

Escenarios Climáticos en el Perú para el año 2030

SEGUNDA COMUNICACIÓN NACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

RESUMEN TÉCNICO



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología e Higiología - SENAMHI

ESCENARIOS CLIMATICOS EN EL PERÚ PARA EL AÑO 2030

SENAMHI

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
Centro de Predicción Numérica – CPN
<http://www.senamhi.gob.pe>

EQUIPO TECNICO

Coordinación Local:

Ing. Gabriela Rosas

Personal Científico:

Ph. D. Guillermo Obregón
Ing. Amelia Díaz
Ing. Gabriela Rosas
Ing. Delia Acuña
Ing. Grinia Avalos
Ing. Clara Oria
Fis. Alan Llacza

Consultores:

Ing. Franklin Unsihuay
Ing. Renán Alegre

Infraestructura computacional:

Ing. Richard Miguel

Especialistas SIG:

Ing. Ever Castillo
Ing. Carmen Vassallo
Ing. Guillermo Tataje
Bach. Tania Sánchez

Apoyo logístico-administrativo:

Sra. Jenny Roca

Edición/Revisión:

Grinia Avalos
Gabriela Rosas
Amelia Díaz

Año: 2009

La presente publicación forma parte del componente de Vulnerabilidad y Adaptación en el marco de la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático a la CMNUCC, financiado por el GEF y coordinado por el Ministerio del Ambiente del Perú.

Ministerio del Ambiente – MINAM

Av. Javier Prado Oeste 1440 - San Isidro - Lima - Perú
Teléfono: (511) 6116000
<http://www.minam.gob.pe>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología – SENAMHI

Jr. Cahuide 785 Jesús María
Teléfonos: (51 – 1) 6141414 (central) y 6141408 (CPN)
<http://www.senamhi.gob.pe>

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N° 16105

Diseño	: Q&P Impresores
Dirección gráfica	: Ricardo Eslava Escobar
Edición digital	: Hugo Negreiros Bezada
Corrección de estilo	: Carlos Canales Zubizarreta
Impresión	: Omega Representaciones y Servicios S.R.L. Av. Francisco Pizarro # 544 - Int. "J" - Rimac
Primera edición	: Enero 2010
Primer Tiraje	: 400 ejemplares
Impreso en Perú	

El contenido de este documento puede ser reproducido mencionando la fuente o con autorización del autor.



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú - SENAMHI

RESUMEN EJECUTIVO

Escenarios climáticos en el Perú

PARA EL AÑO 2030

MINISTERIO DEL AMBIENTE

Dr. Antonio Brack Egg
Ministro

Viceministra de Desarrollo Estratégico de Recursos Naturales
Eco. Rosario Gómez Gamarra

Director General de Cambio Climático, Desertificación y Recursos Hídricos
Eduardo Durand López-Hurtado

SENAMHI

Presidente Ejecutivo del SENAMHI
Mag. FAP (r) Wilar Gamarra Molina

Directora Científica
Dra. Elizabeth Silvestre Espinoza

Directora General de Meteorología
Ing. Amelia Díaz Pabló

UNIDAD EJECUTORA DEL PROYECTO

Coordinador General:	Jorge Álvarez Lam
Coordinadora de Vulnerabilidad y Adaptación:	Laura Avellaneda Huamán
Coordinador de Inventarios y Mitigación:	Rafael Millán García
Coordinadora en Comunicaciones:	Jenny Chimayco Ortega
Administrador:	Kelvin Orbegoso Contreras
Asistente:	Ruth Camayo Suárez

Antecedentes

A pesar de los diversos impactos regionales del cambio climático que se están produciendo en el mundo, aún existe un amplio desconocimiento sobre los mecanismos que originan estos hechos como en el caso del Perú. Las incertidumbres asociadas al conocimiento del clima, son amplias por la presencia de la Cordillera de los Andes, lo que genera en nuestro territorio una diversidad de climas y microclimas, los cuales responden de manera muy variada a los cambios climáticos globales.

Las investigaciones que ayudan a entender cómo funciona el clima de áreas críticas para nuestro país, como las regiones de alta montaña o la amazónica, se ven limitadas en gran medida por la escasez de observaciones meteorológicas de periodos largos de tiempo. Sin embargo, existen esfuerzos nacionales con el objetivo de desarrollar estudios de carácter interinstitucionales, como el Programa de Fortalecimiento de Capacidades Nacionales para Manejar el Impacto del Cambio Climático y Contaminación del Aire (PROCLIM, 2005), y regionales como el Proyecto Regional Andino de Adaptación al Cambio Climático (PRAA, 2007), ejecutados por el Consejo Nacional de Ambiente (CONAM), ahora Ministerio del Ambiente, los cuales han permitido generar información útil para la determinación de la vulnerabilidad actual y futura en regiones específicas y con ello diseñar medidas de adaptación acordes con las características locales de las áreas de estudio, según se deduce en el IPCC en su AR4, en la que reconoce la importancia de generar información de carácter regional.

El Ministerio del Ambiente, en el marco de la Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático - CMNUCC, proyecto que es auspiciado por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo-PNUD, ha coordinado con el SENAMHI la ejecución del estudio Generación de Escenarios Climáticos en el Perú, el cual describe dos aspectos importantes del clima nacional: primero, las características del clima presente y las tendencias climáticas en los últimos 40 años, y en una segunda parte, las proyecciones futuras hacia el año 2030, en base a los escenarios climáticos globales, haciendo uso de técnicas de regionalización dinámica y estadística para el escenario de emisión A2 (altas emisiones).

Las variables evaluadas son las temperaturas extremas y la precipitación, por eso es importante señalar que cada paso del estudio sobre la elaboración de los escenarios climáticos regionales considera un aspecto de incertidumbre, tanto en la parte del análisis histórico y por el conocimiento limitado de la variabilidad climática, como por los métodos seguidos para generar las proyecciones futuras a nivel regional, los cuales van incorporando errores. Sin embargo, los resultados aquí presentados se sustentan en metodologías estándares reconocidas por el IPCC y permiten mejorar nuestro conocimiento sobre la vulnerabilidad actual y futura del país y orientar políticas adecuadas de adaptación frente al cambio climático en el ámbito nacional, contribuyendo así a los objetivos de desarrollo del milenio.

Perú: país multiclímático y megadiverso

El Perú posee 27 de los 32 climas existentes en el mundo, según la Clasificación Climática de Thornthwaite (SENAMHI, 1988) y es considerado uno de los doce países megadiversos en el mundo, según la Declaración de Cancún (2002), reconocido por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

Todos estos reconocimientos se demuestran porque el Perú, eminentemente, posee una compleja geografía en la cual se pueden destacar las elevaciones de la Cordillera de los Andes y las corrientes del Pacífico, las cuales determinan la conformación de climas y paisajes generosamente diversos que se reflejan a lo largo de la costa desértica, la puna o la selva tropical de la cuenca amazónica, confluyendo en un territorio de gran variedad de recursos naturales.

Considerado el vigésimo país más extenso de la Tierra y el tercero en América del Sur, el Perú, geográficamente, se ubica en la costa central y occidental de América Meridional, debajo de la línea ecuatorial y posee un área total de 1 285 215,6 km². Limita por el norte con Ecuador y Colombia, por el este con Brasil, por el sureste con Bolivia, por el sur con Chile y por el oeste con el océano Pacífico. También es importante indicar que de acuerdo a nuestra Constitución, el dominio marítimo del Perú se extiende hasta las 200 millas.

Al respecto, el mar peruano es heterogéneo por la confluencia de dos corrientes marinas de características distintas: la Corriente Peruana o de Humboldt, de aguas frías y que se desplaza de sur a norte, lo cual establece que la costa sea de clima templado y no tropical; y la Corriente de El Niño, de aguas cálidas y que ejerce su influencia permanentemente en la costa norte del país, y temporalmente más hacia el sur. Se resalta que estas corrientes determinan hasta cuatro zonas marinas frente a las costas: a) El mar frío o templado de la Corriente Peruana, hasta el centro de Chile, con temperaturas relativamente bajas. b) El mar tropical, con temperaturas cálidas. c) La zona oceánica, al oeste de la Corriente Peruana, con temperaturas cálidas. d) La zona de transición, entre el mar frío y el mar tropical, donde se mezclan las aguas frías y las cálidas, frente a las costas de Piura y Lambayeque.

En lo referente a la presencia de la gran cadena de montañas que es la Cordillera de los Andes y que se ubica a todo lo largo del territorio, se puede deducir que ésta determina la heterogeneidad geográfica del Perú y se refleja en: a) Tres grandes masas continentales: la costa, entre el mar y la Cordillera; la región andina o sierra, como masa montañosa; y la Amazonía, al este de los Andes. b) Las tres cuencas hidrográficas: la del Pacífico, la del Atlántico y la del Titicaca. c) También las distintas zonas en la sierra: la del páramo, al norte de la depresión de Porculla; la de la puna del centro y sur; y la del Altiplano, alrededor de la cuenca del lago Titicaca.

¿Cómo es nuestro clima presente?

Características de nuestro clima

Desde la perspectiva de la variación multianual de las temperaturas extremas, las mayores temperaturas se presentan en la costa norte y selva baja, y las menores temperaturas se registran en las zonas altoandinas, principalmente en el Altiplano.

En lo que se refiere a las precipitaciones, en la costa central y sur se presentan de escasas a nulas; en la sierra se registran lluvias moderadas y en la selva norte y sur se presentan precipitaciones muy intensas. Las lluvias en promedio multianual varían entre 1 a 50 mm en la costa, con excepción de la región norte que presenta entre 50 a 200 mm, en la sierra entre 50 a 1000, mientras en la selva entre 1000 a 3000 mm. (Ver mapas 01, 02 y 03 en Apéndice).

La precipitación multitrimestral del período marzo-mayo, nos muestra acumulados de lluvia que disminuyen significativamente en todo el territorio en relación al trimestre anterior, con excepción de la selva norte, donde las precipitaciones se mantienen. Asimismo, el período más seco corresponde al trimestre junio-agosto, donde el acumulado de lluvias para la costa es menor a 5 mm; en la sierra llega hasta 100 mm y en la selva alcanza 900 mm. En el período setiembre-noviembre, las lluvias aumentan ligeramente en la sierra y selva con respecto al trimestre anterior.

Todas las variaciones del clima que el Perú exhibe de un año a otro, conocido como variabilidad interanual, están determinadas en gran medida por la presencia de El Niño/Oscilación Sur (ENOS) y los eventos extremos asociados a éste, los que causan grandes pérdidas económicas por sus impactos.

Tendencias de precipitación y temperaturas extremas

En el Perú, la precipitación total anual muestra incrementos (tendencias positivas) en el período de 1965 al 2006, marcados sobre la costa norte, con valores entre 30 y 40% sobre sus promedios, mientras que la selva norte presenta disminuciones (tendencias negativas) desde la década de 1960 hasta fines del siglo pasado, con valores entre 20 y 30% sobre sus promedios con significancia estadística. El análisis temporal de los últimos 40 años indica que mecanismos de circulación de gran escala modulan la precipitación en períodos, principalmente decadales o mayores para estas regiones. En el caso de la variabilidad interanual, los eventos ENOS son los responsables de esta tendencia, pero su incidencia es mínima, restringida a los eventos más intensos. Por otro lado, la sierra central y sur muestran una variabilidad interanual muy similar, pero con tendencias opuestas, donde los eventos ENOS parecen ser la principal fuente dinámica que modula, con mayor intensidad, estas regiones.

Las tendencias lineales de la temperatura máxima media anual y estacional muestran un predominio de valores positivos (aumento) sobre todo el territorio con valores de +0,2 °C/década en promedio y, en general, estos son estadísticamente significativos en las zonas altas del sur del Perú. Los eventos ENOS más intensos modulan su comportamiento interanual, generando anomalías positivas de diferente intensidad a lo largo del Perú.

Asimismo, las tendencias anuales y estacionales de las temperaturas mínimas promedio son en su mayoría positivas con valores de 0,1-0,2 °C/década, con excepción de varias estaciones ubicadas al norte del lago Titicaca. Igualmente, las variaciones temporales muestran que el incremento o disminución de esta variable son graduales a lo largo del período del presente análisis y sobresale con bastante claridad que estas temperaturas son moduladas por oscilaciones mayores que la interanual en mayor intensidad que las observadas en las temperaturas máximas. La distribución temporal de la temperatura mínima muestra su dependencia de las fases del fenómeno ENOS, que altera la variabilidad interanual, dependiendo de su intensidad. Las tendencias de las temperaturas mínimas medias se incrementaron, en promedio, ligeramente en menor proporción que las temperaturas máximas.

Estas tendencias observadas se encuentran dentro del rango estimado por el IPCC4 para todo la Tierra, entre los años de 1981 a 2005 (0,18 °C/década).

También se analiza que estas tendencias de las temperaturas presentan valores regionales muy particulares que, posiblemente, además de la influencia antropogénica, existan otros aspectos tales como las islas de calor, crecimiento de las ciudades, alteraciones de las propiedades del suelo, deforestación, etc., las que originan comportamientos diferenciados en las tendencias observadas en las estaciones meteorológicas de una misma región.

Los eventos extremos ¿se están incrementando?

Entre las características de los índices de extremos de precipitación, se destaca que la tendencia del índice de intensidad promedio (SDII) de la precipitación en la sierra central es la más homogénea respecto al de la sierra norte y sur. También se observa que este índice de precipitación es influenciado por las características geográficas locales predominantes. Igualmente, el índice de precipitación máxima (Rx1day) registrada en un día, muestra que en la sierra norte y central, con tendencias positivas y negativas respectivamente, siguen los patrones observados en las tendencias de los totales de precipitación.

Por otro lado, el índice que indica la cantidad de precipitación acumulada en cinco días (RX5Day), muestra que la región de la sierra central es la que a través de los años está tornándose en la menos propicia para la ocurrencia de inundaciones y huaicos por la progresiva disminución de lluvias extremas. Al contrario, la sierra norte y sur, particularmente, zonas altas de Arequipa y región centro oeste de Puno, son las que potencialmente podrían tornarse regiones riesgosas para este tipo de eventos hidrológicos, principalmente la sierra norte, porque presenta incrementos significativos de días extremadamente lluviosos.

Es de observarse que la tendencia del índice de los períodos secos (CDD) no posee una dirección con características regionales coherentes, sino presenta patrones muy locales o restringidos a pequeñas regiones, donde algunos lugares dispersos muestran valores positivos significativos, como la sierra central occidental entre 2 a 3 días/año.

Asimismo, la tendencia del índice de los períodos lluviosos (CWD) presenta un predominio de valores positivos sobre nuestro territorio, además de mostrar regiones con tendencias coherentes, como es el caso de incrementos de lluvias abundantes en la sierra norte. Esto indicaría que existe un incremento, aunque no estadísticamente significativo de días lluviosos, con días con precipitación acumulada diaria cada vez mayor, pero que la intensidad media es bastante dispersa sobre todo el Perú, desde que en algunos lugares disminuyó y en otros se incrementó, posiblemente debido a efectos orográficos propios de la región.

Los índices de los extremos climáticos de las temperaturas muestran una disminución de días fríos y aumento de días cálidos, entre 0,2-0,6 día/año en la mayoría de las estaciones utilizadas en el presente trabajo, con excepción de la selva norte, donde esta tendencia es opuesta. La característica más sobresaliente de la tendencia del índice de número de días con heladas meteorológicas (FD) y noches frías (TN10p), es la presencia de valores negativos (disminución de días con heladas) en las partes altas de Arequipa, con valores entre 0,4-0,8 días/año, mientras en la zona norte adyacente al Lago Titicaca, la tendencia es positiva (incrementos del número de días con heladas). Este patrón indica que las regiones más altas están cada vez más cálidas, lo cual representa un problema para las regiones altoandinas, pues aceleraría los deshielos de los nevados permanentes. Este fenómeno causaría en primer momento un incremento de caudales y luego una disminución drástica que afectaría la agricultura y el agua para consumo humano en muchas regiones del Perú, donde la principal fuente de agua son los nevados permanentes.

Por otro lado, el patrón del índice de noches cálidas (TN90p) muestra un incremento con valores significativos en la sierra sur, entre 0,2 a 0,6 días/año, pero sin características de bipolaridad observada entre las zonas adyacentes del Titicaca y las zonas altas de Arequipa. Aparentemente, los valores de temperaturas mínimas son afectados por el efecto térmico del lago Titicaca. Al respecto, es necesario profundizar con estudios regionales, donde incluso se tome en cuenta la variabilidad interanual y de largo plazo de la temperatura del Lago.

Respecto a las sequías que a nivel nacional se han presentado durante el período de estudio entre 1965-2006, no presentan tendencia, pero se determinó que las sequías más intensas se presentaron en la fase positiva del ENOS (1982-83, 1991-92). La región de la selva es la zona que presenta mayor frecuencia de sequías moderadas y severas así como la sierra sur.

En conclusión:

- La precipitación presenta incrementos en la costa y sierra norte y disminución en la selva norte, sin mayores patrones en el resto del territorio.
- Las temperaturas máximas y mínimas se han incrementado hasta en 0,2 °C/década en casi todo el territorio.
- Los períodos secos (CDD) están incrementándose en mayor intensidad que los períodos húmedos (CWD) a nivel nacional.
- La intensidad de las precipitaciones está incrementándose en la costa y sierra norte, mientras que está disminuyendo en la sierra central. La sierra sur presenta variaciones moderadas en ambos sentidos.
- La frecuencia de lluvias moderadas e intensas se ha incrementado en la costa y sierra norte, mientras que ha disminuido en la sierra central.
- En general, el número de días fríos tiene una marcada tendencia a disminuir, mientras que los días cálidos están incrementándose en los últimos 40 años. Con respecto a las noches frías, estas están disminuyendo a la par del incremento de noches cálidas.
- Los factores locales o regionales modulan la distribución espacial de los indicadores extremos, presentando en muchas zonas discrepancias.
- Las sequías no muestran tendencia, ya sea de incrementos o disminuciones de dichos eventos en el transcurso del tiempo. La región de la selva así como la sierra sur han presentado la mayor frecuencia de sequías moderadas y severas.

Los modelos globales ¿simulan nuestro clima?

Se han analizado seis modelos de circulación general (MCG) con dos escenarios de emisión de gases de efecto invernadero, definidos en el Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones (IEEE) del IPCC (2007); estos son los escenarios de emisión A2, escenario de alto nivel de incremento de CO₂ y el B2, escenario de bajo nivel de incremento de CO₂. El cambio en emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI) proveniente de fuentes energéticas y/o industriales para el año 2030, muestran un aumento consistente del 25 – 90% con respecto al año 2000, mientras para el año 2100 desde un 90% hasta 250% (IPCC,2007).

Los MCG utilizados por el IPCC y analizados en el presente trabajo, son listados en la siguiente tabla (ver más información en SENAMHI, 2005):

Centro	País	Acrónimos	Modelo
Max Planck Institute für Meteorology	Alemania	MPIfM	ECHAM5/OPYC3
Hadley Centre for Climate Prediction and Research	Inglaterra	HCCPR	HADCM3
Australia's Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization	Australia	CSIRO	CSIRO-Mk2
National Centre for Atmospheric Research	EEUU	NCAR	NCAR-PCM
Canadian Center for Climate Modeling and Analysis	Canadá	CCCma	CGCM2
Center for Climate System Research (CCSR) - National Institute for Environmental Studies (NIES)	Japón/EEUU	CCSR/ NIES	CCSR/NIES AGCM + CCSR OGCM
Geophysical Fluid Dynamics Laboratory	EEUU	GFDL	R30

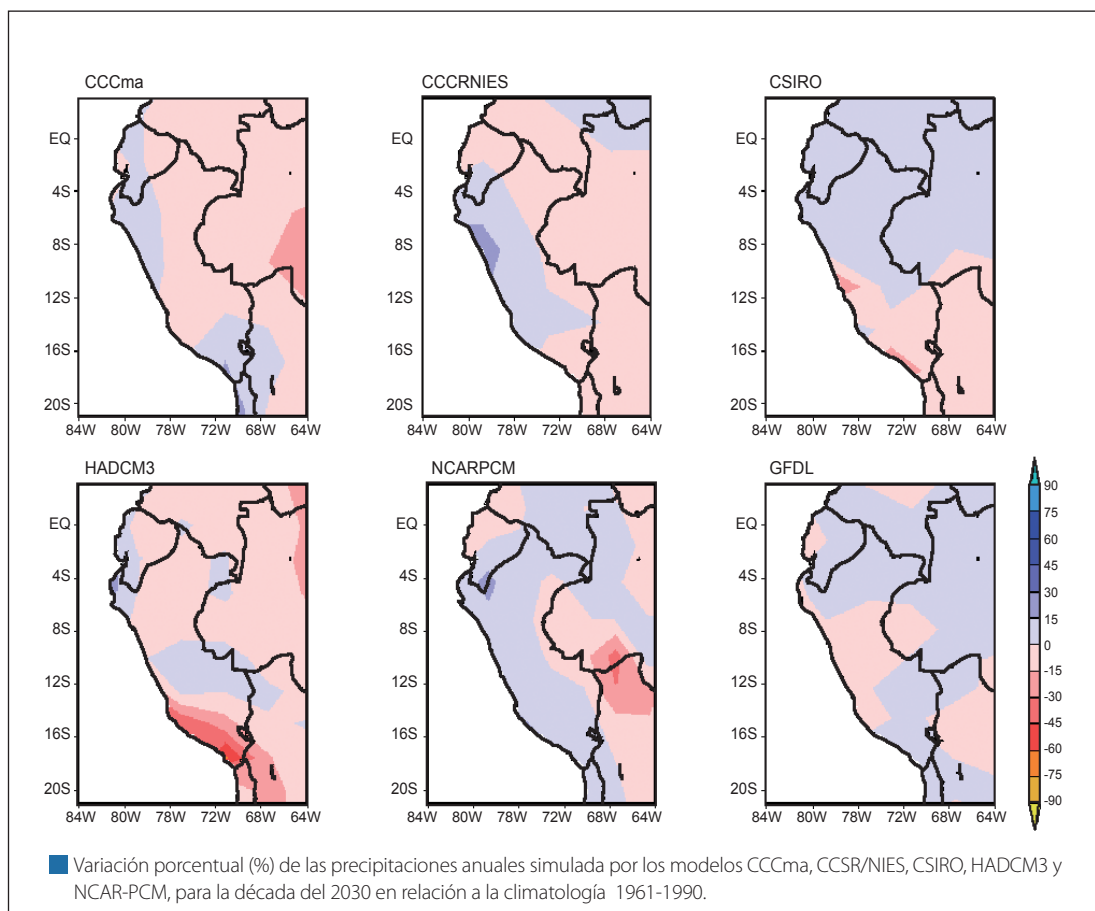
Todos los modelos analizados presentan un bias seco en la región andina y amazonía del Perú, siendo particularmente más seco en la región de los Andes (90%).

A nivel de la región sudamericana, de los seis modelos, el NCAR-PCM y el GFDL muestran bias más negativos (secos) en gran parte de la región, no obstante presentan un bias húmedo o más lluviosos en la costa occidental (70%). En tanto, el HadCM3, registra un bias seco de menor rango en la Amazonía peruana y sierra sur (15-30%). Similares resultados fueron encontrados por Marengo et al. (2007), cuando evaluó los modelos globales sobre Sudamérica entre el período de 1961 a 1990, mostrando que los patrones CCSR/NIES, HadCM3 y CSIRO registraron mejor skill en la representación de las lluvias sobre el Perú, al presentar las menores diferencias de precipitación entre -1 a 1 mm/día.

En lo referente al nivel del Perú, las proyecciones de temperatura máxima en los cinco modelos globales, analizados en este estudio, indican en promedio anomalías positivas, es decir, calentamiento. Según estos modelos, se espera un aumento promedio de la

temperatura máxima de hasta 1 °C hacia el año 2030, y hasta 2 °C al término del año 2050, en ambos escenarios. En cuanto a la temperatura mínima, el incremento promedio es similar a la temperatura máxima. La alta variabilidad mostrada por el modelo HADCM3, disminuye. El modelo CSIRO es el que presenta mayores fluctuaciones, con un sesgo al enfriamiento en ambos escenarios. Ninguno de los modelos simula las altas temperaturas detectadas durante años de El Niño, excepto el modelo HADCM3, que con cierta habilidad simula El Niño 1982/83, pero sólo en el escenario B2.

Respecto a la precipitación a nivel de Perú, todos los modelos muestran distribución diferente en el país. Solo en la costa norte, todos los modelos están de acuerdo con incrementos hasta del 15% sobre esta zona, situación asociada al aumento de la temperatura superficial de agua de mar (TSM). Similares resultados encontró Marengo, 2007, con mayor intensidad sobre el período 2041 al 2100. Los modelos en la sierra y selva discrepan, mostrando muchas diferencias entre sí. Solo dos modelos de los seis muestran incrementos hasta del 15%, predominando las deficiencias que llegan hasta un 45% sobre la vertiente occidental de la sierra sur (modelo HADCM3). En la selva se muestran tres modelos de los seis que presentan incrementos hasta del 15%.



¿Cómo sería el clima futuro del Perú bajo un escenario de alta emisión (A2)?

Si bien los MCG nos permiten hacer proyecciones de cómo se presentaría el clima en el futuro, también es cierto que debido a sus bajas resoluciones (normalmente entre 300 y 500 Km), no nos permite conocer los cambios del clima en áreas como la costa, regiones de alta montaña, cuencas; siendo la regionalización dinámica o downscaling dinámico una alternativa para simular en una grilla de menor escala, posibilitando la simulación del efecto de la línea costera, cuerpos de agua y cobertura superficial en el clima local.

El downscaling dinámico es la técnica por la cual un patrón regional toma valores desde un modelo madre de grilla gruesa (condiciones de frontera e iniciales provenientes de un MCG), y resuelve las ecuaciones de la atmósfera y el océano, relacionadas con los MCG, pero sobre una grilla fina, es decir, de mejor resolución que la grilla madre. Además, el modelo regional utiliza otras variables de superficie como la topografía, tipo de suelo, etc.

En el presente estudio, el downscaling dinámico se realizó con el modelo regional RAMS, el cual fue forzado por el modelo global del NCAR, por ser el que mejor performance presentó en la simulación de lluvias intensas en la costa norte del Perú, asociadas a la fase cálida del ENOS, evento climático que modula la variabilidad interanual del clima en nuestro país.

En las temperaturas extremas

La proyección anual al 2030 de la temperatura máxima es de 1,6 °C respecto a su climatología actual en casi todo el territorio:

Estacionalmente, la temperatura máxima sobre la región de la costa al 2020 y 2030 mostraría variaciones positivas más intensas en el período de invierno (JJA) y primavera (SON), con valores de +1,2 a +2,0 °C y de +1,2 a +1,6 °C, respectivamente, principalmente en el extremo norte costero. Las variaciones más importantes en la región sierra se presentarían en las estaciones de otoño (MAM) e invierno (JJA) con valores de hasta +1,6 °C, principalmente en la sierra suroriental en otoño y en la sierra nororiental y sierra central oriental durante el invierno. En la zona del Altiplano, las variaciones no serían muy significativas, excepto en otoño con valores de hasta +1,2 °C. En la región de la selva, las variaciones más intensas se presentarían durante la estación de primavera (SON), principalmente sobre la selva norte, con valores de hasta 2,4 °C. En las otras estaciones, las variaciones presentarían valores de hasta +1,6 °C. En la selva sur, los períodos de mayores variaciones se registrarían en invierno y primavera, con valores de hasta +1,6 °C. En la selva central, las variaciones no son muy marcadas, excepto la selva central baja durante la estación de verano (DEF) con valores de hasta +1,2 °C.

La temperatura mínima del aire cercana a la superficie al 2030, aumentaría en el país respecto al clima actual entre 0,4 y 1,4 °C, principalmente en el sector de la costa y selva norte (Piura, Chiclayo y al este de Iquitos), sector central (Cerro de Pasco, Huancayo, Huancavelica) y parte del sector surandino (Ayacucho, Abancay).

Se proyecta que al 2030, en la región de la selva, el área de temperatura mínima de 22-24 °C configuraría mayor amplitud espacial. En la costa, el área de 20-22 °C presentaría reducción respecto al 2020. En el Altiplano andino la temperatura aumentaría hasta en 2 °C al 2020.

A nivel estacional, los mayores cambios de la temperatura mínima al 2030 se proyectan en las estaciones de otoño e invierno, con aumentos sustanciales hasta de 2 °C respecto al clima actual, principalmente en Chiclayo, Chimbote y al noreste de Iquitos. En tanto, en la estación de primavera, estos cambios llegarían hasta en 1,2 °C (Piura, Chiclayo, al noroeste de San Martín y al este de Iquitos) y en verano hasta 1,6 °C (extremo norte costero, al noreste de Moyabamba, sierra central, Cusco y noreste de Abancay y al sur de Ayacucho).

También existiría una marcada tendencia al incremento de días cálidos a nivel nacional, siendo más intenso en la sierra sur del territorio. Con respecto a las noches cálidas, no existe un patrón sino un comportamiento regionalizado, donde en gran parte de la costa se tendería a la disminución, mientras que en la sierra se tiende al incremento, siendo consistente con la proyección de los cambios positivos en la temperatura mínima al 2030 y con la tendencia actual de aumento de noches cálidas, principalmente en la sierra sur.

En las Lluvias

Para el 2020 y 2030 no se evidencian grandes cambios en la distribución espacial de las lluvias y están muy relacionadas a su climatología. Las precipitaciones anuales para el 2030 muestran deficiencias mayormente en la sierra entre -10 y -20% y en la selva norte y central (selva alta) de hasta -10%. Los incrementos más importantes se presentarían en la costa norte y selva sur entre +10% a +20%.

A nivel estacional se presentarían irregularidades en el comportamiento de las lluvias, siendo significativo las deficiencias en gran parte del país en la estación de verano, mientras en otoño las lluvias se presentarían por encima de sus valores normales. En invierno y primavera se alterna incrementos y deficiencias en la distribución espacial entre -30 y + 20% sobre sus promedios.

En el caso de las precipitaciones máximas para el 2030, la tendencia es a la disminución en gran parte del país y solo en forma localizada se incrementarían respecto a los valores actuales.

En conclusión:

- La precipitación presentaría incrementos y disminuciones no muy significativas. en promedio para la década del 2030 entre +10% a -10% en relación a su clima actual.
- En la costa y sierra norte, parte de la sierra central y selva sur, se registrarían incrementos de hasta 20% y disminuciones también de hasta 20% en la selva norte y parte de la sierra central y sur.
- Las lluvias extremas estimadas mostrarían un probable decrecimiento en los próximos 30 años en gran parte del territorio.
- En general, se registraría un incremento de la temperatura máxima de hasta 1,6 °C en promedio (0,53°C/década), y de hasta 1,4°C para la temperatura mínima (0,47 °C/década).
- Los mayores incrementos se presentarían en la costa y sierra norte, en la selva norte y en la sierra central y sur del país.

Pasos a seguir:

- La generación de información climática, observada en importantes zonas del país, debe ser prioridad nacional, ya que de ello depende la mejora de nuestro entendimiento sobre los mecanismos y procesos que condicionan el clima de nuestro país y sobre esta base evaluar los posibles impactos de la variabilidad y el cambio climático en los sectores socioeconómicos nacionales.
- Al considerar las limitaciones de la información histórica disponible, y conociendo además que existen incertidumbres inherentes a los procesos de evaluar nuestro clima actual y proyectar el clima futuro a niveles de escala regional, los resultados del presente estudio deben ser considerados solo como una aproximación, haciéndose énfasis en las tendencias identificadas más que en los valores absolutos, las cuales nos indican los posibles caminos que tomarían en las próximas décadas la precipitación y las temperaturas extremas y en base a estas tendencias evaluar las vulnerabilidades al cambio climático y tomar medidas de prevención ante la evidencia de la intensificación de los extremos climáticos, como están proyectados en el documento técnico.

Bibliografía

IPCC, 2007: Cuarto Informe de Evaluación. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Alley, R. et al. Eds., Cambridge University Press, UK.

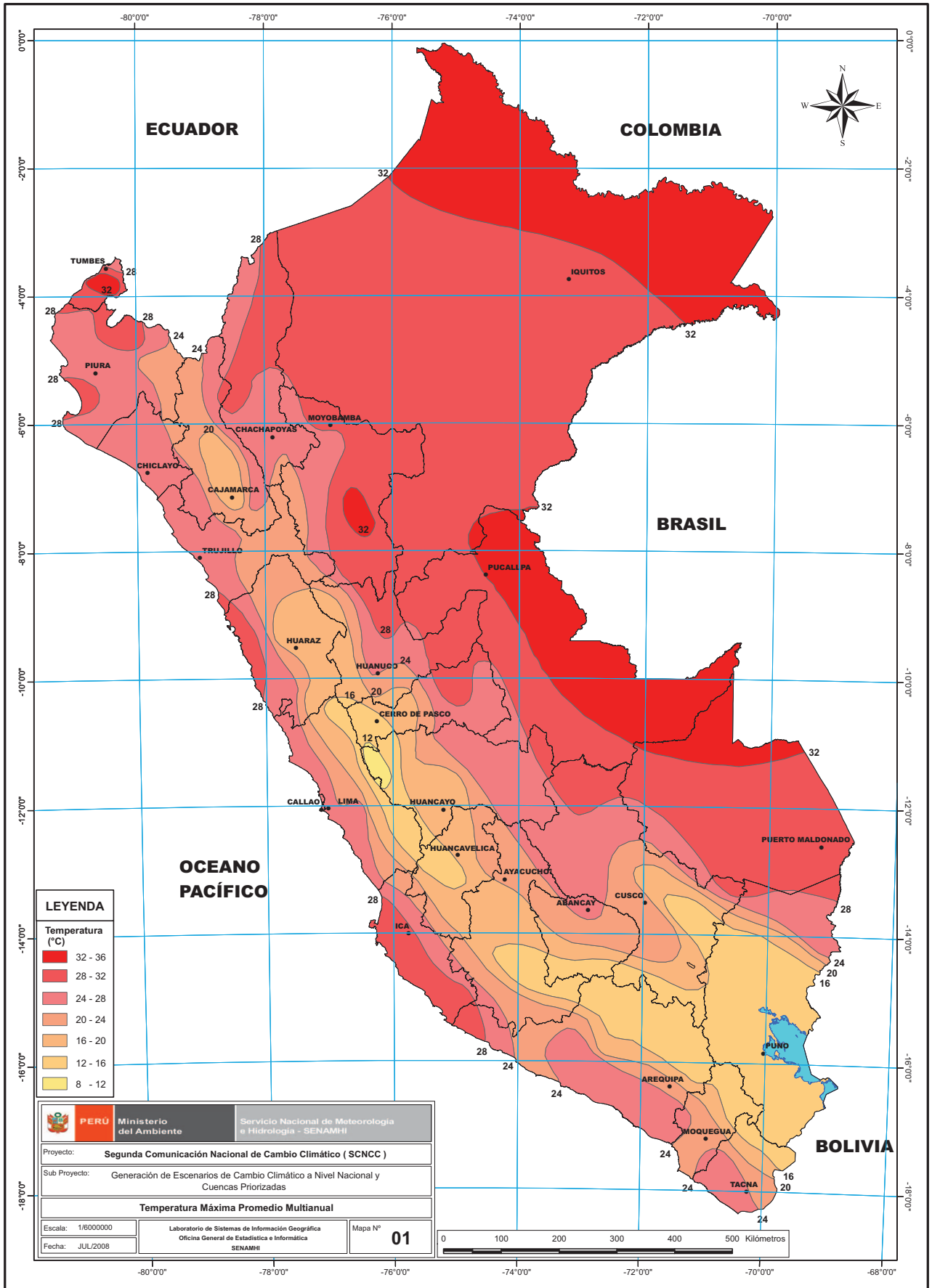
Marengo, J.A., 2007: Cambio climático global y sus efectos sobre la biodiversidad. Del Ministerio de Medio Ambiente - Secretaría de Biodiversidad y Floresta - Brasil. 2da. Edición. Brasilia - DF. 163 pp.

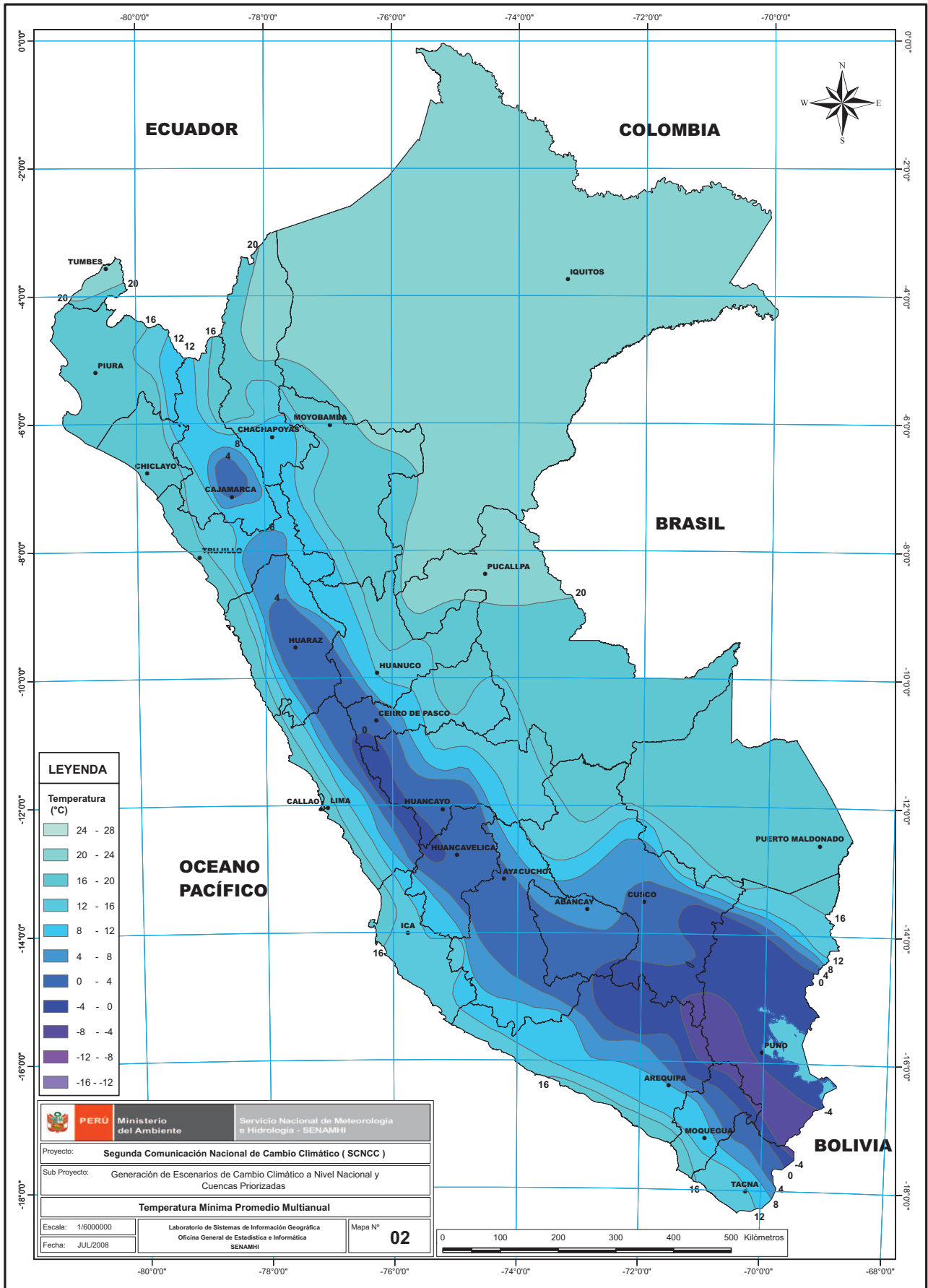
SENAMHI, 1988: Mapa de Clasificación Climática del Perú. Método de Thornthwaite. Eds. SENAMHI Perú, 50 pp.

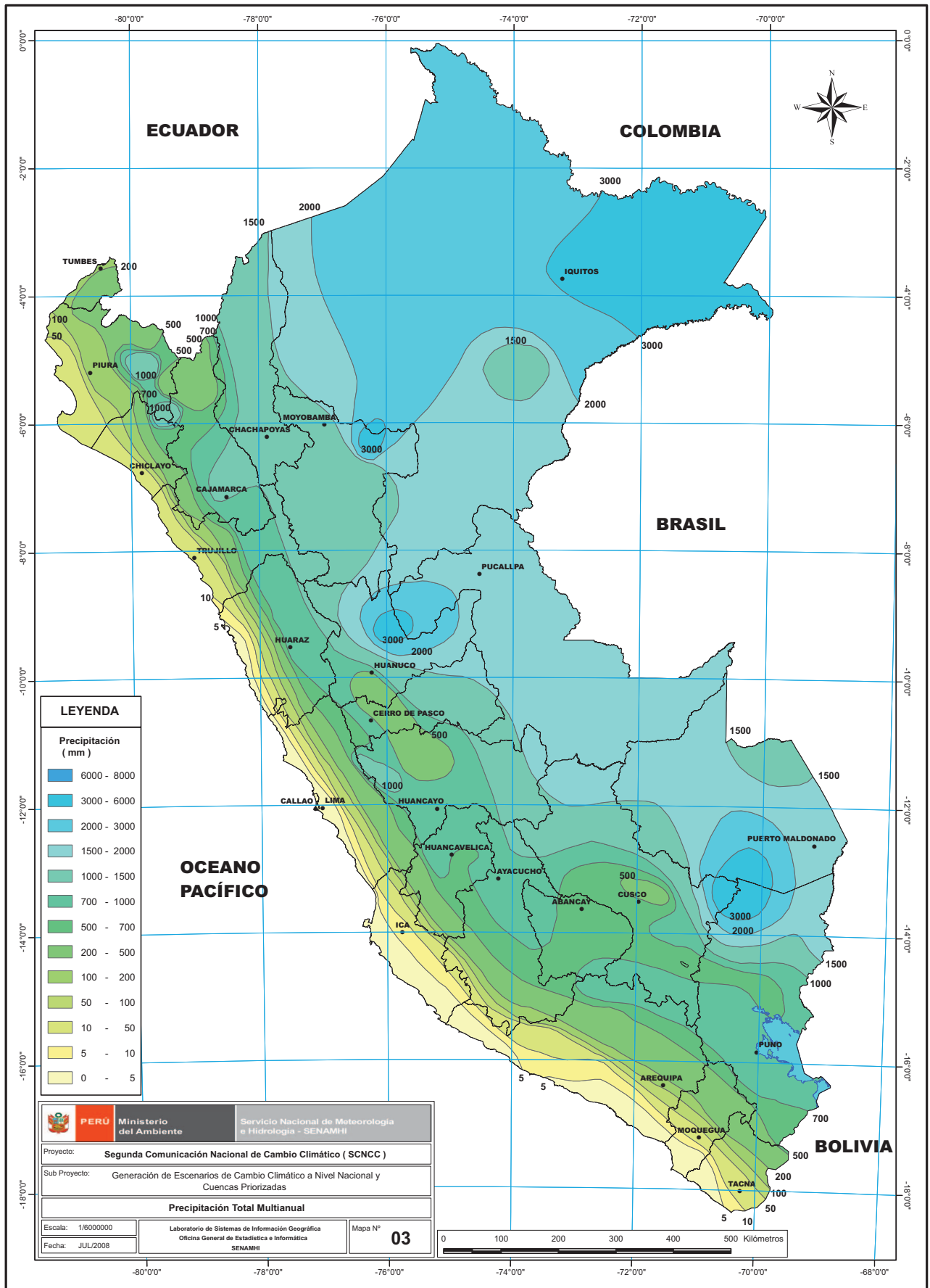
SENAMHI, 2005: Climate change scenarios in Peru to 2050: Piura river basin. Autores: Rosas G., Díaz A., Ávalos G., Oria C., Acuña D., Cornejo A., Metzger L., Fano G., Carrillo M., Miguel R., PROCLIM. Eds. SENAMHI Perú, 170 pp.

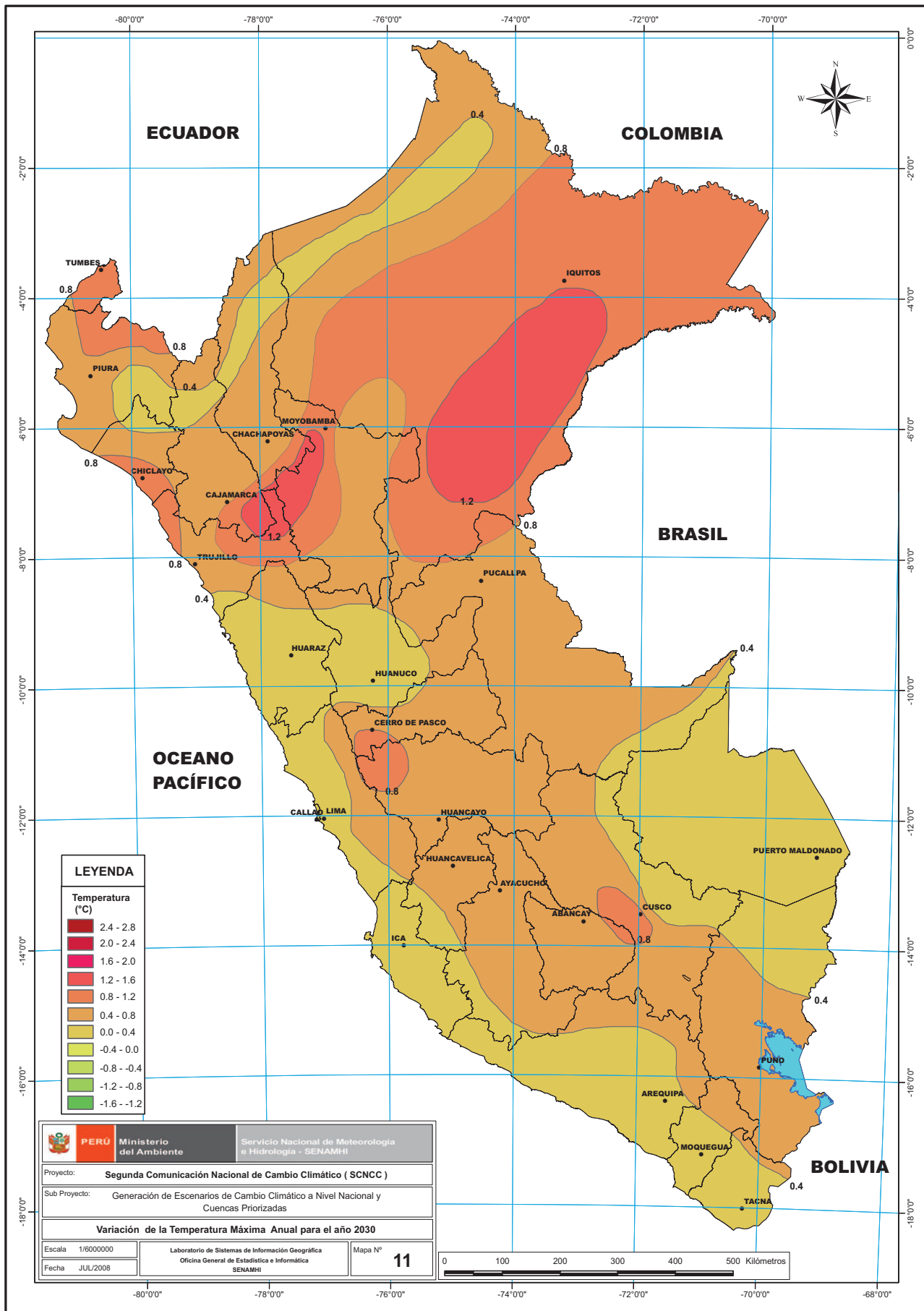
ANEXOS

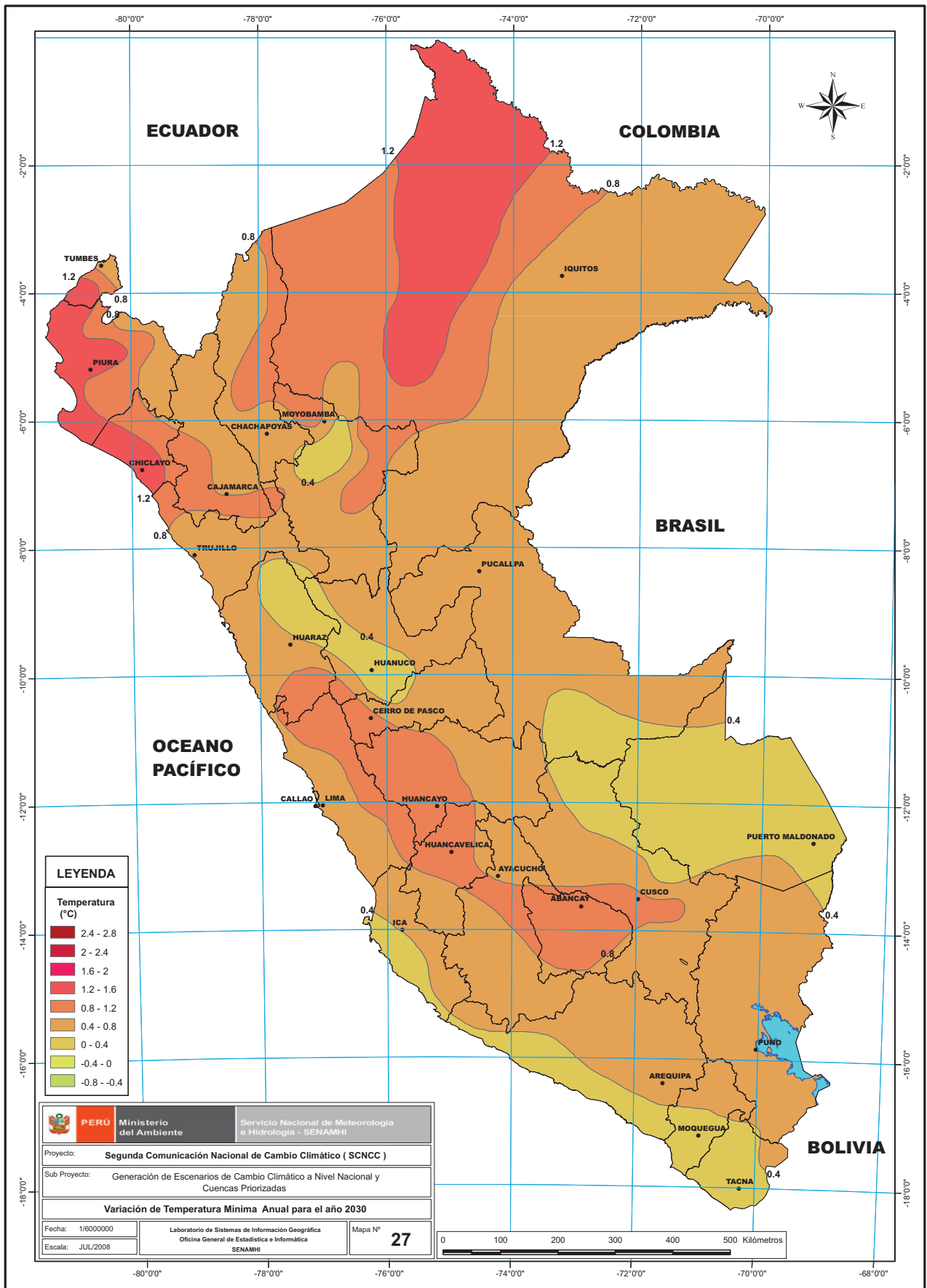
N° de Mapa	Nombre de Mapa
Mapa N° 1	Temperatura Máxima Promedio Multianual (°C)
Mapa N° 2	Temperatura Mínima Promedio Multianual (°C)
Mapa N° 3	Precipitación Total Multianual (mm)
Mapa N° 11	Variación de Temperatura Máxima Anual para el año 2030
Mapa N° 27	Variación de Temperatura Mínima Anual para el año 2030
Mapa N° 43	Variación Porcentual de la Precipitación para el año 2030

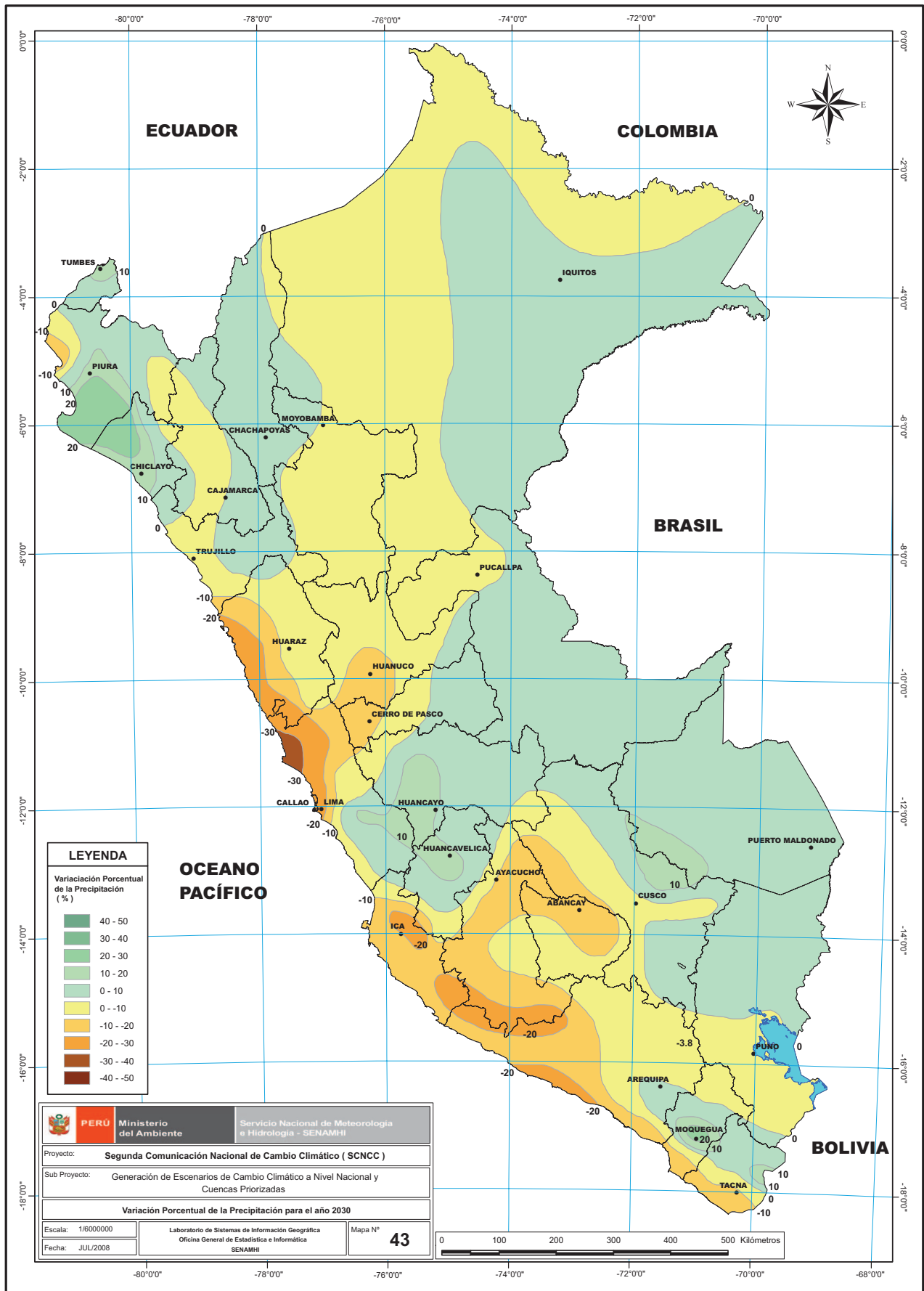














PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Ministerio del Ambiente - MINAM
Av. Javier Prado Oeste 1440 - San Isidro - Lima - Perú
Telf.: (511) 6116000
www.minam.gob.pe

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI
Jr. Cahuide 785, Jesús María, Lima - Perú
Telfs.: (511) 6141414
www.senamhi.gob.pe