De manera similar los niveles de oxígeno aparentemente pueden tener consecuencias directas para la distribución y la abundancia de estos recursos".

Como se mencionó durante los ejercicios de percepciones a lo largo del departamento, los cambios en la precipitación y la temperatura generados por los fenómenos de El Niño y La Niña incrementan la intensidad y frecuencia en la manifestación de avalanchas, vendavales, remociones en masa, inundaciones, olas de calor y sequías que traen consigo importantes afectaciones sobre el territorio y sus comunidades. Sin embargo, a pesar de la existencia de este tipo de información, aún son amplios los vacíos en torno a las afectaciones que los eventos de variabilidad climática tienen sobre los ecosistemas del departamento. Por otra parte, también son numerosas las preguntas de investigación acerca de la influencia de los eventos de variabilidad climática en las comunidades humanas presentes en el territorio, razón por la cual se recomienda la inclusión de dicho énfasis en procesos de investigación y monitoreo.

Fenómenos físicos potencialmente peligrosos

Durante el proceso de apoyo al PTAC Corponariño, se afirmó que los cambios en el clima pueden representar una amenaza. Con esta afirmación, que también es una premisa de trabajo, fenómenos relacionados con la variabilidad climática (p. ej. periodos de lluvias y sequías intensificados por los fenómenos de El Niño y La Niña), así como los procesos prolongados debidos al cambio climático (p. ej. variación en la precipitación, el aumento en la temperatura global y el cambio en la temperatura local) son considerados amenazas climáticas y, como tal, pueden ser incorporados a los distintos procesos de análisis de amenazas, tanto climáticas como hidrometeorológicas y oceanográficas.

Como se indicó en secciones anteriores, existe una diferencia entre una amenaza climática y un riesgo climático. Esta sección se enfoca en las amenazas de origen climático y oceanográfico, que metodológicamente fueron denominadas fenómenos físicos potencialmente peligrosos. Para Colombia, la evidencia indica que la relación entre el régimen de lluvias y la frecuencia de emergencias, confirma la principal conexión entre los fenómenos hidrometeorológicos y las emergencias en el país.

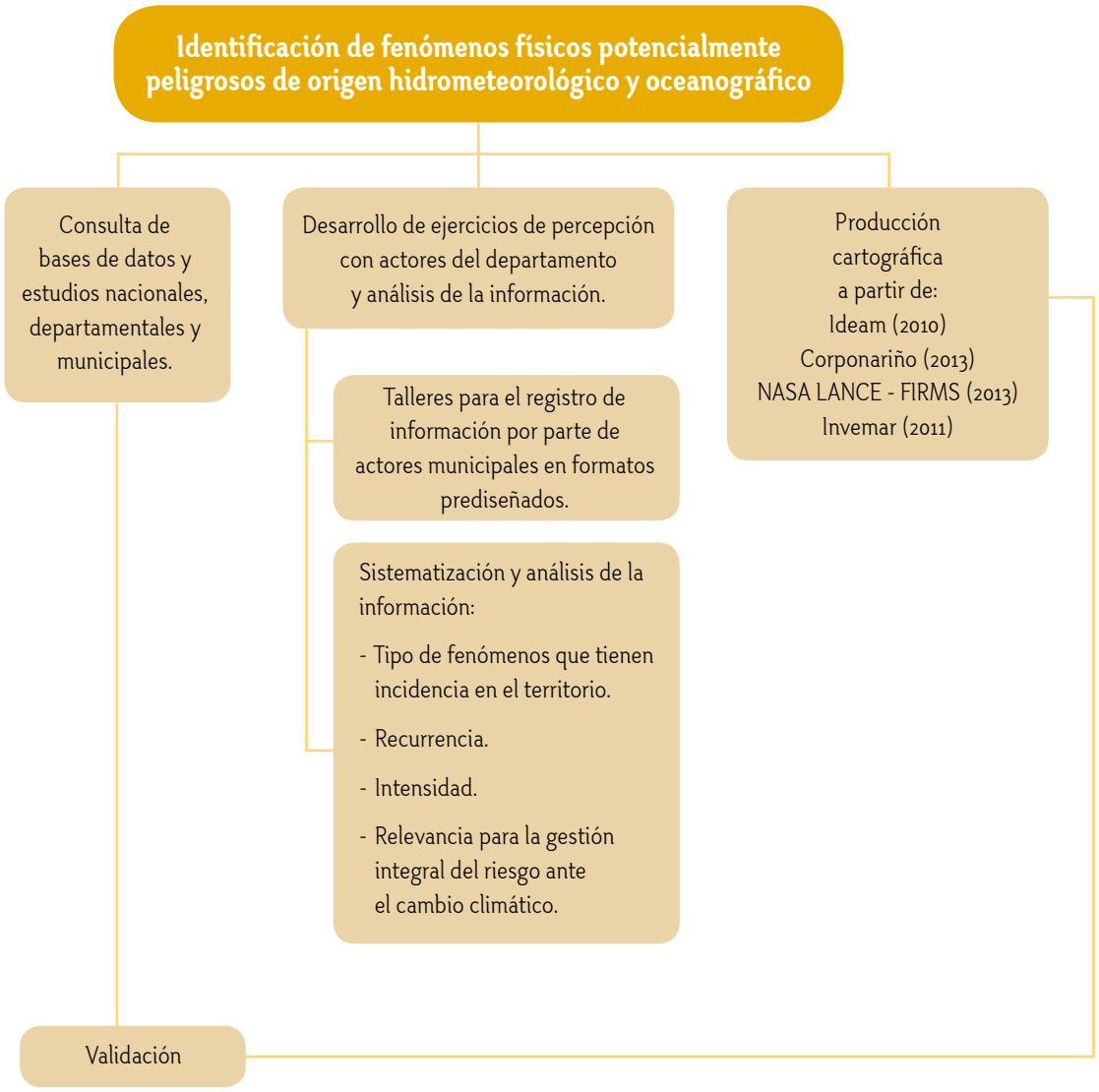
Retomando el documento de Bases Conceptuales del Plan Nacional de Adaptación (DNP, 2012), "en el marco de la adaptación al cambio climático, las amenazas corresponden a los eventos climáticos que incluyen: cambio climático, variabilidad climática y eventos climáticos extremos", y agrega que "incluye la variabilidad climática que se caracteriza tanto por variaciones frente a los rangos usuales de las variables climáticas (p. ej. temperatura, precipitaciones, presión atmosférica), como por cambios en la frecuencia de eventos climáticos (p. ej. extremos como huracanes, sequías debido al fenómeno El Niño y lluvias durante el fenómeno La Niña). Existe un alto de grado de consenso entre los científicos de que el cambio climático exacerba la variabilidad climática, generando: cambios inusuales en los rangos registrados de las variables climáticas, y una variación en la frecuencia, duración e intensidad de los eventos climáticos extremos".

El cambio climático exacerba la variabilidad climática, y en algunos casos la frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos.

Desafortunadamente, debido a la complejidad de los sistemas físicos que gobiernan el clima tanto global como local, en los cuales un gran número de variables pueden condicionar el proceso, la ciencia aún no cuenta con técnicas que le permitan modelar con alta precisión dichos sistemas, y por ende los mecanismos generadores de las amenazas de origen climático, hidrometeorológico y oceanográfico. Teniendo en cuenta lo anterior, evaluar la incidencia de los fenómenos físicos potencialmente peligrosos de origen hidrometeorológico y oceanográfico que se presentan en el departamento de Nariño, es uno de los componentes más importantes para determinar lineamientos de adaptación. A su vez, resulta complejo debido a la diversidad de características presentes en el territorio: geológicas, climáticas, biológicas, edáficas, hidrográficas y la ubicación de centros poblados por comunidades humanas, entre otras. Los fenómenos de origen hidrometeorológico y oceanográfico detonados por condiciones climáticas, pueden continuar representando amenazas, más aún en un panorama de clima cambiante y considerando que el nivel de amenaza al cual los municipios están expuestos es diferente.

Para el desarrollo de los análisis fueron tenidos en cuenta dos tipos de fenómenos físicos potencialmente peligrosos o amenazas: los de origen hidrometeorológico y los de origen oceanográfico influenciados por factores climáticos. Su identificación se logró con el uso de varias fuentes actualizadas y procedimientos (Figura 2):

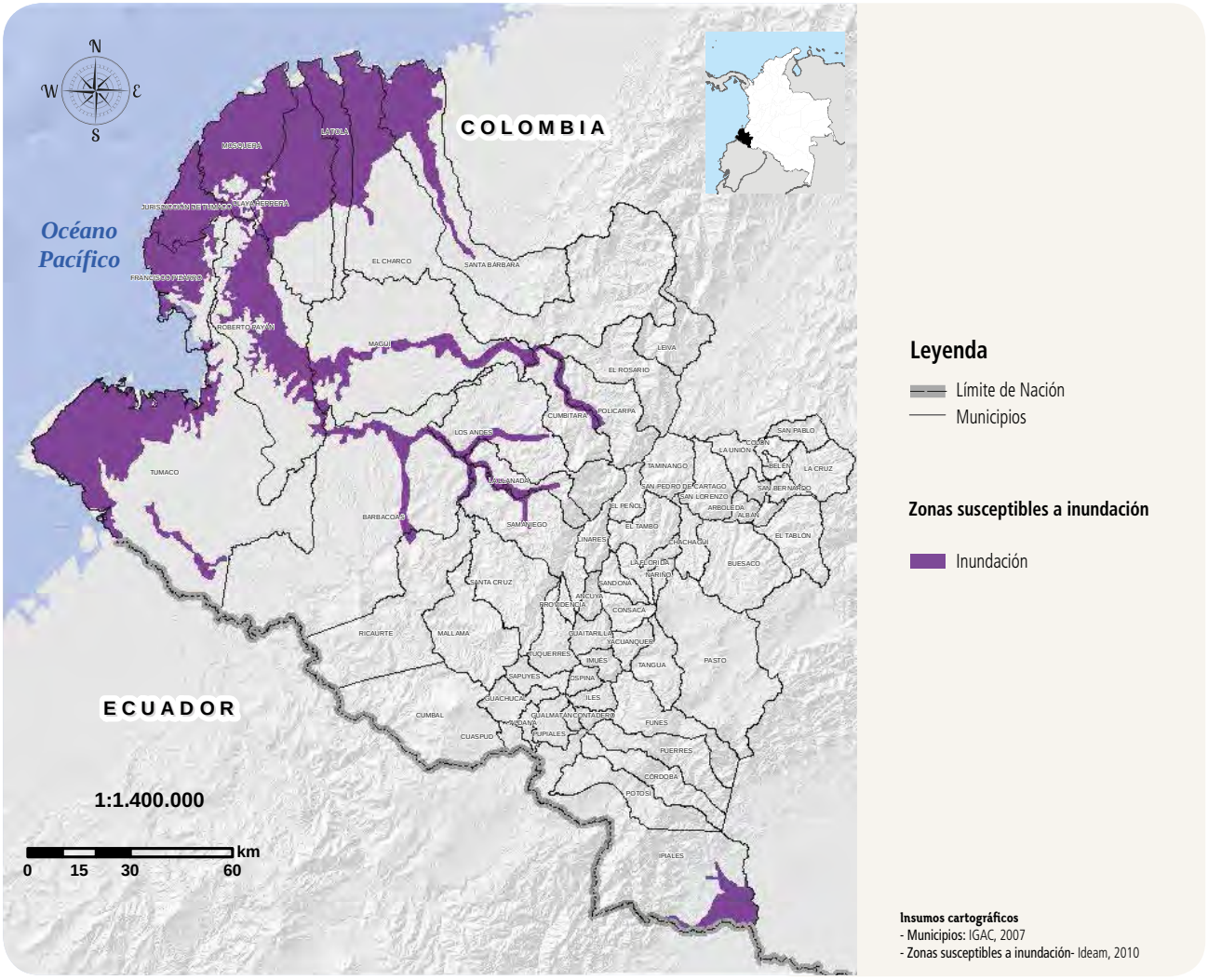
Figura 2. Proceso para la identificación de los fenómenos físicos potencialmente peligrosos de origen hidrometeorológico y oceanográfico presentes en el departamento de Nariño



Análisis de zonas susceptibles a inundación

Las áreas que presentan mayor susceptibilidad a ser inundadas son aquellas que poseen una topografía plana típica en zonas de llanuras aluviales e influenciadas por la cercanía al océano y a grandes ríos, como sucede en la región Pacífica (Mapa 11). De los 19 municipios con áreas que corren el riesgo de inundación (a la escala estudiada), Tumaco es uno de los que presentan mayor susceptibilidad, dada su cercanía al océano Pacífico y a la influencia de los ríos Guiza y Mira.

Mapa 11. Zonas susceptibles a inundación en el departamento de Nariño

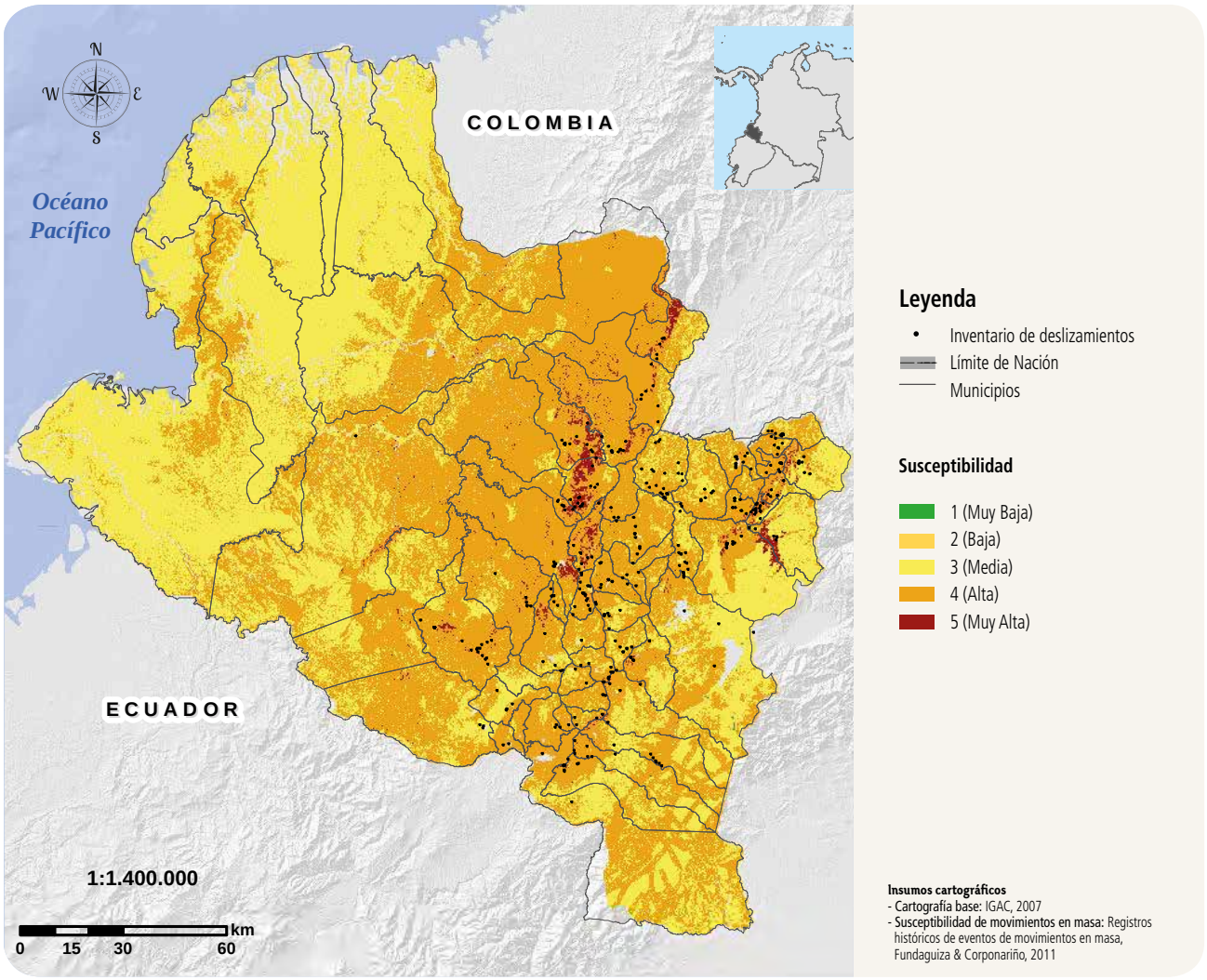


Fuente: Ideam, 2010.

Susceptibilidad general del terreno a deslizamientos

El departamento de Nariño tiene una susceptibilidad Media en el 49% de su territorio, concentrando las áreas con susceptibilidad Alta (18%) y Muy Alta en la región Andina. Según este análisis, el municipio de Buesaco presenta 3.346 ha con una susceptibilidad Muy Alta a fenómenos de remoción en masa. La zona Pacífica tiene una susceptibilidad que va de Alta a Muy baja, dadas las diversas características del territorio (Mapa 12).

Mapa 12. Susceptibilidad general del terreno a deslizamientos. Escala 1:1.400.000

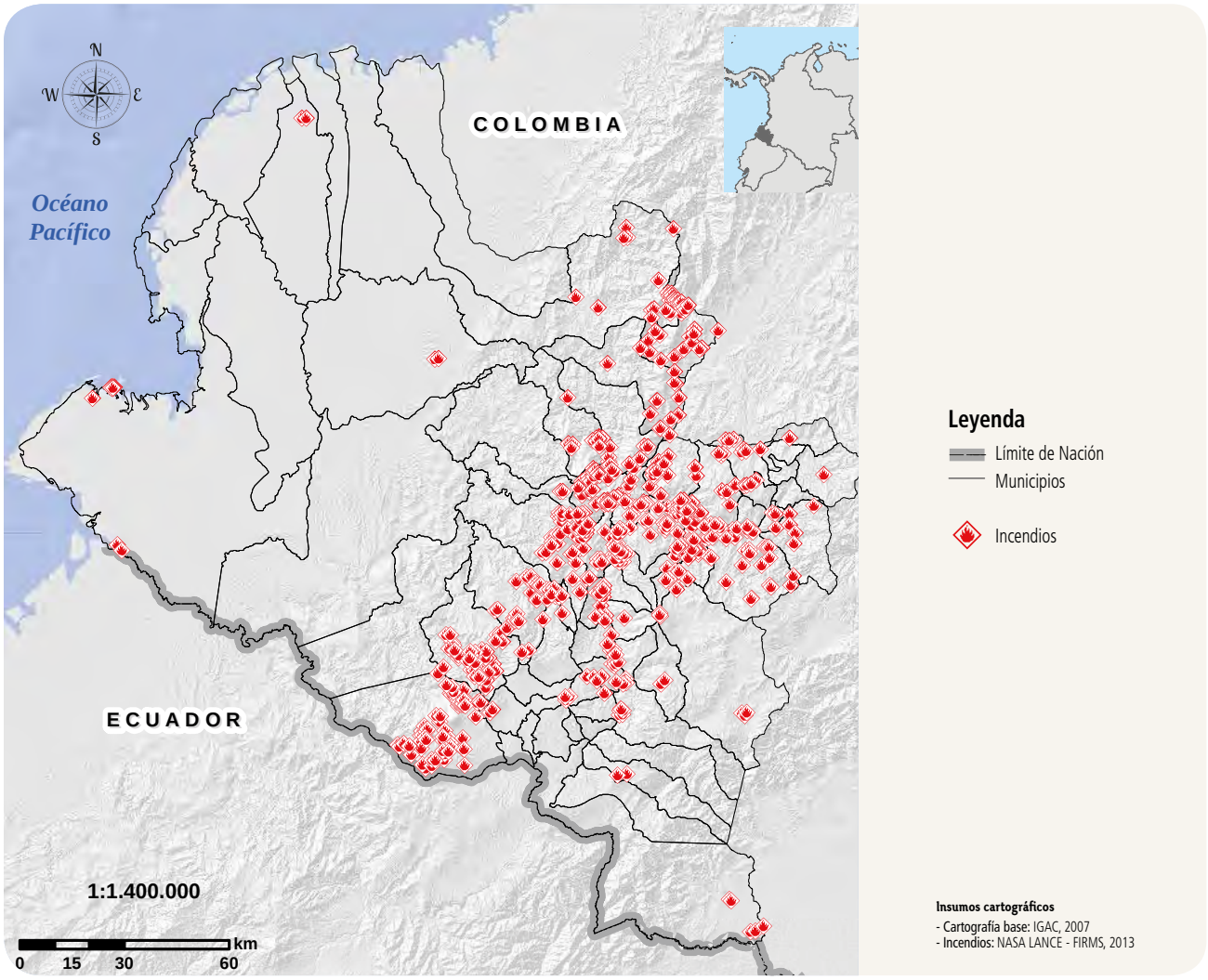


Fuente: Fundaguiza-Corponariño (2011).

Incendios

En el periodo 2005-2013, se registraron 621 incendios, distribuidos en 47 municipios (NASA LANCE-FIRMS, 2013), principalmente en la región Andina y en el piedemonte de la región Pacífica, donde las condiciones de humedad, usos y prácticas de cultivo inciden directamente en la aparición de conatos de incendio (Mapa 13). En las áreas agrícolas heterogéneas es donde más registros se reportan, con aproximadamente 28% de las ocurrencias (178 reportes), seguida de los pastos (176 reportes) y la vegetación secundaria (128 reportes). Los bosques naturales muestran una baja ocurrencia de incendios (41 registros), que suman 6% del total del departamento, ocurridos en su mayoría en el orobioma medio de los Andes (22 registros aproximadamente).

Mapa 13. Incendios registrados en el departamento de Nariño en el periodo 2005-2013

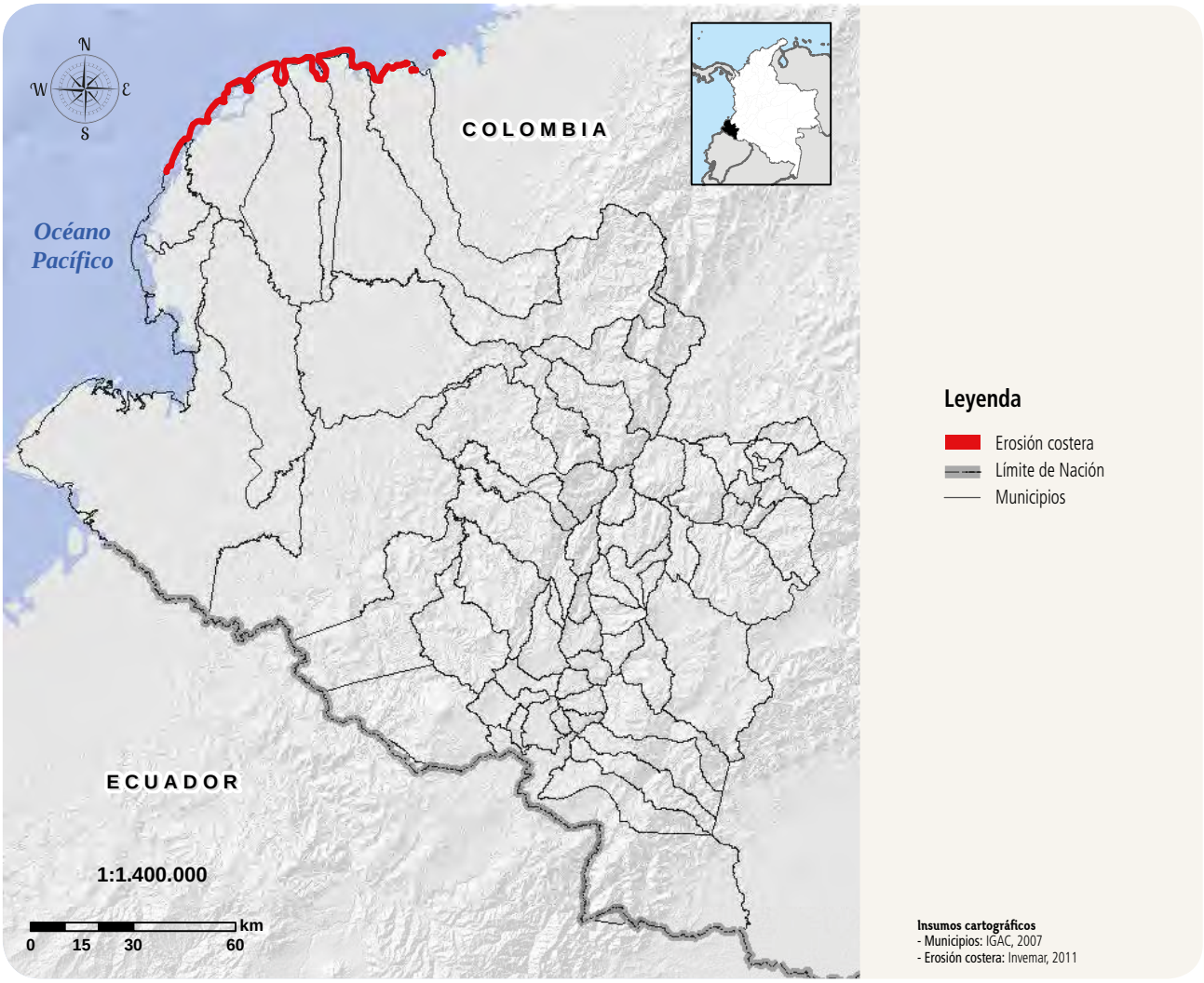


Fuente: NASA LANCE - FIRMS (2013).

Erosión costera

Los municipios que presentan zonas de amenaza por erosión costera son: Mosquera, Olaya Herrera, La Tola, El Charco y Santa Bárbara (Mapa 14). Como lo mencionan Posada y colaboradores (2009): "La extensión de zonas afectadas por erosión costera en el departamento de Nariño puede alcanzar los 114 km a lo largo de diferentes tipos de costas".

Mapa 14. Erosión costera en el departamento de Nariño

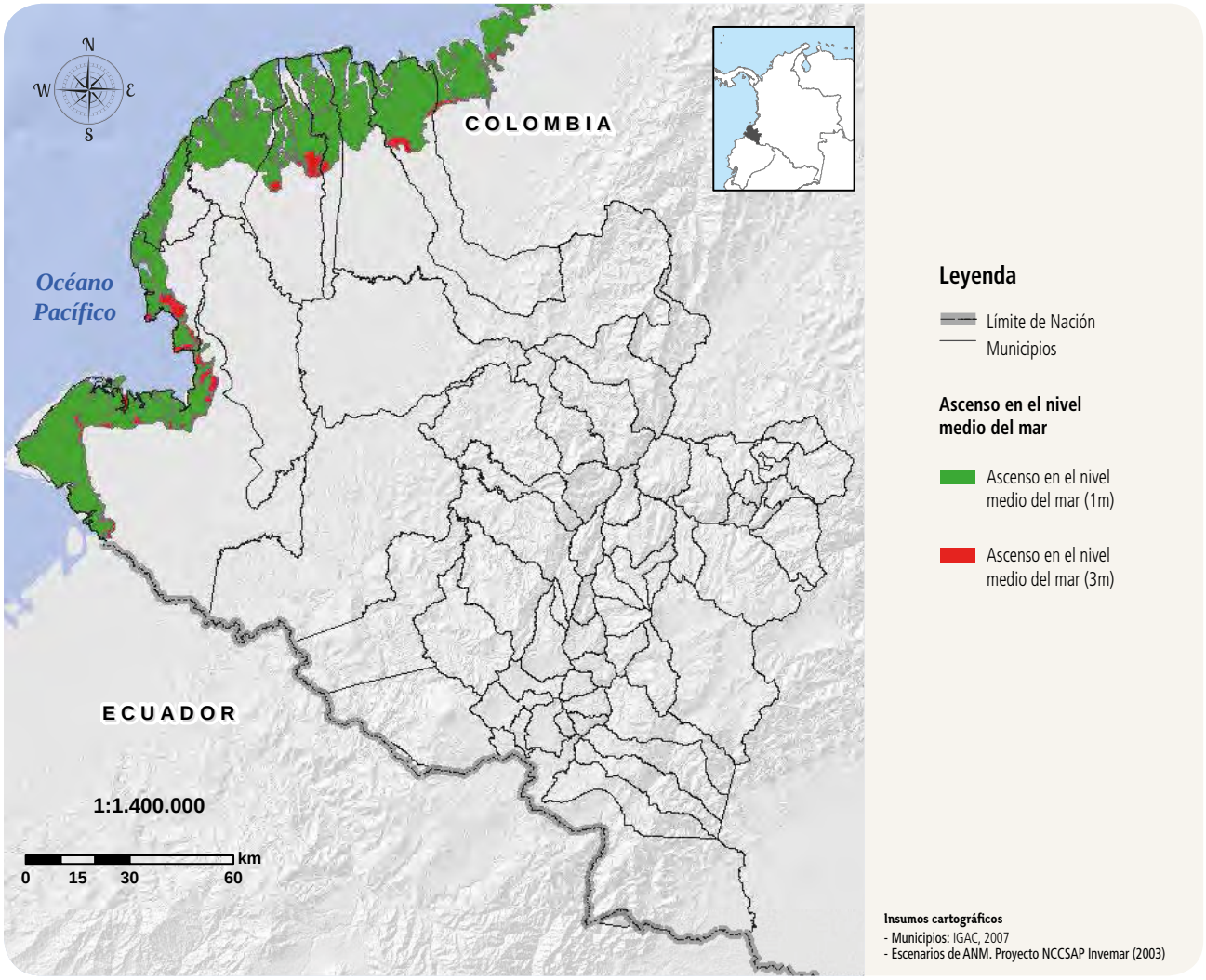


Fuente: Ideam (2011).

Aumento permanente del nivel medio del mar

Se identificaron como municipios con susceptibilidad a inundación por ascenso del nivel medio del mar, todos aquellos ubicados en la Costa Pacífica. Estas zonas corresponden a Tumaco, Francisco Pizarro, Mosquera, Olaya Herrera, La Tola, El Charco y Santa Bárbara (Mapa 15).

Mapa 15. Susceptibilidad al ascenso del nivel medio del mar en el departamento de Nariño



Fuente: Invemar (2011).

Como se ha observado en los análisis presentados anteriormente, en el departamento existen zonas susceptibles al ascenso del nivel del mar, inundaciones, remociones en masa, incendios forestales y erosión costera, en su mayoría relacionadas con el cambio en las condiciones climáticas. La magnitud de dichas zonas, incluso observables a escala departamental, resalta la importancia en la generación de acciones de adaptación inmediatas, con el fin de prevenir la materialización de daños y pérdidas futuras. Durante los ejercicios de percepción llevados a cabo, se evidenciaron fenómenos físicos potencialmente peligrosos que no son visibles a la escala trabajada o que no fue posible ubicar en un mapa, como vendavales, olas de calor y heladas. Lo anterior implica abordar la adaptación como un proceso continuo desde la escala local y en el contexto de las condiciones específicas de cada municipio o territorio.

Dentro de la agenda de biodiversidad y adaptación climática, uno de los principales retos es la configuración de "ecosistemas emergentes".

Biodiversidad - Especies

Diversos autores han documentado los posibles efectos del cambio y la variabilidad climática sobre poblaciones naturales de especies. Factores como la temperatura del aire, del suelo y de las aguas, la radiación solar ultravioleta, la humedad, el pH, la salinidad, la distribución y los volúmenes de los ciclos de lluvia (la precipitación), la alternancia térmica diaria, la regulación de los frentes de niebla, los niveles de carbono presentes en el suelo y el nivel del mar, son determinantes en las dinámicas de los sistemas biológicos, así como en el desarrollo de los ciclos de vida de los organismos (Ideam, MA & PNUD, 2002; Brown *et al.*, 2012).

Debido a variaciones en estos parámetros, se han identificado impactos, como: cambios en la distribución de especies con movimientos latitudinales y altitudinales, cambios en las abundancias, expansión de especies invasoras, beneficio de especies generalistas sobre especialistas, cambios en la sincronización de eventos fenológicos (reproducción temprana y migraciones tardías). También se reportan cambios en la morfología (tamaño corporal), fisiología y comportamiento, cambios en la composición de las comunidades y las interacciones bióticas, cambios en las relaciones interespecíficas, propagación de patógenos, incremento del riesgo por eutrofización, incremento de la susceptibilidad a incendios y la afectación de las actividades de sustento humano o económicas, entre otras (Brown *et al.*, 2012). La aparición de nuevos arreglos ecosistémicos o "ecosistemas emergentes" es otra de las consecuencias esperadas (Hobbs *et al.*, 2006; Andrade *et al.*, 2011), lo cual constituye un reto para la conservación no solo en el departamento,sino para la humanidad.

En el contexto de cambio global son prioritarios los estudios orientados a evaluar las respuestas de las especies a las variaciones en diversos factores, como la temperatura y la precipitación. Teniendo en cuenta los vacíos de información al respecto y la alta diversidad del departamento, los análisis en torno a las especies Valor Objeto de Conservación (VOC) son de utilidad para la toma de decisiones de manera proactiva, mientras se avanza en la investigación minuciosa en diversos niveles y escalas. Con el fin de brindar información para la definición de lineamientos de adaptación, pese a la escala y demás limitaciones metodológicas que serán discutidas, en esta sección se dan a conocer las proyecciones de los impactos de las variaciones en la temperatura y la precipitación al año 2050, en la distribución de especies valor objeto de conservación en el departamento.

Para realizar dichos análisis, se seleccionaron 49 especies valor objeto de conservación pertenecientes a cinco grupos taxonómicos: aves, mamíferos, reptiles, anfibios y plantas (Tabla 3).[9]

Los datos de presencia de las especies en el departamento fueron obtenidos con el uso de información de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) y la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF, por su nombre en inglés).

9. Una descripción detallada de los métodos, análisis y resultados de los modelos de especies se encuentran en el Anexo Estudios Técnicos en el CD adjunto.

Tabla 3. Especies valor de objeto de conservación del departamento de Nariño seleccionadas para modelar los efectos del cambio climático

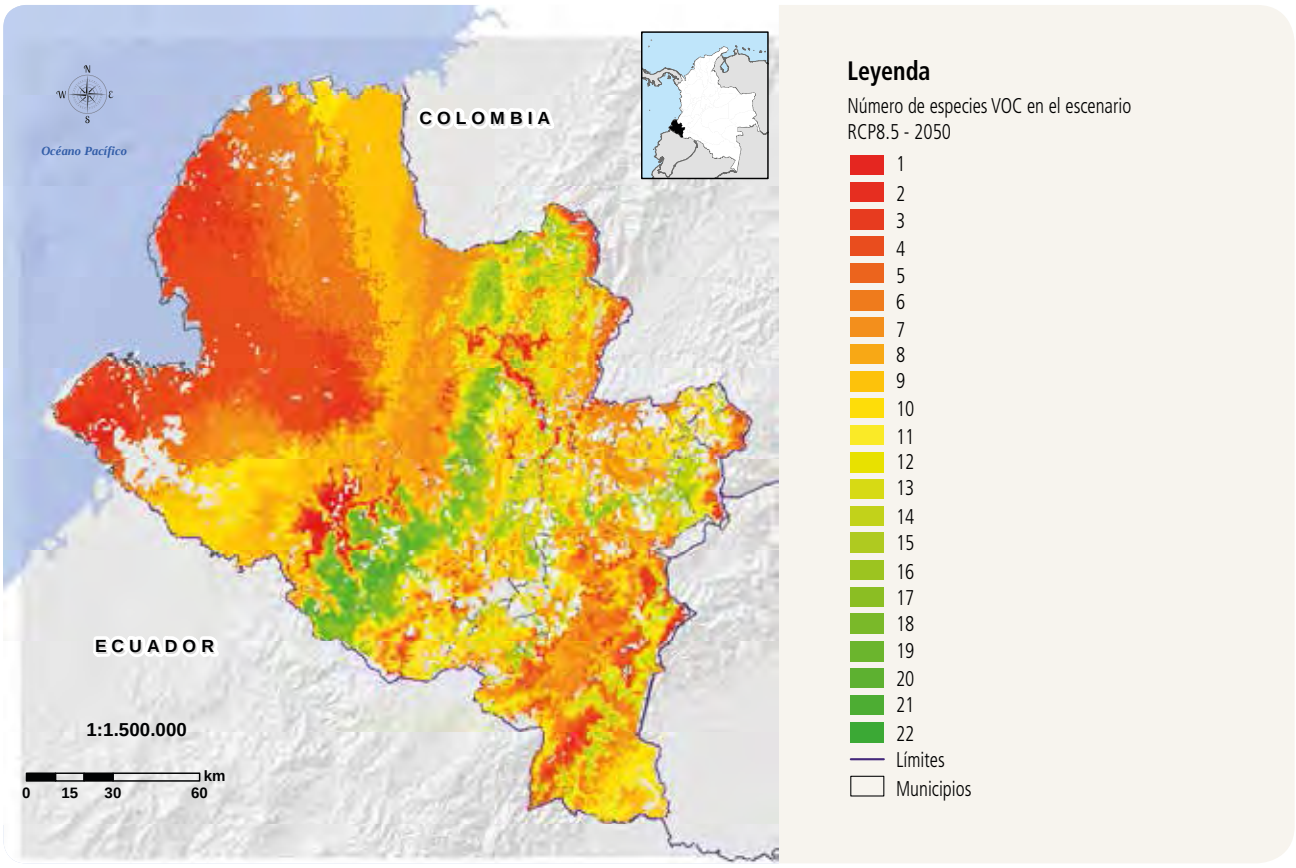
Mamíferos	Aves	Anfibios	Reptiles	Plantas
Anoura geoffroyi Murciélago	*Anas georgica* Pato pico de oro	*Ameerega andina*	*Anolis chloris*	*Espeletia pycnophilla* Frailejón
Coendou bicolor Erizo	*Andigena hypoglauca* Terlaque andino	*Atelopus pastuso*	*Basiliscus galeritus* Basilisco	*Heliocarpus americanus* Balso blanco
Cuniculus paca Guagua, paca o guruga	*Andigena laminirostris* Terlaque de Nariño	*Epipedobates narinensis* Rana venenosa de Nariño	*Clelia equatoriana* Serpiente	*Podocarpus oleifolius* Pino colombiano
Dasyprocta punctata Guatín o ñeque	*Chlorospingus flavovirens* Montero verdeamarillo	*Gastrotheca espeletia* Rana marsupial de La Cocha	*Drymarchon melanurus*	*Schoenoplectus californicus* Totora
Lontra longicaudis Nutria o lobito de río	*Dacnis berlepschi* Dacnis pechirroja	*Gastrotheca orophylax*	*Rhinoclemmys nasuta*	*Weinmannia rolotii* Encenillo
Lycalopex culpaeus Zorro colorado	*Diglossa indigotica* Diglossa chocoana	*Hypodactylus brunneus*		*Wettinia kalbreyeri*
Mazama americana Venado	*Glaucidium nubicola* Búho nubícola	*Hyloxalus pulchellus*		
Panthera onca Jaguar	*Haplophaedia lugens* Helechero del Pacífico	*Nymphargus griffithsi*		
Puma concolor Puma o león de montaña	*Iridosornis analis* Tangara garganta amarilla	*Oophaga sylvatica* Rana diablito		
Tapirus pinchaque Danta de montaña	*Leptosittaca branickii* Perico paramuno	*Osteocephalus verruciger*		
Tremarctos ornatus Oso de anteojos	*Odontophorus melanonotus* Perdiz de Nariño	*Pristimantis verecundus*		
Vampyrum spectrum Falso vampiro gigante	*Ognorhynchus icterotis* Perico palmero			
	Oreothraupis arremonops Gorrión tangarino			
	Phalcoboenus carunculatus Guaraguaco paramuno			
	Spizaetus isidori Águila crestada			

Para establecer la distribución potencial geográfica de las especies se usó el algoritmo de ponderados de Mahalanobis para aquellas especies cuyos datos de entrada fueron polígonos, y el Maxent para las especies con coordenadas. Este procedimiento se ejecutó usando los programas Idrisi-Selva y Maxent 3.3. A su vez, se seleccionaron 6 variables bioclimáticas de las 19 propuestas por WorldClim (www.worldclim.org). Para ello se realizó un análisis de componentes principales en Idrisi-Selva y se escogieron aquellas variables que presentaban menor similitud en el departamento de Nariño.

En términos generales, se observó un refugio climático ubicado en el piedemonte de la llanura aluvial del Pacífico, en el que coinciden las distribuciones potenciales al año 2050 de hasta 22 especies valor objeto de conservación (Mapa 16).[10] También se evidenciaron otros refugios en los complejos de páramos, zonas interandinas (entre estas el bosque seco ubicado hacia la zona norte del departamento) y en la zona del piedemonte andino-amazónico. Al comparar la ubicación de los refugios con el análisis de representatividad ecosistémica y el mapa de áreas protegidas del departamento (siguiente sección), se observó que son pocos los refugios que poseen alguna figura de protección. Razón por

10. Los detalles y las fuentes usadas para el desarrollo de los análisis se muestran en el Anexo Estudios Técnicos en el CD adjunto.

Mapa 16. Riqueza de las especies valor objeto de conservación evaluadas al año 2050



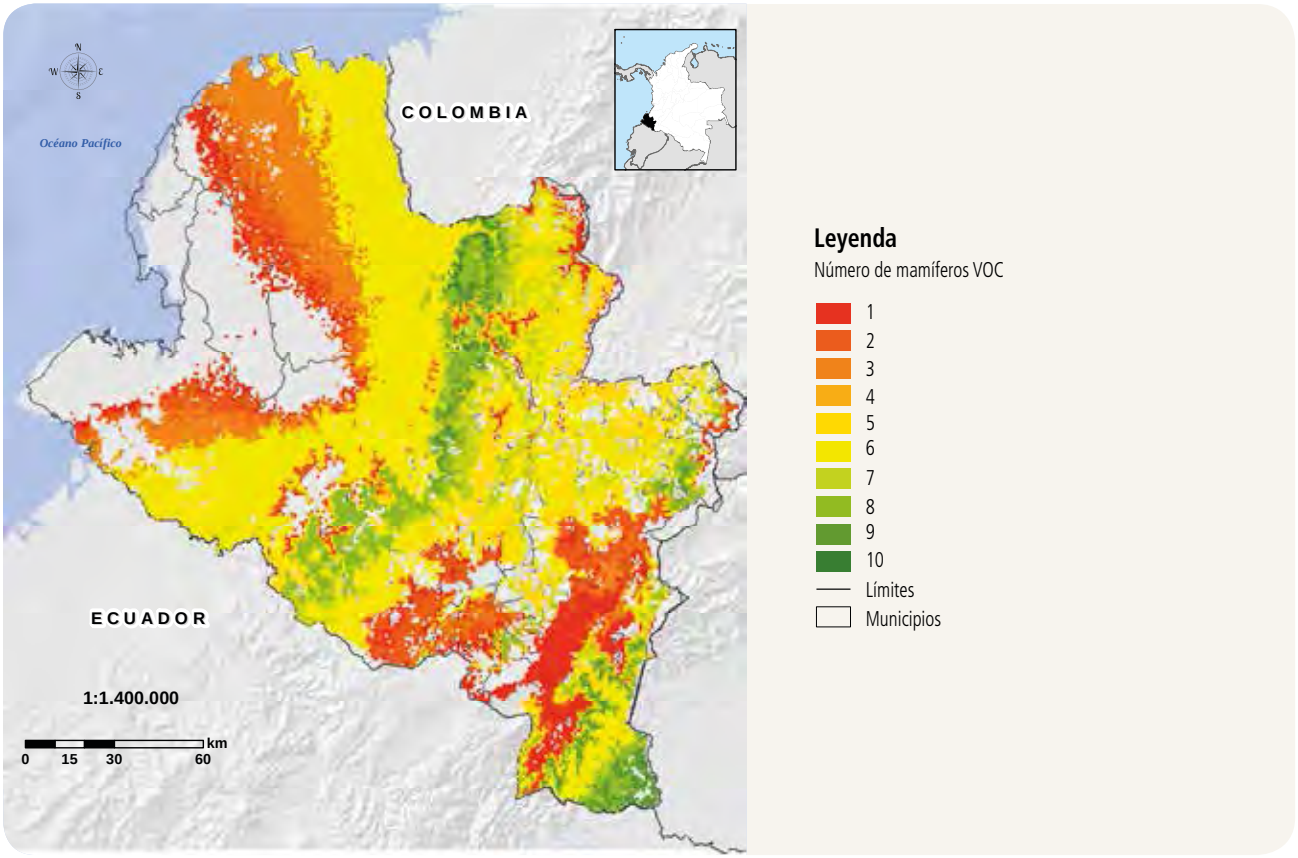
Fuente: Insumos Cartográficos PTAC. Corponariño / WWF (2014)

la cual se recomienda su integración a un paisaje donde se promuevan procesos de conservación y medidas de adaptación, con el fin de contar con refugios habitados por especies valor objeto de conservación estratégicas para hacer un buen manejo de los ecosistemas y de los servicios que estos proporcionan ante un panorama de clima cambiante.

Al analizar los refugios climáticos actuales y los potenciales al año 2050, para cada grupo taxonómico (mamíferos, aves, reptiles, anfibios y plantas) se observan diferencias en su distribución ligadas a las características ecológicas de las especies y las áreas disponibles de sus hábitats.[11] Los territorios comprendidos por estos refugios también son zonas de interés para el establecimiento y puesta en marcha de procesos de adaptación, orientados a la conservación y monitoreo de las especies o ecosistemas que los habitan (Mapas 17, 18, 19, 20, 21). Al observar las áreas de pérdida de hábitat para el año 2050, el grupo taxonómico más afectado es posiblemente el de los anfibios si no se aplican medidas que aumenten la resiliencia y conectividad de los ecosistemas habitados por estas especies. Lo anterior debido a la distribución restringida de las poblaciones de las especies evaluadas, su dependencia fisiológica al clima y los procesos de transformación antrópica que las afectan.

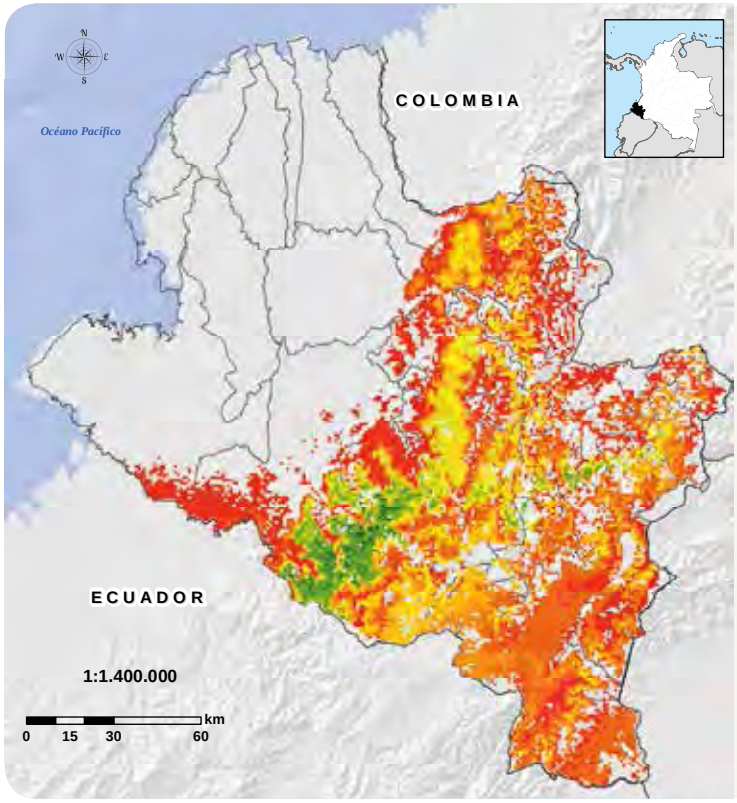
11. Teniendo como referencia el mapa de coberturas de la tierra, periodo 2005-2009.

Mapa 17. Riqueza de mamíferos valor objeto de conservación evaluados al año 2050



Fuente: Insumos Cartográficos PTAC. Corponariño / WWF (2014)

Mapa 18. Riqueza de aves valor objeto de conservación evaluadas al año 2050



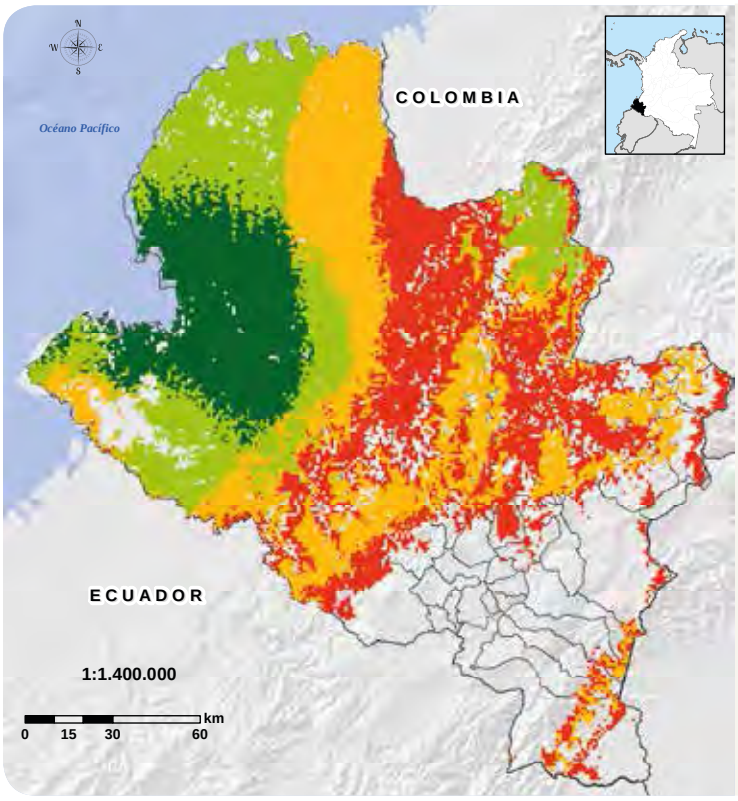
Leyenda

Número de aves VOC

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- Límites
- Municipios

Fuente: Insumos Cartográficos PTAC. Corporariño / WWF (2014)

Mapa 19. Riqueza de reptiles valor objeto de conservación evaluados al año 2050



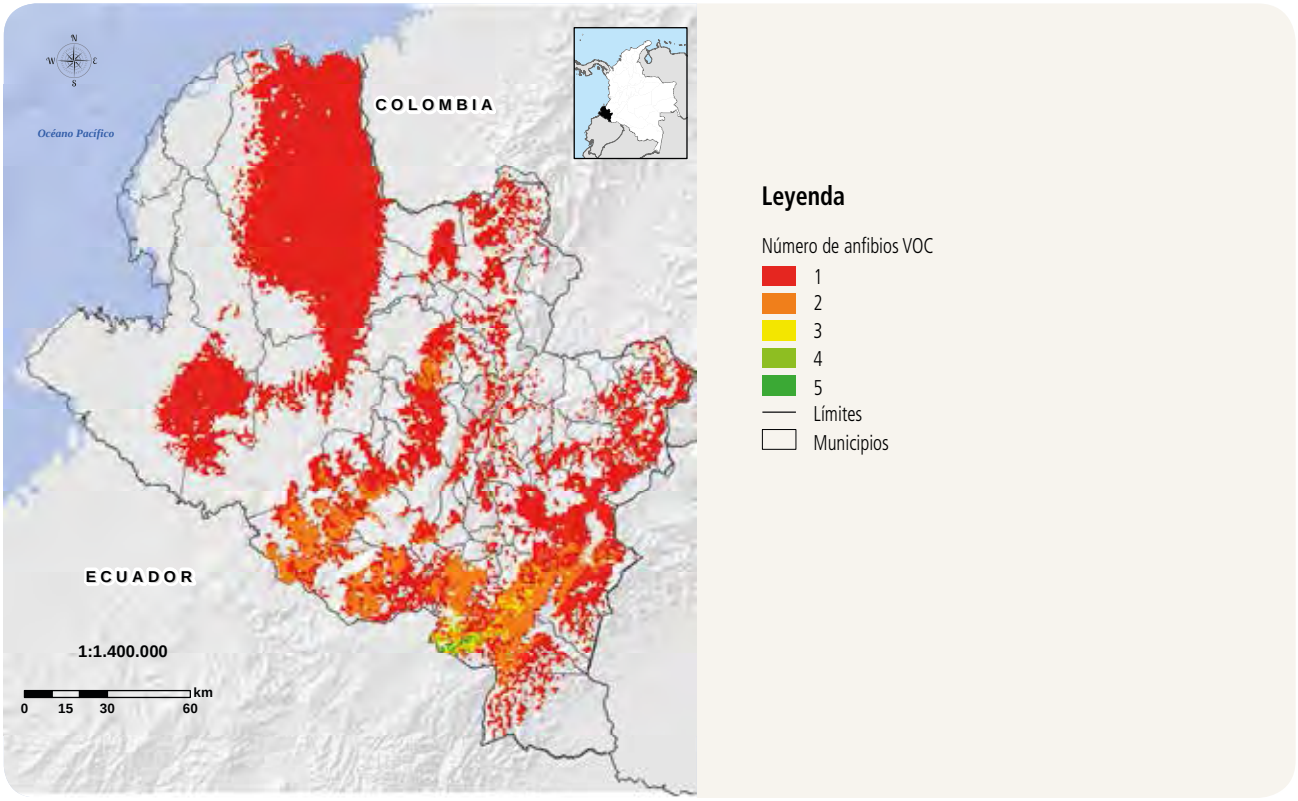
Leyenda

Número de reptiles VOC

- 1
- 2
- 3
- 4
- Límites
- Municipios

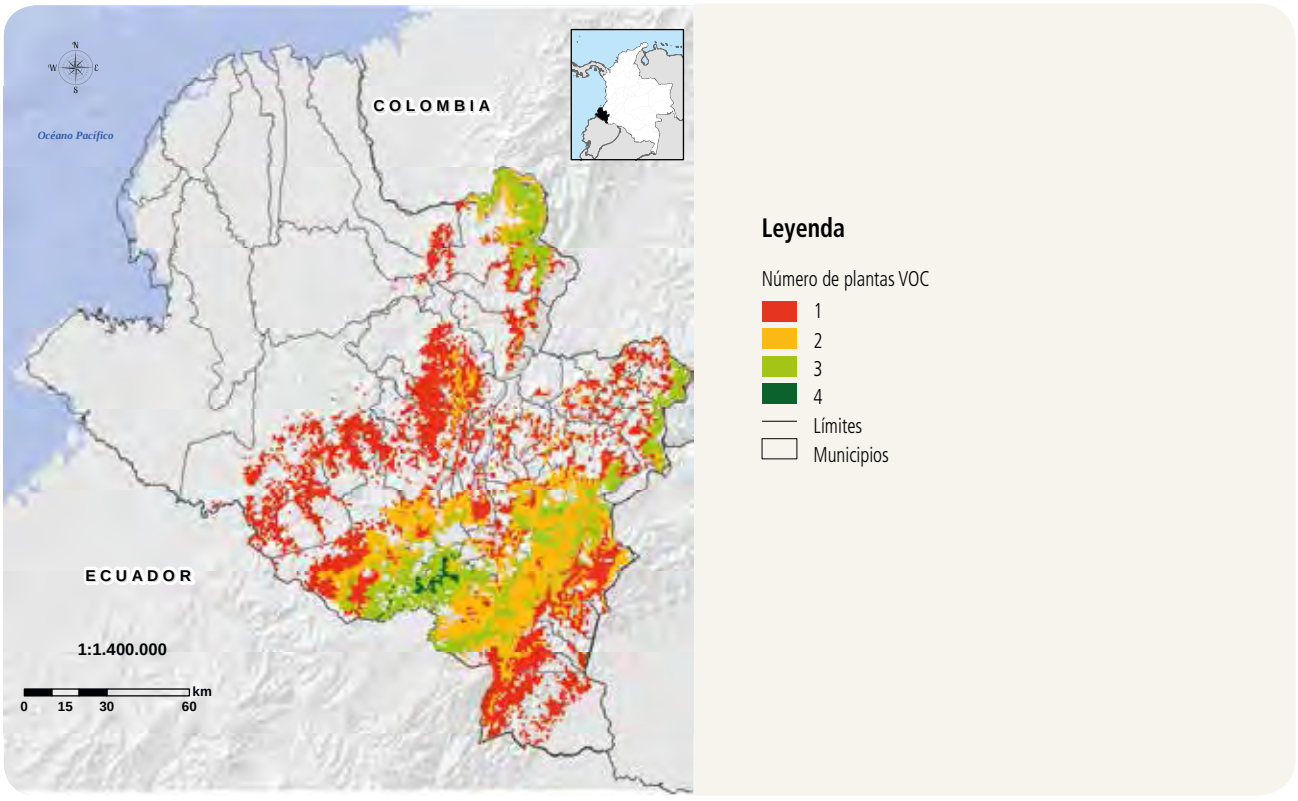
Fuente: Insumos Cartográficos PTAC. Corporariño / WWF (2014)

Mapa 20. Riqueza de anfibios valor objeto de conservación evaluados al año 2050



Fuente: Insumos Cartográficos PTAC. Corponariño / WWF (2014)

Mapa 21. Riqueza de plantas valor objeto de conservación evaluadas al año 2050



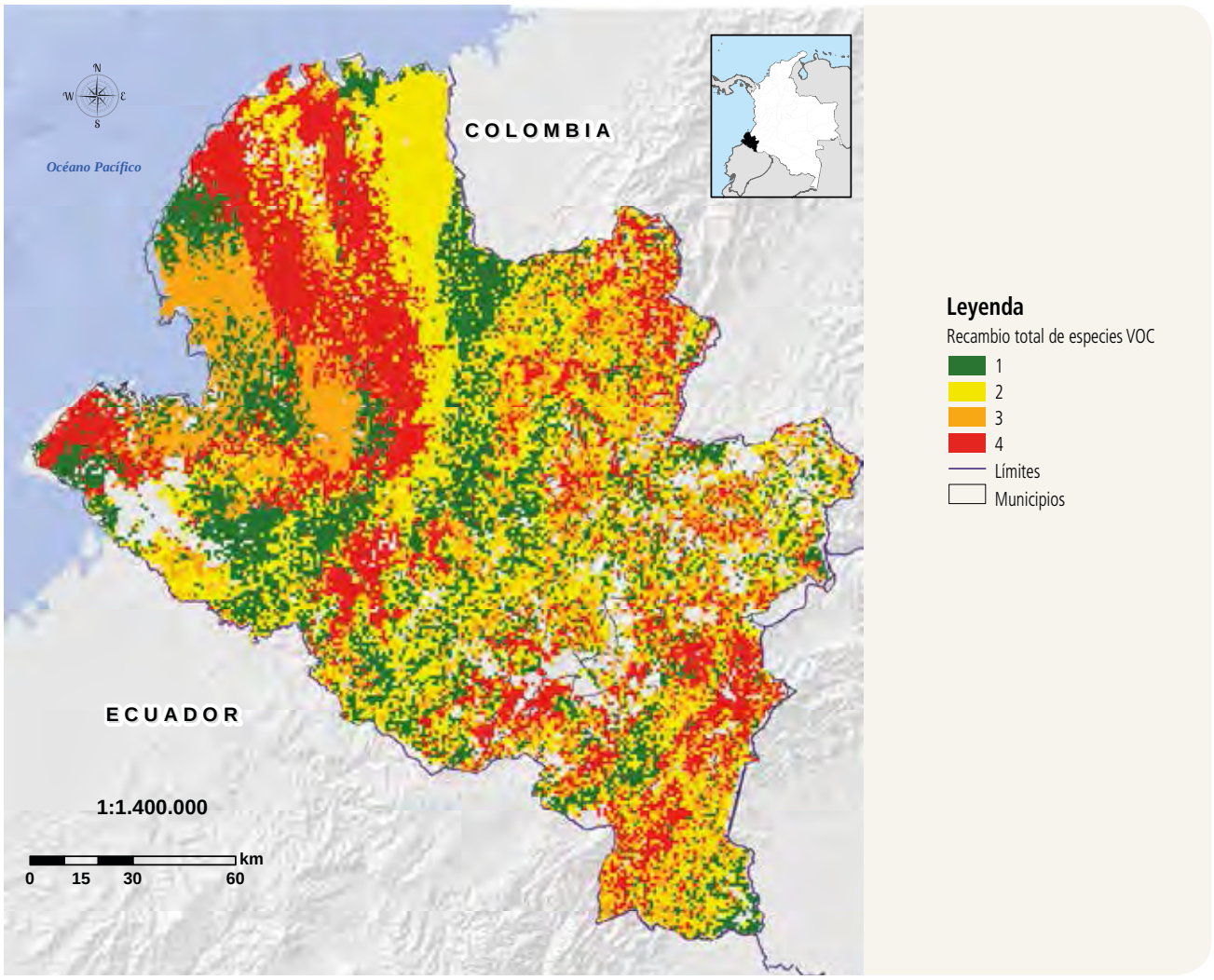
Fuente: Insumos Cartográficos PTAC. Corponariño / WWF (2014)

Por otra parte, la pérdida y ganancia de especies por grupo taxonómico puede originar un nueva composición de VOC, lo que afectaría las cuatro regiones del departamento en el año 2050 (Mapa 22), pues se observa que el índice de recambio de las especies analizadas genera un patrón de mosaico en gran parte del territorio. Sin embargo, en la región Pacífica es posible señalar extensas regiones con valores medios y altos de recambio. Este último resultado está influenciado por la distribución natural de los VOC seleccionados para el análisis, los cuales en su mayoría pertenecen a zonas andinas.[12]

Para un gran número de las especies analizadas se evidenció que el área conservada al año 2050 será mayor que el área perdida y ganada. No obstante, es necesario tener en cuenta que se requiere validar la distribución de cada una de las especies y conocer el estado actual de sus poblaciones, para analizar cuáles pueden ser las medidas específicas que contribuyan a su conservación y viabilidad ante el cambio climático. Este proceso de investigación puede tomar años y constituye un gran reto; sin embargo, el desarrollo de acciones que aumenten la resiliencia de los ecosistemas habitados por las especies es un punto de partida.

12. Para mayor detalle ver Anexo Estudios Técnicos en el CD adjunto.

Mapa 22. Recambio de especies valor objeto de conservación al año 2050



Fuente: Insumos Cartográficos PTAC. Corponariño / WWF (2014)

Biodiversidad - Ecosistemas y áreas protegidas

Las áreas protegidas constituyen una de las estrategias más importantes para promover la conservación de la biodiversidad y los bienes y servicios ambientales. Son espacios geográficos claramente definidos, reconocidos, dedicados y gestionados por medios legales u otros tipos de medios eficaces para conseguir la conservación a largo plazo de la naturaleza, sus servicios ecosistémicos y sus valores culturales asociados (UICN, 2008). En Colombia se considera área protegida a una zona definida geográficamente que haya sido designada, regulada y administrada a fin de alcanzar objetivos específicos de conservación (Decreto 2372 de 2010). En este sentido, las áreas protegidas representan una alta importancia para la conservación de la biodiversidad y son la base para la planificación de diversas estrategias.

La figura de áreas protegidas, aumentan la resiliencia y reducen los riesgos climáticos a los cuales pueden estar expuestas las poblaciones humanas y comunidades biológicas circundantes ante condiciones de un clima cambiante. De igual forma, permiten hacer frente a eventos de variabilidad climática debido a que son proveedoras de numerosos servicios ecosistémicos y a que cumplen funciones de conservación. El secuestro y almacenamiento de carbono es uno de los principales servicios ecosistémicos que brindan estas áreas protegidas, así como la regulación climática y del recurso hídrico bajo condiciones de escasez o lluvias extremas, la producción de alimentos y la retención de sedimentos y de suelos, entre otros (OMS, 2005).

Según Delgado y colaboradores (2008), el departamento de Nariño cuenta con una mayor diversidad biológica y endemismos en comparación con otras regiones de Colombia y el planeta. Posee una porción de dos de las ecorregiones terrestres prioritarias (ETP) o *Hotspots*: Tumbes-Chocó/Magdalena y los Andes Tropicales. Sin embargo, el avance de las fronteras agrícolas y pecuarias, la extracción de especies, la reducción de caudales, el desarrollo de infraestructura y los sistemas de producción no sostenibles han ocasionado la pérdida de más de 10.000 ha de cobertura vegetal anual en la zona Pacífica, con índices más altos en la zona Andina, lo cual pone en peligro la integridad y la viabilidad de los ecosistemas, y hace más vulnerables a las comunidades biológicas y humanas al cambio climático, el cual constituye una variable adicional que afectará los sistemas biológicos y por ende a los organismos que forman parte de estos.

La diversidad biológica genera respuestas naturales a los cambios producto de nuevas situaciones ambientales.

Desde el punto de vista de la adaptación al cambio climático y el Convenio de Diversidad Biológica (CDB), "la diversidad biológica posee la capacidad de generar respuestas naturales a los cambios producto de nuevas situaciones ambientales, capacidad denominada "adaptación autónoma". Sin embargo, se considera que esta característica no es suficiente en el contexto de transformación actual de territorio, por lo tanto, es necesario el desarrollo de actividades definidas por la sociedad, conocidas como "adaptación planificada" para disminuir la pérdida de la diversidad biológica y de los servicios ambientales que proveen los ecosistemas" (CBD, 2006). Teniendo en cuenta lo anterior, en esta sección se presenta una descripción de las áreas protegidas del departamento, un análisis de representatividad ecosistémica y la proyección de los cambios en temperatura y precipitación para los ecosistemas comprendidos en el territorio. Esto con el objetivo de resaltar los vacíos de conservación, las ventajas de las áreas protegidas ya existentes, así como las oportunidades para aumentar la resiliencia de ecosistemas naturales y disminuir la vulnerabilidad de las comunida-

des biológicas y humanas del departamento.

Para lograr la descripción de las áreas protegidas se llevó a cabo la recopilación de fuentes de información secundarias, como el Plan de Biodiversidad del departamento, documentos de declaratorias, planes de manejo de las áreas protegidas, documentos de la "Mesa subregional de áreas protegidas del piedemonte costero" del departamento de Nariño e informes de proyectos. A su vez, se consultaron artículos y publicaciones científicas y el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP). Posterior a su consulta, se elaboraron las descripciones de cada área protegida con el fin ofrecer información relevante y lo más actualizada posible.

Por otra parte, el análisis de representatividad ecosistémica permitió definir cuáles ecosistemas están siendo representados tanto en el contexto departamental como en el nacional. De esta manera se establecieron los ecosistemas que son prioritarios en ambos niveles para la creación de nuevas áreas, favoreciendo la resiliencia ante condiciones de clima cambiante. Para la evaluación de la representatividad fueron seleccionadas las áreas protegidas presentes en el RUNAP (2013). Posteriormente, se seleccionaron todos los ecosistemas naturales (Ideam, 2007) determinando el área y el porcentaje de los mismos, tanto en Nariño como en cada área protegida. Con base en esta información, se identificaron los ecosistemas y su proporción en el sistema departamental. Posteriormente, se determinaron las prioridades para la conservación según los porcentajes de representatividad departamental.

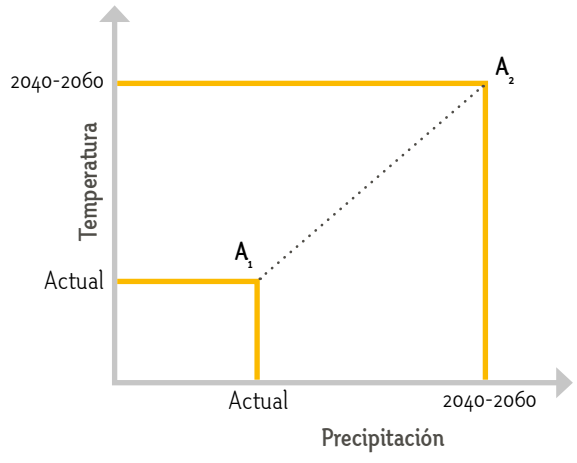
Para establecer una relación entre las necesidades de conservación de acuerdo con su nivel de representatividad y la influencia del cambio climático, se llevó a cabo un análisis estadístico entre las condiciones de clima actual para cada ecosistema y su cambio esperado con respecto al periodo 2040-2060. Este análisis estadístico se hizo tomando en cuenta la temperatura y la precipitación, comparando las relaciones actuales y futuras de estas dos variables para cada ecosistema.

De esta forma, sobre el plano cartesiano, tomando la precipitación en el eje X y la temperatura en el eje Y, se midió la diferencia existente entre A_1 y A_2 (Figura 3), y se obtuvo la trayectoria de cambio de precipitación-temperatura para cada uno de los ecosistemas.[13]

Finalmente, se comparó cada uno de los ecosistemas considerando la trayectoria de cambio clasificada en Alto y Bajo, tomando como umbral la media y se comparó con el índice de representatividad, clasificado también en dos categorías: Alto por encima de 17% y Bajo para porcentajes inferiores a este valor. Así, fue posible relacionar los ecosistemas, sus niveles de representatividad y sus cambios esperados con respecto a las variables climáticas. Con base en esta comparación se establecieron prioridades de conservación y adaptación en aquellos ecosistemas que presentaron baja representatividad y alta trayectoria de cambio en sus variables climáticas. De igual manera, se estableció baja prioridad a aquellos ecosistemas con alta representatividad y baja trayectoria de cambio.

13. La ecuación utilizada para su obtención se explica en el Anexo Estudios Técnicos en el CD adjunto.

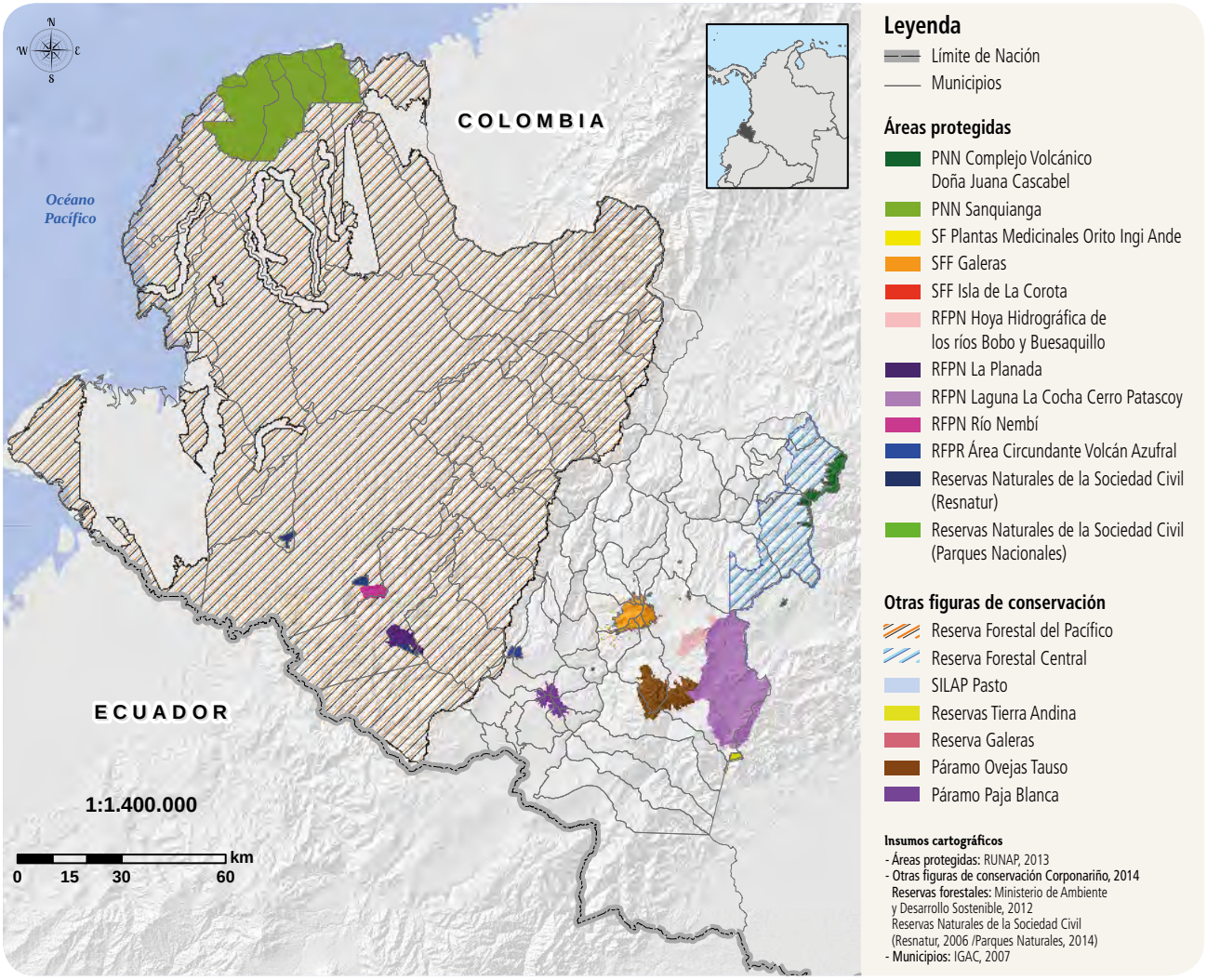
Figura 3. Trayectoria de cambio para variables climáticas en ecosistemas



Descripción de las áreas protegidas

En el departamento de Nariño se registran diversas figuras de conservación que han sido reconocidas a nivel nacional, departamental y municipal, que cuentan con información de base (Mapa 23) (Tabla 4). Sin embargo, existen otros procesos de conservación adelantados por los municipios y la comunidad que no tienen línea base, los cuales son mencionados en las Determinantes Ambientales para el Ordenamiento Ambiental de Corponariño (2010) y en el Plan de Acción en Biodiversidad del departamento de Nariño (2007), cuyo proceso de registro en el RUNAP es necesario impulsar. A su vez, se requiere llevar a cabo la gestión de la información correspondiente a estas figuras de conservación.

Mapa 23. Áreas protegidas y figuras de conservación del departamento de Nariño



Fuente: WWF-Colombia (2013).

Tabla 4. Áreas protegidas del departamento de Nariño registradas en el RUNAP

Categoría	Nombre del área protegida	Área en el departamento de Nariño (ha)	Porcentaje de área en el departamento de Nariño
PNN	Sanquianga	80.000	100
PNN	Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel	21.126,90	32,10
SF	Plantas Medicinales Orito Ingi Ande	886,84	8,69
SFF	Galeras	7.615	100
SFF	Isla La Corota	8	100
RFPN	Laguna La Cocha Cerro Patascoy	23.407	100
RFPN	Río Bobo y Buesaquillo	4.709	100
RFPN	Cuenca Alta del Río Nembí	2.484	100
RFPN	La Planada	1.667	100
RFPR	Área Circundante Volcán Azufral	1.288	100
RNSC	El Rincón y Páramo	21,03	100
RNSC	Guayacanes del Llano Verde	22	100
RNSC	Pueblo Viejo	275	100
RNSC	Pullitopamba	20	100
RNSC	Oso Villanueva	15,4	100

Fuente: RUNAP, 2014.

Adicionalmente, Nariño cuenta con procesos locales de conservación bien fundamentados, como las Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC), los cuales constituyen estrategias complementarias que contribuyen a la preservación de los ecosistemas naturales. Las RNSC se han consolidado en las zonas con función amortiguadora del Santuario de Flora y Fauna Galeras, con el apoyo de Parques Nacionales Naturales de Colombia, Tierra Andina y Resnatur y alrededor de la Laguna de La Cocha, con el apoyo de la Asociación para el Desarrollo Campesino (ADC) y Prohumedales. Es así como se tiene la Red de Reservas Naturales "José Gabriel" de La Cocha y la Red de Reservas de la Sociedad Civil Urcunina. Igualmente, en la actualidad Parques Nacionales se encuentra impulsando el proceso de constitución de RNSC en el área de influencia del PNN Complejo Volcánico Doña Juana Cascabel.

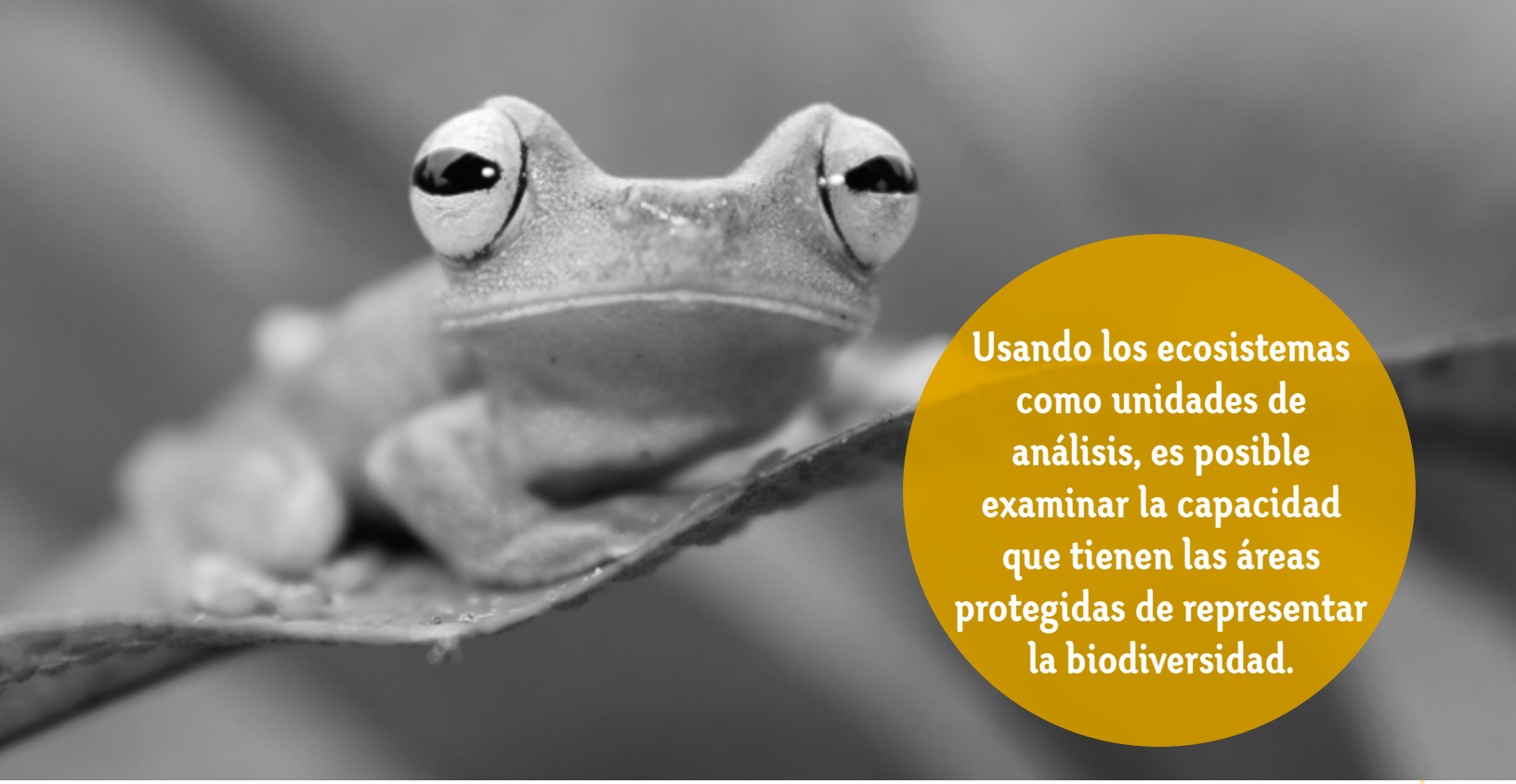
Estos procesos[14] también se han articulado al proceso participativo que adelantan desde 2013, Parques Nacionales y Corponariño, para consolidar así el Sistema de Áreas Protegidas del departamento. Además, otros procesos de declaratoria de áreas protegidas o estudios con el mismo propósito se están llevando a cabo para las siguientes áreas: el páramo Paja Blanca, el volcán Azufral, el páramo Ovejas Tauso, el cerro Chimayoy y el enclave subxerofítico del Patía.[15]

Representatividad ecosistémica en el departamento

La representatividad ecosistémica es la medida con la cual se estima porcentualmente la biodiversidad contenida en el sistema de áreas protegidas. Dada la complejidad de escalas en las que se organiza la diversidad biológica, una de las estrategias reconocidas en la literatura para el diseño y evaluación de los sistemas de áreas protegidas, es la selección de unidades de análisis que representan la diversidad de una región (Margules & Pressey, 2000; Howard *et al.*, 1998). Usando los ecosistemas como unidades de análisis, es posible examinar la capacidad que tienen las áreas protegidas de representar equitativa y exhaustivamente la biodiversidad

14. Al igual que la iniciativa ampliamente fundamentada de conformación del Sistema Regional de Áreas Protegidas del Piedemonte Costero de Nariño, 2008.

15. Para mayor información ver el Anexo Estudios Técnicos en el CD adjunto.



Usando los ecosistemas como unidades de análisis, es posible examinar la capacidad que tienen las áreas protegidas de representar la biodiversidad.

propia de una región (McKenzie *et al.*, 1989; Margules & Pressey, 2000), asumiendo que la conservación de ecosistemas posibilita la conservación de las especies que contienen" (Arango, 2003).

Para este estudio se tomó como umbral de representatividad mínima el establecido por el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi, que definen para 2020 al menos 17% de las zonas terrestres y de aguas continentales, así como 10% de las zonas marinas y costeras, especialmente aquellas de particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas que se conservan por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados, y otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas integradas en los paisajes terrestres y marinos más amplios (CBD, 2010).

Partiendo de este umbral, se llevaron a cabo los análisis respectivos, observando cuáles son aquellos ecosistemas poco representados a nivel nacional presentes en el departamento de Nariño a partir de los estudios realizados por Parques Nacionales Naturales de Colombia durante el año 2008, la representatividad regional considerando el mapa de ecosistemas de Ideam del año 2007 y las áreas protegidas registradas ante el RUNAP (consultadas en 2014).

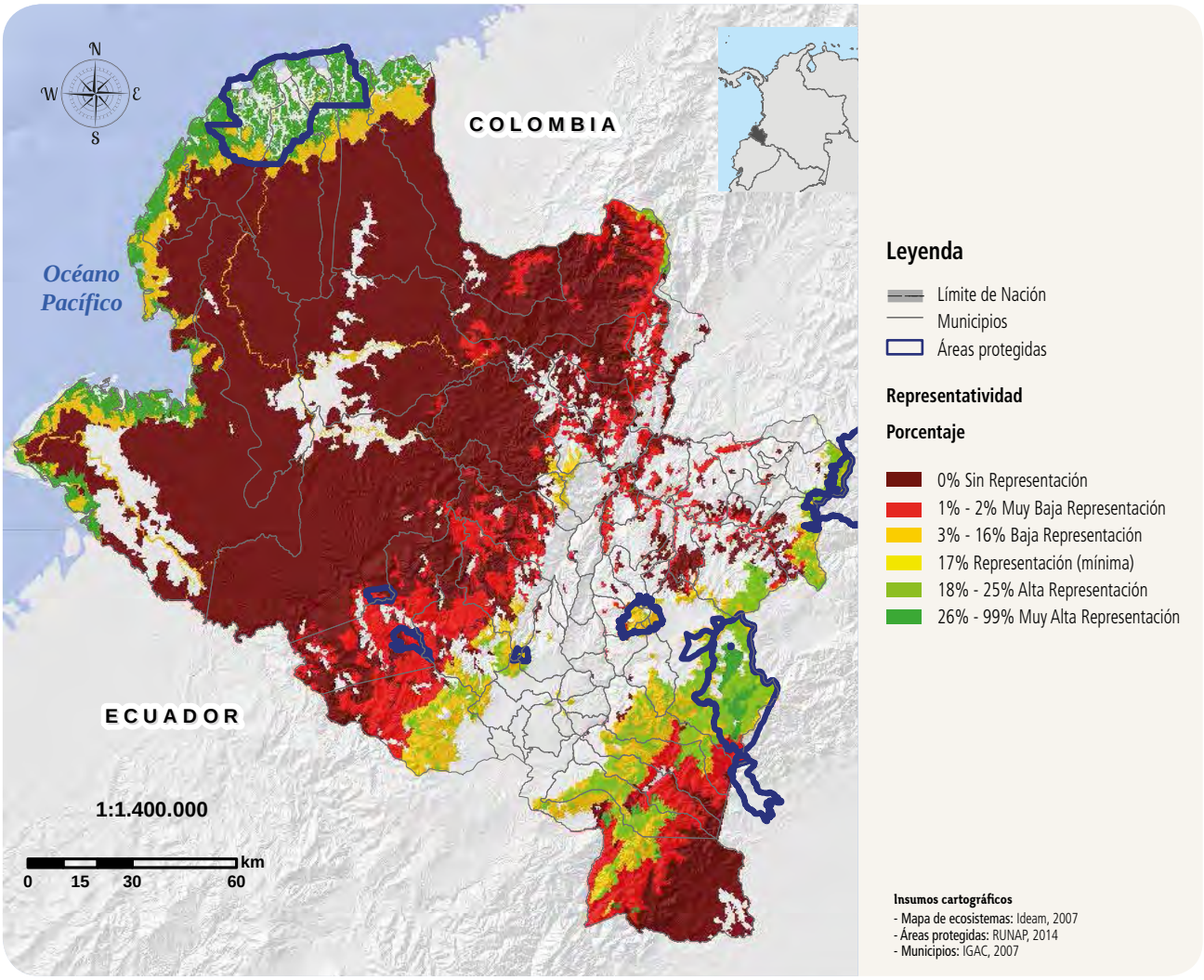
Representatividad nacional

Teniendo en cuenta este análisis se identificaron los ecosistemas que presentan mayor urgencia de ser representados por los sistemas de áreas protegidas. A nivel nacional, los ecosistemas sin ningún tipo de representación para el departamento de Nariño son: las aguas continentales naturales, los arbustales, los bosques naturales y la vegetación secundaria del orobioma azonal Valle del Patía. Complementariamente, se identifican como ecosistemas con baja representación (1%-10%) los bosques naturales del halobioma Pacífico, las aguas continentales naturales del helobioma Amazonía-Orinoquía, las aguas continentales naturales del helobioma Pacífico-Atrato, las aguas continentales naturales del orobioma Alto Andes, las aguas continentales naturales del orobioma Medio Andes y los bosques naturales del halobioma Pacífico.

Representatividad regional

Restringiendo el análisis a los ecosistemas naturales presentes en el departamento de Nariño y teniendo en cuenta solo las áreas protegidas registradas en el RUNAP (2014), se procedió a identificar vacíos de conservación del sistema regional para orientar la creación de áreas protegidas, así como el fortalecimiento de procesos de declaratoria e iniciativas complementarias que contribuyan a la conectividad natural y la resiliencia de los ecosistemas (ver Mapa 24 y Tabla 5).

Mapa 24. Representatividad regional de ecosistemas



Fuente: Ideam *et al.*, 2007.

Al agrupar los diferentes ecosistemas, en categorías más amplias o biomas (Tabla 5), se observa que los ecosistemas pertenecientes al zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato constituyen la unidad con mayor número de hectáreas (567.443 ha) sin ningún tipo de representación a nivel regional, seguido del orobioma bajo de los Andes (454.706 ha) y el helobioma Pacífico y Atrato, con 386.951 ha.

Tabla 5. Ecosistemas naturales sin representación (entre 0% y 1%)

Ecosistemas naturales	Área (ha)
Aguas continentales naturales del helobioma Amazonía y Orinoquía	1,85
Aguas continentales naturales del helobioma Pacífico y Atrato	3.413,33
Aguas continentales naturales del orobioma azonal del Valle del Patía	111,53
Aguas continentales naturales del orobioma bajo de los Andes	131,45
Arbustales del orobioma azonal del Valle del Patía	622,49
Arbustales del orobioma bajo de los Andes	330,82
Bosques naturales del helobioma Amazonía y Orinoquía	120,63
Bosques naturales del helobioma Pacífico y Atrato	225.861,44
Bosques naturales del orobioma azonal del Valle del Patía	1.344,86
Bosques naturales del orobioma bajo de los Andes	454.243,26
Bosques naturales del zonobioma húmedo tropical de la Amazonía y Orinoquía	20.669,01
Bosques naturales del zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato	409.116,27
Hidrofitia continental del helobioma Pacífico y Atrato	6.725,08
Hidrofitia continental del zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato	5.980,53
Vegetación secundaria del halobioma del Pacífico	25.893,28
Vegetación secundaria del helobioma Pacífico y Atrato	150.951,66
Vegetación secundaria del orobioma azonal del Valle del Patía	18.865,86
Vegetación secundaria del orobioma medio de los Andes	61.123,09
Vegetación secundaria del zonobioma húmedo tropical de la Amazonía y Orinoquía	1.799,26
Vegetación secundaria del zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato	152.346,07
Total	**1.539.652**

A continuación se identifican aquellos ecosistemas naturales con una representatividad inferior al umbral del 17% (Meta de CDB, 2010) (Tabla 6).

Tabla 6. Ecosistemas naturales con baja representación (entre el 1% y 17%)

Ecosistemas naturales	Área (ha)
Bosques naturales del halobioma del Pacífico	76,189
Bosques naturales del orobioma alto de los Andes	55,239
Bosques naturales del orobioma medio de los Andes	188,840
Herbazales del orobioma alto de los Andes	70,892
Lagunas costeras del halobioma del Pacífico	2,870
Lagunas costeras del helobioma Pacífico y Atrato	16,496
Vegetación secundaria del orobioma alto de los Andes	16,576
Vegetación secundaria del orobioma bajo de los Andes	124,978
Total	**552,08**

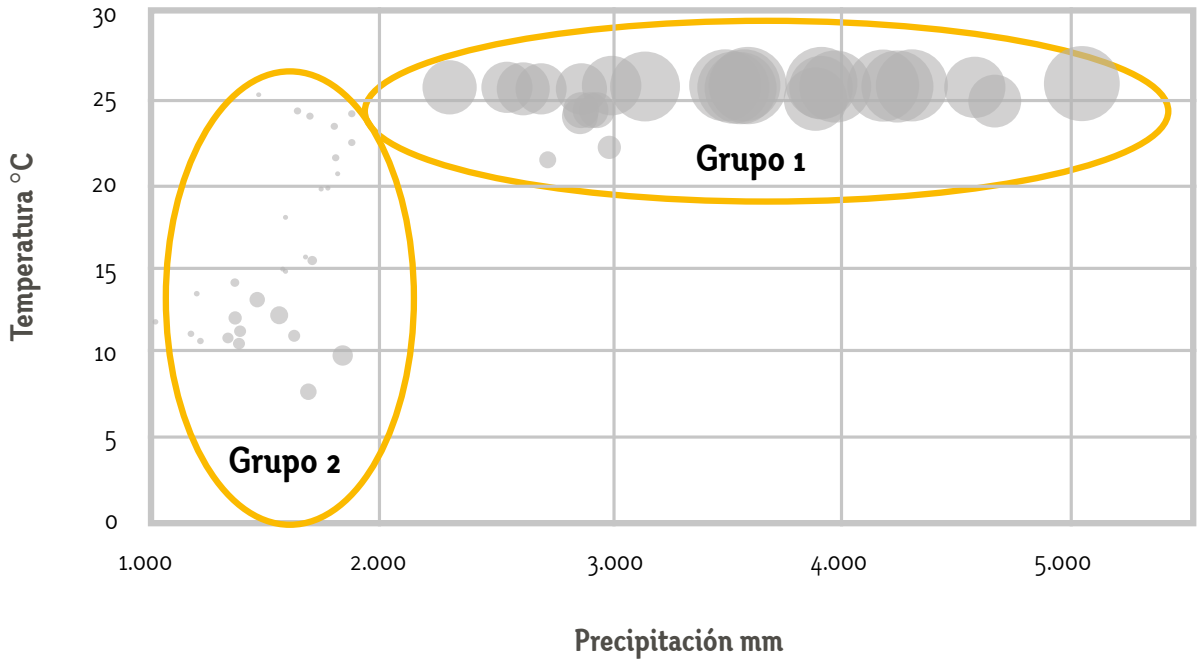
Los análisis de representatividad y vacíos de conservación determinan la importancia de declarar áreas protegidas en zonas con poca o nula representación, como son los ecosistemas presentes en el zonobioma húmedo tropical del Pacífico y Atrato, el orobioma bajo de los Andes, el helobioma Pacífico y Atrato y el orobioma azonal Valle del Patía. De igual forma, sugieren la implementación e integración de otras estrategias de conservación que promuevan la conectividad, como corredores biológicos, aislamientos de rondas hídricas e incluso cercas vivas, entre otros procesos orientados al ordenamiento sostenible del territorio (la diversificación de parcelas agroforestales e implementación de proyectos silvopastoriles si es el caso) en los orobiomas medios y altos de los Andes, donde además de baja representatividad se observan altos niveles de transformación. Lo anterior con el fin de devolver parte de la función y estructura de los ecosistemas allí presentes o generar arreglos similares que proporcionen servicios como la regulación hídrica y el establecimiento de barreras naturales ante condiciones de clima cambiante, entre otros.

Cambios futuros de variables climáticas en ecosistemas y su relación con su nivel de representatividad

La Figura 4 muestra (en círculos) la magnitud de la trayectoria de cambio de precipitación-temperatura entre las condiciones actuales y el periodo 2040-2060. De esta manera, los círculos grandes representan un mayor cambio y los círculos pequeños una trayectoria más pequeña. Con base en esto, es posible observar dos grandes grupos de ecosistemas: aquellos con una pluviosidad promedio mayor a 2.500 mm/año y una temperatura promedio anual mayor a 22 °C, que poseen una trayectoria de cambio mayor con respecto a las condiciones esperadas para el periodo 2040-2060 y un segundo grupo con una pluviosidad menor a 2.500 mm/año y una temperatura por debajo de los 20 °C, que tienen las menores trayectorias de cambio (Figura 4).

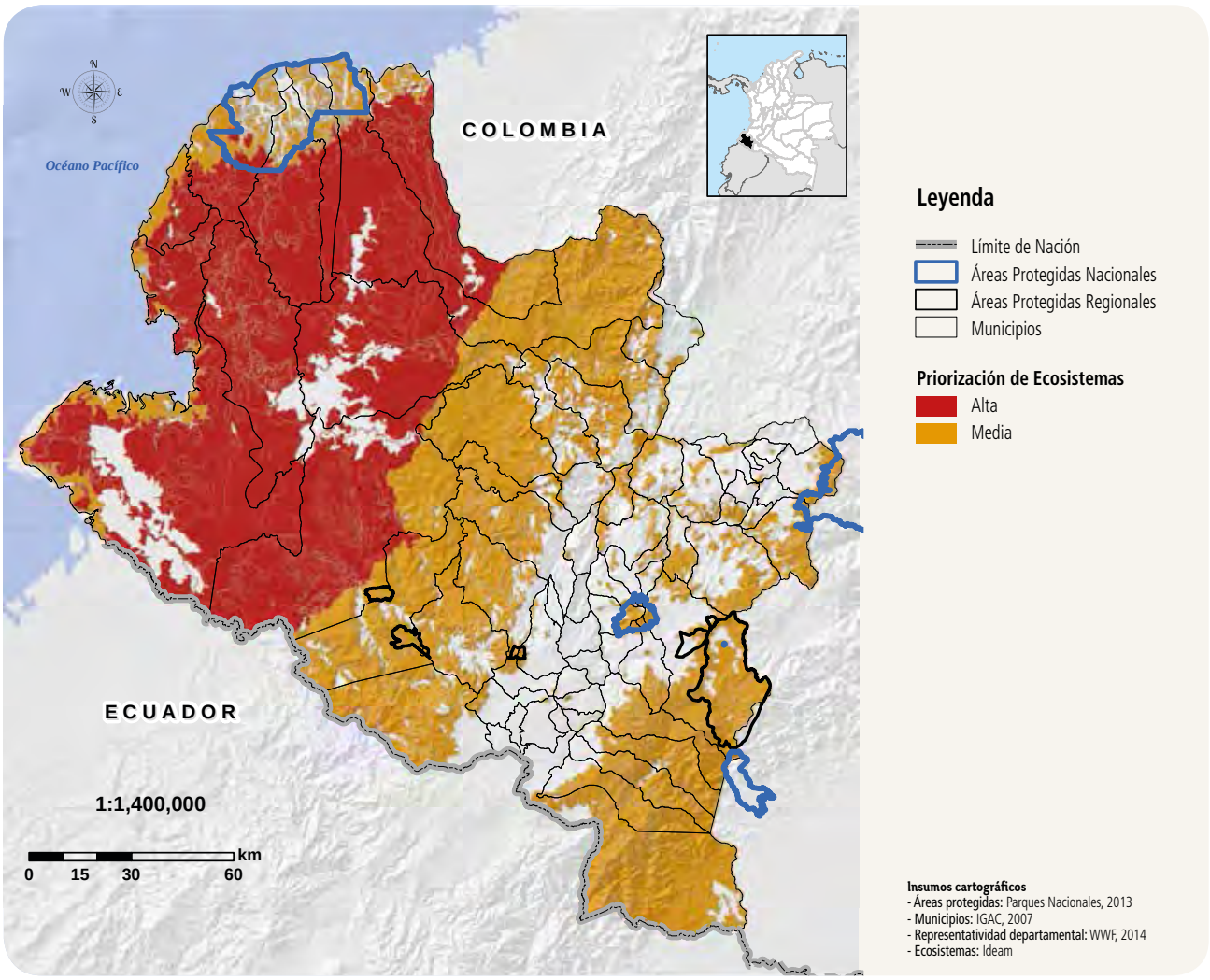
En otras palabras, de acuerdo con este análisis, los ecosistemas andinos y altoandinos presentarán menores cambios relacionando precipitación-temperatura en el periodo 2040-2060, y los ecosistemas de tierras bajas ubicados en la planicie y parte del piedemonte del Pacífico presentarán mayores cambios en sus variables de clima.

Figura 4. Agrupación de trayectorias de cambio de variables climáticas por ecosistemas representativos



Al comparar estos resultados con los índices de representatividad se obtuvo el Mapa 25. Los ecosistemas con baja representatividad y baja trayectoria de cambio entre las variables climáticas (representados en colores claros) indican que su prioridad es media a la luz del cambio climático; sin embargo, dada su baja representatividad es necesario avanzar en la declaración de figuras de conservación con miras a cumplir las Metas de Aichi de representatividad en sistemas de áreas protegidas.

Mapa 25. Priorización de ecosistemas de acuerdo con el análisis de cambios futuros de variables climáticas en ecosistemas y su relación con su nivel de representatividad



Fuente: WWF-Colombia (2013).

El color naranja representa ecosistemas con alta representatividad y altos valores de cambio en sus variables climáticas a futuro, priorizados como medio, ya que aunque sus valores de representatividad superan el 17%, es necesario consolidar procesos locales que aumenten la resiliencia y mejoren su integridad ecológica, para así mejorar las condiciones actuales y las respuestas a los cambios venideros en las variables climáticas.

Por otro lado, el color rojo representa aquellos ecosistemas con altas trayectorias de cambio en las variables climáticas y bajos índices de representatividad, priorizados en este estudio como alto, con el fin de llevar a cabo acciones de declaración de nuevas figuras de conservación y mejorar su resiliencia.

Municipios con una mayor afectación histórica asociada a la materialización de riesgos climáticos

Las diversas manifestaciones del clima (temperatura y precipitación) han tenido históricamente una importante incidencia en el establecimiento de las diferentes opciones de planeación y usos del territorio, así como en el desarrollo socioeconómico del país. Desde una perspectiva de impactos relacionados con el clima, es generalmente aceptado para Colombia que existe una creciente exposición a la variabilidad climática (por ejemplo Niño 1992, o Niña 2010-2011), y que además hay indicios del cambio climático.[16] Esto ha derivado además en el consenso de que "adaptarse a los inminentes impactos de este fenómeno es un aspecto urgente para tener en cuenta en los procesos de desarrollo, de la misma manera como se debe abogar por aminorar sus causas" (DNP, 2012). Lo anterior implica que para el país, en general, y sus regiones, en particular, sea de vital importancia generar la capacidad de entender las amenazas que denotan los cambios en el clima, evaluar sus consecuencias sobre los distintos elementos y funciones que lo componen y comprender los mecanismos de adaptación tanto para la reducción de la vulnerabilidad como para la gestión de los impactos y consecuencias sobre los territorios, sus ecosistemas y economías.

Como respuesta a esta problemática, WWF viene trabajando con sus socios en Colombia[17] en formular dos tipos de protocolos[18] integrados, para desarrollar: (i) análisis de riesgos climáticos y (ii) análisis de capacidad de adaptación. Dichos protocolos apuntan directamente a manejar la incertidumbre relacionada con los riesgos climáticos, y abordar proactivamente la adaptación, de manera tal que se consolide un marco conceptual para la adaptación al cambio global (no solamente climático) y se establezcan las primeras versiones de los lineamientos que se deberán seguir durante el proceso de formulación de planes sectoriales y territoriales de adaptación.

A pesar de que muchas técnicas de modelación/predicción aún no pueden anticipar concretamente los cambios esperados en el clima a nivel nacional, y que la incertidumbre es evidente cuando se intenta abordar lo local, el trabajo de los protocolos es buscar tendencias de coincidencia alrededor de las amenazas y presiones en un territorio, mediante el análisis de los lugares donde se encuentran los sistemas expuestos y el desarrollo de métricas sencillas de riesgos, las cuales se presentan como índices en la siguiente sección.

16. Ver Primera y Segunda Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de Cambio Climático.

17. Principalmente la Unidad de Parques Nacionales, Carder y Corponariño.

18. Metodología ARCA (Análisis Rápido de Riesgos Climáticos y Capacidad de Adaptación) desarrollada por WWF-Colombia.

El departamento de Nariño no ha sido ajeno a la materialización de daños y pérdidas ocasionadas o detonadas por fenómenos de origen hidrometeorológico u oceanográfico. El conocimiento y análisis de estos permitirán reconocer los eventos más recurrentes y de mayor impacto, aspectos que facilitarán la identificación de medidas de adaptación. Para obtener las cifras de daños y pérdidas ocasionadas por fenómenos de origen hidrometeorológico y oceanográfico en el departamento, se tomaron como fuentes principales la base de datos de la Unidad para la Gestión del Riesgo de Desastres de la Presidencia de la República[19] y el Sistema de Inventario de Desastres[20] (DesInventar), entre 1900 y abril de 2014. De forma complementaria se llevaron a cabo ejercicios de percepción con actores locales para la validación de la información y se consultaron fuentes secundarias para obtener información acerca de los daños y pérdidas producidos durante la ola invernal 2010-2011.

Análisis realizado a partir de la base de datos de la Unidad para la Gestión del Riesgo de Desastres de la Presidencia de la República

Teniendo en cuenta una muestra de 954 eventos desde 1930 hasta 2014, se evidenciaron los siguientes (Tabla 7):

Tabla 7. Eventos reportados en la Unidad para la Gestión del Riesgo, para el departamento de Nariño. Los resaltados en color ocre representan aquellos que pueden estar más relacionados con condiciones hidrometeorológicas y oceanográficas.

Evento	Valor	%
Accidentes	2	0,2
Accidente aéreo	1	0,1
Accidente de tránsito	1	0,1
Antrópico	1	0,1
Avalancha	7	0,7
Colapso	5	0,5
Contaminación	4	0,4
Deslizamiento	491	51,4
Erosión	3	0,3
Erupción	25	2,6
Explosión	5	0,5
Incendio estructural	31	3,2
Incendio forestal	26	2,7
Inundación	303	31,7
Mar de leva	1	0,1
Marejadas	5	0,5
Naufragio	1	0,1
Sequía	9	0,9
Sismo	6	0,6
Tormenta	2	0,2
Varios	3	0,3
Vendavales	22	2,3
	954	100,00

Fuente: Unidad para la Gestión del Riesgo de Desastres de la Presidencia de la República (www.sigpad.gov.co o www.gestiondelriesgo.ogov.co)

19. www.sigpad.gov.co o www.gestiondelriesgo.gov.co

20. Disaster Management Information System (DMIS).

De forma adicional se evidenció que:

- Los deslizamientos son los que generan más muertos y heridos (45% y 37,5% respectivamente).
- Los deslizamientos, seguidos de las inundaciones, son los eventos que más desaparecidos dejan (57% y 37% respectivamente).
- Las inundaciones y los deslizamientos son los eventos que más afectan personas (54% y 28% respectivamente) y familias afectadas (60% y 27% respectivamente).
- En viviendas destruidas, siguen siendo estos dos eventos los que más pérdidas generan (deslizamiento 53,5% e inundación 27%).
- Las vías son más afectadas por deslizamientos (90% de las veces).
- Son afectados por deslizamientos e inundaciones, respectivamente: puentes vehiculares (78% y 12%), puentes peatonales (58% y 41%), acueductos (78% y 19%), alcantarillado (76% y 24%), centros de salud (59% y 40%) y centros educativos (70% y 16%).

De acuerdo con el comportamiento de los eventos por municipio, es importante resaltar los siguientes aspectos:

- Pasto es el municipio que más eventos reporta, seguido de Tumaco y Barbacoas.

Análisis del Sistema de Inventario de Desastres (DesInventar)

Del análisis de la base de datos de DesInventar se obtiene el número de eventos en el departamento de Nariño y su correspondiente porcentaje (Tabla 8) lo mismo que el cruce de eventos por municipio (Tabla 9).

- **Tabla 8.** Eventos en la base de datos de DesInventar, para el departamento de Nariño

Evento	Cantidad	%
Sequía	21	1,40
Erosión	1	0,07
Inundación	405	27,04
Incendio forestal	37	2,47
Granizada	1	0,07
Lluvias	38	2,54
Avalancha	28	1,87
Tormenta	3	0,20
Fuertes vientos	37	2,47
Oleada	37	2,47
Deslizamiento	647	43,19

Fuente: DesInventar (2014).

Tabla 9. Eventos por municipio

Municipio	Sequía	Erosión	Inundación	Incendio forestal	Helada	Granizada	Ola de calor	Deslizamientos	Lluvia	Avalancha	Tormenta	Fuerte viento	Oleada
Albán			4					15					
Aldana								1					
Ancuyá			4					12	2	2			
Arboleda			8	2				20	1				
Barbacoas			33					17	1	2			
Belén			3					11	1	1			
Buesaco			7	1				18					
Chachagüí			1					10	1			1	
Colón			4					6					
Consacá			8	2				5	1	1		1	
Contadero			6					6		1			
Córdoba			3					4					
Cuaspad								4					
Cumbal			1		1			3					
Cumbitara			5	1				11		2		2	
El Charco			14					1				2	6
El Peñol			2	1				8					
El Rosario	2		3	1				5	1			1	
El Tablón de Gómez	1		3					14					
El Tambo	1		8					14		1			
Francisco Pizarro			6									2	1
Funes			3					13		1			
Guachucal			2		2			2					

Municipio	Sequía	Erosión	Inundación	Incendio forestal	Helada	Granizada	Ola de calor	Deslizamientos	Lluvia	Avalancha	Tormenta	Fuerte viento	Oleada
Guaitarilla			4							1			
Gualmatán			2		1			4	1				
Iles			2					9					
Imués			2					6					
Ipiales			7	1	2	1		27	3	1			
La Cruz			4					18	2	1			
La Florida			3	2				5				1	
La Llanada			2					6					
La Tola			5									3	
La Unión	1		5	2				25	1			1	
Leiva	1		5	1				13	1				
Linares			5	1				10				1	
Los Andes			10	1				14					
Magüí			15					3	1			2	
Mallama			4					7		2			
Mosquera			8						1			4	3
Nariño			1					2					
Olaya Herrera		1	22					1		1		4	2
Ospina			2					4					
Pasto	3		63	8	1		1	102	10	4	1		
Policarpa	3		3					11		1			
Potosí			1		1			11					
Providencia			1					4					

Municipio	Sequía	Erosión	Inundación	Incendio forestal	Helada	Granizada	Ola de calor	Deslizamientos	Lluvia	Avalancha	Tormenta	Fuerte viento	Oleada
Puerres								4					
Pupiales					2			2				1	
Ricaurte			2					17		1		1	
Roberto Payán			14					1				1	
Samaniego			2	2				16	1	1	1		
S. A. de Tumaco			35					13	1	1	1	4	24
San Bernardo			4	1				5	1	1			
San Lorenzo	3		1	1				12	1			1	
San Pablo			5					16	1			1	
S. P. de Cartago	1		5	1				5					
Sandoná			8	4				17	2	2		1	
Santa Bárbara			8					1				1	1
Santa Cruz			1					6				1	
Sapuyes			3					6					
Taminango	5		3	1			1	13	1				
Tangua			5					9		1			
Túquerres			3	3	2			14	1				
Yacuanquer			2					8	1				
Total	**21**	**1**	**405**	**37**	**12**	**1**	**2**	**647**	**38**	**29**	**3**	**37**	**37**

Fuente: DesInventar (2014).

Pasto es el municipio con más eventos reportados.

Resultados de afectaciones durante ola invernal 2010-2011

Cepal (2012) documentó los daños y pérdidas sufridos por el Departamento de Nariño durante la ola invernal de 2010-2011 (Tabla 10).

Tabla 10. Daños y pérdidas durante la ola invernal 2010-2011 en el departamento de Nariño

Tipo de daño o pérdida	Cantidad
Registro afectados para el departamento	
Número total de personas afectadas	176.163
Número total de hogares afectados	47.438
Número total de viviendas afectadas	29.776
Hogares afectados por tipo de evento	
Hogares afectados por inundación	18.480
Hogares afectados por deslizamiento	10.996
Hogares afectados por vendaval	1.194
Hogares afectados por avalancha	1.190
Viviendas afectadas y costo de reparación urbano	
Viviendas a reparar	5.160
Viviendas a reparar (costo*)	$ 10.320
Viviendas a reconstruir	766
Viviendas a reconstruir (costo*)	$ 24.512
Viviendas afectadas y costo de reparación rural	
Viviendas a reparar	18.320
Viviendas a reparar (costo*)	$ 36.640
Viviendas a reconstruir	5.241
Viviendas a reconstruir (costo*)	$ 114.778
Resumen de daños sector agua y saneamiento (costo*)	
Estimación de daños en sector agua	$ 6.161
Estimación de daños en sector saneamiento	$ 35
Estimación de daños en sector residuos	-
Resumen de daños sector educativo	
Sedes afectadas	55
Sedes a diagnosticar	64
Número de alumnos afectados	7.840

* Costos estimados en millones de pesos.

Tipo de daño o pérdida	Cantidad
Puntos de atención IPS afectados	
Hospital local	4
Centro de salud con camas	1
Centro de salud	5
Puesto de salud	77
Total puntos de atención afectados	87
Consolidado daños en el sector transporte (costo*)	
Vial	$ 117.690
Férreo	-
Aéreo	$ 1.040
Fluvial	-
Puertos	-
Total	$ 118.730
Consolidado daños en el sector energético (costo*)	
Generación	
Electricidad	$ 1.189
Gas	-
Biocombustibles	
Total	$ 1.189
Estimación de daños de la infraestructura agropecuaria construida en fincas	
Área total construida (m^2)	154.980
Área total afectada (m^2)	20
Nivel de afectación (%)	0,01
Valor de la infraestructura afectada (costo*)	$ 825
Costos en las medidas de mitigación identificadas en relación con los impactos por ola invernal*	
Conducción de flujos	$ 314
Control de erosión	
Control y retención de sedimentos	
Estabilización de cauces	
Manejo de residuos peligrosos	
Total	$ 314
Resumen de las pérdidas	
Agropecuarias	22.064
Infraestructura	12.656
Minería, industria y turismo	
Sociales	
Total	34.720

* Costos estimados en millones de pesos.

Fuente: RUD citado por Cepal (2012).

Teniendo en cuenta la información anterior, los datos del estudio de la Cepal contrastan ampliamente con otros informes, los cuales indican que la afectación de la temporada invernal fue la siguiente:

- "El 94% de los municipios informaron afectación a viviendas en diferentes magnitudes, es importante anotar que la mayoría de ellos estuvieron asociados a procesos de remoción en masa en los taludes de las vías de carácter municipal, departamental y nacional y otras con inundaciones generadas por la insuficiente capacidad hidráulica de los sistemas de alcantarillado de las cabeceras y centros poblados".
- Se presentaron inundaciones en 13 municipios del departamento que afectaron a 11.135 familias.
- En 48 municipios del departamento se presentaron eventos por procesos de remoción en masa (tipo deslizamiento), afectando a 10.311 familias y vías del orden municipal, departamental y nacional (Corponariño, 2011).

También se consideró el informe de la Defensoría del Pueblo (2011), que indica, complementando los datos anteriores, que en la zona Andina "en el periodo 2010-2011, a causa de la alta temporada invernal, se registraron 917 deslizamientos y 41 avalanchas que afectaron prin-

cipalmente los departamentos de la zona Andina, como Nariño, Cundinamarca y Boyacá".

En conclusión, en los últimos 114 años el departamento de Nariño ha sido escenario de la manifestación de numerosos eventos de origen hidrometeorológico y oceanográfico, los cuales han ocasionado importantes daños y pérdidas en sus municipios, cuyas diferencias ya se han presentado anteriormente. Al analizar las cifras calculadas para los años 2010 y 2011, durante la ola invernal, se evidencia el considerable impacto de la manifestación de un evento de variabilidad climática sobre un territorio que en términos generales no se encontraba adaptado para ello.

En relación con las fuentes consultadas, es importante resaltar que los ejercicios de percepción y la información registrada por otras instituciones como la Gobernación de Nariño (información por publicar), revelan que existen aún más registros por cada tipo de evento y para cada municipio, lo cual indica que muchos de los daños y pérdidas producidos en el departamento a causa de eventos de origen hidrometeorológico y oceanográfico no son registrados o no han sido actualizados en las bases de datos como la Unidad para la Gestión del Riesgo de Desastres de la Presidencia de la República y DesInventar.

Teniendo en cuenta que se espera un aumento en la intensidad y frecuencia de la manifestación de dichos eventos, es necesario diseñar e implementar medidas de adaptación que permitan enfrentar los cambios esperados lo antes posible. Los lineamientos y medidas para la puesta en marcha de un proceso de adaptación en el departamento se muestran en las siguientes secciones.

Desde hace 144 años en el departamento de Nariño se tiene registro de numerosos eventos climáticos que generan importantes daños y pérdidas en sus municipios.

Índices de riesgo, adaptación y vulnerabilidad climática

Como se ha indicado a través del PTAC, el departamento de Nariño tiene una predisposición para sufrir consecuencias adversas por la materialización de riesgos climáticos. Dichas consecuencias dependen no solo de la ocurrencia de eventos climáticos u oceanográficos potencialmente peligrosos, sino de su combinación con los distintos procesos sociales, ambientales y económicos de la región, lo cual da como resultado la construcción del riesgo climático.

Los índices e indicadores para el PTAC buscan dimensionar la exposición, sensibilidad, riesgo y capacidad de adaptación climática.

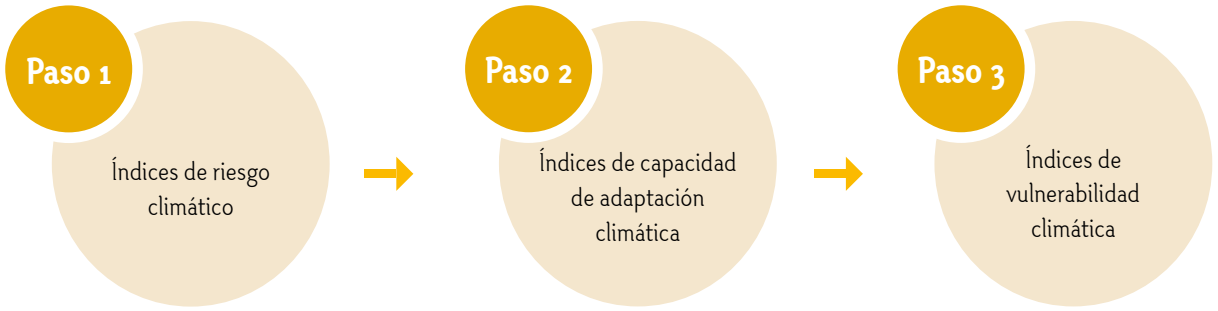
En este contexto, se han propuesto dentro del PTAC dos procesos para el análisis integrado de la información producto de los estudios técnicos: (i) la evaluación del riesgo climático, y (ii) la evaluación de la capacidad de adaptación climática del departamento. Estos dos pasos se consideran ineludibles para el reconocimiento por parte de los diversos actores sociales y los órganos de decisión responsables de la gestión. Es decir, en el PTAC se evidencia un esfuerzo por hacer manifiestos los riesgos climáticos, y un apoyo a sus lineamientos técnicos. Lo anterior, además de contribuir a determinar las prioridades de intervención, permitirá medir la efectividad y la eficiencia de las acciones contempladas en el Plan.

Sistema de índices del PTAC

En esta sección se describe un sistema de índices e indicadores para el PTAC, que buscan dimensionar la exposición, la sensibilidad, el riesgo y la capacidad de adaptación climáticos. Para ello se usan índices relativos a escala municipal, los cuales facilitan a los tomadores de decisiones el acceso a información relevante que les permita identificar y proponer acciones efectivas de adaptación climática, considerando aspectos ambientales, económicos, sociales, institucionales y técnicos. Este sistema de indicadores es útil para representar el riesgo climático, su gestión y la adaptación a escala municipal, lo cual favorece la identificación de los aspectos esenciales que lo caracterizan desde una perspectiva socioambiental.

Para que sea de fácil utilización, la formulación del sistema de índices del PTAC está basada en un número pequeño de indicadores factibles que reflejan aspectos relevantes y orientadores del tipo de acción que se debe llevar a cabo por los tomadores de decisiones. Esto implica, en general, que es necesario identificar variables inevitablemente agregadas o promedio. La meta de los estudios técnicos del PTAC ha sido entonces depurar y aplicar una metodología que capturando diferentes aspectos (ambientales, económicos y sociales) permita realizar un análisis de la situación de riesgo climático y de capacidad de adaptación a dichos riesgos en cada municipio. Esto da como resultado un sistema de índices expresados en términos relativos y comparativos (Figura 5).

Figura 5. Proceso para el cálculo de índices del PTAC



El principal reto consiste en establecer las formas funcionales, a partir de las cuales se pueda construir cada uno de los niveles de índices. En este punto, es fundamental tener en cuenta que el proceso está enmarcado en una regla de decisión para los procesos de adaptación climática: disminuir los riesgos y aumentar la capacidad de adaptación (Figura 6). Por lo tanto, en el transcurso de las siguientes secciones del PTAC, se determinarán los municipios que presentan condiciones más desfavorables, ya sea por tener un **mayor nivel relativo de riesgos climáticos**, o una **baja capacidad de adaptación climática.** Como última etapa del análisis, el índice de vulnerabilidad climática reflejará la relación entre estos dos índices.

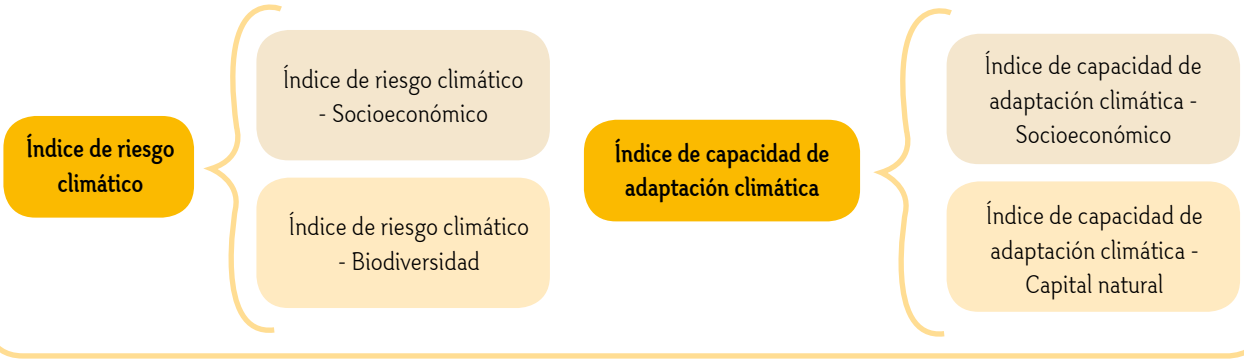
Figura 6. Reglas de decisión para índices del PTAC

Es importante señalar que, desde una perspectiva conceptual, es un desafío mayor la medición de los procesos del PTAC mediante un sistema de índices representativos y de fácil comprensión por parte de los responsables de formular e implementar políticas en el departamento de Nariño. Cualquier método que se ponga en marcha tendrá limitaciones, según el punto de vista desde donde se examine. Esto se debe, por una parte, a la complejidad de los procesos climáticos, de riesgos y de adaptación climática, y, por otra, a las restricciones de la información y a lo que es factible realizar en este tipo de iniciativas. La aceptación de algunos enfoques o de algunos criterios de simplificación, debida a la ausencia de datos o a la facilidad de uso, ha significado el sacrificio de algunas características técnicas.

Estructura de los índices

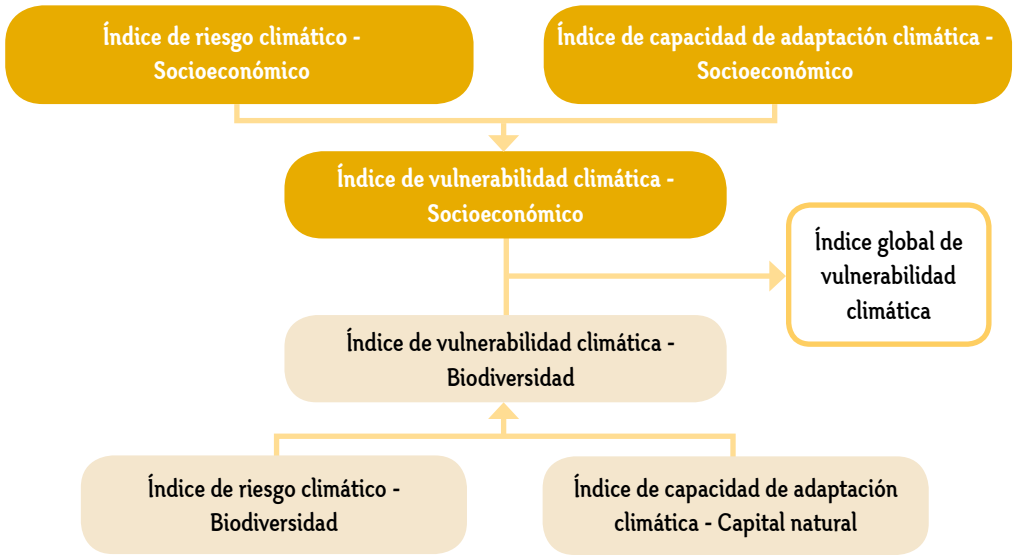
Metodológicamente, los índices del PTAC están divididos en dos grandes componentes: socioeconómico y ambiental. Para cada uno de ellos se han propuesto análisis con el fin de reflejar las condiciones tanto de riesgo climático como de capacidad de adaptación (Figura 7).

Figura 7. Índices del PTAC



Para lograr un análisis integrado, se desarrolla un proceso de combinación entre cada uno de los componentes principales, lo cual da lugar a un índice final de vulnerabilidad global para el departamento de Nariño (Figura 8).

Figura 8. Combinación de los componentes principales del PTAC



Paso 1. Índices de riesgo climático

El sistema de índices de riesgo climático propuesto por el PTAC reconoce no solo la condición del clima como una amenaza, sino las condiciones sociales y ambientales que determinan la predisposición del departamento a ser afectado por el clima; en consecuencia, dimensiona:

- La exposición climática de los municipios por: (i) cambios esperados en las condiciones de temperatura y precipitación promedio asociadas a escenarios de cambio climático, y (ii) fenómenos físicos potencialmente peligrosos de origen climático y oceanográfico.
- Las condiciones de fragilidad de los municipios (sensibilidad climática), calculadas a partir de la experiencia histórica del departamento en emergencias y desastres de origen climático.
- El riesgo climático obtenido como la combinación funcional entre la exposición climática y la sensibilidad climática.

En el PTAC se elaboraron cálculos del índice de riesgo climático, para dos componentes principales:

- Índice de riesgo climático - Socioeconómico.
- Índice de riesgo climático - Biodiversidad (especies y servicios ecosistémicos).

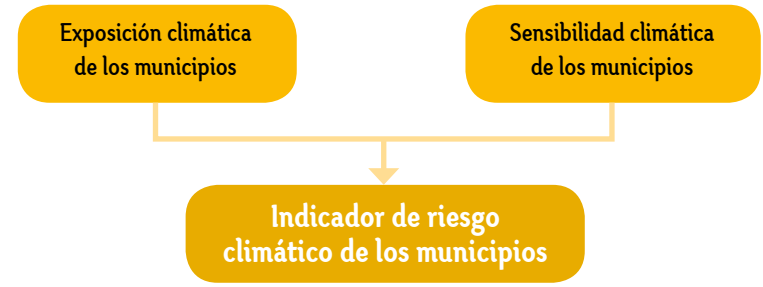
Cambios en el clima que pueden representar una amenaza, junto con las condiciones sociales y ambientales, predisponen el departamento a riesgos climáticos.

Cada uno de ellos se explica a continuación:

Índice de riesgo climático - Socioeconómico

Este índice se determina a partir de la correlación entre la exposición climática de los municipios y las condiciones de sensibilidad climática (Figura 9).

Figura 9. Determinación del índice de riesgo climático - Socioeconómico



El proceso de este índice está enmarcado en una regla de decisión que indica: mayor exposición climática, en conjunto con una mayor sensibilidad climática, significa un mayor nivel relativo de riesgo climático (Figura 10).

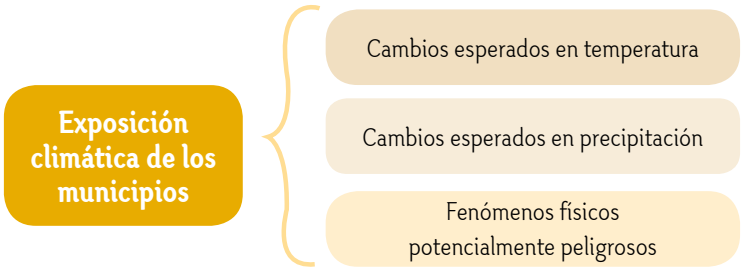
Figura 10. Regla de decisión del índice de riesgo climático - Socioeconómico

Cada uno de estos elementos se calcula a continuación:

Índice de exposición climática - Socioeconómico

Para calcular el índice de exposición climática se tomaron en cuenta tres tipos de información: la exposición del departamento a condiciones promedio climáticas actuales, contrastado con las condiciones promedio esperadas asociados a escenarios de cambio climático, y la exposición a fenómenos físicos potencialmente (Figura 11).

Figura 11. Índice de exposición climática - Socioeconómico



Este índice está enmarcado en una regla de decisión que indica: mayores cambios relativos esperados de precipitación y de temperatura, en conjunto con una mayor área en zonas de amenaza por fenómenos físicos potencialmente peligrosos, significa un mayor nivel relativo de exposición climática de los municipios (Figura 12).

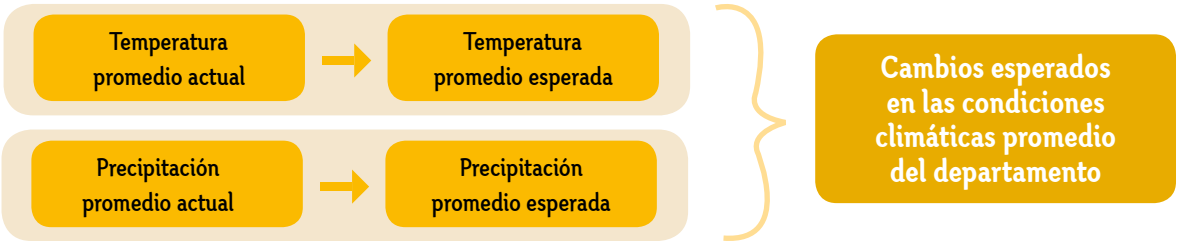
Figura 12. Regla de decisión del índice de exposición climática - Socioeconómico

Cada uno de ellos se desarrolla a continuación:

Índice de exposición a condiciones climáticas actuales y esperadas (ICOMB-CCVC)

En su expresión simplificada, este índice busca reflejar los cambios esperados en las condiciones promedio de precipitación y temperatura en el departamento. Metodológicamente, se buscan los municipios en el departamento donde se esperan mayores cambios relativos en sus condiciones promedio asociadas a escenarios de cambio climático, con respecto a una línea base calculada a partir de los promedios históricos (Figura 13).

Figura 13. Cambios en las condiciones promedio actuales y esperadas



Técnicamente, este indicador se elaboró a partir de los cambios esperados de la línea base 2011 respecto a las proyecciones 2050 de Worldclim (Hijmans *et al.*, 2005), donde se esperan variaciones de temperatura para el departamento que van desde 1,9 °C a 2,3 °C (Tabla 11). Para la precipitación potencial a 2050, las variaciones estuvieron dadas entre 0,4% y 10% de la precipitación actual. Teniendo en cuenta los valores de temperatura y precipitación, los rangos de valores fueron clasificados con el método de Natural Breaks (Jenks), siendo 0,88% el más bajo y 7,98% el más alto, asignando valores de 1 a 4 (Tabla 11). Una vez determinados los valores para precipitación y temperatura por municipio, estos fueron promediados.

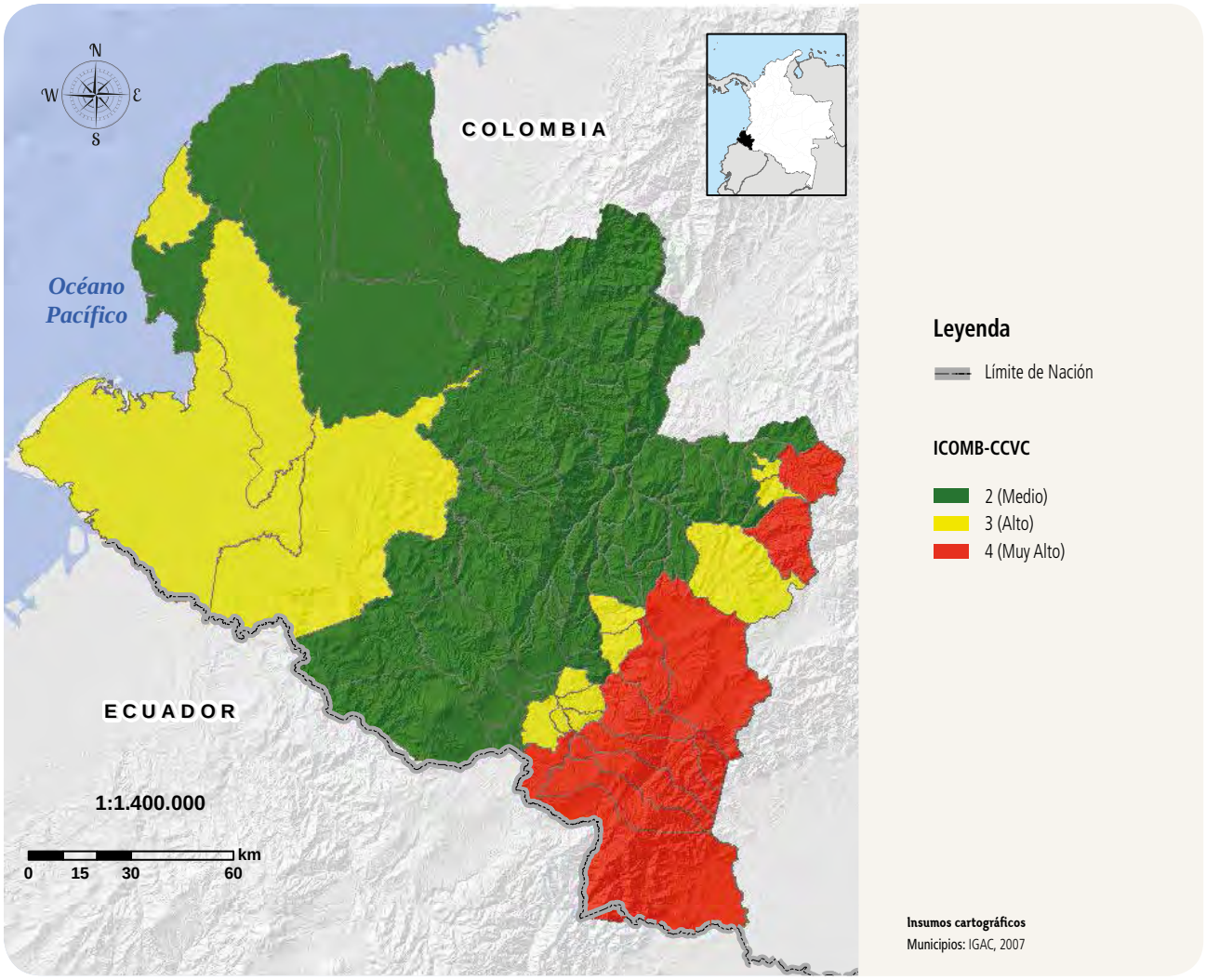
Tabla 11. Exposición a condiciones climáticas esperadas (ICOMB-CCVC)

Indicador	Índice	Fuente	Clasificación	Homologación
Exposición a condiciones climáticas actuales y esperadas (ICOMB-CCVC)	Escenarios de temperatura	Worldclim (Hijmans *et al.*, 2005)	Rangos de variación climática 1,9 °C - 2,3 °C	Clasificación por intervalos iguales (Mean) 1,93 °C - 2,00 °C = (1) Bajo 2,01 °C - 2,08 °C = (2) Medio 2,09 °C - 2,15 °C = (3) Alto 2,16 °C - 2,23 °C = (4) Muy Alto
	Escenarios de precipitación	Worldclim (Hijmans *et al.*, 2005)	Rangos de variación climática de precipitación 0,4% - 10%	Clasificado por el método de Natural Breaks (Jenks) 0,88% - 1,60% = (1) Bajo 1,61% - 2,52% = (2) Medio 2,53% - 4,55% = (3) Alto 4,56% - 7,98% = (4) Muy Alto

Una variación de temperatura menor corresponde a una condición climática favorable.

La regla de decisión planteada para este índice, indica que los escenarios de variación de temperatura, normalizados por clasificación de intervalos, en donde se encuentra una mayor variación, corresponden a una condición más desfavorable (4 = Muy Alto). De forma análoga, donde dicha variación es menor, corresponde a una condición más favorable-estabilidad climática (1 = Bajo) (Mapa 26).

Mapa 26. Exposición a condiciones climáticas esperadas (ICOMB-CCVC)



Fuente: WWF-Colombia (2013).

Índice de exposición a fenómenos físicos potencialmente peligrosos (ICOMB-FFPP)

Este índice busca reflejar los municipios del departamento donde se han identificado mayores niveles de amenaza por fenómenos físicos potencialmente peligrosos (FFPP) de origen hidrometeorológico y oceanográfico (Figura 14).

Figura 14. Exposición a mayores niveles de amenaza ante FFPP

El insumo para el cálculo de este indicador en cada uno de los fenómenos, fue:

- Índice de amenaza de inundación: a partir del porcentaje de inundación por municipio (Datos de Ideam, 2010). Este porcentaje oscila desde 0,9% hasta 86,7%; los datos fueron normalizados por cuantiles, asignando el valor de cero cuando la amenaza es nula y cuatro cuando es muy alta.
- Índice de amenaza por fenómenos de remoción en masa: a partir de los datos de Fundaguiza-Corponariño (2011), que califican la amenaza en cinco rangos. Estos valores fueron reclasificados (Tabla 12). Posteriormente, estos rangos fueron normalizados por el mayor dato contenido por municipio aplicando estadísticas zonales con la función de Majority ArcGis 10.2.
- Índice de amenaza por incendios forestales: se usaron los datos de registros de incendios (NASA LANCE - FIRMS, periodo 2005-2013) (621 incendios en todo el departamento). Se procedió a identificar el porcentaje de ocurrencia por municipio, evaluado mediante la fórmula de intervalos iguales (Tabla 12).
- Índice de amenaza por aumento del nivel del mar: se partió de los datos de Invemar (2010), los cuales se clasificaron según el área potencial de inundación de cada municipio, de 0 km^2 a 986 km^2 (Tabla 12).
- Índice de amenaza por erosión costera: se procedió de igual forma que para el ascenso permanente del nivel del mar, asignando el valor de 2 a los municipios que registran el fenómeno en sus costas y cero a los municipios que no presentan erosión.

Una vez realizados los cálculos de los indicadores, con la siguiente fórmula se procedió a calcular el índice ICOMB-FFPP:

ICOMB-FFPP =
(Inundaciones * 0,35) +
(Fenómenos remoción en masa * 0,35) +
(Promedio (incendios forestales, aumento del nivel del mar, erosión costera) *** 0,3)**

Tabla 12. Exposición a fenómenos físicos potencialmente peligrosos (ICOMB-FFPP)

Indicador	Índice	Fuente	Clasificación	Homologación
Exposición a fenómenos físicos potencialmente peligrosos (ICOMB-FFPP)	Amenaza inundación (IEXP-INU)	Ideam (2010)	Porcentaje de inundación por municipio 0,9% - 86,6%	Normalizado por Cuantiles 0,9% - 8,1% = (1) Bajo 8,2% - 16,0% = (2) Medio 16,1% - 38,4% = (3) Alto 38,5% - 86,7% = (4) Muy Alto
	Amenaza remoción en masa (IEXP-FRM)	Fundaguiza/Corponariño (2011)	(1) Muy Baja (2) Baja (3) Media (4) Alta (5) Muy Alta	Normalizado por Majority (1) Muy Baja = (1) Bajo (2) Baja = (1) Bajo (3) Media = (2) Medio (4) Alta = (3) Alto (5) Muy Alta = (4) Muy Alto
	Amenaza incendios forestales (IEXP-INFO)	NASA LANCE - FIRMS (2005-2013)	621 incendios	Porcentaje de ocurrencia 0,0% - 2,8% = (1) Bajo 2,9% - 5,6% = (2) Medio 5,7% - 8,5% = (3) Alto 8,6% - 11,3% = (4) Muy Alto Normalizado por intervalos iguales
	Amenaza aumento nivel del mar (IEXP-ANM)	Ascenso en el nivel medio del mar: Invemar[21]	Área (ha) potencial de inundación del municipio por aumento del nivel del mar (1-3 m)	0 km = (0) No aplica 1 km - 213 km = (1) Bajo 214 km - 250 km = (2) Medio 251 km - 466 km = (3) Alto 467 km - 986 km = (4) Muy Alto
	Erosión costera (IEXP-ERCO)	Invemar[22]	Erosión en líneas de costa	Municipios con erosión costera = 2

Los valores de los resultados obtenidos van desde 0,8 hasta 2,7, los cuales se reclasificaron en 3 rangos, de esta forma se generó una calificación para cada municipio (Mapa 27).

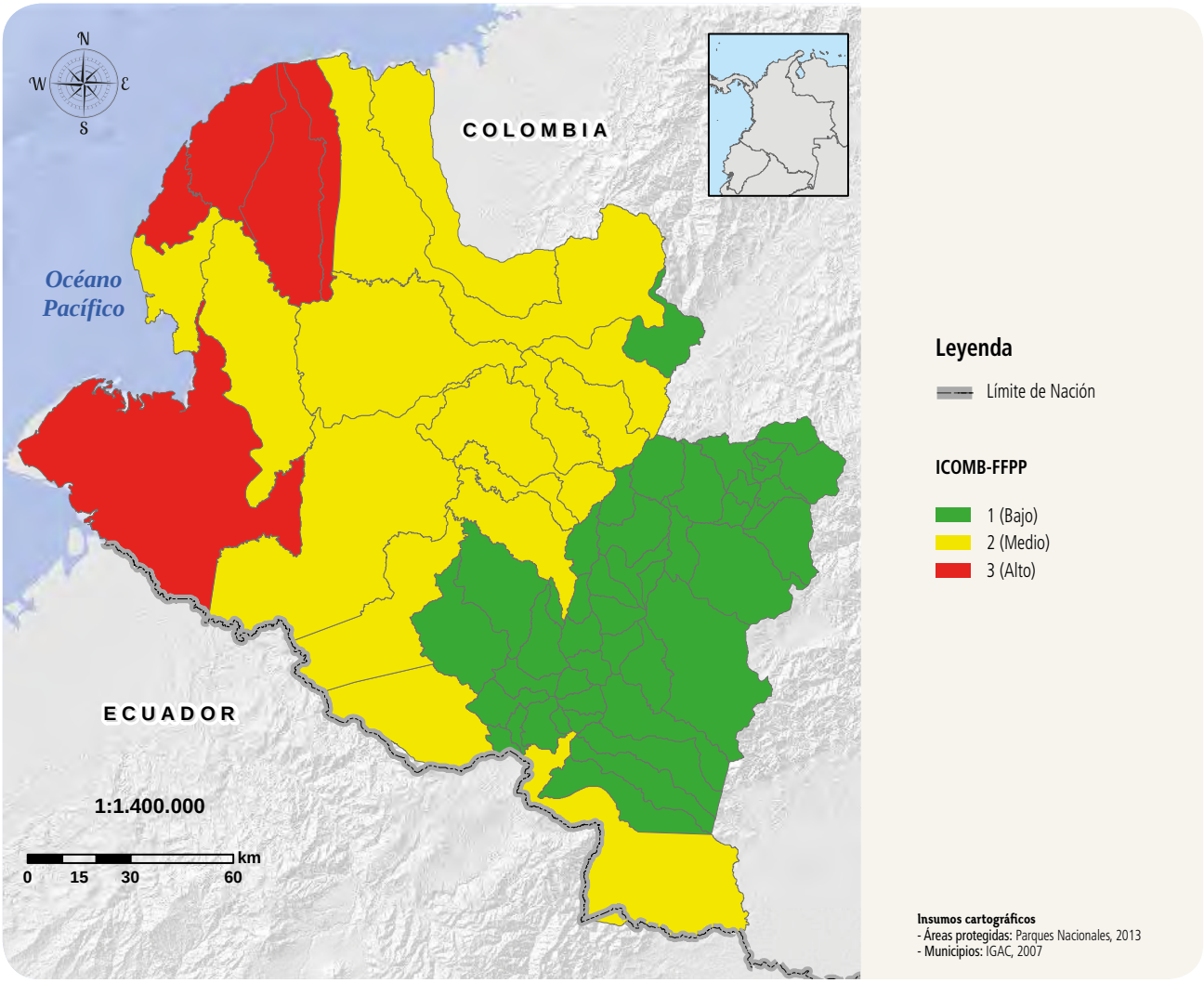
Rangos de clasificación

0,8 - 1,35 = (1) Bajo
1,45 - 2,35 = (2) Medio
2,45 - 2,7 = (3) Alto

21. http://cambioclimatico.invemar.org.co/nccsap-colombia

22. http://cambioclimatico.invemar.org.co/nccsap-colombia

Mapa 27. Exposición a fenómenos físicos potencialmente peligrosos (ICOMB-FFPP)



Fuente: WWF-Colombia (2013).

Una vez obtenidos el índice de exposición a condiciones climáticas actuales y esperadas (ICOMB-CCVC) y el índice de exposición a fenómenos físicos potencialmente peligrosos (ICOMB-FFPP) (Figura 15), se procedió a sumar sus valores y clasificarlos en cuatro rangos(Mapa 28).

Rangos de clasificación

3 - 3,75 = 1 (Bajo)
3,76 - 4,5 = 2 (Medio)
4,6 - 5,25 = 3 (Alto)
5,26 - 6 = 4 (Muy Alto)

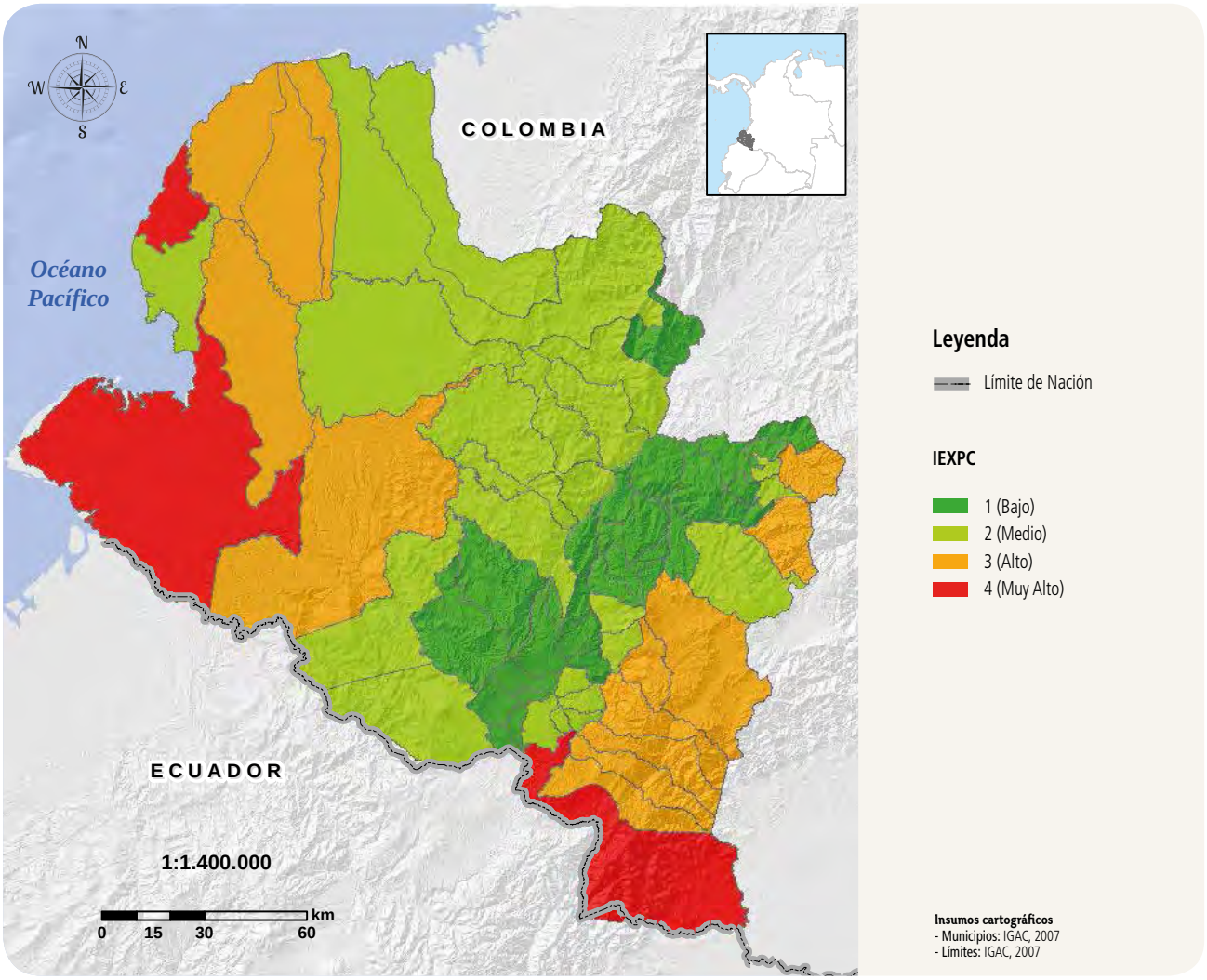
Figura 15. Índice de exposición climática municipal

Exposición a condiciones climáticas actuales y esperadas (ICOMB-CCVC)

Exposición a fenómenos físicos potencialmente peligrosos (ICOMB-FFPP)

Índice de exposición climática municipal (IEXPC)

Mapa 28. Índice de exposición climática municipal (IEXPC)



Fuente: WWF-Colombia (2013).

Índice de sensibilidad climática – Socioeconómico

El segundo componente del índice de riesgo climático socioeconómico, corresponde a la sensibilidad climática. Técnicamente, se busca determinar cuáles municipios tienen una mayor probabilidad de ser afectados de forma negativa, en caso de ser expuestos, tanto a cambios en las condiciones climáticas promedio como a eventos climáticos y oceanográficos extremos. Para construir una función de sensibilidad, WWF adoptó la afectación histórica del departamento (humana, daños y pérdidas) asociada a la ocurrencia de eventos extremos, como la principal indicación de la sensibilidad de los municipios. Es decir, para el propósito del presente documento, se identificaron cuáles municipios con mayor afectación por la materialización de riesgos climáticos, están relacionados con mayores condiciones prevalentes de sensibilidad climática.

En total, se utilizaron tres indicadores para construir el índice de sensibilidad climática: la afectación social, la afectación económica y el número de eventos registrados. Vale la pena indicar que todas las estadísticas han sido normalizadas, por cada 100.000 habitantes, y han sido obtenidas como consecuencia de inundaciones, fenómenos de remoción en masa, incendios forestales y erosión costera (Tabla 13 y Figura 16).

Figura 16. Índice de sensibilidad climática municipal (IEMER-DES)

El resumen de los resultados y homologación para el cálculo del índice de sensibilidad climática es el siguiente:

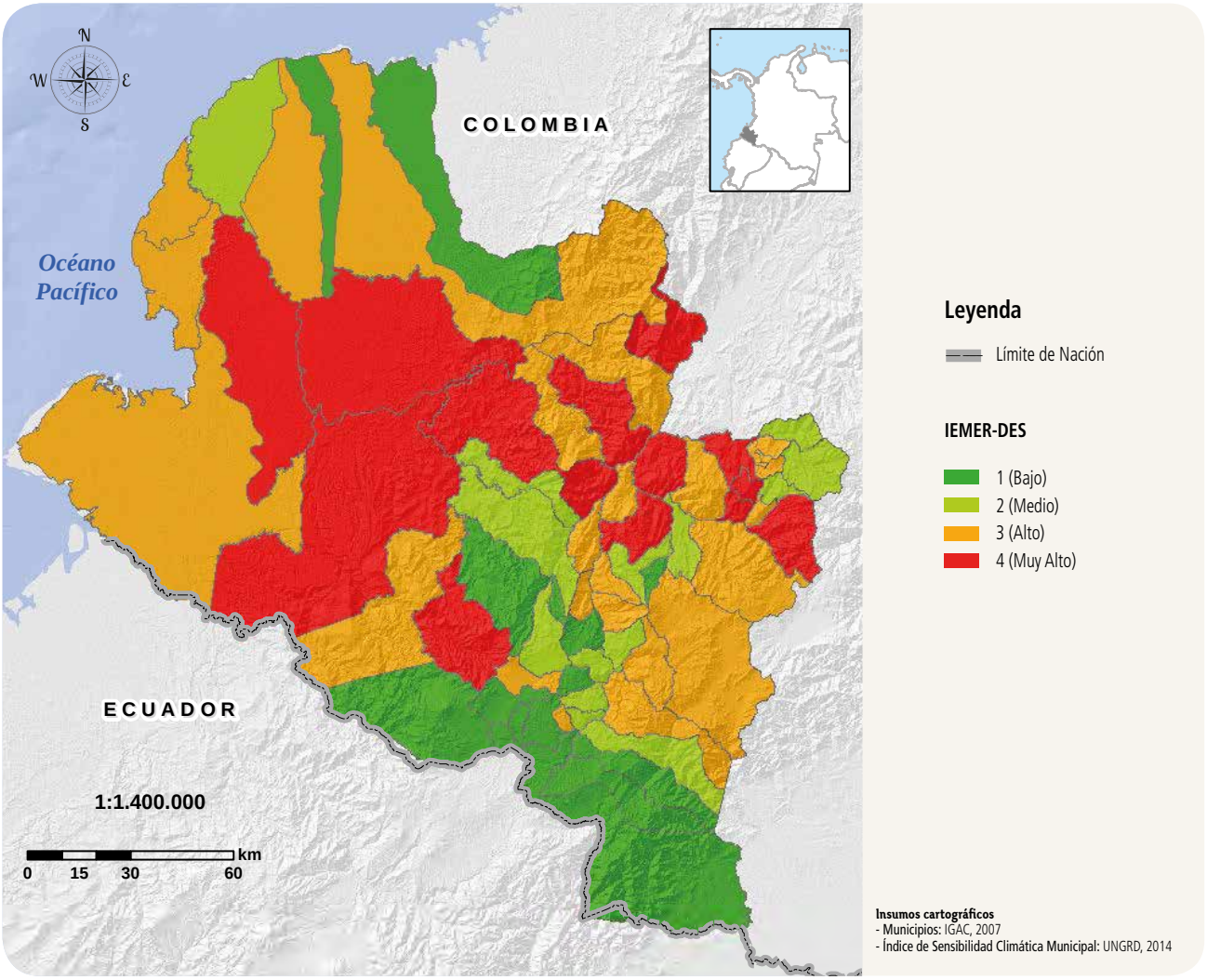
Tabla 13. Índice de sensibilidad climática municipal (IEMER-DES)

Indicador	Índice	Fuente	Clasificación	Homologación
Índice de sensibilidad climática municipal (IEMER-DES)	Experiencias afectación social (IAFEC-SOC)	Unidad Nacional Gestión Riesgo y Desastres (UNGRD) (2014)	Eventos por 100.000 habitantes 0 - 17.333 17.334 - 42.857 42.858 - 84.613 84.614 - 1.050.023	Homologación por cuantiles 0 = (0) Nulo 1 - 17.333 = (1) Bajo 17.334 - 42.857 = (2) Medio 42.858 - 84.613 = (3) Alto 84.614 - 1.050.023 = (4) Muy Alto
	Experiencias afectación económica (IAFEC-ECON)	Unidad Nacional Gestión Riesgo y Desastres (UNGRD) (2014)	Pérdidas y daños por cada 100.000 habitantes 0 - 5.810 5.811 - 41.047 41.048 - 22.888.700 22.888.701 - 2.575.170.048	Homologación por cuantiles 0 - 5.810 = (1) Bajo 5.811 - 41.047 = (2) Medio 41.048 - 22.888.700 = (3) Alto 22.888.701 - 2.575.170.048 = (4) Muy Alto
	Número de eventos (IAFEC-EVE)	Unidad Nacional Gestión Riesgo y Desastres (UNGRD) (2014)	Número de eventos 10 - 51 52 - 100 101 - 134 135 - 412	Homologación por cuantiles 10 - 51 = (1) Bajo 52 - 100 = (2) Medio 101 - 134 = (3) Alto 135 - 412 = (4) Muy Alto

Indicadores del índice de sensibilidad climática: afectación social y económica, y número de eventos registrados.

La regla de decisión planteada para este índice, indica que los escenarios de mayor experiencia histórica corresponden a una condición más desfavorable (4 = Muy Alto). De forma análoga, donde dicha afectación es menor, corresponde a una condición más favorable (1 = Bajo) (Mapa 29).

Mapa 29. Índice de sensibilidad climática municipal (IEMER-DES)

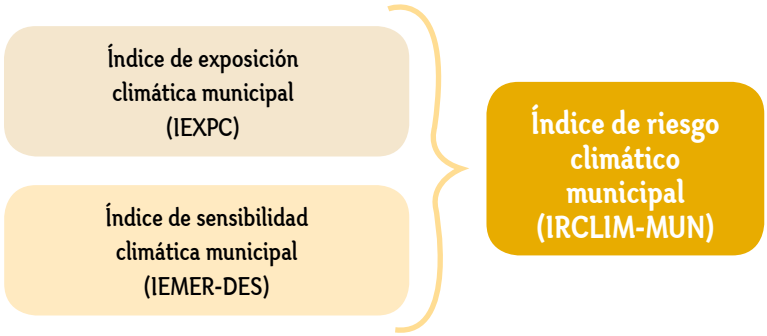


Fuente: WWF-Colombia (2013).

Cálculo del índice de riesgo climático municipal (IRCLIM-MUN)

Una vez obtenidos el índice de exposición climática municipal (IEXPC) y el índice de sensibilidad climática municipal (IEMER-DES), se calcula el índice de riesgo climático mediante la suma de ambos índices (Figura 17).

Figura 17. Índice de riesgo climático municipal



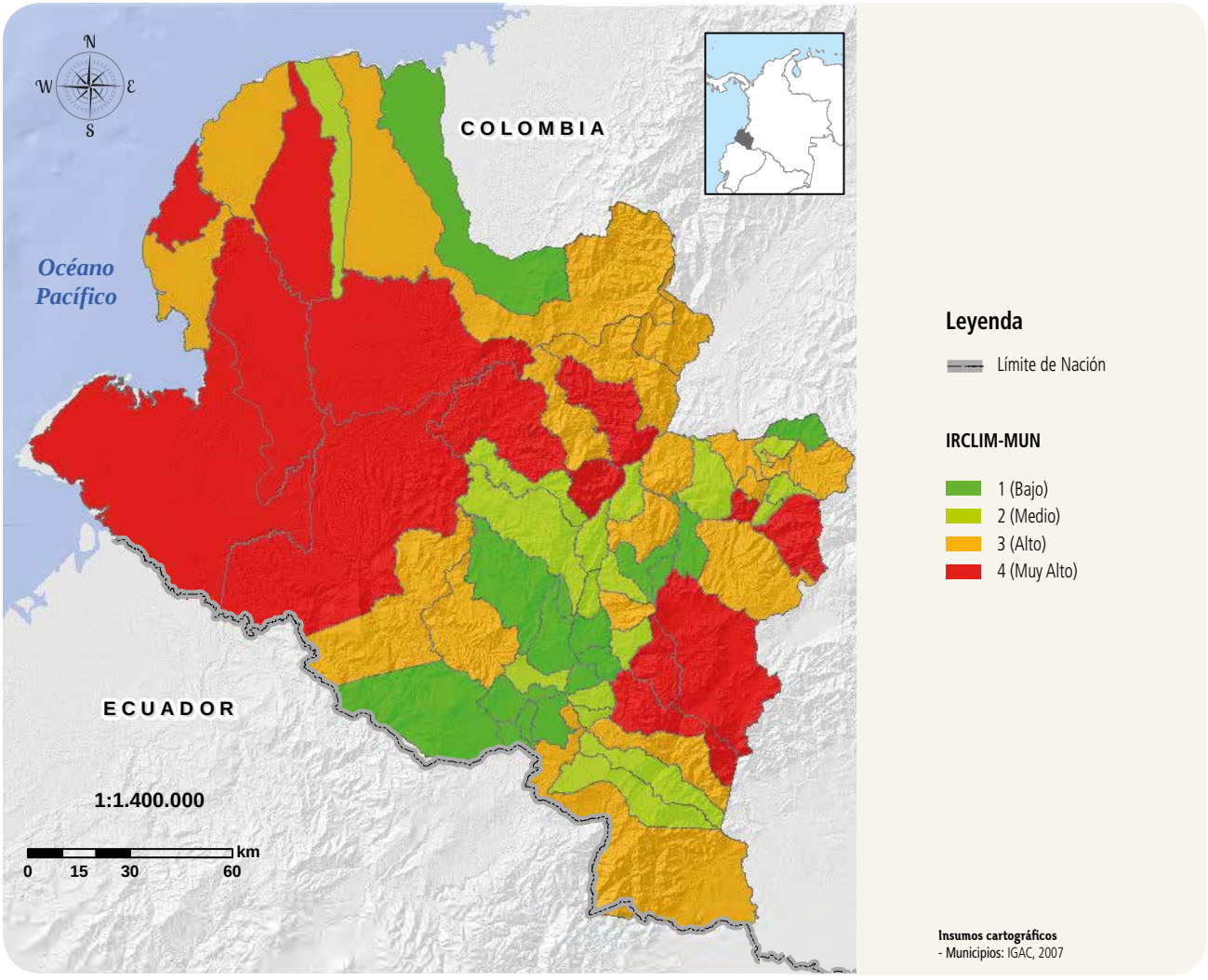
Los resultados de esta operación arrojaron calificaciones de riesgo de cada municipio, los cuales fueron reclasificados en valores de 1 a 4 mediante el método estadístico de Natural Breaks (Jenks).

La conversión es la siguiente:

Valores de clasificación
2 - 3 = (1) Bajo
4 = (2) Medio
5 = (3) Alto
6 - 7 = (4) Muy Alto

Los mayores riesgos se concentran en los municipios del sur de la Costa Pacífica (Mapa 30), donde se espera un aumento en la precipitación que incrementará notablemente las probabilidades de ocurrencia de eventos extremos, como tradicionalmente se han registrado en la región. Así mismo, algunos municipios de la zona centro andina presentan un alto riesgo, dadas las condiciones esperadas por su registro histórico de eventos. Es importante aclarar que Pasto tiene mejores registros de eventos extremos que el resto del departamento, lo cual pudo distorsionar las mediciones.

Mapa 30. Índice de riesgo climático municipal (IRCLIM-MUN)

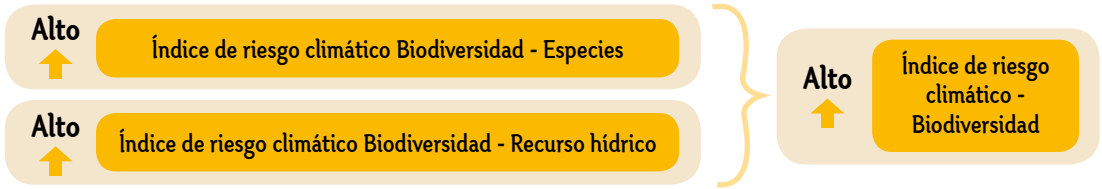


Fuente: WWF-Colombia (2013).

Índice de riesgo climático - Biodiversidad (IRCLIM-BIO)

La segunda sección de análisis de índices de riesgo climático corresponde al componente de biodiversidad. Para el caso del PTAC, en la biodiversidad se contemplan: hábitat para especies y servicios ecosistémicos de provisión y regulación de recurso hídrico (Figura 18).

Figura 18. Índice de riesgo climático - Biodiversidad



A continuación se desarrollan los análisis para cada uno de los componentes del índice de riesgo climático - Biodiversidad:

Índice de riesgo climático - Especies (IRCLIM-ESP)

El índice de riesgo climático para especies se calculó con las técnicas para la modelación de distribuciones potenciales a partir del uso del concepto de nicho ecológico de Hutchinson (1957). Para este proceso es necesario: a) seleccionar las especies de interés y sus registros históricos; b) determinar las variables ambientales y los escenarios climáticos; c) seleccionar el algoritmo matemático; y finalmente, d) realizar la modelación. La lista final usada para el índice de riesgo climático-especies del PTAC comprende 12 especies de mamíferos, 15 de aves, 5 de reptiles, 11 de anfibios y 6 de plantas (Mapas 31, 32, 33, 34 y 35).

Para las modelaciones se usó el algoritmo de ponderados de Mahalanobis, en aquellas especies cuyos datos de entrada fueron polígonos, y el Maxent para las especies con registros con puntos. En este procedimiento se usaron los programas Idrisi-Selva y Maxent 3.3 respectivamente. Se seleccionaron seis variables ambientales de las 19 propuestas por WorldClim (www.worldclim.org). Para ello se efectuó un análisis de componentes principales en Idrisi-Selva, y con el fin de evitar la redundancia de información, se escogieron aquellas que presentaban menor similitud en el departamento de Nariño.[23]

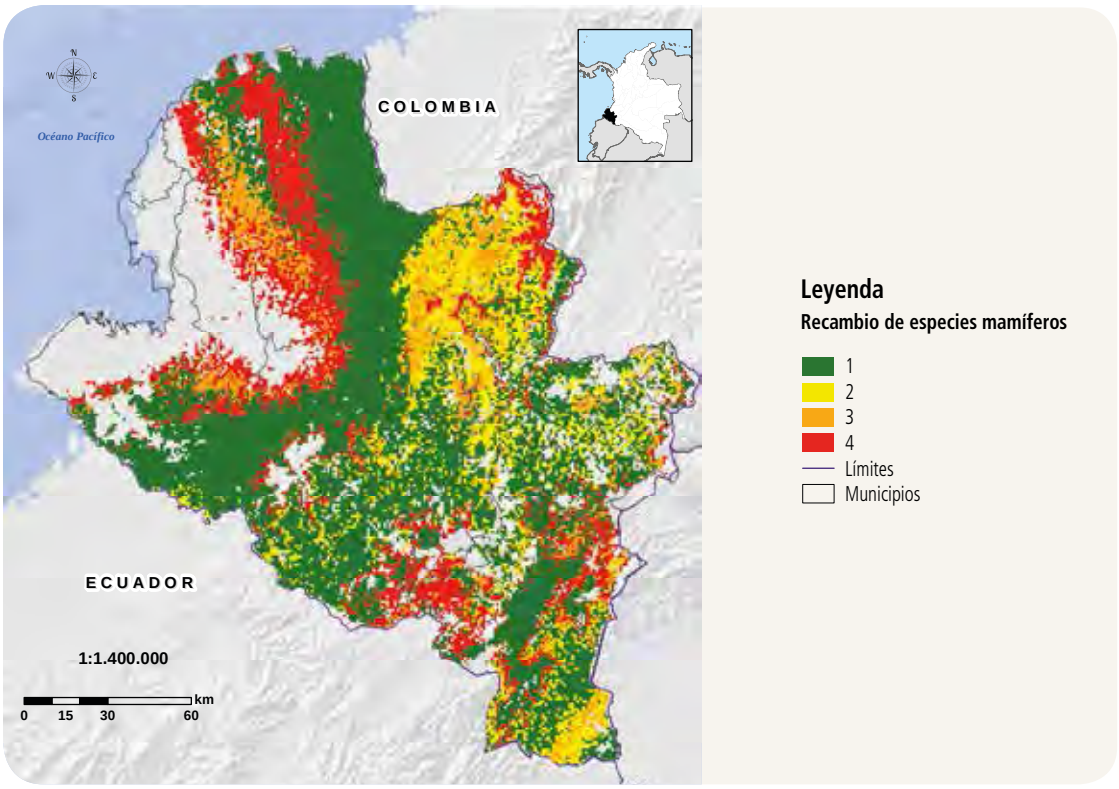
Una vez definida la regla de decisión para el cálculo del índice de riesgo climático, se llevó a cabo el proceso de análisis (Figura 19) para cada grupo taxonómico (Mapas 31-35) y se calculó el recambio total de especies (Mapa 36).

23. Para mayor información consultar los anexos de biodiversidad: Especies y Estudios Técnicos (Ver CD adjunto).

Figura 19. Índice de riesgo climático - Especies

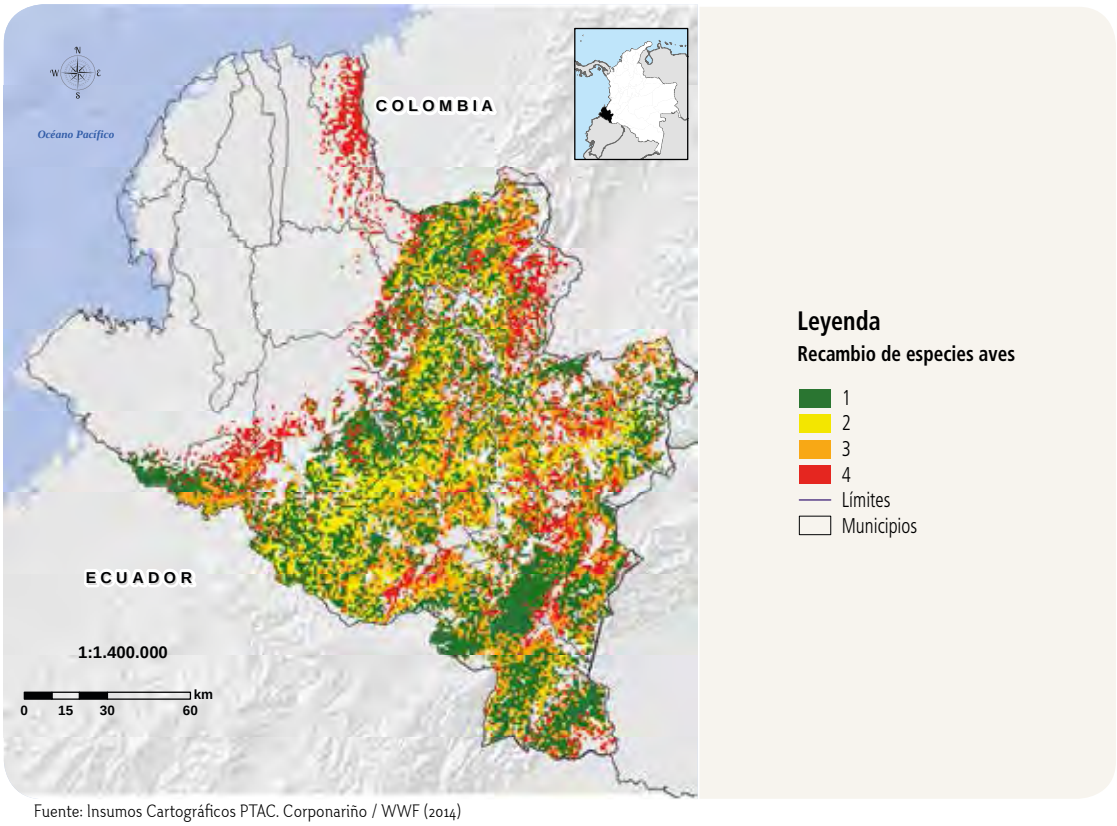
Los resultados obtenidos son los siguientes:

Mapa 31. Recambio de especies de mamíferos



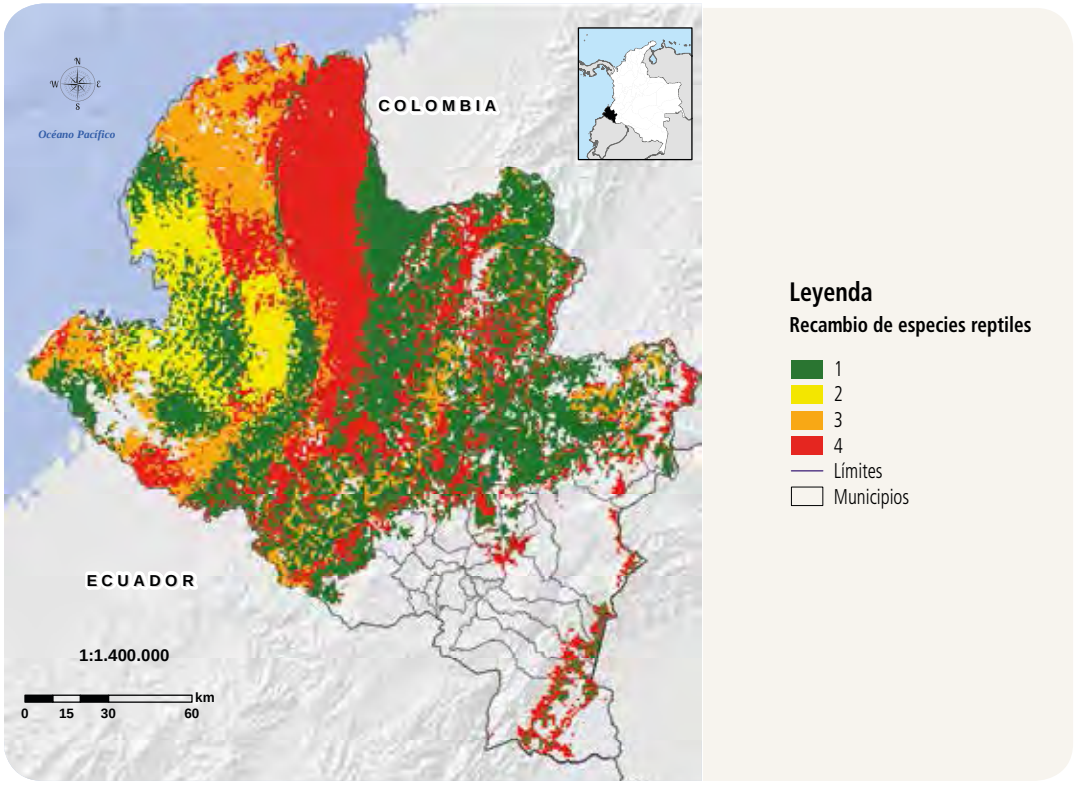
Fuente: Insumos Cartográficos PTAC. Corponariño / WWF (2014)

Mapa 32. Recambio de especies de aves



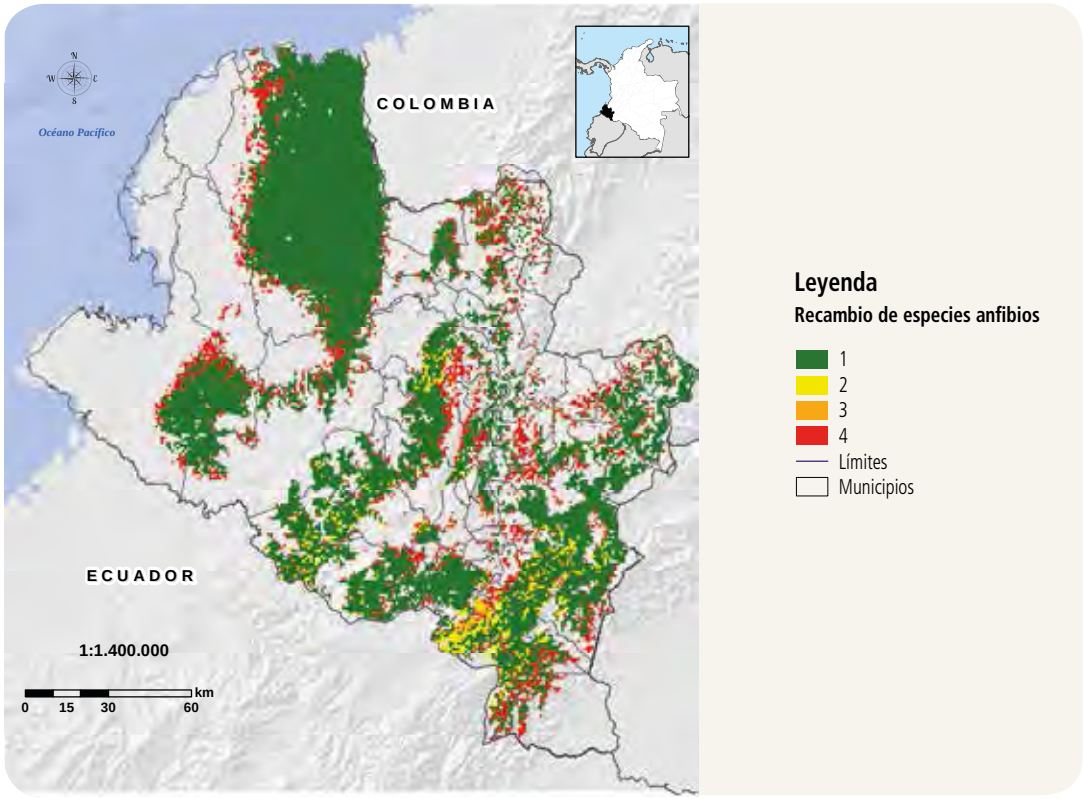
Fuente: Insumos Cartográficos PTAC. Corponariño / WWF (2014)

Mapa 33. Recambio de especies de reptiles



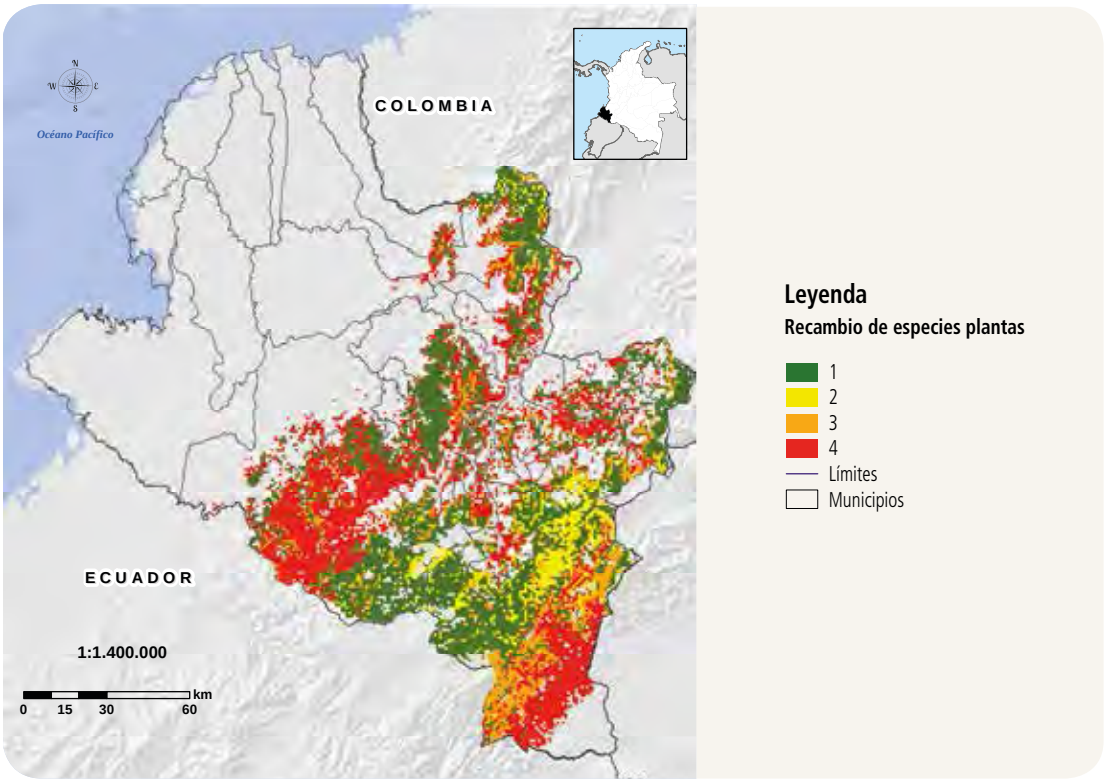
Fuente: Insumos Cartográficos PTAC. Corponariño / WWF (2014)

Mapa 34. Recambio de especies de anfibios



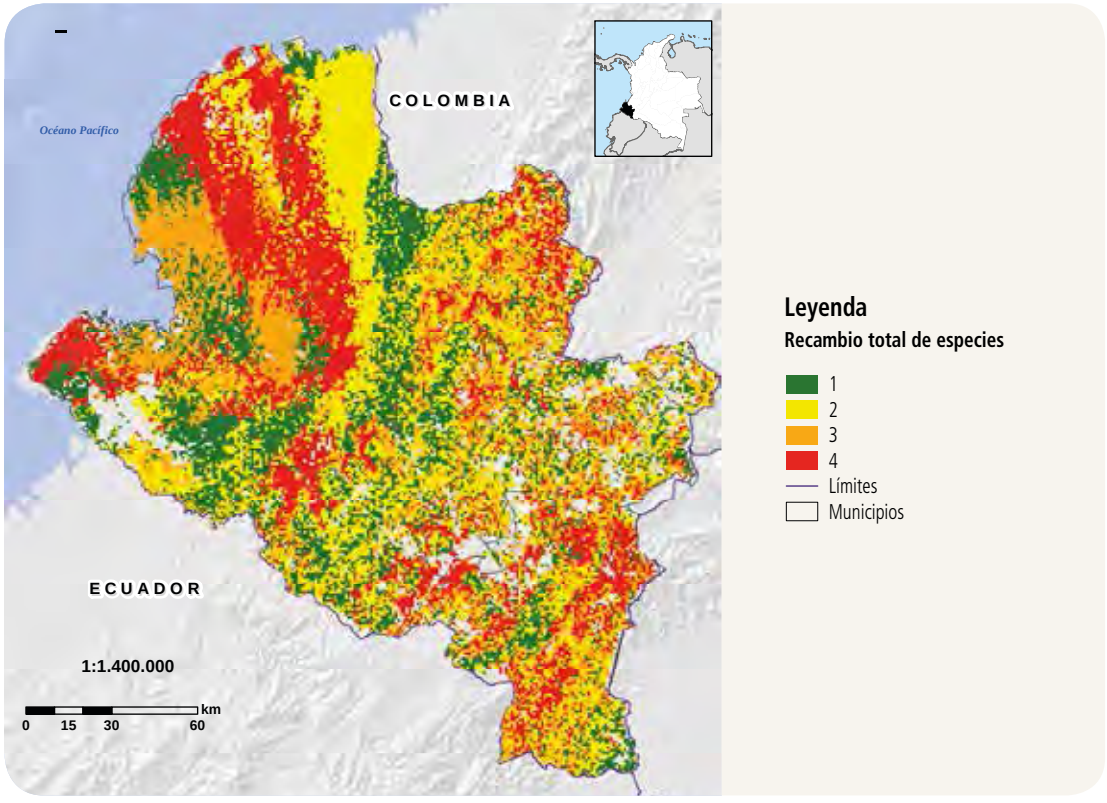
Fuente: Insumos Cartográficos PTAC. Corponariño / WWF (2014)

Mapa 35. Recambio de especies de plantas



Fuente: Insumos Cartográficos PTAC. Corponariño / WWF (2014)

Mapa 36. Recambio total de especies



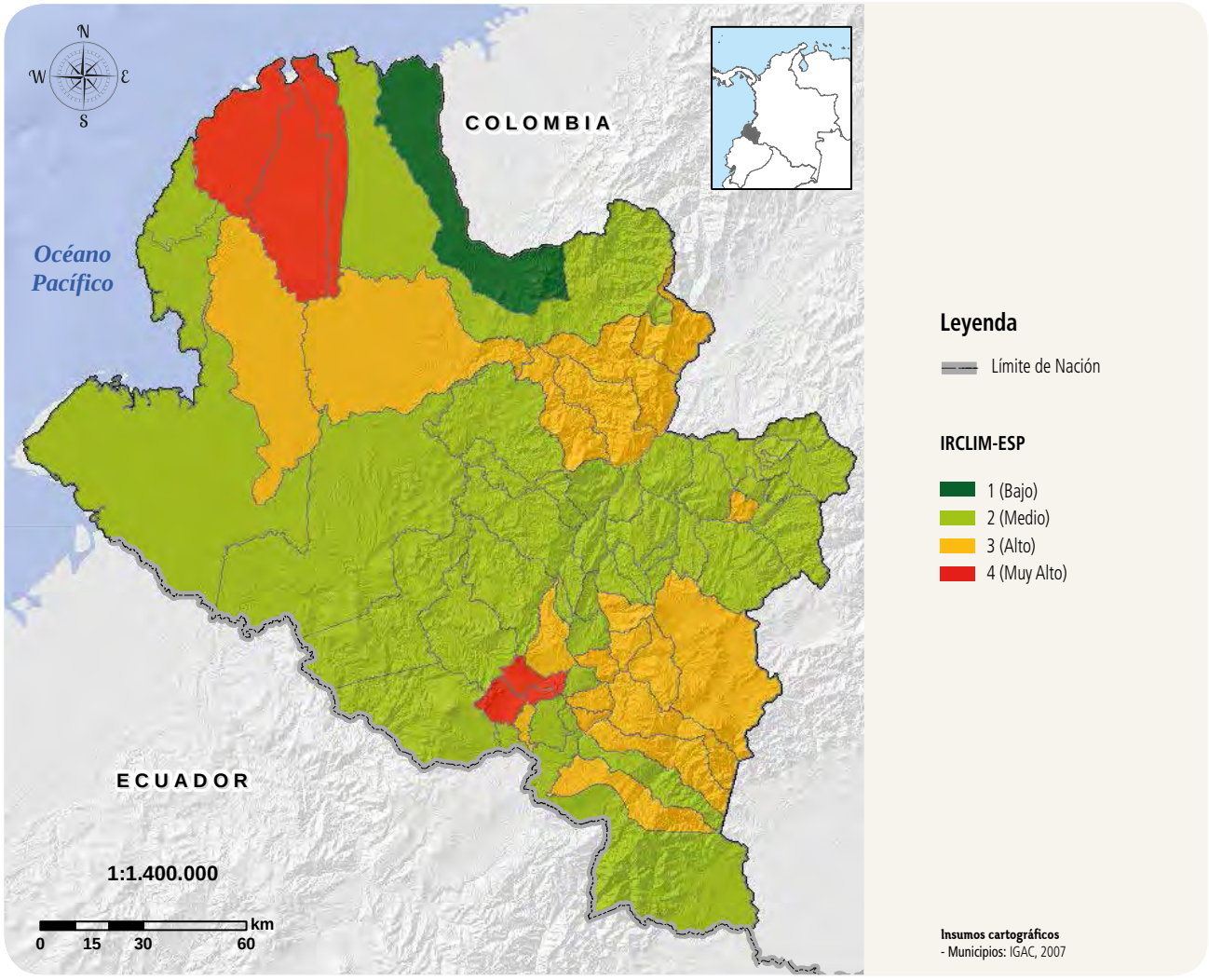
Fuente: Insumos Cartográficos PTAC. Corponariño / WWF (2014)

Luego, se procedió a clasificar los porcentajes de recambio en cuantiles de 1 a 4. Debido a que en cada municipio era posible observar zonas con diferentes valores de recambio, se procedió a promediar dichos valores por municipio. En este caso, una condición de mayor recambio de especies (Muy Alto), tiene un valor de 4. Un menor recambio (Bajo), tiene un valor de 1 (Mapa 37).

Reclasificación índice de riesgo climático - Especies (IRCLIM-ESP)

0% - 10,98% = (1) Bajo
10,98% - 21,90% = (2) Medio
21,91% - 33,33% = (3) Alto
33,34% - 99,60% = (4) Muy Alto

Mapa 37. Índice de riesgo climático - Especies (IRCLIM-ESP)



Fuente: WWF-Colombia (2013).

Índice de riesgo climático - Servicios ecosistémicos (IRCLIM-RHID)

Para la valoración del riesgo climático en la oferta de servicios ecosistémicos, se partió de los datos estandarizados por cuencas, obtenidos en el proyecto *Landscape Management in Chocó-Darién Priority Watersheds* (WWF-Colombia, 2014), donde se estimaron las proyecciones a 2050 tanto de oferta hídrica como de retención de sedimentos (Tabla 14); se procedió a la sumatoria de los indicadores, y luego se clasificaron por medio de la estandarización estadística *Natural Breaks*, obteniendo los valores para la clasificación del índice municipal.

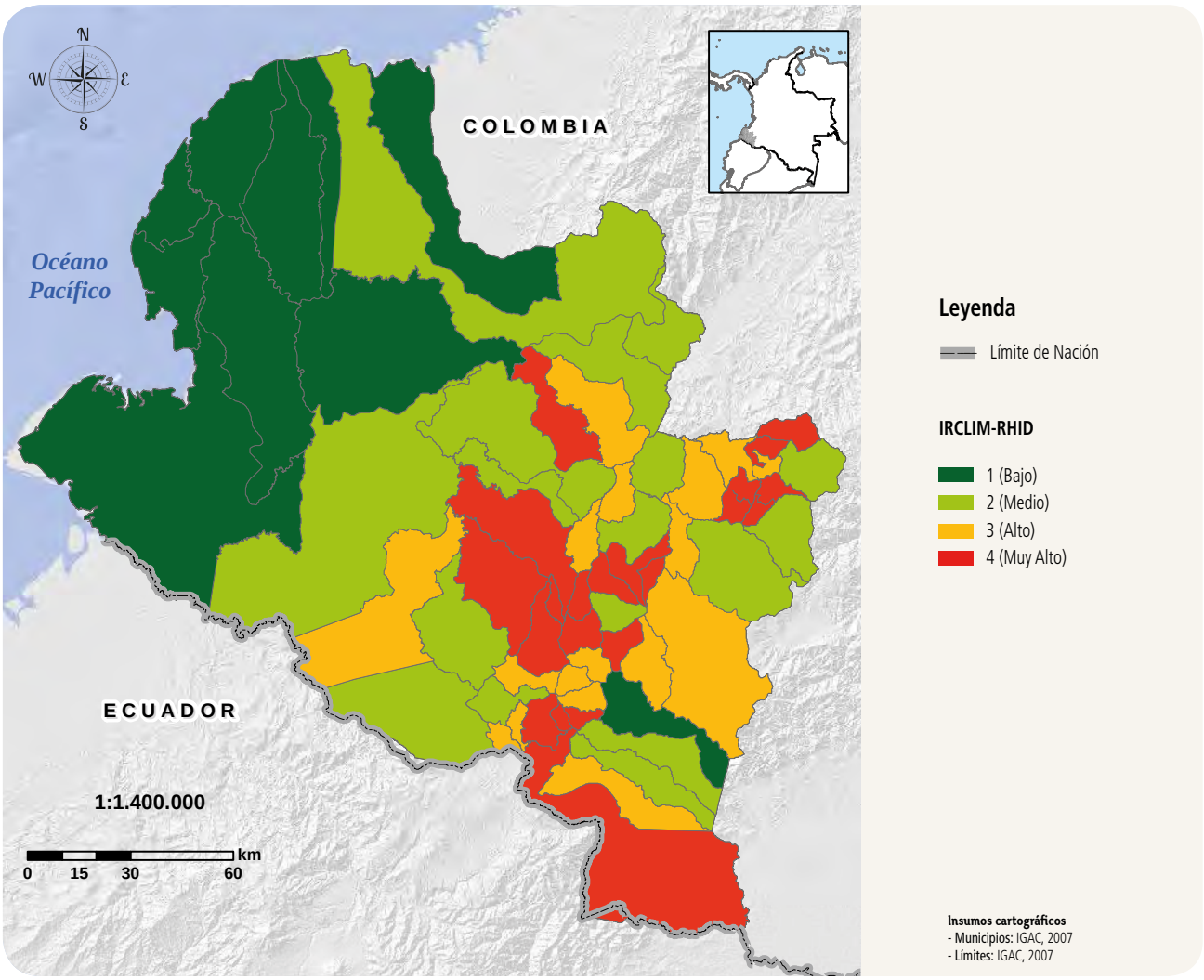
Clasificación valores índice de riesgo climático - Biodiversidad (IRCLIM-BIO)	**2 - 3 = (1) Bajo** **4 = (2) Medio** **5 - 6 = (3) Alto** **7 - 8 = (4) Muy Alto**

Tabla 14. Indicador de riesgo climático - Servicios ecosistémicos (recurso hídrico) (IRCLIM-RHID)

Indicador	Índice	Fuente	Clasificación	Homologación
Indicador de riesgo climático - Servicios ecosistémicos (recurso hídrico) (IRCLIM-RHID)	Índice de oferta hídrica	WWF-Colombia (2014)	Porcentaje de la oferta respecto al año 2000 11% al 50% respecto a la línea base de 2010	11% - 22% = (4) Muy Alto 23% - 32% = (3) Alto 33% - 42 = (2) Medio 43% - 50% = (1) Bajo
	Retención de sedimentos	WWF-Colombia (2014)	Capacidad de retención en toneladas respecto al año 2000 -0.038268 t hasta -5.150019 t	(-5,15%) - (-3,72%) = (4) Muy Alto (-3,72%) - (-2,52%) = (3) Alto (-2,52%) - (-1,42%) = (2) Medio (-1,42%) - (-0,03%) = (1) Bajo

Luego se procedió a clasificar los porcentajes de recambio en cuantiles de 1 a 4. En este caso, una condición de mayor recambio de oferta hídrica y retención de sedimentos especies (Muy Alto), tiene un valor de 4, y un menor recambio (Bajo) tiene un valor de 1. El resultado obtenido es el siguiente (Mapa 38):

Mapa 38. Indicador de riesgo climático - Servicios ecosistémicos (recurso hídrico) (IRCLIM-RHID)



Fuente: WWF-Colombia (2013).

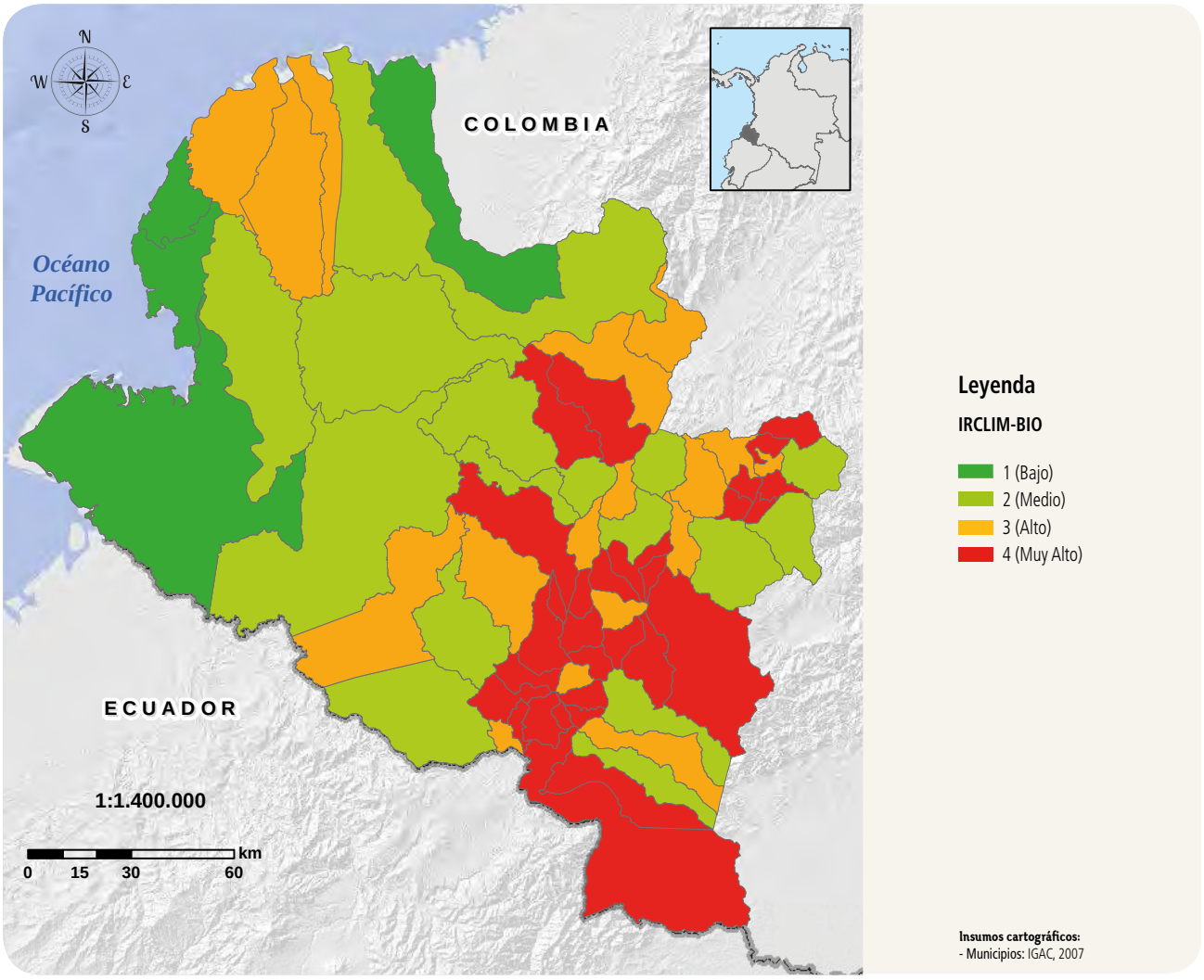
Cálculo del índice de riesgo climático - Biodiversidad

Una vez obtenido el índice de riesgo climático para especies y para servicios ecosistémicos, se calculó el índice de riesgo climático para la biodiversidad. Este índice determina la tendencia a la pérdida o la variación de las áreas de distribución teórica del hábitat de las especies (recambio) y la oferta de servicios ecosistémicos bajo escenarios de cambio climático esperado a 2050. El índice se calcula a partir de la suma del índice de riesgo climático de especies (IRCLIM-ESP) y el índice de riesgo climático del recurso hídrico (IRCLIM-RHID). Teniendo el resultado de la suma de estos índices se procedió a clasificar los resultados en cuatro rangos, asignando un valor único a cada municipio.

Como se observa en el Mapa 39, y teniendo en cuenta el análisis realizado, los más altos riesgos en biodiversidad se concentrarían en algunos de los municipios de la región Andina, como son: Cumbitara, Colón, Contadero, Aldana, Iles, Yacuanquer, Guaitarilla, Túquerres, Ancuyá, Pasto, Sandoná, La Florida, Arboleda y Cuaspud; y en un nivel alto en los municipios de la región Pacífica: La Tola, Olaya Herrera, Mosquera, Roberto Payán y San Pablo.

Clasificación valores IRCLIM-BIO
2 - 3 = (1) Bajo
4 = (2) Medio
5 - 6 = (3) Alto
7 - 8 = (4) Muy Alto

Mapa 39. Índice de riesgo climático - Biodiversidad (IRCLIM-BIO)



Fuente: WWF-Colombia (2013).

Paso 2. Índices de capacidad de adaptación climática

Los municipios con la más baja capacidad de adaptación se concentran en la región Pacífica.

La segunda etapa del análisis basado en índices para el PTAC, corresponde a la capacidad de adaptación climática. El sistema de índices de ***Capacidad de adaptación climática*** propuesto por el PTAC tiene dos componentes principales:

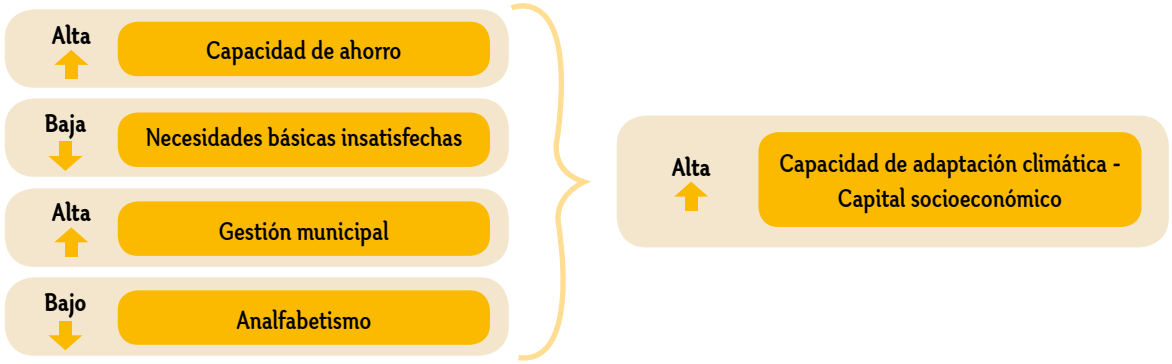
- Capacidad de adaptación climática - Capital socioeconómico.
- Capacidad de adaptación climática - Capital natural.

Cada uno de ellos se explica a continuación:

Índice de capacidad de adaptación - Capital socioeconómico (ICADAP-SOCE)

Para este indicador se relacionaron varios índices elaborados por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), los cuales conforman una batería que evalúa las condiciones sociales y económicas con las que se mide la capacidad adaptativa de cada municipio (Figura 20).

Figura 20. Batería de indicadores de capacidad de adaptación - Capital socioeconómico



Para la integración de los diferentes índices se procedió a reclasificar cada uno de los valores asignándole un valor numérico de 1 a 4 (Tabla 15). Estos valores se sumaron para posteriormente reclasificarlos asignando una calificación final con la que se estima el indicador de capacidad adaptativa de los municipios. Los municipios con más baja capacidad de adaptación reciben un valor final de 1 (Bajo), y las condiciones más favorables reciben un valor final de 4 (Muy Alto).

Tabla 15. Indicadores de capacidad de adaptación - Capital socioeconómico

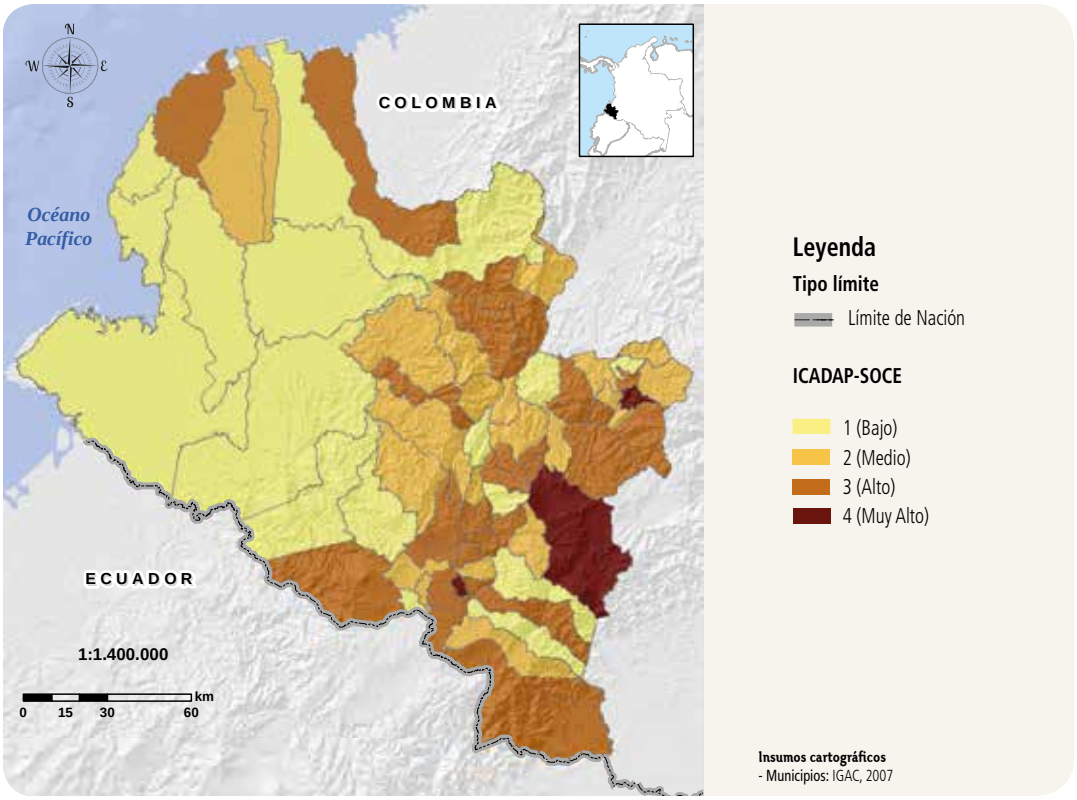
Indicador	Índice	Fuente	Clasificación	Homologación	Cálculo del indicador
Índices de capacidad adaptación - Capital socioeconómico (ICADAP-SOCE)	Capacidad de ahorro (2011)	Departamento Nacional de Planeación	0,1 - 20 = Muy Baja 20,1 - 40 = Baja 40,1 - 60 = Media > 60 = Alta Sin Capacidad	0,00 - 29,30 = (1) Bajo 29,31 - 38,75 = (2) Medio 38,76 - 47,28 = (3) Alto 47,29 - 90,11 = (4) Muy Alto	5- 8 = (1) Bajo 9 - 10 = (2) Medio 11 - 13 = (3) Alto 14 - 15 = (4) Muy Alto
	Gestión municipal (2001)	Departamento Nacional de Planeación	< 40 40,1 - 60 60,1 - 70 70,1 - 80 > 80	33,50 - 58,80 = (1) Bajo 58,81 - 69,70 = (2) Medio 69,71 - 73,70 = (3) Alto 73,71 - 83,30 = (4) Muy Alto	
	Tasa analfabetismo total (2005)	Departamento Administrativo Nacional de Estadística	< = 10 10,1 - 20 20,1 - 30 > 30	17,01 - 38,10 = (1) Bajo 11,91 - 17,00 = (2) Medio 8,11 - 11,90 = (3) Alto 3,50 - 8,10 = (4) Muy Alto	
	Necesidades básicas insatisfechas (NBI, 2010)	Departamento Administrativo Nacional de Estadística	< = 30 30,01 - 50 50,01 - 70 70,01 - 80 >80	<=30 = (4) Muy Alto 30,01 - 50 = (3) Alto 50,01 - 70 = (2) Medio 70,01 - >80 = (1) Bajo	

La capacidad socioeconómica es mayor en los municipios de Pasto, Gualmatán y San Bernardo en la región Andina, los municipios con la más baja capacidad de adaptación se concentran en la región Pacífica, donde las condiciones económicas y la gestión de las condiciones socioeconómicas de los municipios es comparativamente más baja (Mapa 40).

Índice de capacidad de adaptación - Capital natural (ICAP-NAT)

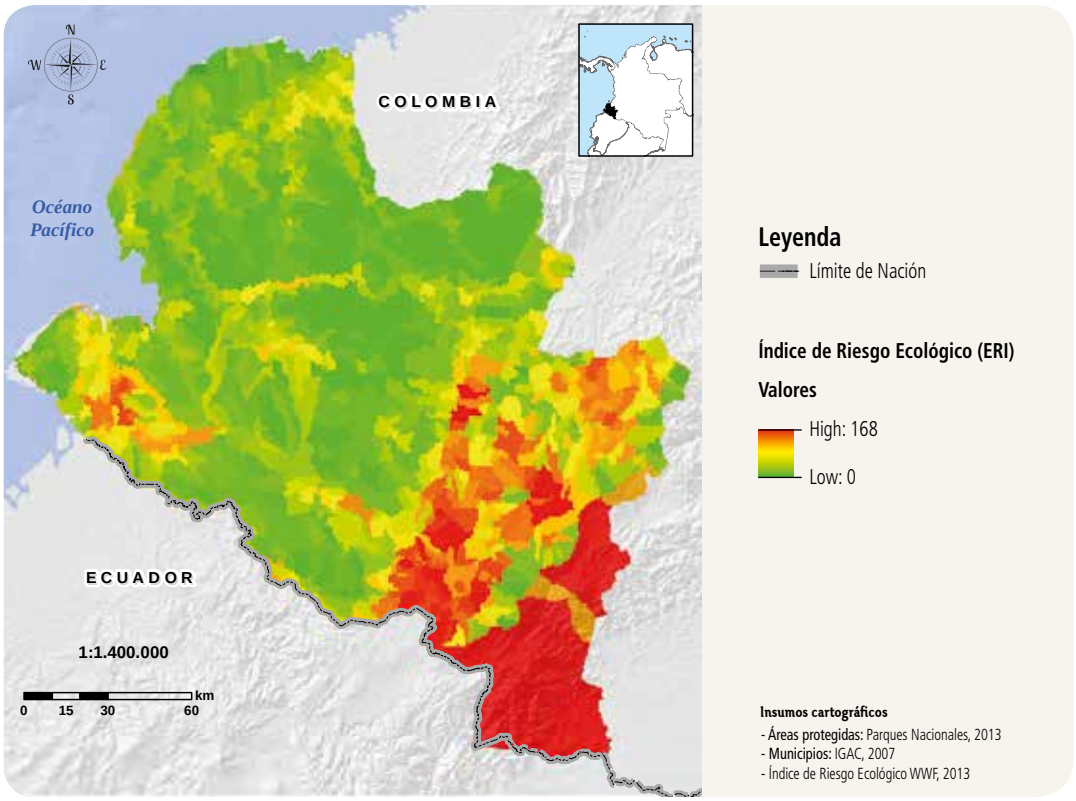
Para evaluar la capacidad de adaptación del capital natural, se homologaron los resultados obtenidos por Índice de Integridad Ecológica (WWF, 2013) (método descrito y desarrollado por Mattson y Angermeier, 2007) y calculados para el área de estudio por WWF en 2014 (Mapa 41).

Mapa 40. Índice de capacidad de adaptación - Capital socioeconómico (ICADAP-SOCE)



Fuente: WWF-Colombia (2013).

Mapa 41. Índice de riesgo ecológico

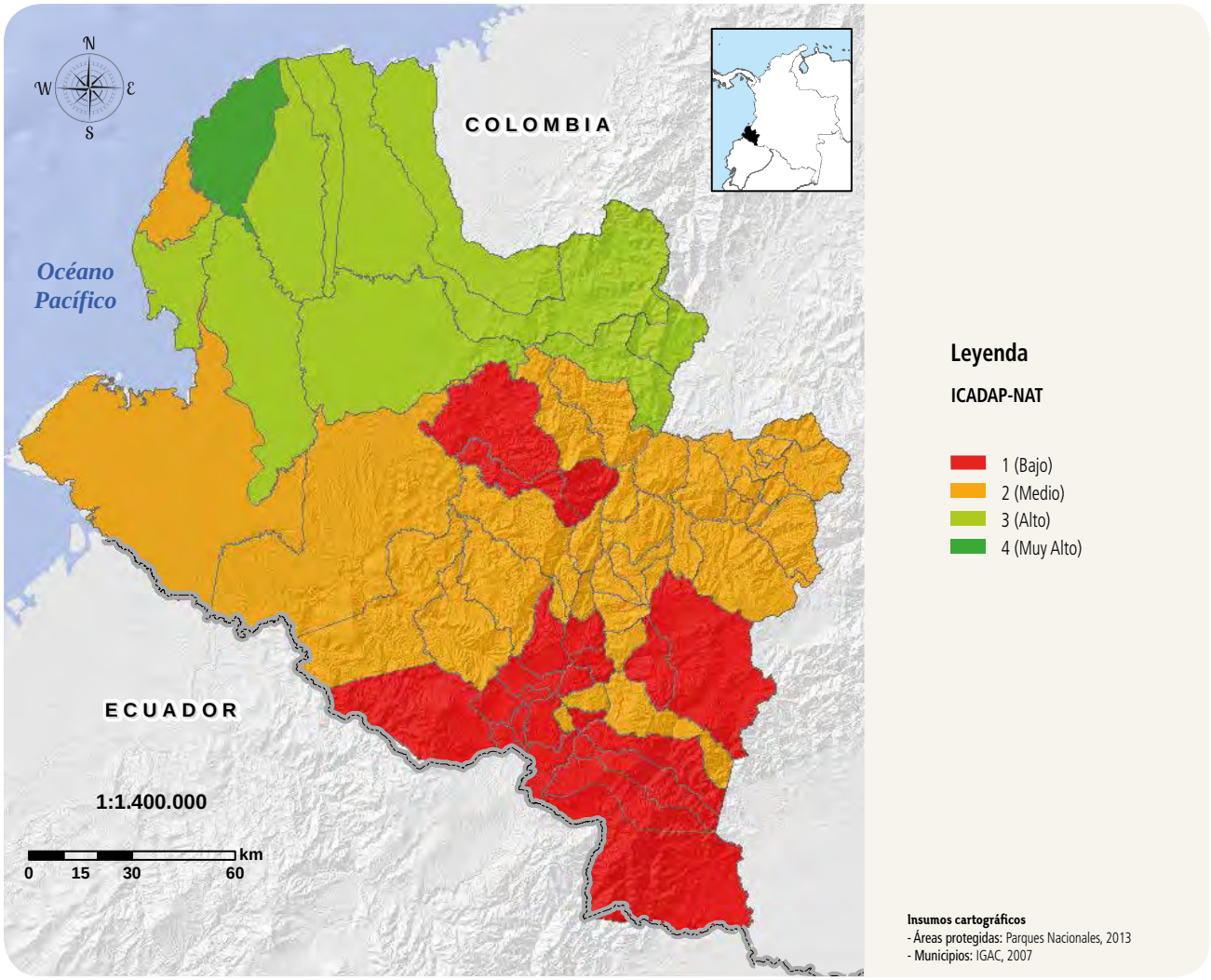


Fuente: WWF-Colombia (2013).

Una vez obtenidos los datos se procedió a calcular el indicador promedio por cada municipio, posteriormente estos fueron homologados en cuatro categorías (Tabla 16). Los ecosistemas mejor conservados y que enfrentan menores presiones y amenazas se concentran en la zona noroccidental del departamento. Los municipios más amenazados y con menores condiciones naturales se localizan en la zona suroriental, estos han sido altamente degradados y enfrentan mayores presiones y amenazas dadas las dinámicas y procesos de desarrollo en el departamento (Mapa 42).

En este caso, los territorios con una mejor integridad ecológica se interpretan como aquellos con una mayor capacidad de adaptación climática, desde la perspectiva del capital natural del departamento. En consecuencia, la condición más desfavorable tiene un menor índice (Valor de 1), y la condición más favorable, un índice mayor (Valor de 4).

Mapa 42. Índice de capacidad de adaptación - Capital natural (ICAP-NAT)



Fuente: WWF-Colombia (2013).

Tabla 16. Índice de capacidad natural (ICAP-NAT)

Indicador	Índice	Fuente	Clasificación	Homologación
Índice de capacidad natural (ICAP-NAT)	Índice de integridad ecológica WWF-Colombia, 2013	Índice de riesgo ecológico actual WWF-Colombia, 2013	0 - 168	0 - 42 = (4) Muy Alto 42 - 84 = (3) Alto 84 - 126 = (2) Medio 126 - 168 = (1) Bajo

Paso 3. Índices de vulnerabilidad climática

El último nivel de análisis consiste en los índices de vulnerabilidad climática, su único propósito es reflejar la relación entre los dos índices anteriores, a partir de una regla de decisión muy sencilla: un mayor nivel de riesgos climáticos, asociado a una baja capacidad de adaptación climática, significa una alta condición de vulnerabilidad climática.

Los índices de vulnerabilidad climática conservan la misma estructura de las secciones anteriores. Esto significa que están asociados a dos dimensiones, una socioeconómica y otra ambiental, permitiendo los siguientes tipos de análisis:

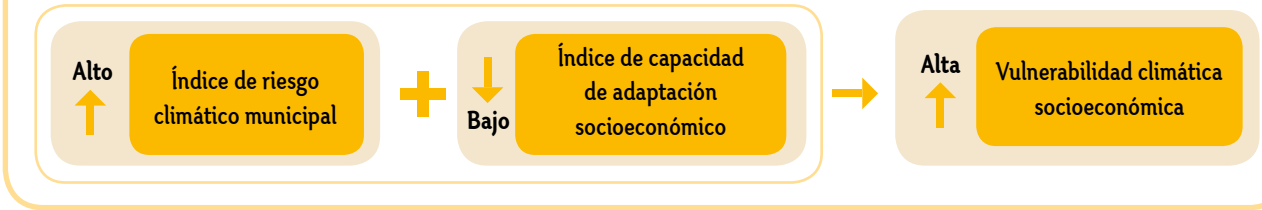
- Índice de vulnerabilidad climática - Capital socioeconómico (IVULSOEC)
- Índice de vulnerabilidad climática - Capital natural (IVULCAPNAT)

Finalmente, se calculó un índice de vulnerabilidad global, producto de la combinación de los dos anteriores.

Índice de vulnerabilidad climática - Capital socioeconómico (IVULSOEC)

Este índice evidencia la fragilidad o debilidad de las organizaciones y la capacidad de los grupos humanos dentro de un municipio a los fenómenos adversos del clima y sus efectos. El indicador de vulnerabilidad climática capital socioeconómico es el resultado de integrar el índice de riesgo climático municipal (IRCLIM-MUN) y el índice de capacidad de adaptación capital socioeconómico (ICADAP-SOEC) (Figura 21).

Figura 21. Índice de vulnerabilidad climática - Capital socioeconómico (IVULSOEC)



Para obtener el indicador se aplicó la siguiente fórmula:

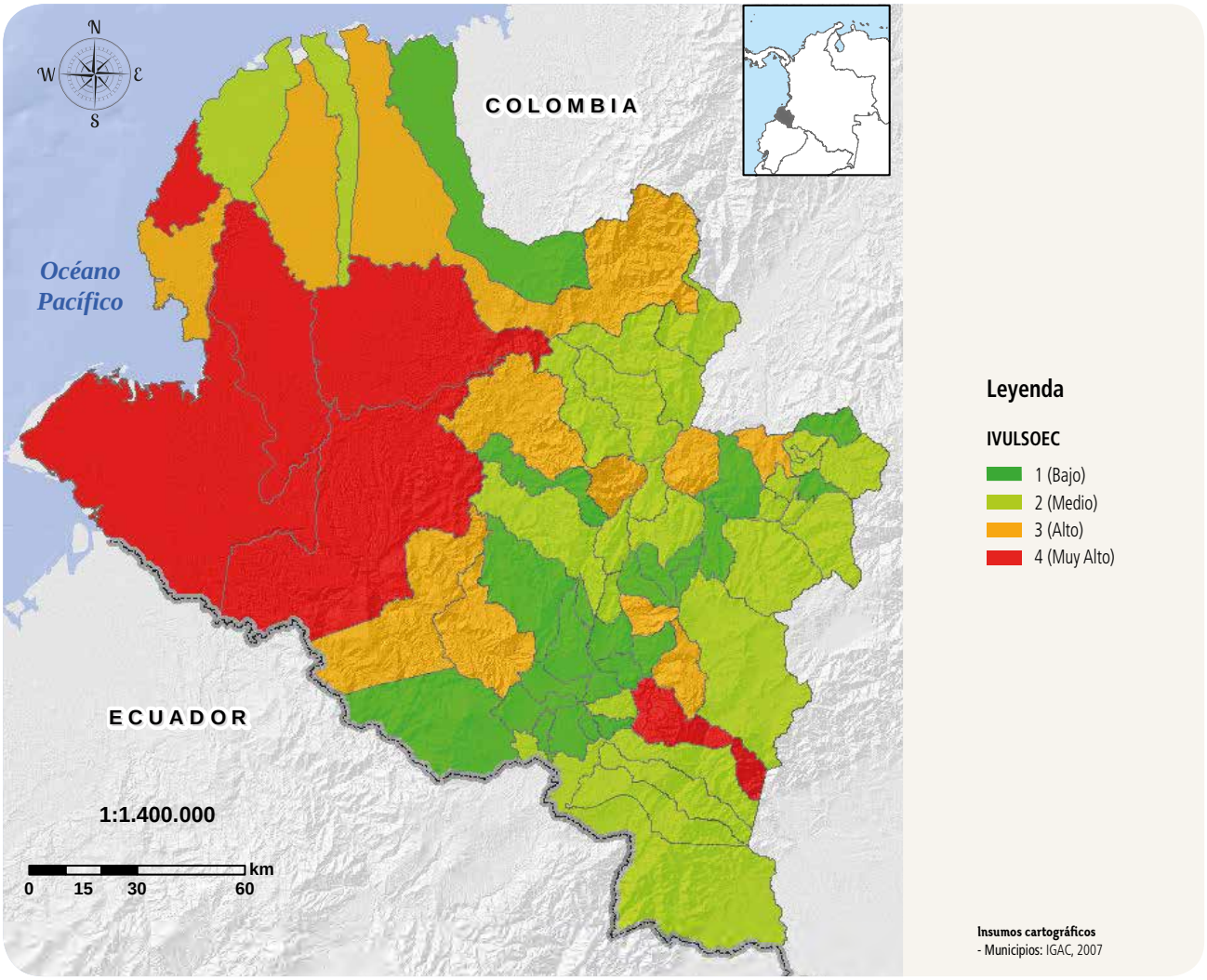
IVULSOEC = (IRCLIM-MUN) - (ICADAP-SOEC)

Una vez obtenidos los resultados por municipio, se reclasificaron los valores:

(-2) - 1 = (1) Bajo
0 - 1 = (2) Medio
2 = (3) Alto
3 = (4) Muy Alto

El resultado final obtenido es el siguiente:

Mapa 43. Índice de vulnerabilidad climática - Capital socioeconómico (IVULSOEC)



Fuente: WWF-Colombia (2013).

Los municipios que presentan una mayor vulnerabilidad desde la dimensión del capital socioeconómico son los municipios de Tumaco, Barbacoas, Roberto Payán, Magüí en el Pacífico y Funes en la región Andina. Por el contrario, los municipios con una vulnerabilidad baja son aquellos ubicados en la región Andina, que presentan además una mayor capacidad de adaptación (Mapa 43).

Índice de vulnerabilidad climática - Capital natural (IVULCAPNAT)

Este índice permite hacer una aproximación de manera general a la fragilidad o debilidad de los ecosistemas y especies, así como la oferta de servicios ambientales de los municipios a los fenómenos adversos del clima y sus efectos (Mapa 44). El indicador de vulnerabilidad climática capital natural es el resultado de integrar el índice de riesgo climático - Biodiversidad (IRCLIM-BIO) y el índice de capacidad de adaptación capital natural (ICADAP-NAT) (Figura 22).

Figura 22. Índice de vulnerabilidad climática - Capital natural (IVULCAPNAT)

Para obtener el indicador se aplicó la siguiente fórmula:

IVULCAPNAT = (IRCLIM-BIO) - (ICADAP-NAT)

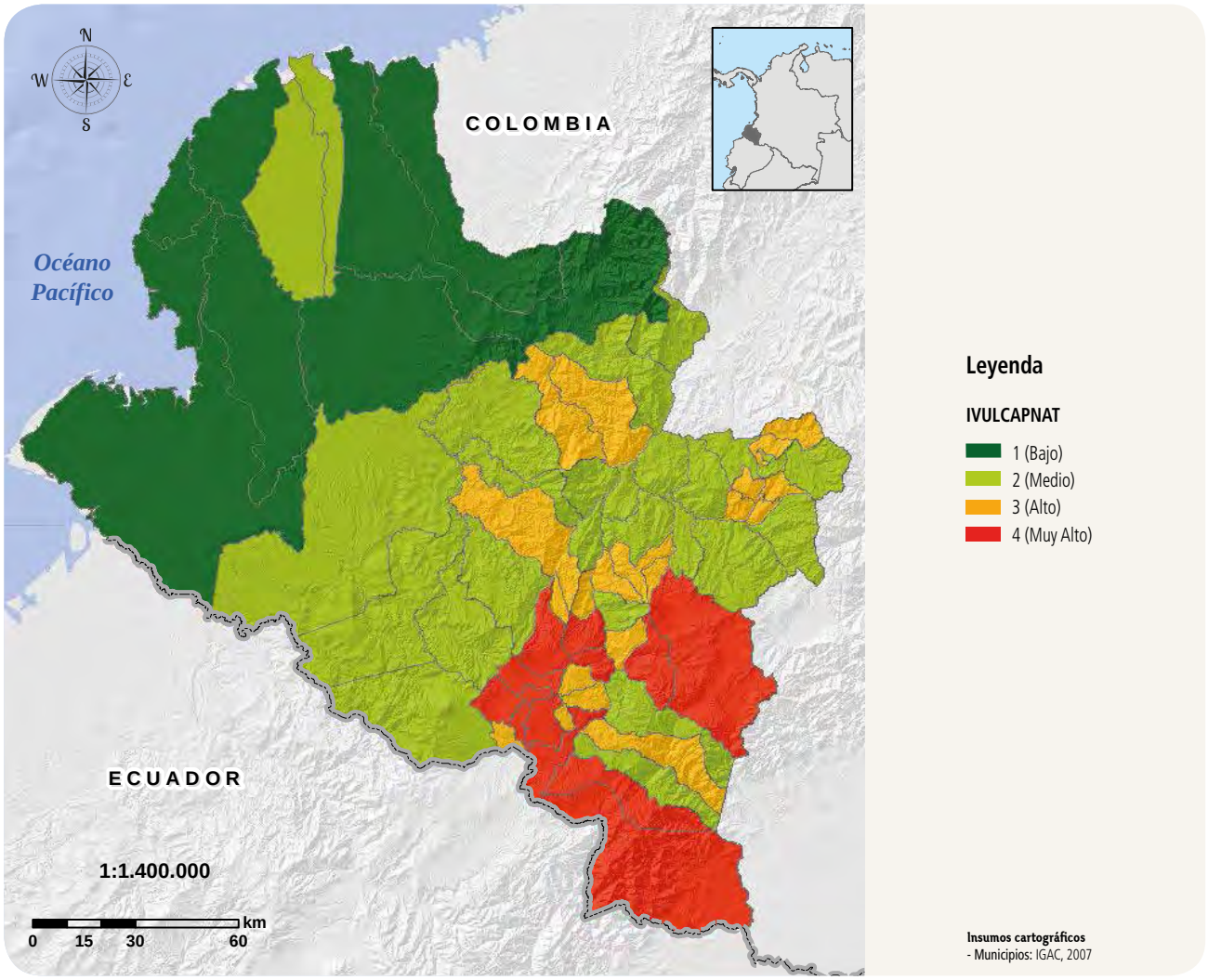
Una vez obtenidos los resultados por municipio, se reclasificaron los valores como se muestra a continuación:

(-2) - 1 = (1) Bajo
0 - 1 = (2) Medio
2 = (3) Alto
3 = (4) Muy Alto

Como se observó en los anteriores indicadores, la región Pacífica cuenta con una vulnerabilidad menor, dada la conservación de sus especies, ecosistemas y servicios asociados; sin embargo, los efectos del cambio climático hacen evidente una potencial pérdida de esta capacidad en los municipios La Tola, Olaya Herrera y Roberto Payán.

Los municipios que presentan una vulnerabilidad climática alta de su capital natural son: Túquerres, Pasto, Cuaspud, Contadero, Guaitarilla y Aldana, donde las condiciones climáticas no varían demasiado, pero la oferta de sus servicios ecosistémicos están amenazados por la pérdida de sus condiciones naturales (Mapa 44).

Mapa 44. Índice de vulnerabilidad - Capital natural (INVULCAPNAT)



Fuente: WWF-Colombia (2013).

Índice de vulnerabilidad climática global

Este índice permite integrar los dos anteriores (vulnerabilidad socioeconómica y vulnerabilidad ambiental). Busca evidenciar la intersección entre la integridad ecológica de los ecosistemas, las especies y la oferta de servicios ambientales, las organizaciones y la capacidad de los grupos humanos de los municipios con los fenómenos adversos del clima y sus efectos. El indicador de vulnerabilidad climática global es el resultado de integrar el índice de vulnerabilidad climática - capital natural (IVULCAPNAT) más el índice de vulnerabilidad climática - capital socioeconómico (IVULSOEC).

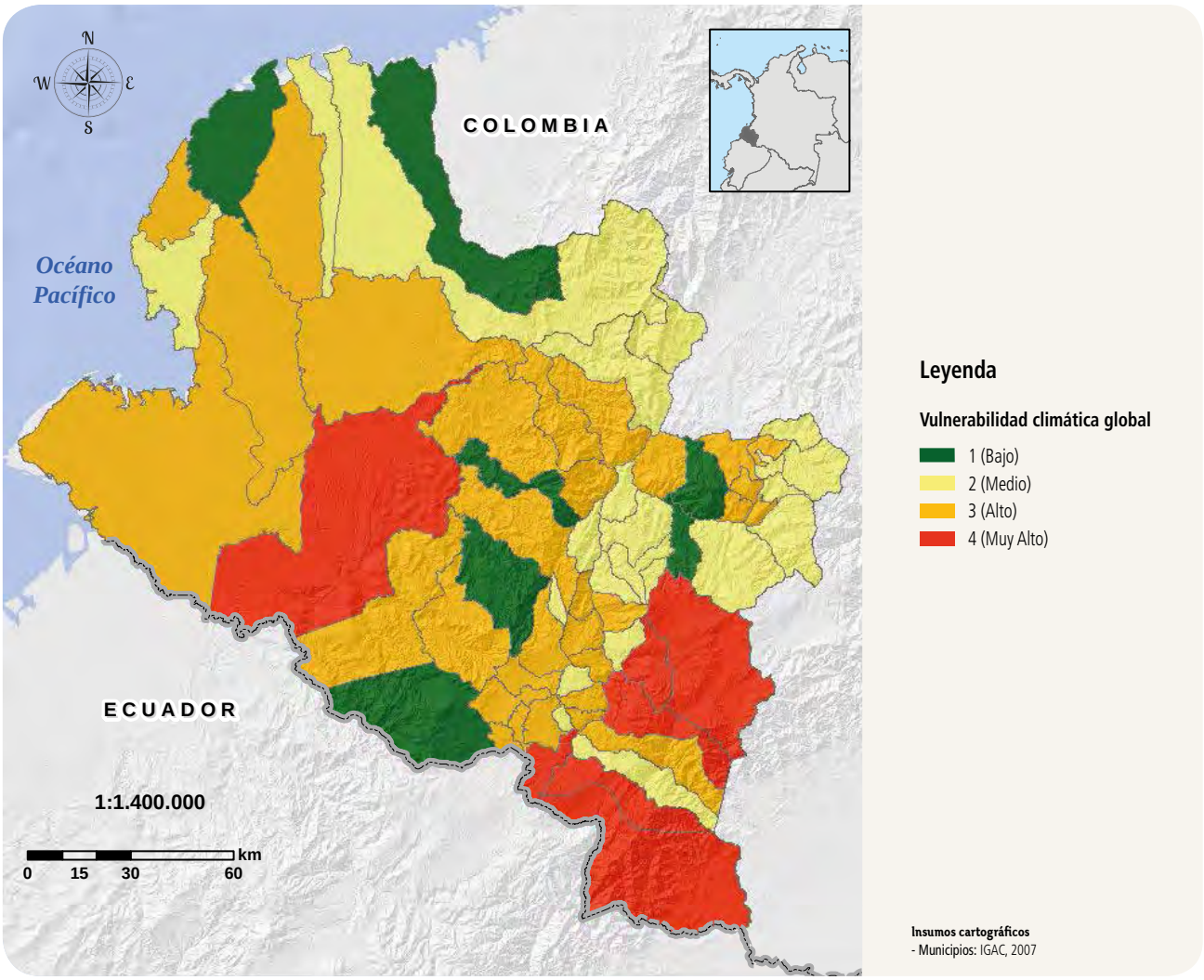
Para obtener el índice de vulnerabilidad climática global (Mapa 45), se aplicó la siguiente fórmula:

VULNERABILIDAD = IVULCAPNAT + IVULSOEC

Una vez obtenidos los resultados por municipio se reclasificaron en cuatro valores:

1 - 3 = (1) Bajo
4 = (2) Medio
5 = (3) Alto
6 - 7 = (4) Muy Alto

Mapa 45. Índice de vulnerabilidad climática global



Fuente: WWF-Colombia (2013).

El mantenimiento del capital natural es una estrategia que minimiza la vulnerabilidad del territorio.

Los resultados finales muestran cómo la vulnerabilidad acumulada de los anteriores índices, presente en aquellos municipios con algún grado de pérdida o transformación de sus condiciones naturales, refleja que una baja capacidad socioeconómica los hace más vulnerables a los cambios climáticos esperados. Llama la atención que algunos municipios de la costa Pacífica presenten una vulnerabilidad baja, lo cual evidencia que posiblemente el mantenimiento del capital natural es una estrategia que minimiza la vulnerabilidad del territorio.

Lineamientos de adaptación climática para el departamento de Nariño

Planificar acciones de adaptación climática es un proceso complejo. El PTAC reconoce esta complejidad y recomienda que los lineamientos de política sean revisados con el tiempo, conforme avancen la nueva información sobre el cambio y la variabilidad climática, los riesgos climáticos asociados, así como la evolución de las determinantes de la vulnerabilidad climática del departamento de Nariño, entre ellas, las condiciones sociales, económicas, políticas y ecológicas. Esto significa que el proceso de planificación de la adaptación nunca está terminado; las condiciones y los riesgos siempre están cambiando.

El proceso de planificación de la adaptación nunca está terminado; las condiciones y los riesgos siempre están cambiando.

En este capítulo, los tomadores de decisiones y otros interesados encontrarán lineamientos para detectar, evaluar y priorizar los riesgos climáticos, los procesos determinantes de las distintas dimensiones de la vulnerabilidad, y pasos a seguir, antes de pasar a la evaluación de opciones más detalladas.

Estructura del Plan Territorial de Adaptación Climática

Para facilitar el proceso de planificación de la adaptación climática para el departamento de Nariño, se propone un esquema basado en dos ejes principales y cinco ejes transversales:

Eje principal - Lineamientos estratégicos: (i) la gestión de los riesgos climáticos, que apunta a los riesgos climáticos actuales y su correspondiente necesidad de adaptación climática, y (ii) la gestión del desarrollo del departamento compatible con el clima.

Eje de soporte - Lineamientos transversales: (i) gestión del conocimiento; (ii) incidencia en instrumentos de planeación, gestión y ordenamiento; (iii) divulgación y participación; (iv) gestión institucional, y (v) gestión financiera (Figura 23).

En las siguientes secciones se hace una descripción de cada uno de los lineamientos, incluyendo acciones estratégicas.

Figura 23. Estructura de lineamientos del PTAC

Lineamientos estratégicos

Los riesgos climáticos actuales y futuros son los puntos centrales para construir y conocer las necesidades para la adaptación climática.

La adaptación climática, en la forma como se propone para el PTAC de Nariño, es un proceso social y dinámico, y como tal, su construcción no responde necesariamente a fases o etapas de carácter cíclico, ya que las presiones dinámicas afectan constantemente todos los ámbitos del proceso, creando complejas y transformadas condiciones de riesgos climáticos. En tal sentido, como consecuencia del dinamismo de los escenarios de riesgo, en lugar de abordar el proceso de creación del riesgo en etapas cíclicas en las cuales no habría cabida a las presiones dinámicas, el PTAC busca individualizar dos hitos fundamentales del proceso de adaptación climática, para identificar las estrategias de intervención requeridas. Los dos puntos centrales del proceso de construcción y acumulación de necesidades de adaptación climática son: (i) riesgos climáticos actuales, y (ii) riesgos climáticos futuros.

El riesgo climático actual es aquel que se puede transformar en desastre debido a la existencia de situaciones de amenazas y vulnerabilidad.

El **riesgo climático actual** se refiere al riesgo ya creado, y se caracteriza por presentarse en escenarios donde existen elementos socioeconómicos expuestos en condiciones de vulnerabilidad ante fenómenos físicos potencialmente peligrosos que han sido analizados, evaluados o cuyos posibles efectos han sido percibidos por la sociedad de forma anticipada (Narváez, Lavell & Ortega, 2009). En otras palabras, el riesgo climático actual es aquel que se puede transformar en desastre debido a la existencia de situaciones de amenazas y vulnerabilidad en el departamento de Nariño. La consolidación del riesgo actual se da si este no ha sido efectivamente reducido o mitigado y si se presenta un fenómeno físico potencialmente peligroso que se manifiesta de forma repentina o progresiva.

El **riesgo climático futuro** se refiere a la investigación, caracterización y prospección del riesgo en escenarios probables, donde las condiciones sociales de las amenazas climáticas y oceanográficas, y las exposiciones ante estas, se podrían consolidar en el futuro. Es decir, la expresión "riesgo futuro" hace referencia a la configuración de un riesgo que hoy no existe, pero que se consolidará y probablemente ocurra dependiendo de la forma como se estén manejando los procesos sociales, económicos y ambientales, los cuales involucran las relaciones humanas con el territorio y con la sociedad misma, y cómo estas pueden sobrellevarse para conseguir un bienestar íntegro.

En consecuencia, los ***lineamientos estratégicos del PTAC*** buscan establecer y regular una serie de acciones coordinadas por Corponariño, para la puesta en marcha de la Política de Adaptación Climática para el departamento de Nariño, considerando tanto los riesgos climáticos actuales como los riesgos climáticos futuros y las necesidades de adaptación climática que corresponden a cada uno. Esto significa que cada ***lineamiento estratégico*** contribuye a la generación de ideas acerca de: a dónde se quiere llegar, cuál es el objetivo y cuál es el compromiso de los involucrados en los procesos de adaptación a un clima cambiante.

Por lo tanto, para la presente experiencia piloto de PTAC, los dos lineamientos estratégicos generales propuestos son: (i) **la gestión de los riesgos climáticos,** que apunta a los riesgos climáticos actuales y su correspondiente necesidad de adaptación climática, y (ii) **la gestión del desarrollo del departamento compatible con el clima,** orientado a los riesgos climáticos futuros (Figura 24). Los lineamientos estratégicos se desarrollan a continuación:

Figura 24. Lineamientos estratégicos del PTAC

Gestión de los riesgos climáticos - Lineamiento estratégico uno

Contexto del lineamiento

Las diferentes manifestaciones del clima (p. ej. temperatura, precipitación) históricamente han tenido una importante incidencia en el establecimiento de las diversas opciones de planeación y usos del territorio del departamento de Nariño, así como en su desarrollo socioeconómico.

Lo anterior implica que para el departamento sea de vital importancia generar la capacidad de entender las amenazas que denotan los cambios en el clima, evaluar sus consecuencias sobre los distintos elementos y funciones que la componen y comprender los mecanismos de adaptación climática tanto para intervenir los procesos que lo hacen susceptible de ser afectado por un clima cambiante, como para la gestión de los impactos y consecuencias sobre los territorios, sus ecosistemas y los procesos económicos.

Desde un punto de vista técnico, este lineamiento tiene como finalidad consolidar un marco de política a partir del concepto de riesgos climáticos: aquel que relaciona una amenaza de origen climático, con el nivel de exposición a ella y las condiciones de vulnerabilidad.

Estructura del lineamiento

El primer lineamiento estratégico del PTAC es el siguiente:

Gestión de los riesgos climáticos en el departamento de Nariño.

Este lineamiento se define[24] como "un proceso social y político, sistemático y continuo, a través del cual se busca controlar los procesos de creación o construcción de riesgos climáticos o disminuir los riesgos climáticos existentes con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas de origen climático y oceanográfico, y la posibilidad de que ocurran consecuencias adversas, con la intención de fortalecer los procesos de desarrollo sostenible y la seguridad integral de la población".

El departamento de Nariño debe estar en la búsqueda constante de acciones para hacerle frente a pérdidas y daños recurrentes, ocasionados por los eventos de origen climático y oceanográfico. Es por ello que se hace urgente establecer medidas que minimicen tanto la exposición a fenómenos físicos de origen climático y oceanográfico potencialmente peligrosos, como los daños y pérdidas que ocasionan en territorios sensibles a sus efectos. De ahí que para el PTAC sea determinante contribuir a la resolución de las necesidades de adaptación climática, principalmente basadas en la reducción de riesgos climáticos, a través de las acciones estratégicas que se proponen a continuación.

Acciones estratégicas del lineamiento

Ampliar el conocimiento y la capacidad de gestión relacionada con los eventos físicos potencialmente peligrosos.

Al considerar este primer componente de los riesgos climáticos, los eventos físicos, suelen ser definidos como "amenazas". Son varios los fenómenos, de origen climático y oceanográfico, que pueden poner en peligro la vida, el medio ambiente y en general el bienestar y el desarrollo. El mensaje central para los responsables de la planificación/ejecución de proyectos relacionados con el PTAC, es sobre el entendimiento de las características, frecuencia y magnitud de estos eventos físicos potencialmente dañinos. Exponer los elementos que constituyen los sistemas sociales y ambientales significa que los eventos físicos tienen como consecuencia la configuración de estos (los fenómenos físicos) como amenaza. Es decir, sin exposición no hay amenaza, y tal como lo señalan Narváez, Lavell y Ortega (2009), "sin exposición no hay posibilidad de amenaza o riesgo", y que además "es casi imposible ubicarse en un lugar completamente seguro frente a eventos potencialmente peligrosos, en particular aquellos considerados como extremos".

24. A partir de trabajos previos citados por Guevara y Orozco (2011).

Dentro de los fenómenos físicos potencialmente peligrosos priorizados por los estudios técnicos del PTAC, están las inundaciones, los fenómenos de remoción en masa, los vendavales, los incendios forestales, los oleajes extremos, la erosión costera, el aumento permanente del nivel medio del mar, los cambios en las condiciones hidrológicas (principalmente sequías) y los procesos de desertificación.

Actuar sobre los factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales, que aumentan la susceptibilidad del departamento al impacto de las amenazas de origen climático y oceanográfico.

El segundo componente de intervención de los riesgos climáticos del departamento de Nariño, es la suma de los factores, que correlacionados y subyacentes a la exposición a los eventos físicos potencialmente peligrosos, hacen que un elemento (personas, infraestructura, ambiente y medios de vida) sea propenso a daño o pérdida. Narváez, Lavell y Ortega (2009) proponen una serie de precondiciones y circunstancias como causas de la vulnerabilidad, a saber:

1. Los grados de resistencia de personas, infraestructura, ambiente y medios de vida.
2. Los grados de resiliencia[25] de las personas, infraestructura, ambiente y medios de vida.
3. Las condiciones socioeconómicas y de bienestar.
4. Los grados de protección social y de autoprotección individual.
5. El nivel de gobernabilidad de la sociedad.

Para efectos del PTAC, más allá de continuar el debate teórico en torno a una definición única de vulnerabilidad, la prioridad tiene que ver directamente con la necesidad de reconocer las diversas determinantes de la susceptibilidad del departamento, las capacidades y necesidades de sus comunidades para optimizar las estrategias de la adaptación climática.

Para el departamento de Nariño es vital entender las amenazas que denotan los cambios en el clima para la gestión de los impactos y sus consecuencias.

Gestión correctiva o compensatoria de los riesgos climáticos existentes.

Este punto se resume en un postulado concreto: reducir el riesgo climático existente en el departamento. En buena medida, el riesgo climático existente es producto de prácticas inadecuadas de desarrollo que no han considerado las condiciones climáticas predominantes en el departamento, como los cambios asociados a la variabilidad climática y los eventos climáticos extremos. A esto se suma una alta vulnerabilidad acumulada en el tiempo. En tal sentido, la gestión correctiva promueve procesos para reducir los niveles de riesgo climático existentes en el departamento, reaccionando y compensando el riesgo ya construido.

Poner en práctica una gestión correctiva reconoce múltiples puntos de referencia para el riesgo que existe debido al desarrollo de dinámicas sociales. Entre las más comunes en América se encuentran: "Los asentamientos ubicados en zonas de inundaciones recurrentes y construidos con técnicas inadecuadas; comunidades ubicadas en zonas propensas a deslizamientos o a la erosión costera, producción agrícola mal adaptada al clima y sus extremos en una determinada localidad, entre otros" (PNUD, 2007). También existen condiciones de riesgo que son resultado de cambios en las condiciones ambientales (p. ej. sequías), dinámicas sociales (p. ej. migraciones), infraestructura (p. ej. urbanización) y sistemas de

25. Según la terminología empleada por Naciones Unidas, resiliencia es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas.

producción (p. ej. monocultivos). Además, existen situaciones resultantes de la dinámica natural del territorio, no necesariamente causadas por el proceso de asentamiento y que tampoco era posible preverlas. En cualquiera de los casos, la intervención del PTAC apunta a las condiciones preexistentes, y que en función de reducir el riesgo, será correctiva.

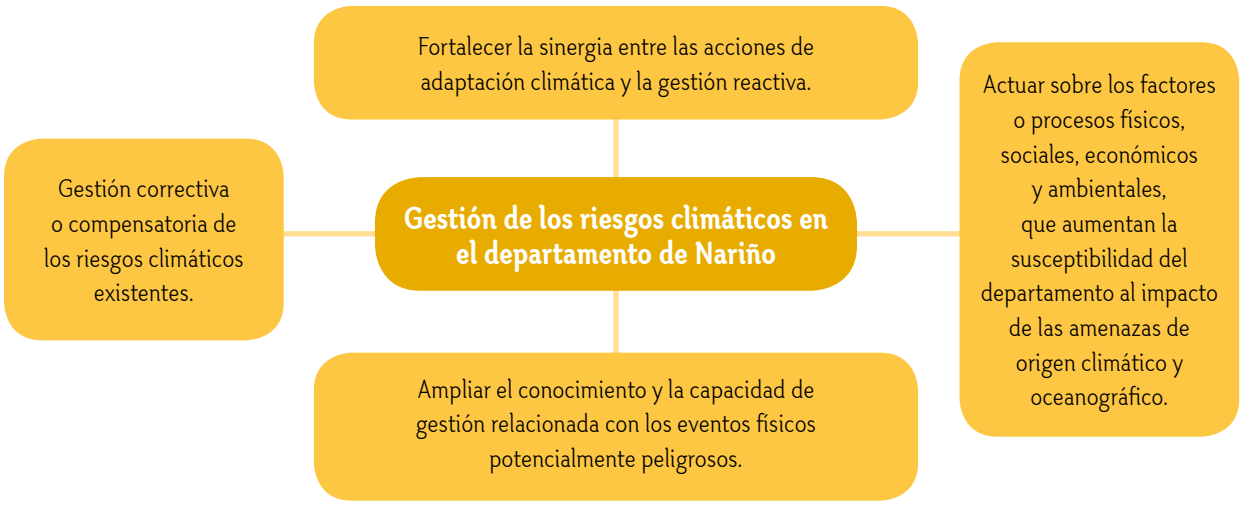
Fortalecer la sinergia entre las acciones de adaptación climática y la gestión reactiva (preparación y respuesta a emergencias asociadas a riesgos climáticos).

Bajo esta acción estratégica del PTAC, se hace referencia a las oportunidades para la adaptación climática dentro de las acciones de preparación, respuesta y rehabilitación,[26] que se desarrollan para hacer frente a la materialización de los riesgos climáticos (reflejada en situación de crisis, emergencias o desastres). Entre las acciones de preparación y respuesta a emergencias, Lavell (2003) incluye todas aquellas cuyo objetivo es "organizar y facilitar los operativos para el efectivo y oportuno aviso, salvamento y rehabilitación de la población y la economía en caso de desastre. La preparación se lleva a cabo mediante la organización y planificación de las acciones de alerta, evacuación, búsqueda, rescate, socorro y asistencia que deben realizarse en caso de emergencia y debe garantizar que los sistemas, procedimientos y recursos requeridos para hacer frente a una emergencia o desastre están disponibles para proporcionar ayuda oportuna a los afectados" (Ver Figura 25).

Es muy importante para el PTAC reconocer y promover esta etapa dentro de sus objetivos. La preparación y respuesta ante los desastres ofrece innumerables opciones para contribuir a una distribución más equitativa de las responsabilidades de reducción de los riesgos climáticos; además, sus actividades pueden ayudar a hacer visibles y potenciar las capacidades y beneficios de la adaptación climática.

26. En este documento se reconoce la rehabilitación como una etapa previa a la recuperación.

Figura 25. Acciones estratégicas - Lineamiento: Gestión de los riesgos climáticos en el departamento de Nariño



Gestión del desarrollo del territorio compatible con el clima - Lineamiento estratégico dos

Contexto del lineamiento

Existen varias formas de construcción de riesgos climáticos futuros para el departamento de Nariño, que están relacionadas con las acciones de desarrollo y subsistencia ejecutadas por sus habitantes, y que en sinergia con las dinámicas de cambio climático global, pueden consolidarse en diferentes escenarios como:

1. Territorios donde se verifican condiciones de degradación ambiental y social, pero en las que todavía no se conoce la potencial afectación de fenómenos físicos peligrosos detonados por el clima, aunque podrían presentarse a futuro. Este escenario aplica a zonas del departamento que, por ejemplo, estén sometidas a futuro a condiciones de desertificación o degradación de suelos detonados o asociados a cambios en las condiciones climáticas.
2. En las zonas donde no existen elementos socioeconómicos expuestos en condiciones de vulnerabilidad, y se conoce la presencia o probable ocurrencia de fenómenos físicos potencialmente peligrosos; aquí el riesgo se considera futuro y se refiere a la probable exposición u ocupación insegura de áreas peligrosas. Este escenario aplica a localidades del departamento que no están en zonas de amenaza por eventos como inundaciones o fenómenos de remoción en masa, pero que a futuro, en caso de persistir procesos inadecuados de planeación y uso del suelo, se configuren nuevos escenarios de riesgos climáticos.
3. En las zonas donde no existen elementos socioeconómicos expuestos en condiciones de vulnerabilidad y no se conoce la presencia o probable ocurrencia de fenómenos físicos potencialmente peligrosos; en este caso, el riesgo futuro es más lejano que en el anterior, y las acciones a emprender buscan mantener las condiciones de sostenibilidad del desarrollo en el territorio, a la vez que se debe avanzar en el conocimiento sobre fenómenos físicos. Este escenario aplica a aquellos territorios donde se tiene incertidumbre tanto en las posibles condiciones de ocupación y uso del territorio como de los fenómenos físicos potencialmente peligrosos de origen climático y oceanográfico, que en ellos pueden ocurrir.

Los procesos de cambio en el clima global, sumados a los cambios sociales y de desarrollo de territorios como el departamento de Nariño, representan escenarios de riesgo futuro, debido a ocupaciones y usos inseguros de territorios, expansión y crecimiento demográfico sin una adaptación climática planificada.

A partir de este contexto, en el PTAC se ha buscado reforzar la noción presentada por varios autores (Cardona, 2001; Lavell, 2006; Vargas, 2009; Narváez, Lavell & Ortega, 2009 y Guevara & Orozco, 2011), en la que se afirma que el riesgo, y en este caso el riesgo climático futuro, es una construcción social. La transformación de eventos climáticos y oceanográficos en amenazas como la vulnerabilidad del departamento de Nariño, están "intermediadas por la acción humana"; en tal sentido, la materialización de estos riesgos en futuros desastres es entendida como una expresión de pérdidas y daños de esa construcción social.

Con esta forma explícita del riesgo de desastres como construcción social, es evidente que la relación entre la adaptación climática es integral a los objetivos del desarrollo sostenible. Esta relación se fundamenta en la garantía de condiciones de seguridad que la gestión de riesgos climáticos de desastres aporta a los esfuerzos y procesos de mejoramiento de calidad de vida y del bienestar del departamento.

Estructura del lineamiento

El segundo lineamiento estratégico del PTAC es el siguiente:

Gestión de un desarrollo del territorio y del bienestar social en el departamento de una forma compatible con un clima cambiante.

La síntesis de este objetivo estratégico es: "desarrollar procesos de adaptación planificada en

La adaptación climática es integral a los objetivos del desarrollo sostenible.

función de los riesgos climáticos que aún no existen, pero que se pueden configurar en el departamento de Nariño". La visión prospectiva de la adaptación climática, como segunda opción de tipología para el PTAC, es un proceso a través del cual se prevé que un riesgo climático podría construirse en el futuro, como resultado del cambio climático global, en conjunto con nuevos procesos de desarrollo, inversión y ocupación del territorio.

Lo anterior está en sinergia con las propuestas conceptuales de la Alianza Clima y Desarrollo (CDKN), que definen el desarrollo compatible con el clima como aquel "que minimiza el daño causado por los impactos del clima mientras maximiza las muchas oportunidades de desarrollo humano presentadas por un futuro bajo en emisiones y más resiliente". Es así como a través del PTAC se busca planificar un territorio resiliente al clima futuro, que facilite tomar medidas de adaptación y promover acciones en la planificación del desarrollo, orientadas a evitar nuevas condiciones de vulnerabilidad climática, "haciendo énfasis en la complejidad e incertidumbre, y en cómo la sociedad podrá aprender y organizarse para crear transformaciones beneficiosas y sostenibles" (CDKN, 2010) (Figura 26).

Acciones estratégicas del lineamiento

Gestión prospectiva o anticipatoria de los riesgos climáticos futuros.

Tiene como fin desarrollar procesos a través de los cuales se anticipen los riesgos climáticos que podrían configurarse a futuro en el departamento de Nariño. Por supuesto se espera que las prácticas de adaptación climática consideren que una gestión prospectiva "evite cometer los mismos errores que en el pasado han tenido como consecuencia los altos niveles de riesgo que ya existen en la sociedad y que finalmente, desembocan en los desastres del futuro" (PNUD, 2007).

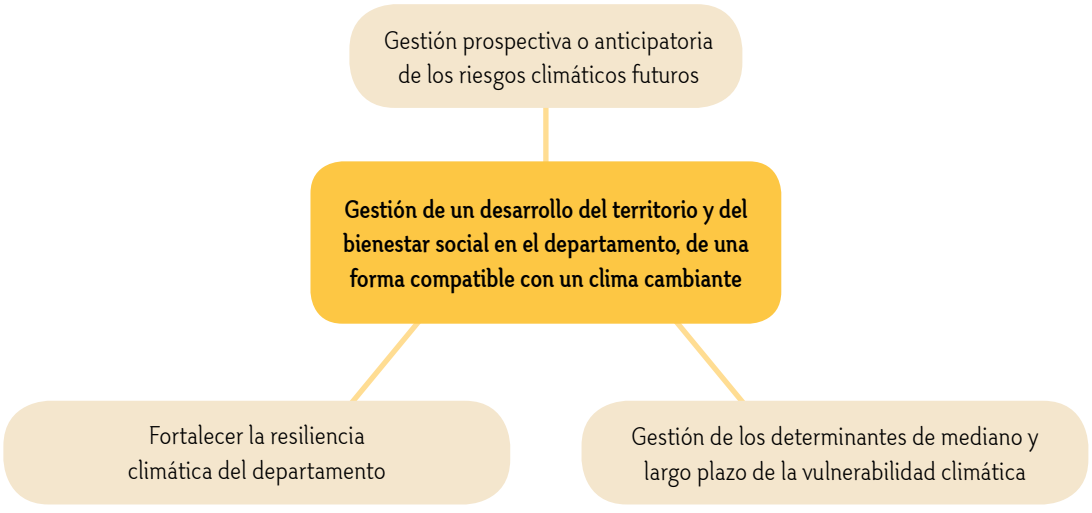
Fortalecer la resiliencia climática del departamento.

A partir del concepto de resiliencia ecológica, se ha construido un enfoque conceptual de resiliencia del territorio, que para el caso del departamento de Nariño, es la capacidad que tiene este para amortiguar los presiones externas como resultado de un clima que está cambiando, tanto en sus condiciones promedio como en la variabilidad y en sus valores extremos. En el caso del PTAC, las acciones estratégicas están asociadas a la posibilidad de dotar al departamento con atributos de resiliencia climática como: la capacidad de amortiguar la alteración del territorio debido a fenómenos físicos potencialmente peligrosos de origen climático y oceanográfico, la capacidad de autoorganizarse alrededor de objetivos de adaptación climática, y la capacidad de aprendizaje de los riesgos climáticos que han afectado de manera recurrente al departamento de Nariño.

Gestión de los determinantes de mediano y largo plazo de la vulnerabilidad climática.

Para lograr un desarrollo del departamento de Nariño compatible con el clima, es necesario establecer estrategias que tomen en cuentan los principales elementos que a mediano y largo plazo tienen el potencial de propiciar condiciones de vulnerabilidad climática. Para identificar estos determinantes y planificar escenarios de desarrollo para el departamento, es necesario establecer agendas que apunten a conocer y planear los mecanismos a través de los cuales se transforma el departamento de Nariño en lo relativo a su dimensión social, ecosistémica, estructura productiva e infraestructura.

Figura 26. Acciones estratégicas - Lineamiento: Gestión de un desarrollo del territorio y del bienestar social en el departamento de Nariño de una forma compatible con el clima



Lineamientos transversales

En esta sección se proponen los **lineamientos transversales,** que buscan complementar y reforzar la aplicación exitosa de las acciones establecidas para los lineamientos estratégicos del PTAC. Cada **lineamiento transversal** está propuesto como un complemento que ayuda a consolidar la planificación de la adaptación climática para el departamento de Nariño. Para la presente experiencia piloto de PTAC, se proponen cinco lineamientos transversales, cada uno de los cuales se desarrolla a continuación:

Gestión del conocimiento - Lineamiento transversal uno

El primer lineamiento transversal es el siguiente:

"Propiciar las condiciones para el conocimiento y la capacidad de gestión de la información referente a las manifestaciones climáticas y oceanográficas en el departamento de Nariño".

Para abordar la adaptación climática es necesario no solo consolidar la información climática, sino tener una capacidad para su análisis, que permita dar razón de las interacciones climáticas territoriales y sus efectos sobre la población, infraestructura, ecosistemas, economía, entre otros. Esta información se convertirá en el insumo principal para la toma de decisiones, al brindar información verídica y actualizada del comportamiento y el estatus del departamento frente a un clima cambiante.

Acciones estratégicas

- Realización periódica de Perfiles Climáticos Territoriales con base en la información individual de las condiciones observadas en las unidades territoriales del departamento, para abordar estrategias a partir de la identificación de oportunidades de actuación para la adaptación.
- Consolidación de los escenarios de clima futuro con el apoyo del Ideam .
- Conocimiento y monitoreo de la variabilidad climática y eventos extremos más frecuentes, como fenómenos de remoción en masa, inundaciones, incendios forestales, erosión costera, mediante modelos generados en los escenarios de El Niño y La Niña.
- Evaluación actual y esperada de los determinantes de la vulnerabilidad climática apoyados en un diagnóstico territorial y participativo de conocimientos, percepciones e impactos en comunidades locales, que generen un mapeo de diferentes riesgos climáticos y oportunidades para fortalecer la capacidad de adaptación climática.
- Evaluación periódica de las distintas dimensiones de riesgos climáticos, a través de un mapeo de los mismos, desarrollado con base en la integración de datos en un sistema de información geográfica que abarque el departamento de Nariño, con el ánimo de identificar áreas con especiales condiciones de riesgo climático.
- Consolidación, difusión y apropiación de los lineamientos del PTAC por parte de Corponariño y demás instituciones departamentales y municipales con competencia en el tema.

Incidencia en instrumentos de planeación, gestión y ordenamiento - Lineamiento transversal dos

El segundo lineamiento transversal es el siguiente:

"Enmarcar la adaptación climática en una visión regional de largo plazo que incida en los ejes determinantes la gestión y el ordenamiento del territorio y sus procesos asociados".

El departamento de Nariño debe definir su visión de desarrollo que le permita encontrar modos de relacionar las respuestas a un clima cambiante con las aspiraciones de un desarrollo territorial

más sostenible. Esto implica una mejora de sus capacidades de adaptación a los cambios climáticos, reduciendo la vulnerabilidad frente a este, optimizando la calidad de vida de los ciudadanos y el estado de los ecosistemas, además de contribuir a la estabilización de los GEI, promoviendo una transición hacia una economía baja en carbono, que integre y fortalezca los recursos y esfuerzos de la lucha contra la pobreza y el desarrollo sostenible.

Por ello es necesario abordar este problema bajo una visión sistémica, es decir, que considere los elementos que engloban dinámicas urbanas y rurales dentro del departamento y la forma en que estos se relacionan, tanto para el diagnóstico como para la formulación de la estrategia para resolverlos.

Además, la exposición a los riesgos climáticos se relaciona directamente con la planificación del uso del suelo, incluyendo desarrollo urbano en zonas inestables y peligrosas, asentamientos urbanos informales en las zonas de ladera y otras zonas, así como la destrucción de zonas naturales protegidas y de amortiguación. En consecuencia, se encuentran no solo en el ordenamiento territorial, sino en la planificación urbana/rural, herramientas estratégicas para la creación y ejecución de medidas integradas, que tengan en cuenta los riesgos inminentes del cambio climático sobre la infraestructura, y fomenten las acciones que promuevan la fijación del carbono y/o que sean bajas en emisiones de GEI.

Acciones estratégicas

- Promover una visión departamental a largo plazo dentro del contexto regional, baja en carbono y resiliente al clima, y darla a conocer a la sociedad civil, instituciones y demás sectores, para involucrarlos en su plan de acción.
- Promoción de procesos participativos e incluyentes de ordenamiento territorial.
- Considerar la gestión de desarrollo como un concepto integral que equilibra esfuerzos y acciones para la prosperidad económica, social y ambiental, delimitada por los retos de la gestión del cambio climático.
- Fortalecimiento de la sinergia entre actores, instituciones y sociedad civil, y diseño de una estrategia que considere el trabajo intersectorial.
- Identificación mancomunada de riesgos y oportunidades para trabajar conjuntamente.
- Inclusión de las medidas de adaptación y mitigación en la planificación pública, a través de herramientas determinantes, como: a) planes de desarrollo; b) revisiones habituales de planes y esquemas de ordenamiento territorial y los usos del suelo; c) planes de manejo y ordenamiento de cuencas (POMCA) y Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR); d) planes de acción de la Corporación; y e) planes de manejo ambiental de ecosistemas estratégicos.
- Planeación y aplicación estricta de la zonificación para el uso y aprovechamiento del suelo, de acuerdo con la normatividad vigente sobre la materia.
- Creación de un plan de manejo adecuado para los conflictos de uso de suelo
- Creación de modelos de ocupación y estándares de desarrollo que permitan la gestión de densidades óptimas.
- Fortalecimiento de la estructura ecológica, con el fin de establecer corredores de

La exposición a los riesgos climáticos se relaciona directamente con la planificación del uso del suelo y la destrucción de zonas naturales protegidas.

conectividad y continuidad (de acuerdo con la estructura ecológica regional), para el mantenimiento de la oferta hídrica y servicios ecosistémicos a nivel local, con alcance regional y nacional.

- Promoción del desarrollo y la implementación de principios de planificación con bajos niveles de emisión de carbono que límite la expansión urbanística .
- Gestión sostenible y óptima de la construcción de infraestructuras y equipamientos, para garantizar un desarrollo integrado, justo socialmente, sostenible y que esté fortalecido, en el contexto del cambio climático, desde las fases de estudio, diseño y construcción.
- Optimización de los procesos de desarrollo de la infraestructura de abastecimiento hídrico, saneamiento y drenajes pluviales, con inclusión de modelos de escenarios que presenten los fenómenos de El Niño y La Niña. Para ello, se recomienda considerar, por ejemplo, para el cálculo de los periodos de retorno, impactos de variaciones de precipitación y temperatura, sobre el uso del suelo, la demanda del recurso hídrico, el modelo de ocupación y las dinámicas poblacionales y económicas de los principales asentamientos urbanos.

Divulgación y participación social - Lineamiento transversal tres

El tercer lineamiento transversal es el siguiente:

"Ejecución de acciones y proyectos que faciliten el acceso a la información, la conciencia pública, la capacitación, la educación, la investigación y la participación, para contribuir con la creación de capacidades a nivel local, para afrontar el cambio climático".

Corresponde a uno de los componentes transversales de mayor importancia en la gestión climática, ya que propende por dar a conocer la problemática climática y entregar herramientas claves que permiten actuar a todos los actores directos e indirectos del cambio climático, además de promover capacidades de mitigación y adaptación. La evolución del concepto y la gestión de cambio climático, ha hecho que este sea un tema no solo de interés científico, académico y gubernamental, sino para el ciudadano y la sociedad en general, permitiéndole ser un ente activo en la lucha contra el calentamiento global, responsabilidad histórica que debe ser abordada.

De esta forma, el Artículo 6 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) contempla la necesidad de unificar esfuerzos para el desarrollo de programas y proyectos en materia de acceso a la información, sensibilización, educación, formación, participación y cooperación internacional frente al cambio climático a nivel nacional, que puede ser igualmente aplicado a nivel subnacional. La idea tiende a que la sociedad civil y la academia tengan un lenguaje común, para que el conocimiento sea permeable a todos los niveles formativos.

Acciones estratégicas

- Promover el desarrollo de estrategias de capacitación a los ciudadanos sobre las causas del cambio climático, las fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero y las acciones que se están gestando y/o pueden desarrollarse, a todos los niveles, orientadas a conseguir cambios de comportamiento.
- Buscar que las instituciones municipales ambientales, sociales, entre otras, difundan información por medio de campañas de penetración efectiva, información relevante y actualizada (Internet, televisión, radio, eventos socioculturales y educativos) que den cuenta de la problemática climática y que invite a los habitantes del departamento de Nariño a ser agentes de cambio y participantes activos.
- Promover dentro de Corponariño y entes ambientales y sectoriales, la inserción de temáticas como el cambio climático, en instrumentos de planeación y ordenamiento territorial.

- Promover el conocimiento y apropiación por parte de los entes territoriales de buenas prácticas que se estén gestando o se hayan gestado a nivel nacional e internacional, y sean aplicables a la realidad del departamento; además de facilitar el intercambio de experiencias, participando en espacios como el Nodo Regional Pacífico de cambio climático.
- Promover la articulación y empoderamiento de la empresa privada en procesos educativos a través de procesos de generación de conciencia y responsabilidad social ambiental y climática.
- Crear capacidad institucional y técnica profesional mediante la celebración de cursos y seminarios que aborden la gestión climática, dirigidos a funcionarios de las autoridades ambientales, instituciones públicas, instituciones educativas y entes territoriales.
- Promover incentivos que motiven la gobernanza de base comunitaria, como son el fomento de la participación de líderes comunitarios en proyectos municipales de cambio climático.
- Para fomentar la investigación y el desarrollo, reconocer y priorizar las fuentes de cofinanciación del Estado, como Colciencias y los ministerios, al igual que el sector privado.
- Difundir información referente a investigaciones, además de estar atentos al desarrollo de talleres convocados por el Ideam a nivel nacional, referentes al tema del cambio climático y sus avances investigativos.
- Promover la creación de centros de investigación climática dentro de las instituciones universitarias, y evaluar la posibilidad de establecer un observatorio climático para el departamento de Nariño, que articule acciones de diferentes centros de investigación en la región.
- Promover la creación e implementación de proyectos piloto de adaptación climática.
- Fortalecer a las instituciones educativas, formativas y de investigación en la ciudad, que desarrollan acciones pedagógicas en materia de cambio climático, apoyadas en la orientación técnica impartida por el Ideam y el MADS, al igual que la inclusión transversal del tema climático en los currículos de instituciones académicas.
- Consolidar y fortalecer el apoyo a las organizaciones no gubernamentales para que continúen fomentando la implementación de iniciativas orientadas a generar conciencia y participación ciudadana en temas de cambio climático.

Fortalecimiento de la gestión institucional - Lineamiento transversal cuatro

El cuarto lineamiento transversal es el siguiente:

"Fortalecer la gestión institucional relacionada con la gobernanza climática".

Como se ha resaltado anteriormente en los principios generales de los lineamientos, la dinámica de la gestión del cambio climático representa un reto de gobernanza por su carácter intra e interinstitucional. Para ello se busca que Corponariño, como actor regional, se convierta en un medio conector de las partes interesadas del sector público y privado a nivel local, nacional e internacional, las organizaciones no gubernamentales y de la sociedad civil que igualmente cumplen una función determinante a la hora de hacer frente a la problemática climática. La sinergia es indispensable para gestionar los riesgos climáticos y propiciar mecanismos adaptativos precisos, con miras a reducir la vulnerabilidad. Así se reconoce el territorio como el nicho donde ocurren los acuerdos estratégicos que guiarán la posterior ejecución de acciones y proyectos concretos que delimiten políticas. Sin la participación directa y comprometida de los actores presentes en cada territorio no será posible una estrategia viable y sostenible de respuesta al cambio climático (PNUD, 2012).

Acciones estratégicas

- Entidades como Corponariño, Parques Nacionales, Ideam, institutos de investigación e instituciones universitarias, entre otras, deberán avanzar a escala regional para generar estrategias integrales que vinculen diferentes sectores de interés, además de promover la participación y la inclusión social.
- Promover espacios de coordinación intra e interinstitucional que genere una dinámica multinivel, para potenciar la sinergia entre la academia, centros de investigación, sector empresarial, municipal y ONG.
- Fortalecer la articulación con el Gobierno nacional (MADS y DNP) y regional (Nodo Regional de Cambio Climático de la Región Pacífico Sur).
- Participar en las redes internacionales y nacionales de ciudades e iniciativas sobre el cambio climático, con la cooperación de múltiples participantes gubernamentales, del sector privado, de organizaciones sin ánimo de lucro y de otros actores de la sociedad civil.
- Promover las colaboraciones con el sector privado y las ONG.
- Invertir en el desarrollo de nuevas tecnologías, en viviendas de protección oficial e infraestructuras a prueba del cambio climático, y ayudar en el desarrollo de las evaluaciones de riesgo del cambio climático.

Gestión financiera- Lineamiento transversal cinco

El quinto lineamiento transversal es el siguiente:

"Fortalecer la gestión financiera local y el acceso a fuentes externas de financiación, retención y transferencia de riesgos climáticos".

A pesar de que existen avances en el aporte financiero de instituciones del departamento destinados a la gestión del cambio climático, se hace evidente que el porcentaje que representa dentro de los distintos presupuestos institucionales no es significativo, y que varias de las áreas críticas de la gestión del cambio climático no han sido tomadas en cuenta. Es así como el fortalecimiento de la gestión financiera local y el acceso a fuentes externas de financiación se convierte en un factor clave que determina la capacidad local para tratar el tema del cambio climático.

En este lineamiento transversal se incluye el conjunto de acciones financieras que permiten diversificar y transferir los riesgos climáticos. Desde la perspectiva financiera, el riesgo se refiere al potencial de pérdidas económicas y la reducción del mismo; de acuerdo con CAPRA[27] se basa en "la implementación de medidas que permitan contar con recursos económicos en el momento en que se presente un desastre y

27. CAPRA: Evaluación Probabilística de Riesgo para América Central (Ver en: http://www.ecapra.org) .

se puedan cubrir total o parcialmente dichas pérdidas. En otras palabras, desde el punto de vista financiero, la gestión del riesgo tiene como objetivo identificar y analizar las exposiciones de pérdida, examinando las posibilidades de transferencia y retención de esas pérdidas, llevando a cabo las transacciones del caso y estando atentos a los cambios o ajustes que deban realizarse. Esto involucra la industria de seguros y reaseguros, la titularización y otros esquemas financieros utilizados o que se podrían explorar para integrarlos a una gestión integral del riesgo colectivo desde una visión multisectorial, interinstitucional y multidisciplinaria".

Al respecto, Cardona (2009) introduce en su publicación para el proyecto "Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina" (Predecan), una muy completa descripción de los instrumentos para la gestión financiera del riesgo, que indica cómo "los cambios rápidos en el sector financiero están permitiendo la aparición de nuevas alternativas para enfrentar las pérdidas causadas por fenómenos peligrosos como los terremotos, huracanes, inundaciones, entre otros". Otro punto a destacar frente a la gestión financiera, es su creciente atención por parte de diferentes agencias e instituciones internacionales. Al respecto, el "Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres 2011", señala que el panorama y el escenario de pérdidas recurrentes "debería ser suficiente para obligar a los gobiernos a actuar", y que por ejemplo en Colombia, "se estima que las pérdidas anuales por desastres representan aproximadamente el uno por ciento del PIB". Desde una perspectiva de gestión financiera del riesgo, la literatura propone, en forma sintética, tres posibles estrategias: asumir el riesgo, asegurarlo y/o transferirlo a los mercados de capitales. Al respecto, el Banco Mundial (2011) señala que "la decisión es, en última instancia, una decisión de política basada en consideraciones como el valor promedio anual de las pérdidas y las pérdidas máximas probables, el espacio o capacidad fiscal con que cuenten para invertir en reducción del riesgo, la aceptación social y política del riesgo, y el acceso a la financiación".

Acciones estratégicas

- Fortalecimiento de la cooperación internacional y/o creación de una oficina que se ocupe de esta materia.
- Dar a conocer y aprovechar opciones internacionales de financiación y fondos destinados al cambio climático por parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC).
- Mecanismos financieros flexibles como:
  - Propiciar el aseguramiento colectivo y microseguros ante eventos climáticos extremos.
  - Fortalecer los fondos locales (fondo del agua y fondo de gestión de riesgos).
  - Desarrollo de instrumentos financieros para solventar la conservación e identificación de mecanismos de distribución de los beneficios a nivel local y nacional.

Programas prioritarios

Las recomendaciones principales del PTAC no se limitan a una sola medida. En su lugar, se insta a los tomadores de decisiones a adoptar diversas acciones de política que aborden un conjunto de determinantes biofísicos y socioeconómicos de la vulnerabilidad climática, y que además de ser complementarios entre sí, puedan dar paso a la conformación de programas prioritarios de adaptación climática. Dichos programas apuntan a una mejor planificación y ejecución de la adaptación climática.

Los programas apuntan a mejorar la planificación y ejecución de la adaptación climática.

Por lo tanto, y tomando en consideración: (i) las acciones propuestas en la líneas estratégicas y líneas transversales presentadas en las secciones anteriores; (ii) los resultados de los estudios técnicos del PTAC; y (iii) los resultados de los talleres municipales de conocimientos y percepciones alrededor de Riesgos Climáticos y Capacidad de Adaptación, se proponen para el PTAC del departamento de Nariño, los siguientes programas prioritarios:

Programas prioritarios

Sostenibilidad del recurso hídrico

Fortalecimiento de los procesos de planificación y ordenamiento terrotorial en zonas costeras, de piedemonte, andinas y amazónicas

Biodiversidad y áreas naturales protegidas

Gestión del riesgo de desastres de origen hidrometeorológico y oceanográfico

Desarrollo urbano

Seguridad alimentaria
- Producción agropecuaria

Gobernanza

Gestión financiera

Sostenibilidad del recurso hídrico

El primer programa prioritario del PTAC está relacionado con la gestión integral del recurso hídrico. A través de las acciones planteadas, se busca abordar el reto de garantizar la sostenibilidad del recurso en contextos de un clima cambiante, entendiendo que su gestión se deriva de un ciclo hidrológico que se está modificando en muchos casos abruptamente, y que vincula una cadena de interrelaciones entre diferentes componentes naturales y antrópicos.

Tal y como lo indican experiencias de políticas de adaptación climática nacionales e internacionales, el eje del agua es posiblemente el principal elemento integrador en la preparación de un territorio frente al cambio climático, y de sus condiciones de disponibilidad en calidad, cantidad y continuidad depende en buena parte, lograr objetivos sociales, ambientales y económicos en el departamento de Nariño. En este sentido, en la formulación del PTAC, y para mejorar la gestión del recurso hídrico bajo condiciones de clima cambiantes, se plantean las siguientes líneas de acción:

Fortalecer modelos de gestión, conservación y protección de cuencas

En un contexto de cambios tanto observados como esperados en el clima del departamento, este programa apunta a focalizar acciones en cuencas, desde las posibilidades y responsabilidades concretas de Corponariño y de los Gobiernos locales, especialmente para sustentar y colaborar con la implementación de medidas de conservación y protección de coberturas naturales en cuencas, que permitan preservar la funcionalidad de estos territorios en relación con el servicio ecosistémico del recurso hídrico. Esta propuesta va acompañada de un proceso de fortalecimiento de la organización interinstitucional, el cual es un factor identificado que desempeña un papel crítico en la gestión de recursos hídricos, y se plantean líneas de acción como:

- Desarrollar y actualizar periódicamente modelaciones del potencial hídrico del departamento bajo distintas condiciones climáticas.
- Desarrollar procesos de actualización de los POMCA (planes de manejo de cuencas) que integren la dimensión climática.
- Promover políticas municipales basadas en la gestión participativa de los recursos hídricos en la cuenca, fomentando la integración público-privada.
- Generar ámbitos de cooperación entre actores sociales e institucionales para definir acciones para el uso responsable y eficiente del agua en escenarios de déficit hídrico.

Desarrollo de infraestructura asociada al recurso hídrico

Se plantean las siguientes líneas de acción:

- Desarrollo de infraestructura para soluciones de suministro de agua en escenarios de déficit hídrico.
- Implementación de acciones para almacenaje y regulación de escorrentía superficial.
- Fortalecer programas y proyectos para el control de la erosión, la sedimentación y la desertificación.

Buenas prácticas de uso y aprovechamiento

Se plantean las siguientes líneas de acción:

- Evaluar buenas prácticas de sistemas de producción, especialmente agropecuarios, en las cuales existan metas de uso eficiente del agua.
- Implementar tecnologías que favorezcan la competitividad del sector agrícola a partir de condiciones eficientes de riego.
- Fortalecer las prácticas de saneamiento y tratamiento de aguas residuales, que contribuyan a mejorar las condiciones de funcionalidad ecológica de los cuerpos de agua.
- Reducir el impacto de la urbanización sobre la calidad del agua.
- Desarrollar proyectos de uso residencial e industrial eficiente del agua.

Intervenciones en los cuerpos de agua

Se plantean las siguientes líneas de acción:

- Relocalización de la población y protección de las áreas inundables.
- Restauración de las coberturas vegetales y funcionalidad de los cuerpos de agua.

Fortalecimiento de los procesos de planificación y ordenamiento territorial en zonas costeras, de piedemonte, andinas y amazónicas

Este programa prioritario apunta a una gestión y ordenamiento climáticamente inteligente de las cuatro zonas biogeográficas del departamento de Nariño, a partir de las siguientes acciones de adaptación climática:

Protección y recuperación de la morfología costera

Las costas de Nariño presentan una morfología en constante transformación asociada principalmente a fenómenos geológicos, al oleaje, las mareas y los vientos. Este delicado equilibrio dinámico tiene a su vez presiones adicionales de carácter antrópicos y puede ser objeto de transformaciones aun mayores debido al cambio climático.

Por lo tanto, se propone un programa para la disminución de las presiones de carácter humano y la protección del equilibrio dinámico natural, a través de:

- Desarrollo de sistemas de modelación y previsión del cambio climático en zonas costeras respecto a su morfología, línea de costa, sedimentación y erosión.
- Recuperación de zonas costeras erosionadas.

Socio ecosistemas sustentables

Los marcados procesos de asentamientos humanos generan una fuerte presión sobre las estructuras naturales, y además, un aumento considerable en la exposición ante los efectos de manifestaciones climáticas y oceanográficas (en especial ante el aumento de riesgos de desastres por eventos extremos, incendios forestales, erosión costera y los oleajes extremos). Un proceso de asentamientos sustentable debe ser el concepto clave que permita un crecimiento en condiciones seguras y de protección, tanto a la población como a los ecosistemas naturales.

Algunas acciones claves son:

- Implementación de planes locales de ordenamiento territorial, incorporando la dimensión del cambio climático.
- Implementación de un sistema de alerta temprana por fenómenos extremos (como erosión costera, oleajes extremos, incendios forestales, inundaciones y deslizamientos) así como escenarios de inundaciones permanentes ante aumento del nivel del mar.
- Relocalización de población y protección de áreas de riesgo no mitigable.
- Adecuación de códigos de construcción y urbanización contemplando la variabilidad climática actual y probables escenarios futuros de cambio climático

Conservación de la biodiversidad y sistemas hidrológicos

El departamento de Nariño presenta situaciones favorables para el desarrollo de ecosistemas muy ricos en biodiversidad (como los manglares, los páramos, el piedemonte pacífico y el piedemonte amazónico), además de puntos de encuentro entre aguas marinas y continentales como los sistemas estuarinos y deltaicos. En este contexto, el PTAC propone partir de una adecuada valoración de los ecosistemas y de los impactos del cambio climático sobre ellos, junto con la definición y consolidación de áreas de protección y monitoreo, el diseño de estrategias iniciales para la conservación y protección de la biodiversidad y

la adaptación al cambio climático. Entre las acciones se encuentran:

- Establecimiento o fortalecimiento de un sistema de monitoreo de las cuencas costeras, incluyendo la calidad del agua, variables relacionadas con la biota, las variables oceánicas, entre otras.
- Establecimiento de medidas preventivas de adaptación en áreas que contribuyan a proteger la biodiversidad y los ecosistemas, así como a disminuir la vulnerabilidad de la población.
- Estudio de impactos y umbrales de ecosistemas terrestres y acuáticos ante el cambio climático.
- Definición de áreas de protección para la preservación de la biodiversidad.
- Fortalecimiento de la coordinación interinstitucional para la incorporación del cambio climático y variabilidad en la gestión integrada de los recursos hídricos de las cuencas del departamento.
- Apoyo a la creación de corredores marino costeros de conservación de la biodiversidad.

Biodiversidad y áreas naturales protegidas

Existen múltiples presiones en el departamento de Nariño sobre la biodiversidad (especies, ecosistemas y servicios ecosistémicos). Entre ellas están los procesos de deforestación para la ampliación de la frontera agrícola, la extracción ilegal de recursos y biodiversidad, los sistemas de producción de alto impacto, la minería, entre otros.

Además, ahora existe un contexto en el que el cambio climático también causa y causará efectos físicos y ecológicos en las especies, en sus hábitats y en general en la capacidad funcional del territorio, representada en los servicios ecosistémicos. Estos cambios llaman a considerar estrategias que contribuyan a conservar la integridad y funcionalidad ecológica del departamento de Nariño.

Algunas acciones prioritarias son:

Conservación climáticamente inteligente de la biodiversidad del departamento

De acuerdo con WWF, la conservación climáticamente inteligente es aquella que "entiende que el clima es dinámico e interactúa con otras variables ambientales y por lo tanto ofrece escenarios variables para los sistemas ecológicos y sociales que es necesario abordar mediante objetivos visionarios que consideran consciente y deliberadamente los riesgos, retos y oportunidades de un clima cambiante". Por lo tanto, en el PTAC se promueve este tipo de visión, a partir de actividades para la conservación de los ecosistemas que estén focalizadas tanto en reducir los riesgos climáticos sobre la biodiversidad como en aumentar la resiliencia climática de los ecosistemas.

Este programa prioritario busca integrar acciones estratégicas orientadas a mantener y/o incrementar la resiliencia climática de los socioecosistemas del departamento, fundamentalmente con el objetivo de garantizar la prestación futura de los bienes y servicios ambientales que requerirán el desarrollo sostenible y el bienestar humano regional.

Modelos de gobernanza para la gestión de recursos naturales y conservación de la biodiversidad

Las acciones de este subprograma prioritario buscan potenciar sinergias y fortalecer las institu-

ciones de base comunitaria para la gestión de recursos naturales y conservación de la biodiversidad. Esto significa, trabajar sobre modelos de gobernanza en el territorio que consideren los servicios ecosistémicos de soporte y regulación, tanto para la adaptación al cambio climático y la variabilidad como para la reducción de las emisiones de GEI.

Fortalecimiento de objetivos de gestión climática dentro de la gestión ambiental del territorio

Las áreas de conservación de la biodiversidad tienen un importante rol dentro de la agenda de gestión del cambio climático. Este se debe principalmente a la funcionalidad que estos territorios pueden tener para lograr tanto objetivos de mitigación de gases de efecto invernadero como de adaptación climática. Por lo tanto, en el PTAC se quiere incentivar a la planificación de los sistemas terrestres y costeros para que jueguen un papel importante no solo en la agenda que busca ampliar las reservas de carbono, sino en aquellas actividades orientadas especialmente a la reducción de los riesgos climáticos.

Un ejemplo de ello son las acciones como el manejo forestal sostenible, que pueden garantizar que los bienes y servicios derivados del bosque satisfagan las necesidades actuales y al mismo tiempo aseguren su continua disponibilidad y su contribución al desarrollo a largo plazo. Esto además puede ser compatible con la conservación y aumento de los *stocks* de carbono de los bosques y el desarrollo de una estrategia departamental de reducción de emisiones debidas a deforestación y degradación forestal (REDD+).

Desde una perspectiva de adaptación climática, es posible diseñar corredores de conservación que favorezcan la regulación del recurso hídrico, aun en condiciones de déficit de precipitación, y consolidar territorios con cobeneficios en la reducción del riesgo de inundaciones, fenómenos de remoción en masa, erosión costera, entre otros.

Fortalecer la educación e investigación sobre el cambio climático es una estrategia para afrontar los eventos climáticos futuros.

Gestión del riesgo de desastres de origen hidrometeorológico y oceanográfico

Los desastres climáticos son una evidencia clara de las consecuencias adversas del cambio climático. Por lo tanto, es fundamental considerar la forma en que el cambio climático intensifica cierto tipo de fenómenos físicos potencialmente peligrosos (amenazas), al aumentar la vulnerabilidad y por ende los escenarios de riesgo y pérdida por fenómenos climatológicos extremos en el departamento de Nariño.

De acuerdo con los estudios técnicos compilados en el PTAC, existe una correlación estrecha entre cambios en el clima y los desastres naturales de origen hidrometeorológico, como las inundaciones y los fenómenos de remoción en masa.

En un contexto político, la reciente Ley Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) (Ley 1523) presenta desarrollos normativos y técnicos, entendiendo la GRD como el conjunto de acciones de reducción del riesgo, disminución de la vulnerabilidad y atención de emergencias y desastres. Esta ley es sin duda un escenario favorable para el PTAC, ya que existen potenciales sinergias para enfrentar los efectos del cambio climático en la región. Como se ha mencionado en otras secciones de este plan, dentro del panorama de los impactos presentes y futuros de fenómenos físicos potencialmente peligrosos, ya sean de origen hidrometeorológico u oceanográfico, se establece una relación entre la adaptación climática y la gestión del riesgo de desastres (GRD). Esto es claro, ya que "dados sus efectos, el cambio climático se convierte en un amplificador de las amenazas actuales y en generador de algunas nuevas (como el aumento del nivel del mar), influyendo en la vulnerabilidad actual, pero sobre todo, dados sus escenarios futuros, exacerba la vulnerabilidad futura a mediano (5-15 años) y largo plazo (20-100 años)".

Para el caso del PTAC, se proponen iniciativas y medidas encaminadas tanto a la gestión de distintos procesos en el territorio (como los usos del suelo), como en la planeación del desarrollo económico y social del departamento de Nariño, especialmente en donde ya están constituidos posibles escenarios de riesgos climáticos. Dentro de los retos inmediatos, en este programa prioritario se busca el doble beneficio común entre la adaptación climática y la GRD, a partir de:

- Mejorar el conocimiento, pronóstico y alerta de fenómenos físicos potencialmente peligrosos de origen hidrometeorológico y oceanográfico.
- Disminuir las condiciones existentes de vulnerabilidad a fenómenos físicos potencialmente peligrosos de origen hidrometeorológico y oceanográfico.
- Aumentar de la resiliencia climática, desde los procesos de rehabilitación y reconstrucción posdesastres.
- Fortalecer las capacidades para la GRD.

Fortalecimiento de un sistema departamental de alertas tempranas sobre eventos de origen hidrometeorológico y oceanográfico

Los sistemas de alertas tempranas tienen como objetivo principal alertar de manera oportuna a las instituciones y a la comunidad sobre la probabilidad de ocurrencia de un evento físico potencialmente peligroso, que pueda generar una situación de emergencia. De esta forma, se espera reducir los impactos de los fenó-

menos mediante la implementación de medidas de preparación y respuesta. Adicionalmente, los sistemas de alertas tempranas tienen como objetivos el monitoreo de cuencas y microcuencas hidrográficas en tiempo real, y la modelación hidrológica y meteorológica regional.

Diseño e implementación de un plan departamental para manejo de condiciones de sequía

Es importante que el departamento cuente con un plan para el manejo de condiciones de sequía, debido a que la variabilidad climática ha ocasionado y puede ocasionar impactos ambientales, sociales y económicos. En el contexto del PTAC, este plan puede enfocarse en los arreglos institucionales y comunitarios requeridos para el diseño de la infraestructura, tanto temporal como permanente, que permita condiciones de acceso al recurso hídrico aun en condiciones de déficit de precipitación.

Programas de seguros y microseguros

En el contexto de la GRD, existe una amplia gama de instrumentos de gestión financiera, los cuales en general están orientados a asegurar y/o transferir el riesgo a los mercados de capitales. Sobre la transferencia del riesgo, el GAR (2011) señala que "la decisión es, en última instancia, una decisión de política basada en consideraciones como el valor promedio anual de las pérdidas y las pérdidas máximas probables, el espacio o capacidad fiscal con que cuenten para invertir en reducción del riesgo, la aceptación social y política del riesgo, y el acceso a la financiación".

La evidencia indica que en el departamento de Nariño han ocurrido fenómenos climáticos como sequías, inundaciones, heladas, cambios inusuales en temperatura, causando costos y pérdidas en diferentes sectores, principalmente el agrícola. Por lo tanto, entre las acciones sugeridas en el PTAC está el diseño de un programa de seguros colectivos, en especial para el sector agrícola, que ofrezca cobertura del riesgo contra fenómenos climáticos extremos. Esto requiere la colaboración de instituciones privadas de seguros y financieras, que configuran los productos de seguros; la participación activa de las instituciones gubernamentales a nivel regional y el apoyo de diversas instituciones de investigación nacionales e internacionales que apoyan científicamente las medidas del proyecto y comprueban la posibilidad de que estas sean transferidas. El seguro podría entonces cubrir ciertos riesgos climáticos que afectan el rendimiento, la calidad o la supervivencia del cultivo.

Desarrollo urbano

En el PTAC, uno de los programas prioritarios está relacionado con la adaptación climática urbana, que para este documento está fundamentada en la planificación y el ordenamiento del suelo urbano del departamento. La clave para lograrlo es la articulación de diferentes acciones estratégicas, como las siguientes:

Gestión del ciclo hidrológico urbano

Un elemento central en el manejo de ciudades ante el desafío del cambio climático es una gestión adecuada de áreas urbanizadas o urbanizables que presenten altas recurrencias, tanto de inundaciones como de desabastecimiento (las cuales tienen una relación directa con el ciclo hidrológico urbano). Para ello es preciso llevar a cabo una caracterización de estos riesgos climáticos en las áreas de mayor concentración de población, e integrar diferentes instrumentos y políticas de ordenamiento territorial, de gestión del riesgo de desastres y de servicios públicos, alrededor del recurso hídrico como eje integrador.

Sistemas de saneamiento

Un componente importante dentro de la adaptación climática, es mejorar las coberturas de los sistemas de saneamiento. Al adoptar soluciones de saneamiento, el departamento de Nariño puede reducir los riesgos climáticos asociados a la salud, contaminación de cuerpos de agua, degradación ambiental de ecosistemas, entre otros. Esto debe ir acompañado de acciones tendientes a densificar áreas y alcanzar una conexión total de las redes de saneamiento. Por otra parte, para aquellas áreas donde aún no existe red de saneamiento y/o que para esas densidades habitacionales no sea adecuado planificar grandes obras de infraestructura, es posible poner en práctica acciones de saneamiento alternativas que pueden resultar beneficiosas y costo-efectivas para reducir riesgos de contaminación y enfermedades en la población.

Control de usos de suelo

Las buenas prácticas relacionadas con el control de usos de suelo incluyen el mantenimiento o mejoramiento de aquellas zonas cuya funcionalidad está relacionada, principalmente, con la reducción de riesgos climáticos, el ciclo hidrológico, la soberanía alimentaria, o forman parte de la estructura ecológica urbana. Es así como desde el PTAC se indica que entre las opciones de adaptación climática pueden aplicarse técnicas o prácticas de conservación de suelos en zonas urbanas, que son sencillas, de relativo bajo costo, de fácil aplicación y de aceptación por comunidades.

Reducción de riesgos a la salud humana

Se ha demostrado que los cambios en las condiciones climáticas causan impactos en la salud humana, especialmente en poblaciones más vulnerables, como los niños y los adultos mayores. Para ello se entiende prioritario investigar y mejorar la capacidad de monitoreo de los sistemas de salud pública en el departamento, generando conocimiento acerca de posibles impactos locales del cambio climático sobre la salud humana. Esto permitirá llevar a cabo acciones adicionales, como mejorar la capacidad de atención de la salud ante impactos incrementales debidos al cambio climático. Esto incluye, por ejemplo, mejorar la preparación de las instituciones y comunidades para enfrentar posibles impactos asociados. Para una eficiente imple-

mentación de la línea estratégica anterior, es de vital importancia el mejoramiento de las capacidades locales y la participación de las comunidades como promotoras de los cambios de hábitos requeridos en la población local, especialmente en los periodos del año con exceso/déficit de precipitación, olas de calor/frío.

Adaptación de la infraestructura

Una de las acciones prioritarias del PTAC, a nivel urbano, está dirigida a la adaptación de las redes de suministro de agua potable y de las redes de desagüe, para que conserven su funcionalidad en eventos de inundaciones/excesos de precipitación, y de sequía. Los responsables de este tipo de medida son las empresas locales de acueducto y alcantarillado, de modo tal que se puedan prevenir daños por inundaciones, efectos sobre la salud de la población, entre otros. Unos sistemas urbanos de drenajes sostenibles en el departamento, podrán mantener o restaurar un régimen hidrológico más natural, y por ende los impactos sobre la calidad del agua se reducen al mínimo.

Otro componente de infraestructura importante es la red vial del departamento, la cual requiere un importante proceso de actualización en sus condiciones de diseño, construcción y mantenimiento, incorporando criterios de análisis de variabilidad y cambio climático, como un factor determinante en la toma de decisiones del sector.

Programas de cultura ciudadana y uso eficiente del agua

Existen diversos programas de cultura ciudadana relacionadas con la adaptación climática. Para el caso del PTAC, la acción estratégica prioritaria es el ahorro y uso eficiente del agua. La implementación de prácticas de reutilización y reciclaje de agua reducen sus demandas. En el ámbito empresarial, se debe trabajar, además de identificar áreas potenciales para su reutilización o reciclaje, en la reducción sustancial de la demanda de agua a través de la reutilización del agua en los procesos de fabricación. El reciclado de aguas residuales se puede utilizar para algunos propósitos industriales y agrícolas, recarga de las aguas subterráneas y reutilización directa. En el contexto comunitario/residencial, es determinante avanzar en campañas de cultura ciudadana que estimulen el uso residencial de agua potable, a través del consumo racional, uso de aparatos sanitarios eficientes, entre otras.

En general, estas alternativas basadas en consumo eficiente permiten no solamente reducir la demanda sobre las fuentes de abastecimiento del departamento, sino crear una mejor capacidad para absorber los impactos en el recurso hídrico en condiciones de sequías prolongadas.

Seguridad alimentaria - Producción agropecuaria

© Diego M. Garcés / WWF-Colombia

Uno de los aspectos prioritarios en la agenda de adaptación climática del departamento está relacionado con la seguridad alimentaria. Este programa no está explícitamente contemplado en los estudios técnicos del PTAC, sin embargo, en los talleres regionales se consideró prioritario en la región, debido a las condiciones de las actividades productivas y a las necesidades de la población campesina, afrodescendiente e indígena, y los crecientes riesgos climáticos percibidos por los asistentes a los talleres.

En este sentido, se busca fortalecer una agenda que contribuya a la identificación de variedades de cultivos con mejores características de adaptación a las condiciones locales, de la mano de una planificación integrada de la producción y de la promoción de mercados locales. En el PTAC, el programa prioritario de seguridad alimentaria está dirigido principalmente al sector agrícola del departamento, con el fin de generar medidas de adaptación climática, que estimulen una "transformación productiva climáticamente inteligente".

Protección a los cultivos

Para la protección de los cultivos, el PTAC prioriza dos tipos de medidas: protección contra heladas y protección contra sequías/épocas secas. Entre las técnicas de adaptación climática para la protección a heladas se encuentran medidas como la protección activa y pasiva. Para el caso de las sequías, es necesario que en el departamento se inicien procesos de adecuación de los cultivos a especies que necesiten el mínimo de agua, y adecuar el sistema de riego.

Distritos de riego

Otra de las acciones recomendadas para el sector agrícola del departamento de Nariño, es el establecimiento o modernización de sistemas de riego. De acuerdo con la FAO, los "procesos de mejora técnica y de la gestión de los sistemas de riego combinado con reformas institucionales, en caso necesario", mejoran la utilización de los recursos (mano de obra, economía hídrica y entorno) y los servicios de suministro de agua a las explotaciones agrícolas; así, en el departamento puede darse una sustitución gradual de los riegos de superficie.

De forma complementaria, conviene evaluar la posibilidad de conformar distritos de riego en aquellas áreas geográficas donde además de presentar condiciones de riesgos climáticos sobre el recurso hídrico, existen unidades productivas agrícolas que obtendrían mejoras en su productividad y competitividad gracias a intervenciones en infraestructura (como pozos, canales, tuberías, plantas de bombeo y derivaciones) que proporcionan agua a través de servicios de riego.

Producción agropecuaria

En este conjunto de acciones, es indispensable la identificación e implementación de prácticas de manejo en la producción agropecuaria que contribuyan con diferentes objetivos, como la reducción de riesgos climáticos, la reducción de presiones sobre el recurso hídrico y la conservación de la biodiversidad. Diferentes medidas, como los procesos silvopastoriles, el uso de residuos para el compostaje, el uso de cultivos perennes para mantener la cubierta vegetal o una mejor gestión del pastoreo en los pastizales, son alternativas para mitigar las emisiones de GEI y coadyuvar

a que la actividad agropecuaria tenga una gestión más sustentable de suelos, pasturas y forrajes.

Por lo tanto, se propone avanzar en un programa de buenas prácticas de agricultura climáticamente inteligentes, desarrollado inicialmente con algunos tipos de cultivo piloto, sistemas agroforestales y silvopastoriles. Además, existe el potencial de fortalecer la agenda de trabajo en adaptación climática con el sector agrícola, introduciendo consideraciones de mitigación del cambio climático (para optimizar la contribución a la mitigación del sector agrícola y la seguridad alimentaria).

Información agroclimática

Como punto de inicio de las acciones estratégicas propuestas, está el trabajar en una agenda para generar información climática a una escala relevante para la toma de decisiones; esto incluye, por ejemplo, ampliar la red de estaciones meteorológicas en el departamento, enfocada a zonas aptas para cultivos priorizados. Otra acción importante es profundizar en los análisis de riesgos climáticos del sector agrícola, en lo posible acompañados de una formación de los involucrados en las distintas cadenas de valor de productos agrícolas.

Mercados y consumos responsables (Economía Verde)

En general, los mercados verdes constituyen un conjunto de acciones para fortalecer cadenas de producción y consumo, teniendo en cuenta criterios y acciones para "prevenir, medir, controlar, limitar, minimizar y corregir el daño ambiental y el agotamiento de los recursos". En el PTAC Corponariño se propone incorporar este tipo de acciones, para fomentar productos y actitudes que ejercen una gestión adecuada de los riesgos climáticos sobre la producción, y contribuyen a la resiliencia climática del capital natural sobre el cual se soporta la actividad económica. Además, existe el doble propósito potencial que a través de negocios más responsables, se fomente en el departamento una cultura emprendedora sostenible que apoye la transición hacia una economía con bajo contenido de carbono.

Seguros agrícolas

Aun en condiciones de incertidumbre frente a las condiciones climáticas esperadas en el departamento, existe el potencial para el desarrollo de medidas clave para la adaptación climática, como el desarrollo de instrumentos (p. ej. seguros agrícolas) tendientes a disminuir los riesgos climáticos y el impacto en las condiciones económicas de este sector productivo.

Vale la pena indicar que ya existen en el país alianzas público-privadas destinadas a la creación, promoción y difusión de seguros dirigidos a pymes agropecuarias, y una de las estrategias es el desarrollo de un piloto de seguros de índices climáticos para algunos sectores económicos específicos del departamento.

Gobernanza

El programa de Gobernanza del PTAC busca abordar diferentes procesos de fortalecimiento de la gestión institucional en el departamento de Nariño. En este sentido, dentro de la formulación del PTAC – Corponariño, y para lograr el objetivo de mejorar los espacios y escalas de coordinación entre diferentes actores.

Fortalecer modelos de planeación regional

Se plantean líneas de acción como las siguientes:

- Avanzar a escala regional con Corponariño, Parques Nacionales, Ideam, institutos de investigación e instituciones universitarias, entre otras, para generar estrategias integrales que vinculen diferentes sectores de interés, además de promover la participación y la inclusión social.
- Coordinar intra- e interinstitucionalmente, logrando una dinámica multinivel, para potenciar sinergias entre la academia, centros de investigación, sector empresarial, municipal y ONG.
- Fortalecer la articulación con el gobierno nacional (MADS y DNP) y regional (Nodo Regional de Cambio Climático de la Región Pacifico Sur).

Fortalecer modelos de planeación municipal

Se plantean líneas de acción como las siguientes:

- Desarrollar y actualizar periódicamente modelaciones de riesgo climático a escala municipal.
- Desarrollar procesos de actualización entre los procesos de planificación y ordenamiento municipal a nivel regional.
- Promover políticas a escalas municipales basadas en la reducción de los principales riesgos climáticos.
- Generar a nivel municipal ámbitos de acuerdo entre actores sociales e institucionales para definir acciones de adaptación climática.

Gestión financiera

El programa de Gestión financiera del PTAC busca mejorar las condiciones de aporte financiero a los programas de cambio climático. El fortalecimiento de la gestión financiera incluye tanto a las fuentes locales como el acceso a fuentes externas para implementar los programas prioritarios en cambio climático. Bajo este lineamiento transversal, se incluyen además las acciones para transferir los riesgos climáticos a través de seguros y micro seguros.

Se plantean líneas de acción como las siguientes:

- **Fortalecer modelos de cooperación internacional:** fortalecimiento de la cooperación internacional y/o creación de una oficina que se ocupe de la gestión de recursos en conjunto con los entes nacionales y en el caso específico de Nariño con Ecuador.
- Dar a conocer y aprovechar opciones internacionales de financiación y fondos destinados al cambio climático por parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático – CMNUCC.
- **Programas de seguros y micro seguros:** dentro de las acciones sugeridas para el PTAC – Corponariño, está el diseño de un programa de seguros colectivos, especialmente para el sector agrícola, que ofrezca cobertura del riesgo contra fenómenos climáticos extremos.
- **Seguros colectivos a la propiedad:** vale la pena indicar que ya existen en el país alianzas público-privadas destinadas a la creación de seguros dirigidos a inmuebles, y que una de las estrategias puede ser el desarrollo de un piloto de seguros colectivos a partir de índices climáticos para algunos municipios del departamento.

Reflexiones finales

- Para que el departamento de Nariño pueda enfrentar las oportunidades y los retos relacionados con un clima cambiante, se requieren varios cambios de paradigma. El diseño de estrategias robustas aun en condiciones de incertidumbre, la necesidad de nuevas competencias técnicas y la búsqueda de nuevas fuentes de financiamiento, son urgentes alternativas para que los territorios puedan seguir un camino de crecimiento del bienestar social.

- Desde una perspectiva de riesgos climáticos, es generalmente aceptado para el departamento que existe una creciente exposición a la variabilidad climática, e indicios del cambio climático.[27] Esto ha derivado además en el consenso de que "adaptarnos a los inminentes impactos de este fenómeno es un aspecto urgente para tener en cuenta en los procesos de desarrollo, de la misma manera como se debe abogar por aminorar sus causas" (DNP, 2012). Lo anterior implica que para el departamento de Nariño, en particular, sea de vital importancia generar la capacidad de entender las amenazas que denotan los cambios en el clima, evaluar sus consecuencias sobre los distintos elementos y funciones que lo componen y comprender los mecanismos de adaptación tanto para reducción de la vulnerabilidad como para la gestión de los impactos y consecuencias sobre las personas, el territorio, su biodiversidad y los procesos económicos.

27. Ver Primera y Segunda Comunicación Nacional de Colombia ante la Convención Marco de Cambio Climático.

- Desafortunadamente, debido a la complejidad de los sistemas físicos que gobiernan el clima tanto global como local, en los cuales un gran número de variables puede condicionar el proceso, la ciencia aún no cuenta con técnicas que le permitan modelar con alta precisión dichos sistemas, y por ende los mecanismos generadores de las amenazas de origen climático/hidrometeorológico. Por esta razón, el enfoque del PTAC está dirigido a reducir la complejidad de la adaptación climática, lo cual genera un marco de política que facilita la planificación de programas prioritarios de adaptación climática.
- Este documento identifica las oportunidades para abordar la adaptación climática a través de marcos de trabajo existentes (como la gestión del riesgo, el ordenamiento del territorio y la gestión ambiental), que incluyen la amplitud de la respuesta climática integrada en la planificación del desarrollo. Sin embargo, es importante destacar que los tipos de enfoques identificados en este informe son solo un tipo de respuesta y no reflejan una panacea o la única manera efectiva. De hecho, como se mencionó anteriormente, se necesita más evidencia empírica para verificar los beneficios de la integración de la adaptación en el desarrollo del departamento.
- Es importante avanzar en la formulación de un documento de política con las herramientas para integrar la mitigación, el desarrollo bajo en carbono y la adaptación. Es claro que las oportunidades de sinergias y beneficios comunes entre la mitigación, la adaptación y el desarrollo son sensibles al tiempo, y el retraso en la acción puede limitar las opciones para futuras vías resistentes al clima.
- La voluntad política es, en el contexto actual, el principal factor de éxito o fracaso de la adaptación climática. Es fundamental identificar las interrelaciones y los beneficios tangibles de respuestas institucionales proactivas, particularmente en términos de eficiencia y costos. Esto será diferente para cada municipio o sector económico.
- Las instituciones y en general los habitantes del departamento deben identificar cómo las actividades de creación de capacidad los pueden empoderar para perseguir comportamientos adaptativos al clima.
- Las comunidades también deben desarrollar las capacidades regionales y fomentar la comunicación y la coordinación intersectorial. Sin este tipo de redes, se pueden presentar grandes compensaciones negativas para la adaptación climática.
- Un proceso de seguimiento y retroalimentación permanente del PTAC permitirá reflejar los nuevos avances de la política, la ciencia y la tecnología. Esto incluye, además, monitorear, informar y verificar el progreso en la adaptación climática del departamento, hacer el seguimiento de las metas y objetivos y la cuantificación de los avances. Este es un proceso cíclico y reiterativo para mejorar y aprender las lecciones de la política climática.

La adaptación a los inminentes aspectos del cambio climático es un aspecto urgente a tener en cuenta para los procesos de desarrollo del departamento.

Referencias bibliográficas

Acosta-Galvis, A. R. (2000). Ranas, Salamandras y Caecilias (Tetrapoda: Amphibia) de Colombia. *Biota Colombiana, 1*(3):289-319.

Alberico, A., Cadena, A., Hernández-Camacho, J. & Muñoz-Saba, Y.(2000). Mamíferos (Synapsida: Theria) de Colombia. *Biota Colombiana, 1*(1):43-75.

Almendáriz, A. & Brito, J. (2011). Ampliación del rango distribucional de *Drymarchon melanurus* (Colubridae) y *Basiliscus galeritus* (Iguanidae-Corytophaninae), hacia los bosques secos interandinos del Norte del Ecuador. Centro Jambatu de investigación y conservación de Anfibios. *ReptiliaWebEcuador.* Recuperado de: http://www.anfibioswebecuador.ec/fichaespecie.aspx?Id=124

Andrade, G.I. Sandino, J.C. & J. Aldana. (2011). *Biodiversidad y territorio: innovación para la gestión adaptativa frente al cambio global, insumos técnicos para el Plan Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos.* Bogotá: MAVDT; IAVH, 2011. 64 p.

Ardila, M. C. & Acosta, A. R. (2000). Anfibios. En: Rangel-Ch., J. O. *Colombia: diversidad biótica III. La región de vida paramuna.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Ayala-Varela, F. & Carvajal-Campos, A. (2011). *Anolis chloris*. En: Torres-Carvajal, O., Salazar-Valenzuela, D. & Merino-Viteri, A. (Eds.) *ReptiliaWebEcuador. Versión 2013.0.* Museo de Zoología QCAZ, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado el 23 de julio de 2014, de: http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/reptiles/FichaEspecie.aspx?Id=1725

Bernal, M. H. & Lynch, J. D. (2008). Review and analysis of altitudinal distribution of the Andean anurans in Colombia. *Zootaxa, 1826*:1-25.

Birdlife International & Conservation International (2005). *Áreas importantes para la conservación de las aves en los Andes Tropicales: sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad.* Quito, Ecuador: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No. 14).

Birdlife International (2014). *Species factsheet: Oreothraupis arremonops.* Recuperado el 19 de julio de 2014, de: http://www.birdlife.org

Bolívar, W., Coloma, L. A., Ron, S., Yánez-Muñoz, M. & Grant, T. (2004). *Cochranella griffithsi.* En: *2006 UICN Red List of Threatened Species.*

Boulenger, G. A. (1898). An account of the reptiles and batrachians collected by Mr. Rosenberg in western Ecuador. *Proceedings of the Zoological Society of London, 9*:107-126.

Brown, I., Ridder, B., Alumbaugh, P., Barnett, C., Brooks, A., Duffy, L., Webbon, C., Nash, E., Townend, I., Black, H & R. Hough. (2012). *Climate change risk assessment for biodiversity and ecosystem services sector.* UK. 215 p.

Carrillo, E., Aldás, A., Altamirano, M., Ayala, F., Cisneros, D., Endara, A., Márquez, C., Morales, M., Nogales, F., Salvador, P., Torres, M. L., Valencia, J., Villamarín, F., Yánez, M . & Zárate, P. (2005). *Lista roja de los reptiles del Ecuador.* Quito: Fundación Novum Millenium, 46 p.

Carvajal-Campos, A. (2009). *Stenocercus angel.* En: Torres-Carvajal, O., Salazar-Valenzuela, D. & Merino-Viteri, A. (Eds.) *ReptiliaWebEcuador. Versión 2013.0.* Museo de Zoología QCAZ, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado el 23 julio de 2014, de: http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/reptiles/FichaEspecie.aspx?Id=1777

Castro, F., Herrera, M. & Lynch, J. (2004). *Pristimantis repens.* En: *UICN 2012. UICN Red List of Threatened Species. Versión 2012.2.* Recuperado el 13 de marzo de 2013, de: www.iucnredlist.org

_____. (2004). *Pristimantis repens.* En: *The UICN Red List of Threatened Species. Versión 2014.1.* Recuperado el 22 de julio de 2014, de: www.iucnredlist.org

Castro-Herrera F., Herrera, M. L., Lynch, J. & Yánez-Muñoz, M.(2004). *Pristimantis verecundus*. En: *The UICN Red List of Threatened Species.*

Castro-Herrera, F. & Vargas-Salinas, F. (2008). Anfibios y reptiles en el departamento de Valle del Cauca, Colombia. *Biota Colombiana, 9*:251-277.

CCCP (2002). *Compilación oceanográfica de la cuenca Pacífica colombiana.* Imágenes de la Naturaleza. CCCP, 124 p.

Cepal (2012). *Valoración de daños y pérdidas. Ola invernal en Colombia, 2010-2011.* Bogotá: Misión BID - Cepal, 240 p.

Coloma, L. A., Carvajal-Endara, S., Dueñas, J. F., Paredes-Recalde, A., Morales-Mite, M., Almeida-Reinoso, D., Tapia, E. E., Hutter, C. R., Toral, E. & Guayasamín, J. M. (2012). Molecular phylogenetics of stream treefrogs of the Hyloscirtus larinopygion group (*Anura:*

Hylidae) and description of two new species from Ecuador. *Zootaxa, 3364*:1-78.

Coloma, L. A., Frenkel, C. & Félix-Novoa, C. (2012). *Gastrotheca espeletia.* En: Ron, S. R., Guayasamín, J. M., Yánez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A. & Ortiz, D. A. *AmphibiaWebEcuador. Versión 2014.0.* Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado el 17 julio de 2014, de: http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1127

_____. (2012). *Gastrotheca orophylax.* En: Ron, S. R., Guayasamín, J. M., Yánez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A. & Ortiz, D. A. *AmphibiaWebEcuador. Versión 2014.0.* Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado el 23 de julio de 2014, de: http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1132

Coloma, L. A., Hoogmoed, M. S. & Quiguango-Ubillús, A. (2014). *Andinophryne colomai.* En: Centro Jambatu (2011-2012). *Anfibios de Ecuador.* Quito, Ecuador: Fundación Otonga. Recuperado el 23 de julio de 2014, de: http://www.anfibioswebecuador.ec/fichaespecie.aspx?Id=124

Coloma, L. A., Duellman, W. E., Almendáriz, A., Ron, S. R., Terán-Valdez, A. & Guayasamín,J. M. (2010). *Five new (extinct?) species of Atelopus (Anura: Bufonidae) from Andean Colombia, Ecuador and Peru. Zootaxa, 2574*:1-54.

Coloma, L. A., Ortiz, D. A. & Frenkel, C. (2013). *Hyloxalus pulchellus.* En: Ron, S. R., Guayasamín, J. M., Yánez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A. & Ortiz, D. A. *AmphibiaWebEcuador. Versión 2014.0.* Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado el 23 julio de 2014, de: http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1249

Coloma, L. A., Ron, S., Grant, T., Cisneros-Heredia, D. & Almendáriz, A. (2004). *Osornophryne talipes.* En: *2006 UICN Red List of Threatened Species.*

Colombia. Congreso de la República. Unidad de Asistencia Técnica Legislativa (UATL)(2010). *Estudios de páramos en Colombia.* Bogotá.

Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Dirección de Bosques, Reservas Forestales. Recuperado de: http://www.minambiente.gov.co (última actualización 2014).

Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - Ideam (2008). *Estado de los ecosistemas de bosque. Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia.*

CONANP, TNC, FMCN (2011). *Guía para la elaboración de programas de adaptación al cambio climático en áreas protegidas.* Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México, The Nature Conservancy, Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza.

Currier, M. J. (1983). *Felis concolor. Mammalian Species, 200*:1-7.

DANE (2007). *Colombia, una nación multicultural. Su diversidad étnica.* Dirección de Censos y Demografía, 45 p.

Delgado, A., Ruiz, S., Arévalo, L., Castillo, G. & Viles, N. (2008). *Plan de Acción en Biodiversidad del departamento de Nariño 2006-2030.* Propuesta técnica. Pasto: Corponariño, Gobernación de Nariño - Secretaría de Agricultura, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN) - Territorial Surandina, Universidad de Nariño, Universidad Mariana y Asociación para el Desarrollo Campesino, 205 p.

Duellman, W. E. (1989). Lista anotada y clave de los sapos marsupiales (*Anura: Hylidae: Gastrotheca*) de Colombia. *Caldasia, 16*(76):105-111.

DNP-SDAS. (2012). *ABC: Adaptación bases conceptuales.* Marco conceptual y lineamientos del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC). Departamento Nacional de Planeación (DNP) y Subdirección de Desarrollo Ambiental Sostenible (SDAS). Manuscrito borrador. 75 p.

Emmons, L. H. (1997). *Neotropical rainforest mammals a field guide.* 2 ed. Chicago: The University of Chicago Press, 307 p.

Eslava, J. (1992). *Apuntes de climatología y diversidad climática.* Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

Fernández G., R. A., Flórez P., C. F., Calderón L., J. J., Rosero M., Y. (2011). Proyecto de investigación: *identificación de especies emblemáticas de flora y fauna en el departamento de Nariño.* Asociación Gaica, Gobernación de Nariño y Academia de Historia Nariñense.

Fundaguiza, Corponariño. (2011). Guía *Metodológica para la Zonificación de Susceptibilidad y amenaza a movimientos en masa.* Documento Inédito. Ingeominas, Bogotá, D.C.

Flórez, P. C. (2012). *Estado actual de la avifauna de la cuenca del río Güiza en el suroccidente de Colombia.* Asociación Gaica y Fundación Ecológica Los Colibríes. Tesis de pregrado, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Biología, Universidad de Nariño, 139 p.

Gaica & Gobernación de Nariño (2011). *Avifauna del piedemonte amazónico nariñense* (*Municipio de Puerres, corregimiento de Monopamba, vereda El Verde*). Proyecto: Identificación de las especies emblemáticas de flora y fauna en el departamento de Nariño. Informe final, 31 p.

Gaica, MADS & Corponariño (2007). *Caracterización biológica del páramo de Las Ovejas-Tauso.* Informe final, 61 p.

Gentry, A. (1986). Species richness and floristic composition of Chocó region plant communities. *Caldasia, 5*:71-75.

Herrera, J. C. (2012). *Consultoría profesional en gestión de información de la línea base proyecto adaptación en áreas protegidas (UE).* Informe final. Cali: WWF-Colombia, 71 p.

Hijmans, R. J., Cameron, S. E., Parra, J. L., Jones, P. G. & Jarvis, A. (2005). Very high resolution interpolated climate surfaces

for global land areas. *International Journal of Climatology, 25*:1965-1978.

Hilty, S. & Brown, W. L. (2001). *Guía de las aves de Colombia.* H. Álvarez (Trad.) (2001). American Bird Conservancy. 1030 p.

Hobbs, R.J., Arico, S., Aronson, J, Baron, J.S., Bridgewater, P., Cramer, V.A., Epstein, P.R., Ewel, J., Klink, C.A., Lugo, A. E., Norton, D., Ojima, D., Richardson, D.M., Sanderson, E.W., Valladares, F., Vila, M., Zamora, R., & M. Zobel. (2006). *Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order.* Global Ecology and Biogeography 15: 1-7.

Hutchinson, G. E. (1957). *Concluding remarks.* Cold Spring Harbor Symposium Quantitative Biology, *22*:415-427.

Ideam (2001). *Diccionario de terminología ambiental, meteorología.* Recuperadode: http://www.ideam.gov.co/diccio.asp.

Ideam. (2002). *Efectos naturales y socioeconómicos del fenómeno de El Niño en Colombia*, 58 p.

Ideam. (2010). *Estudio Nacional del Agua 2010.* Bogotá D.C.: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Ideam, MA y PNUD. (2002). *Páramos y ecosistemas Alto Andinos de Colombia en condición HotSpot & Global Climatic Tensor.* Carlos Castaño Uribe Editor, Imprenta Ideam. Bogotá, Colombia. 387 p.

Invemar (2003, febrero). *Programa holandés de asistencia para estudios en cambio climático: Colombia definición de la vulnerabilidad de los sistemas biogeofísicos y socioeconómicos debido a un cambio en el nivel del mar en la zona costera colombiana (Caribe continental, Caribe insular y Pacífico) y medidas para su adaptación.* Resumen ejecutivo. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andréis. Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Santa Marta, 104 p.

Invemar - CRC - Corponariño (2006). *Unidad Ambiental Costera de la Llanura Aluvial del Sur: caracterización, diagnóstico integrado y zonificación ambiental.* [A. López. **Invemar** - CRC - Corponariño (Eds.)]. Santa Marta. 383 p. Cartografía anexa.

IPCC (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovern- mental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex & P. M. Midgley (Eds.)]. NY, USA: Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York. 1535 p.

Lariviere, S. (1999). *Lontra longicaudis. Mammalian Species, 609*:1-5.

MAVDT, Ideam, PNUD y GEF. (2010). *Segunda Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.* Bogotá, Colombia: Editorial Scripto Ltda. 436 p.

Mueses-Cisneros, J. J. (2003). El género *Osornophryne* (Amphibia: Anura) en Colombia. *Caldasia, 25*(2):419-427.

Myers, C. & Burrowes, P. A. (1987). A new poison Frog (Dendrobates) from Andean Colombia, with Notes on a Lowland Relative. *Novitates, 2899*:1-17.

Navarro D. & Wilson, D. E.(1982). *Vampyrum spectrum. Mammalian Species, 184*:1-4.

Novaro, A. J. (1997). *Pseudalopex* culpaeus. *Mammalian Species, 558*:1-8.

OMS. (2005). *Ecosistemas y Bienestar Humano. Síntesis Sobre la Salud. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio.* 64 p.

Ortega, J. &Alarcón-D.,L. (2008). *Anoura geoffroyi* (Chiroptera: Phyllostomidae) *Mammalian Species, 818*:1-7.

Pabón, J. D., Zea, J., León, G., Hurtado, G., González, O. C. & Montealegre, J. E. (2001). La atmósfera, el tiempo y el clima. En: Ideam (2001). *El medio ambiente en Colombia.* Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.

Padilla, M., Dowler, R. C. & Downer, C. C. (2010). *Tapirus pinchaque* (Perissodactyla: Tapiridae). *Mammalian Species, 42*(863):166-182.

Pérez, E. M. (1992). *Agouti paca. Mammalian Species, 404*:1-7.

POSADA, B.O., W. HENAO & G. GUZMÁN. 2009. Diagnóstico de la erosión y sedimentación en la zona costera del Pacífico colombiano. INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 17, Santa Marta, 148 p.

Posada, B.O., W. Henao & G. Guzmán. (2009). *Diagnóstico de la erosión y sedimentación en la zona costera del Pacífico colombiano.* INVEMAR, Serie Publicaciones Especiales No. 17, Santa Marta, 148 p.

Rangel, O. J., Petter, D. L. & Aguilar, M. (1997). *Colombia, diversidad biótica II. Tipos de vegetación en Colombia.* Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). CINDEC. U.N. Santafé de Bogotá: Guadalupe, 436 p.

Robbins, M. B. & Stiles, F. G. (1999). A new species of Pygmy-owl (Strigidae: *Glaucidium*) from the Pacific slope of the Northern Andes. *The Auk,* 116:305-315.

Rodríguez-Guerra, A. (2012). *Bothrocophias campbelli.* En: Ron, S. R., Guayasamín, J. M., Yánez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A. & Ortiz, D. A. *AmphibiaWebEcuador. Versión 2014.0.* Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado el 23 de julio de 2014, de: http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id=1617

Rojas-Morales J. A. (2013). Description of ophiophagy in *Clelia equatoriana* (Amaral, 1924) (serpentes: Dipsadidae) in captivity. *Herpetology notes, 6*:425-426.

Ron, S. R., Coloma, L. A. & Frenkel, C. (2012). *Atelopus elegans.* En: Ron, S. R., Guayasamín, J. M., Yánez-Muñoz, M. H., Merino-Viteri, A. & Ortiz, D. A. 2014. *AmphibiaWebEcuador. Versión 2014.0.* Museo de Zoología, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado el 23 de mayo de 2014, de: http://zoologia.puce.edu.ec/vertebrados/anfibios/FichaEspecie.aspx?Id= 1146

Rueda-Almonacid, J. V., Carr, J. L., Mittermeier, R. A., Rodríguez-Mahecha, J. V., Mast, R. B., Vogth, R. C., Rhoding, A. G. J., De La Ossa-Velásquez, J., Rueda, J. N. & Mittermeier, C. G. (2007). *Las tortugas y los cocodrilianos de los países andinos del trópico.* Bogotá, Colombia: Conservación Internacional.

Seymour, K. L. (1989). *Panthera onca. Mammalian Species,* 340:1-9.

Tortoise & Freshwater Turtle Specialist Group (1996). *Rhinoclemmys nasuta.* En: *The UICN Red List of Threatened Species. Versión 2014.2.* Recuperado el 24 de julio de 2014, de: www.iucnredlist.org

UAESPNN (2005). *Plan de manejo 2006-2010 Santuario de Flora y Fauna Galeras.* Colombia: Parques Nacionales Naturales.

UAESPNN (2005). *Plan de manejo 2005-2009 Parque Nacional Natural Sanquianga.* Colombia: Parques Nacionales Naturales.

Vargas, L. & Varela, A. (2007). Producción de hojarasca de un bosque de niebla en la Reserva Natural La Planada (Nariño, Colombia). *Revista de la Facultad de Ciencias de la Pontificia Universidad Javeriana*, 12:13-45.

Wilson, D. E. & Reeder, D. M. (Eds.) (2005). *Mammal species of the world. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed). Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2142 p.

Zaher, H. (1996). A new genus and species of Pseudoboine snake, with a revision of the genus *Clelia* (Serpentes, Xenodontinae). *Bolletino Museo Regionale di Scienze Naturali,* 14:289-337.

Zapata, L. A. (2002). Effects of El Niño and La Niña on theFisheries of the Colombian Pacific. *Investigaciones Marinas, 30*(1):205-206.

Zapata, L. A., Beltrán-León, B. S., Herrera, J. C.,Jiménez-Tello, P.,Prieto, L. M., Baos, R. A.,Guevara-Fletcher, C. & Zambrano, E. (2013). Evaluation of the current state of small pelagic fisheries in the Colombian Pacific: ensuring the sustainability of the resource and evaluating its response to climatic events. *Advances in geosciences, 33*:63-68.

OTRAS FUENTES DE INFORMACIÓN CONSULTADAS

Lara, C. (2011). *Naturaleza y ciencia del Santuario de Fauna y Flora Galeras.* Colombia: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Recuperado de: www.parquesnacionales.gov.co

Fuentes estaciones climáticas y producción cartográfica

Gómez, L., Suárez, C., & Trujillo, A. (2013). *Landscape management in Chocó-Darién priority watersheds*. Cali: WWF-Colombia

Bravo, A. & Mora, L. Equipo técnico de Cuerpo de Bomberos Voluntarios de San Juan de Pasto (2011). *Reportes de inundaciones.* San Juan de Pasto.

Ecuador. Ministerio de Energía y Minas (1995). *Anuario meteorológico. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. No. 35*. Quito, Ecuador.

Anexo

Fuentes cartográficas y de datos para análisis (capítulo de índices):

A continuación se presentan las fuentes con las cuales se procesó y homologó el cálculo de índices e indicadores del presente estudio.

Indicador	Índice	Fuente
Cartografía de clima observado	Clasificación climática actual Caldas-Lang	WWF, 2014
	Temperatura media anual (°C): modelación a partir de datos de estaciones meteorológicas Ideam periodo 1973-2011	WWF, 2014
	Precipitación actual: modelación a partir de datos de estaciones meteorológicas Ideam periodo 1973-2011	WWF, 2014
Exposición a condiciones climáticas esperadas (ICOMB-CCVC)	Escenarios de temperatura 2050	Hijmans *et al.* 2005. http://www.worldclim.org/
	Escenarios de precipitación 2050	Hijmans *et al.* 2005. http://www.worldclim.org/
Condiciones hidrológicas observadas	Índice de vulnerabilidad por disponibilidad de agua	Ideam / IGAC, 2010
	Índice de desertificación	Ideam, 2005
Indicador riesgos climáticos servicios ecosistémicos (recurso hídrico) (IRCLIM-RHID)	Índice de oferta hídrica	WWF, 2013
	Retención de sedimentos	WWF, 2013
Exposición a fenómenos físicos potencialmente peligrosos (ICOMB-FFPP)	Amenaza inundación (IEXP-INU)	Ideam, 2010
	Amenaza fenómenos de remoción en masa (IEXP-FRM)	Fundaguiza / Corponariño, 2011
	Amenaza incendios forestales (IEXP-INFO)	NASA LANCE - FIRMS, 2013

Indicador	Índice	Fuente
Exposición a fenómenos físicos potencialmente peligrosos (ICOMB-FFPP)	Amenaza aumento nivel mar (IEXP-ANM)	Escenarios de ANM. Proyecto NCCSAP Invemar (2003) http://cambioclimatico.invemar.org.co/nccsap-colombia
	Erosión costera (IEXP-ERCO)	Escenarios de ANM. Proyecto NCCSAP Invemar (2003) http://cambioclimatico.invemar.org.co/nccsap-colombia
Índice de Capacidad Natural (ICAP-NAT)	Índice de riesgo ecológico actual (ERI)	WWF, 2013
Índice de sensibilidad climática municipal (IEMER-DES)	Experiencias afectación social (IAFEC-SOC)	Eventos por 100.000 habitantes Unidad Nacional Gestión Riesgo y Desastres (UNGRD), 2014
	Experiencias afectación económica (IAFEC-ECON)	Perdidas y daños por cada 100,000 habitantes Unidad Nacional Gestión Riesgo y Desastres (UNGRD), 2014
	Experiencias número de eventos (IAFEC-EVE)	Unidad Nacional Gestión Riesgo y Desastres (UNGRD), 2014
Índices de Capacidad Adaptación - Capital Socioeconómico (ICADAP-SOCE)	Capacidad de ahorro	Departamento Nacional de Planeación (2011)
	Gestión municipal	Departamento Nacional de Planeación (2001)
	Tasa analfabetismo total	Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (2005)
	Necesidades básicas insatisfechas (NBI)	Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (2010)
Índice de exposición climática municipal (IEXPC)	(ICOMB-CCVC + ICOMB-FFPP) / 4	WWF / Corponariño 2015 (presente estudio)
Índice de riesgo climático - Biodiversidad (IRCLIM-BIO)	(IRCLIM-ESP + IRCLIM-RHID)	WWF / Corponariño 2015 (presente estudio)

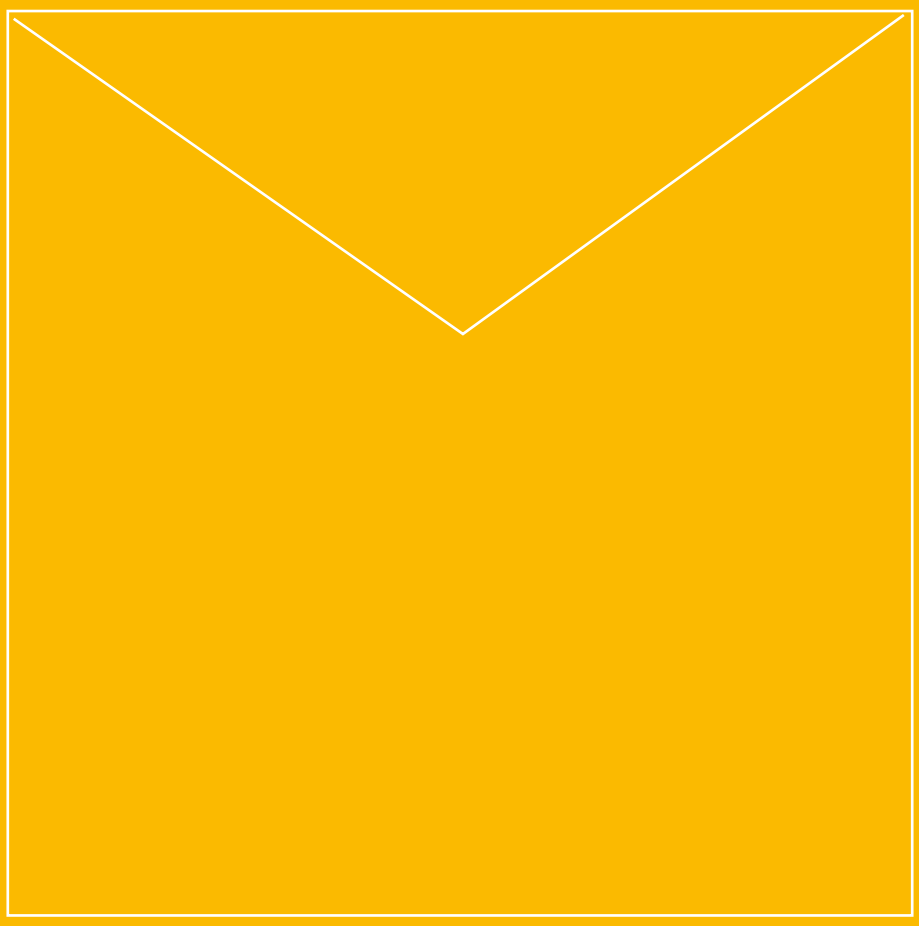
Cálculos finales:

Índicede riesgo climático municipal (IRCLIM-MUN)	(IEXPC) + (IEMER-DES)	WWF / Corponariño, 2015 (presente estudio)
Índice de vulnerabilidad climática - Capital socio económico (IVULSOEC)	(IRCLIM_MUNB) - (ICAPADAP-SOEC)	WWF / Corponariño, 2015 (presente estudio)
Índice de vulnerabilidad - Capital natural (IVULCAPNAT)	(IRCLIM-BIO) - (ICADAP-NAT)	WWF / Corponariño, 2015 (presente estudio)
Vulnerabilidad	**(IVULCAPNAT) + (IVULSOEC)**	**WWF / Corponariño 2015 (presente estudio)**

Otras fuentes cartográficas consultadas:

Dato	Fuente
Municipios	IGAC, 2007
Áreas protegidas nacionales	Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2013
Áreas protegida regionales	RUNAP, 2014
Ecosistemas	Ideam, 2008
Otras figuras de conservación	Corponariño, 2014
Representatividad departamental	WWF / Corponariño, 2015 (presente estudio)
Reservas forestales	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012
Reservas Naturales de la Sociedad Civil	Resnatur, 2006 (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2014)
Riqueza y recambio de especies	C. López, C. Suárez, WWF / Corponariño, 2015 (presente estudio)
Modelo digital de terreno (STRM)	*Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) ASA/JPL/NIMA, 2003

Este CD contiene una versión ampliada de los Estudios Técnicos del PTAC Nariño, que incluye métodos de investigación y análisis, resultados y discusión de los mismos.



CORPONARIÑO

Soluciones Naturales
Iniciativa Global por las Áreas Protegidas y la Adaptación Climática
COLOMBIA · FILIPINAS · MADAGASCAR

WWF

Con el apoyo financiero de:

DFID Ministerio Británico para el Desarrollo Internacional

UNIÓN EUROPEA