



Cuando despertemos en el 2062

visiones del Perú
en 50 años

EDITORES
BRUNO SEMINARIO
CYNTHIA A. SANBORN
NIKOLAI ALVA



**UNIVERSIDAD
DEL PACÍFICO**

50 AÑOS
1962 - 2012

5

La gobernanza ambiental frente al cambio climático

Elsa Galarza, Francisco Galarza, Rosario Gómez y Joanna Kámiche¹

Una mirada al futuro del Perú en materia ambiental está estrechamente ligada a tres aspectos: el cambio climático, el fenómeno El Niño (FEN) y la disponibilidad del recurso hídrico. Si bien existen otros temas ambientales de importancia nacional, los tres aspectos mencionados tienen un impacto central en el proceso de desarrollo del país, que va más allá de lo sectorial y, por lo tanto, requiere que se incorpore dentro del proceso de la planificación del crecimiento y desarrollo.

Medidas de prevención y de adaptación frente a las incertidumbres críticas del futuro requerirán de una nueva generación de políticas públicas, que tenga una visión integral de los problemas ambientales, que obligue a la acción multisectorial orientada a resultados y que promueva el uso de instrumentos económicos para una gestión más eficiente de los recursos naturales y la calidad ambiental.

El presente ensayo tiene por objetivo presentar algunos escenarios futuros en torno a los posibles impactos del cambio climático, el fenómeno El Niño (FEN) y la disponibilidad del recurso hídrico en la economía del país, sobre la base de la información disponible, con la finalidad de elaborar algunas reflexiones que estimulen acciones significativas en el presente para mejorar la capacidad de respuesta a los retos de la gobernanza ambiental del país al 2062.

I

Cambio climático: economía y políticas

En esta sección, se revisan los indicadores relacionados con los tres temas seleccionados por su importancia en el desarrollo del Perú: disponibilidad de agua, cambio climático y el fenómeno El Niño; así como de las políticas en curso asociadas con dichos temas.

¹ Los autores desean agradecer a Bruno Seminario por su invalorable colaboración para la calibración de las proyecciones. Asimismo, a Néstor Collado, por su labor como asistente de esta investigación, y a María Alejandra Zegarra, por su apoyo. Las opiniones vertidas en este documento son de entera responsabilidad de los autores y no comprometen a la Universidad del Pacífico.

Disponibilidad de agua, cambio climático y fenómeno El Niño

El Perú ocupa una superficie de 1.285.215 km², distribuidos un 10,7% en la región desértica (costa), 31,5% en la región montañosa (sierra) y 57,5% en la región amazónica (selva). La distribución poblacional es inversa a la de la superficie: 54,6% de la población vive en la costa; 32,0%, en la sierra; y 13,4%, en la selva (INEI 2011).

Además, curiosamente, la mayoría de la población se concentra en la zona donde menos volumen de agua existe: según cifras de población al 2009, el 65% de los habitantes vivía en la vertiente del Pacífico y disponía apenas del 1,8% de toda el agua disponible en el país, mientras que el 30% de la población vivía en la vertiente del Amazonas, cuya disponibilidad de agua fue del 97,7%, y, finalmente, en la vertiente del Titicaca residía el 5% de los habitantes y disponía del 0,5% del agua. La disponibilidad hídrica es de 2.046.287 millones de metros cúbicos anuales (Autoridad Nacional del Agua [ANA] 2009), la cual, si bien nos ubica entre los 20 países con mayor oferta hídrica del mundo (Minam 2011b), está asimétricamente distribuida: la costa dispone de apenas 2.185 m³ por habitante por año, mientras que la sierra y la selva disponen, en conjunto, de 194.531 m³ por habitante por año. Asimismo, dado el continuo retroceso de los glaciares, se espera que haya una reducción futura en la disponibilidad de agua, en particular en la costa, desde el valle del Santa hacia el sur (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD] 2010).

Asimismo, en términos de cobertura del agua potable y alcantarillado, el 85% de la población tiene acceso a estos servicios, con regiones como Lima, Tacna, Lambayeque y Arequipa, que tienen cobertura por encima del 90%, y aquellas como Pasco, Huancavelica y Loreto, con cobertura menor de 70%. Tan importante como la disponibilidad de agua es la calidad de la misma, que en el Perú se ve afectada por una serie de factores, que incluyen la descarga de efluentes domésticos e industriales con alta carga orgánica, y el insuficiente tratamiento de las aguas residuales (solo el 32,7% de estas son tratadas a nivel nacional) (Sunass 2011). El tratamiento de estos residuos es un tema en el cual se tiene aún mucho por hacer.

Otro problema que afecta hoy, y tendrá impactos severos en nuestra forma de desarrollo futuro, es el cambio climático. Si bien el Perú solo genera el 0,4% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del planeta, sí es afectado por los impactos del cambio climático en sus ecosistemas, que son la base para su desarrollo.

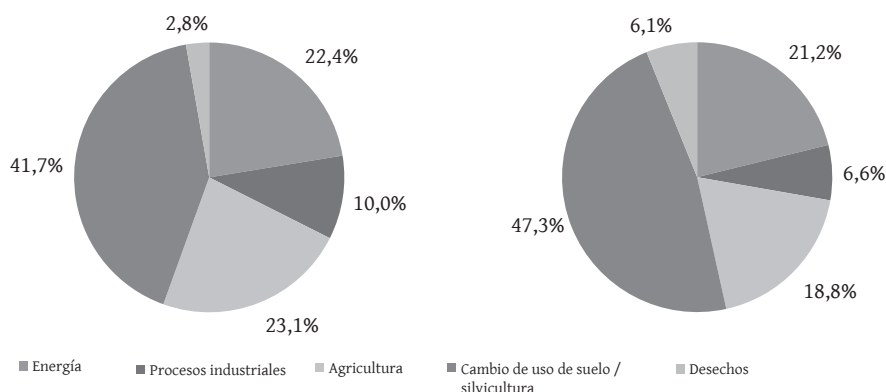
La generación de emisiones de GEI está ligada a la existencia de dos fuerzas motrices: el crecimiento de la población y el crecimiento de la actividad económica. Por un lado, el crecimiento poblacional genera tres dinámicas: (i) proceso de migraciones y ocupación de territorio; (ii) demanda creciente por consumo de alimentos; y (iii) alta generación de residuos sólidos. En primer lugar, la ocupación no planificada del territorio, tanto por el crecimiento natural de la población como por procesos de migración, provoca un cambio en la cobertura vegetal de los suelos. Al producirse deforestación, se libera el carbono almacenado en los árboles, generando emisiones

de GEI. Las emisiones por deforestación constituyen el 17,3% de las emisiones mundiales (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] 2007).

En segundo lugar, la demanda creciente por alimentos influye en la actividad agrícola y pecuaria. Por ejemplo, el cultivo de arroz por inundación, como se realiza en el país, y la fermentación entérica del ganado, generan emisiones de metano que contribuyen a la emisión de GEI. Las emisiones por esta fuente constituyen el 1,1% de las emisiones mundiales (IPCC 2007). Finalmente, el crecimiento de la actividad económica genera mayor consumo, lo que, a su vez, genera mayor volumen de residuos sólidos. Dichos residuos, al descomponerse, aumentan la concentración de carbono en la atmósfera a través de la liberación de gas metano y dióxido de carbono. La emisión por residuos contribuye entre 3 y 5% al total de emisiones mundiales (IPCC 2007).

En nuestro país, de acuerdo con la Segunda Comunicación Nacional del Perú, la principal fuente de emisiones² en el 2000 fueron las actividades socioeconómicas (52,7%) y las actividades del uso y cambio de uso del suelo y la silvicultura, dentro de las cuales la deforestación desempeña un rol importante (47,3%), como se muestra en el gráfico 1. Si se comparan estas cifras del 2000 con las emisiones estimadas en 1994, en cuyo año las emisiones fueron menores en 17%, se nota una reducción importante en la participación del sector agricultura en las emisiones, básicamente por una mayor eficiencia en el uso de fertilizantes, riego tecnificado, entre otros. En contraste con ello, el cambio en el uso del suelo/silvicultura ha aumentado su participación en la generación de GEI en el 2000. Cabe señalar que, en este año, el 74% de las emisiones correspondieron a dióxido de carbono; el 17%, a metano; y el 9%, a óxido nitroso (Minam 2011b).

Gráfico1
Perú: emisiones de GEI (1994 y 2000)



Fuentes: Minam (2001, 2010a).

2 Véase el anexo 1.

El Perú posee 73,3 millones de hectáreas en bosques, que ocupan más de la mitad del territorio nacional (Minam 2011c). Como se mencionó anteriormente, la deforestación, en particular en la Amazonía, causada principalmente por la actividad agrícola, constituye una de las causas del incremento en la emisión de GEI. En ese sentido, la protección de bosques (la tasa de deforestación promedio estimada es de 123.200 hectáreas al año en el período 2000-2009) y la reforestación son tareas importantes.

Si bien se han revisado algunos indicadores ambientales, es importante tener una idea más amplia del desempeño ambiental del país. Un indicador resumen útil para ello es el Índice de Desempeño Ambiental (IDA), producido por la Universidad de Yale para varios países. Este indicador incluye variables de salud ambiental (acceso a agua y saneamiento, población expuesta a polución del aire) y vitalidad del ecosistema (cambio en el stock forestal y de pesca, disponibilidad de agua para agricultura, intensidad de las emisiones de gases de efecto invernadero, efectos de la polución del aire sobre el ecosistema, escasez y calidad de agua, y nivel de protección de la biomasa y de hábitats críticos). En el año 2010, el Perú se ubicó en el puesto 31 de entre más de 160 países, lo que significó una mejora respecto al 2009, cuando ocupó el puesto 62. Sin embargo, en el 2011, el Perú cayó al puesto 81 (entre 132 países), ubicándose entre los 10 países de América Latina y el Caribe con reducido desempeño ambiental (Yale 2012). Una razón que explica esta caída en el IDA es la calidad del aire. Aun cuando es muy temprano para saber si el deterioro del desempeño ambiental es una tendencia, el cambio tan drástico en el *ranking* podría sugerir que no hay consistencia en la implementación de las políticas, por lo que una significativa parte del esfuerzo debería estar en mejorar el proceso de implementación, trabajando sobre la base del desarrollo normativo existente.

El Ministerio del Ambiente (Minam) elaboró en el 2008 un indicador de desempeño ambiental departamental, similar al IDA. El IDA departamental ha sido construido sobre la base de 30 variables, agrupadas en cuatro temas: calidad ambiental, gobernanza ambiental, gestión ambiental y conservación de los recursos naturales. Este indicador ubica a Ucayali, Loreto, Tumbes y Lambayeque en los primeros lugares; y a Apurímac, Puno, Cajamarca y Ayacucho, en los últimos. Aun cuando es difícil garantizar la homogeneidad en la calidad de la información en todos los departamentos (para detalles, consúltese Minam 2011a), sin duda es un primer paso para evaluar el desempeño ambiental a nivel regional; y, consecuentemente, para guiar las políticas necesarias para las correspondientes mejoras.

Además del aparente deterioro ambiental antes visto, el Perú está expuesto a eventos climáticos extremos, como lluvias intensas y sequías, o el fenómeno El Niño (FEN), que producen daños considerables a la sociedad. El FEN se inicia con el ca-

lentamiento de la temperatura de las aguas del Océano Pacífico Tropical³. Gradualmente, este máximo de temperatura se desplaza hacia el Este y, alrededor de seis meses después, alcanza la costa de América del Sur, en el extremo este del Pacífico. El desplazamiento de aguas cálidas va acompañado de un enfriamiento relativo en el Pacífico Occidental. Paralelamente, en la atmósfera se produce una alteración del patrón de la presión atmosférica, que baja en el lado este del Pacífico y sube en el oeste. A la aparición y desplazamiento del máximo de temperatura, se le ha nombrado más recientemente “episodio cálido”; y a la subida y bajada de la presión, “oscilación del sur” (Galarza y Kámiche 2012).

En el Perú, el FEN ocasiona la elevación de la temperatura de las aguas superficiales del mar de la costa norte, causando una abundante evaporación, la cual, agregada al efecto orográfico de los Andes peruanos, origina persistentes lluvias que dan origen a las inundaciones y huaicos. En la sierra sur, por el contrario, la presencia de un flujo de aire muy seco por encima de los Andes del Sur impide el ingreso normal del aire húmedo procedente de Brasil y del Atlántico, que normalmente produce la lluvia en esta zona, ocasionando sequías.

Los impactos del FEN en el Perú datan de tiempos muy remotos. Según Quinn, Neal y Antúnez de Mayolo (1987), en el período 1800-1987 se han producido 32 eventos El Niño de moderada intensidad, mientras que 47 eventos han sido catalogados como fuertes o muy fuertes. Asimismo, Salaverry (2007) indica que, entre 1525 y el 2001, se han producido 46 eventos El Niño moderadamente fuertes, 34 eventos fuertes y 13 muy fuertes (cuadro 1). En los últimos veinte años, el Perú ha sufrido el embate de dos eventos El Niño considerados muy intensos, en 1982-1983 y en 1997-1998, con importantes consecuencias económicas y sociales.

3 Durante el FEN, se altera la presión atmosférica en zonas muy distantes entre sí, se producen cambios en la dirección y la velocidad del viento y se desplazan las zonas de lluvia de la región tropical. En el océano, la contracorriente ecuatorial, que desplaza las aguas frías de la corriente del Perú hacia el Oeste, se debilita, favoreciendo el transporte de aguas cálidas hacia la costa de América del Sur. Estos cambios en la temperatura influyen en la salinidad de las aguas, modificándose también las condiciones ambientales para los ecosistemas marinos. Los cambios en la circulación atmosférica alteran el clima global, con lo que se afectan la agricultura, los recursos hídricos y otras actividades económicas importantes en otras áreas del planeta.

Cabe precisar que los FEN pueden tener distintos grados de intensidad, ser más o menos prolongados, y no necesariamente abarcan la misma área de impacto. Además, los FEN no se originan necesariamente en los mismos meses del año, ni suponen necesariamente los mismos eventos. Por ello, a pesar de que los FEN 1982-1983 y 1997-1998 se encuentran catalogados como muy intensos, las características de ambos son bastante distintas y, por lo tanto, su impacto es diferenciado. La CAF (2000) indica que el costo económico del FEN 1997-1998 fue ligeramente mayor en cifras absolutas (US\$ 3.500 millones en 1997/1998 y US\$ 3.283 millones en 1982/1983); sin embargo, el costo económico del FEN 1997/1998 representó el 4,5% del PBI, mientras que el de 1982/1983 representó cerca del 7% del PBI). Las razones de esta diferencia es que en el FEN 1997-1998 no se produjo sequía en el sur del país y, además, se pudieron realizar acciones preventivas, dado el pronóstico temprano del evento (Galarza y Kámiche 2012). En resumen, el impacto de los FEN depende no solo de su nivel de intensidad (de los 475 eventos El Niño, entre 1525 y 2001, 13 han sido eventos muy fuertes), sino también, y cada vez más, de la vulnerabilidad de los asentamientos humanos, la infraestructura, y la capacidad de respuesta local para mitigar o prevenir los efectos destructivos y para aprovechar los impacto positivos (Ferradas 2000).

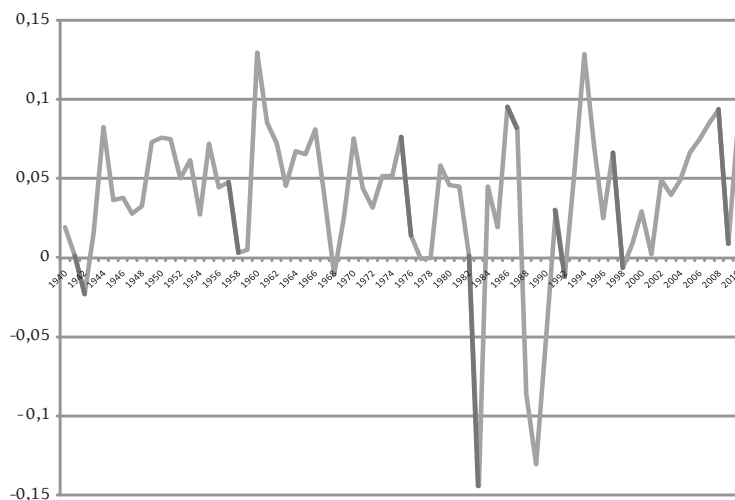
Cuadro 1
Resumen del FEN según intensidad

Escala numérica Intensidad del (1 al 10)	Frecuencia e intensidad de ocurrencia	Número de “observaciones” 1525-2001 (*)
1 al 4	Años normales	319
	Anomalías o irregularidades	156
	De las cuales corresponden:	
5	Años de eventos moderados (M)	46
6	Años de eventos moderadamente fuertes (MF)	46
7	Años de eventos fuertes (F)	34
8	Años de eventos fuertes-fuertes (FF)	17
(9-10)	Años de eventos muy fuertes (FFF)	13
	Total de “observaciones”	475

Fuente: Salaverry (2007).

En el gráfico 2, se muestra la relación entre la ocurrencia de los FEN severos y el impacto en la tasa de crecimiento del PBI. Tanto en el caso del FEN 1982-1983 como en el FEN 1997-1998, se puede apreciar el *shock* negativo y abrupto que se produce, cuyos efectos no solo se dan en los años de ocurrencia, sino que tienen un efecto de largo plazo, pues afectan la tendencia del crecimiento.

Gráfico 2
Evolución del PBI y los FEN extremos (1951-2010)



Elaboración: propia.

Institucionalidad ambiental y políticas públicas

En lo que sigue de esta sección, examinaremos los avances en el proceso de incorporación del tema ambiental en la formulación de las políticas públicas.

Reconociendo tanto el rol estratégico de los recursos naturales y la diversidad biológica, como la importancia de la calidad ambiental en el proceso de desarrollo del país, en la década de 1990 se empieza a articular el componente ambiental en la formulación de políticas públicas. El esfuerzo ha sido importante, pero aún es insuficiente para capitalizar nuestra condición de país megadiverso en un proceso acelerado de desarrollo sostenible. La comprensión de que el ambiente natural es un activo que requiere de inversión para su conservación y aprovechamiento sostenible, para que sostenga en el largo plazo actividades productivas competitivas y modos de vida saludables de la población, es un proceso en el cual se ha ido avanzando gradualmente, como veremos a continuación.

Durante los últimos 20 años, se han realizado esfuerzos para transversalizar el componente ambiental en la formulación de las políticas públicas. Así, en el 2002, en el marco del Acuerdo Nacional, se acordaron 31 Políticas de Estado entre los distintos actores y representantes de los sectores público y privado, con la finalidad de orientar el rumbo del país hacia el año 2021. Entre ellas se incluye como Política de Estado N° 19: “Desarrollo sostenible y la gestión ambiental”. Posteriormente, en el 2004, se creó el Sistema Nacional de Gestión Ambiental, cuyos objetivos son la prevención,

el control y la vigilancia, para evitar la degradación ambiental (Ley 28245, de junio del 2004).

En junio del 2005, se promulgó la Ley General del Ambiente, que tiene como objetivo “establecer los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado, adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir con una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país” (Ley 28611). Además, establece la vinculación del componente ambiental con otras políticas públicas, lo cual evidencia la dimensión transversal del componente ambiental. En este sentido, establece que tanto en el diseño como en la implementación de las políticas públicas se debe considerar un conjunto de lineamientos, entre los que se precisa: “La articulación e integración de las políticas y planes de lucha contra la pobreza, asuntos comerciales, tributarios y de competitividad del país con los objetivos de la protección ambiental y el desarrollo sostenible”.

En el 2005, la Estrategia Nacional de Competitividad y el respectivo Plan Nacional de Competitividad incorporaron el tema ambiental como un componente estratégico. Recientemente, en el marco de la Agenda de Competitividad 2012-2013, el componente ambiental tiene como objetivo general diseñar acciones de sostenibilidad ambiental para contribuir con la competitividad.

Como se desprende de lo anterior, a partir del 2002, el componente ambiental es estratégico en el proceso de desarrollo del país. El reconocimiento de nuestra heterogeneidad no solo geográfica, sino también sociocultural y económica, se constituye en una fortaleza en nuestro país, y abre espacios y oportunidades para promover un trabajo solidario y de colaboración, buscando la mejora de los diferentes actores, sobre la base de un trabajo esforzado y articulado.

En el año 2008, se dio un paso importante en el proceso de fortalecimiento de la institucionalidad ambiental, con la creación del Ministerio del Ambiente (Minam), el cual absorbió al Consejo Nacional del Ambiente (Conam). El Minam es la Autoridad Nacional Ambiental, es decir, ente rector en materia ambiental en el ámbito nacional y la autoridad competente para formular la Política Nacional del Ambiente (PNA). En este proceso de fortalecimiento de la institucionalidad ambiental en el país, se crearon dos instituciones adscritas al Minam: el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Sernanp) y la Oficina de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA).

El Minam asumió temas clave como impulsar la mejora en la calidad del agua, el aire y el suelo; la protección de la Amazonía, la adaptación al cambio climático, la lucha contra la minería ilegal, la promoción del ahorro de recursos a través de la ecoeficiencia, entre otros temas, los cuales requerían de la voluntad de trabajo en equipo y con un enfoque articulador del desarrollo del país (Minam 2011b). Con la finalidad

de operacionalizar y alcanzar los objetivos planteados en la PNA, el Minam condujo un proceso participativo de dos años para aprobar el Plan Nacional de Acción Ambiental (Planaa).

En el proceso de transversalizar el tema ambiental, también fue importante que el Ministerio Público, como organismo autónomo del Estado, encargado de la defensa de la legalidad, de los derechos ciudadanos y los intereses públicos, creara las Fiscalías Especializadas en Materia Ambiental, con competencia no solo para penalizar los delitos ambientales, sino también para favorecer el trabajo preventivo de parte del Ministerio Público.

También cabe destacar los ajustes que se incorporaron en el Código Penal (Ley 29268, de marzo del 2009), en el título XIII en materia de delitos ambientales. Se tipificaron los delitos de contaminación y los delitos contra los recursos naturales, y se precisa la responsabilidad funcional e información falsa. Finalmente, se establecen medidas cautelares y exclusión o reducción de penas.

En cuanto a la incorporación del componente ambiental en la Planificación Estratégica, es necesario precisar que la planificación moderna se concibe como una articulación de redes de propósitos y metas que van reconociendo y conectando iniciativas públicas y privadas. En este sentido, el Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (Ceplan), como órgano rector del Sistema Nacional de Planeamiento Estratégico, elaboró el Plan Bicentenario, que incluye el componente Recursos Naturales y Ambiente como uno de los ejes estratégicos clave para el logro de los objetivos de desarrollo planteados al 2021 (D.S. 054-2011-PCM).

Sobre la base del marco institucional y de políticas presentado, cabe precisar a continuación el avance de las políticas públicas en materia de agua, cambio climático y atención al fenómeno El Niño.

En cuanto al cambio climático, la autoridad ambiental nacional tiene el mandato de articular los esfuerzos para responder al cambio climático, a través de medidas coordinadas de adaptación y mitigación. En el marco de la Política Nacional del Ambiente, se establecen lineamientos de política precisos para articular esfuerzos que permitan respuestas eficientes frente al cambio climático. En este sentido, se establece:

- Incentivar la aplicación de medidas para la adaptación y mitigación al cambio climático con un enfoque preventivo, considerando las particularidades de las diversas regiones del país.
- Establecer sistemas de monitoreo, alerta temprana y respuesta oportuna frente a los desastres naturales asociados al cambio climático, privilegiando a las poblaciones más vulnerables.

- Fomentar el desarrollo de proyectos forestales, manejo de residuos sólidos, saneamiento, uso de energías renovables y otros para contribuir a reducir las emisiones de carbono.
- Promover el uso de tecnologías adecuadas y apropiadas para la adaptación al cambio climático y reducción de gases de efecto invernadero.

A ello se suman las metas establecidas en el Plan Nacional de Acción Ambiental (Planaa) al 2012, 2017 y 2021, para reducir emisiones de carbono y adaptarse al cambio climático, que consideran como acciones estratégicas la conservación de bosques, la diversificación de la matriz energética y el manejo integrado de los residuos sólidos. Además, se tiene una Estrategia Nacional de Cambio Climático, la cual está en proceso de actualización, a la cual se suma el Plan de Acción para la Adaptación y Mitigación del Cambio Climático (Minam 2010b).

Además, el Perú, al igual que los países miembros del sistema de las Naciones Unidas, reporta periódicamente el inventario de emisiones de gases de efecto invernadero a través del documento llamado “Comunicación Nacional”. La Segunda Comunicación Nacional (Minam 2010a) reitera que la principal fuente de emisión de gases de efecto invernadero es la deforestación.

El cambio climático es una amenaza que pone en riesgo la senda de crecimiento y desarrollo del país. Por ello, la gestión de riesgos es un componente importante en el proceso de la planificación del desarrollo, ya que trata de articular las acciones y tener una acción preventiva y coordinada que gradualmente contribuya a fortalecer la institucionalidad.

En este sentido, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) ha incorporado el tema de Cambio Climático como una unidad dentro de una de sus direcciones generales, la cual coordina con las autoridades competentes los diversos compromisos internacionales, así como acciones de política.

De otro lado, en cuanto al FEN, se ha pasado de un enfoque de atención de emergencias, a un enfoque de prevención y gestión de riesgos. Del mismo modo que en el tema anterior, la Política Nacional del Ambiente establece en el Eje de Política N° 1, en el tema de Ordenamiento Territorial: “Incorporar en los procesos de Ordenamiento Territorial el análisis del riesgo natural y antrópico, así como las medidas de adaptación al cambio climático”.

En este sentido, en mayo del 2011, se creó el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos de Desastres (Sinagerd, Ley 29664) con la finalidad de identificar y reducir los riesgos asociados a peligros, minimizar sus efectos y atender situaciones de peligro a través de lineamientos de gestión. La Ley propone una visión integral de la gestión de riesgos, al propulsar una gestión preventiva, correctiva y reactiva (de atención de emergencias), lo cual, a través de su implementación, puede reducir los daños

generados por los desastres. El Sinagerd es un sistema interinstitucional, sinérgico, descentralizado, transversal y participativo, cuya rectoría está a cargo del la Presidencia del Consejo de Ministros. Los gobiernos regionales y locales tienen un rol clave por ser las autoridades con mandato para una gestión eficiente de riesgos y atención de emergencias, de ser el caso.

En cuanto al manejo de los recursos hídricos, la Política Nacional del Ambiente establece “la gestión integrada de cuencas, con enfoque ecosistémico para el manejo sostenible de los recursos hídricos y en concordancia con la política de ordenamiento territorial; de igual forma impulsa la formulación de estándares de evaluación y monitoreo del uso de los recursos hídricos considerando las características particulares de las distintas regiones” (Minam 2009).

En dicho marco, y luego de 40 años de espera, se promulgó la Ley de Recursos Hídricos (Ley 29338, de marzo del 2009), que establece como principios los de sostenibilidad, eficiencia, precautorio, valoración y gestión integrada, entre otros. En este sentido, precisa que el agua es “un recurso natural renovable, fundamental para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación” (Ley 29338).

En el Perú, el desarrollo no puede estar desligado de la conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, así como de la calidad ambiental. Una evidencia del manejo estratégico del tema ambiental en la formulación de las políticas públicas es el esfuerzo por articular los objetivos de desarrollo sostenible del país y el aporte que supone, para tal fin, el cumplimiento de los acuerdos internacionales en materia ambiental. En este sentido, en el marco de los Tratados de Libre Comercio (TLC), como en el caso de los Estados Unidos y en el de la Unión Europea, existe referencia al componente ambiental. En el caso del TLC con los Estados Unidos, se incluye un anexo forestal, con compromisos de asegurar el manejo forestal sostenible. Para tal fin, proyectos y acciones que se realizan en el ámbito del Sernanp, del Osinfor, y el cumplimiento de los acuerdos en el marco de la Convención Cites, evidencian intervenciones sinérgicas con impactos de envergadura a favor de la población beneficiada, la competitividad y el proceso de desarrollo del país. De igual forma, en el Tratado de Libre Comercio con la Unión Europea se incluye una sección sobre Cambio Climático y Desarrollo.

Pese a todos estos esfuerzos, se reconoce que existe un alto grado de incertidumbre sobre los impactos del cambio climático en el país, lo cual tendrá su correlato en las condiciones de los recursos hídricos y en la ocurrencia de fenómenos El Niño severos, y ello a su vez tendrá un impacto en las condiciones económicas del país. La siguiente sección ilustra algunas proyecciones sobre dichos impactos.

II

Las incertidumbres del futuro para el Perú

En el futuro, el Perú deberá enfrentar tres incertidumbres en materia ambiental: los impactos del cambio climático, la mayor frecuencia y recurrencia de los fenómenos El Niño y La Niña, y la escasez relativa del recurso hídrico. Estos temas se encuentran estrechamente vinculados, aunque cada uno de ellos presenta elementos especiales que se tienen que analizar en un contexto específico.

El cambio climático, presente hoy pero con implicancias futuras inciertas en materia de incremento en la intensidad del calentamiento y magnitud de los impactos en los diversos ecosistemas (IPCC 2007), obliga a pensar en modelos de desarrollo con bajas emisiones de carbono y en acciones que reduzcan la vulnerabilidad de la población y promuevan la adaptación a un entorno cambiante.

El FEN es uno de los ejemplos más claros de la relación entre clima y desarrollo. Los desastres ocurridos con FEN extremos (CAF 2000) muestran que es necesario tomar medidas de previsión; de lo contrario, es posible esperar retrasos significativos en el proceso de desarrollo del país e impactos negativos en las poblaciones más vulnerables, que son los pobres.

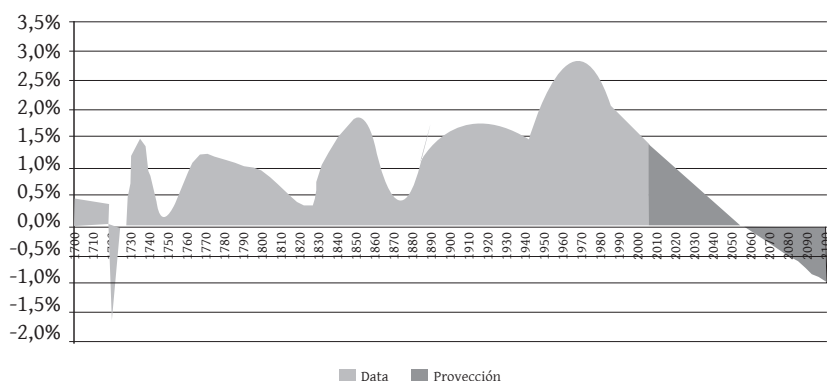
Por otro lado, la variabilidad de la oferta de agua en el futuro, producto de los cambios en el régimen de precipitaciones y en el aumento de las temperaturas (Magrin *et al.* 2007), generará restricciones severas en el proceso de desarrollo país. Grandes inversiones serán necesarias para abastecer del recurso a las ciudades y a la agricultura de exportación, que son básicamente costeras; pero, también, se requerirá mejorar la eficiencia en el uso del recurso, lo cual implica una gestión integral del mismo.

Desarrollo económico y cambio climático

Como se mencionó en la sección anterior, el crecimiento poblacional y la expansión de las actividades económicas presentan retos importantes en términos de reducción de emisiones de GEI, así como de adaptación en los sectores más vulnerables de la población. A continuación, se analizará el impacto que tendrá en las emisiones cada una de estas dos fuerzas motrices.

¿Cómo será el crecimiento de la población al 2062? y, por lo tanto, ¿qué impacto se tendrán en las emisiones? De acuerdo a las proyecciones de la población de Seminario (2012), el Perú está entrando desde el año 2010 en una fase de disminución del crecimiento de la población; y el año 2057 es el momento a partir del cual la población dejará de crecer.

Gráfico 3
Tasas de crecimiento de la población del Perú (1700-2100)



Fuente: Seminario (2012).

La disminución de la fuerza motriz de población en la generación de emisiones de GEI significará un desaceleramiento del impacto, aunque ello no implicará la solución del problema. Por el contrario, los problemas que genera la dinámica de crecimiento poblacional, como migraciones, mayor demanda de alimentos e incremento en la generación de desechos, persistirán. La falta de planificación del crecimiento poblacional, en algunos casos; y la resolución de problemas estructurales, como la pobreza, serán claves para mejorar los impactos que el crecimiento poblacional genera sobre el ambiente.

Los riesgos para la seguridad alimentaria se deben a múltiples factores, dentro de los cuales los aspectos del clima agravan aún más la situación en ciertos lugares: falta de disponibilidad de recursos hídricos en algunas zonas del país; mayor frecuencia de eventos El Niño; bajo desarrollo productivo del pequeño agricultor; lenta modernización del sector agropecuario; bajo rendimiento de la ganadería, que obliga a utilizar más tierras de pastoreo; malos hábitos de uso de fertilizantes y plaguicidas; y lenta exploración de alternativas como la agroforestería; entre otros.

En cuanto a la generación y disposición de residuos sólidos, como se mencionó en la sección anterior, en la actualidad solo el 30% de los desechos recibe algún tipo de tratamiento y aun los lugares autorizados constituyen una bomba de tiempo de acumulación de gases de metano. Esto significa que a pesar de la tendencia decreciente de la población, la actual infraestructura de tratamiento, recolección de desechos y alcantarillado no es suficiente. A esto se añade la incapacidad de la población para administrar sus propios desechos: el 18,8% de la población elimina inadecuadamente sus residuos (quema, disposición final al mar, etc.) y el 38,9% tiene solo acceso a

recolectores informales (Minam 2011b). Estos problemas generan aumento de las emisiones de GEI y mayores riesgos a la salud.

De otro lado, las emisiones relacionadas con el crecimiento económico del país tienen que ver con el crecimiento de los sectores económicos que demandan energía y con el sector transporte, que se dinamiza en períodos de alto crecimiento. Estos dos sectores son los que generan mayores emisiones a nivel global. Las emisiones generadas por la quema de combustibles fósiles representan el 59% de las emisiones globales⁴ (IPCC 2007).

En el Perú, las emisiones generadas por la quema de combustibles fósiles (energía) y por procesos industriales representan 33,7% de las emisiones del país (Minam 2010a). En la sección I, se observa un crecimiento de esta fuente de emisiones entre 1994 y el año 2000.

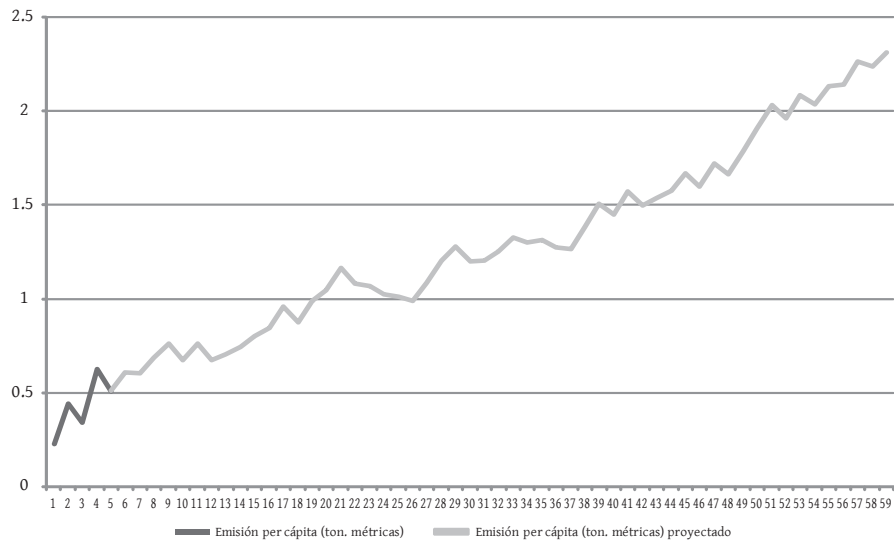
En un estudio preliminar de Seminario (2002), se estimó que el crecimiento de las emisiones tiene un comportamiento bastante similar al crecimiento del PBI per cápita. El Minam (2010a) parece confirmar esta relación, pues en el cálculo de los inventarios de emisiones al 2000, evidenció que el 20,9% de crecimiento en emisiones reportadas desde 1994 coincide con el crecimiento de 23% del PBI en este mismo período.

Para estimar el crecimiento de las emisiones al 2062, se utilizó data de 190 países (Banco Mundial, base de datos) que relacionaban la emisiones del CO₂ y el PBI per cápita, con lo cual se obtuvo la elasticidad entre estas variables, es decir, se estimó que por cada 1% de incremento en PBI per cápita, las emisiones se incrementan en 0,872%. Cabe precisar que al considerar el PBI per cápita, el efecto población está siendo considerado también en el análisis.

De acuerdo a las proyecciones de crecimiento del PBI per cápita estimadas por Seminario (2012), y considerando la elasticidad mencionada, se proyectaron las emisiones de CO₂ al 2062 (véase el gráfico 4).

4 Incluye emisiones por industria, transporte y energía.

Gráfico 4
Emisiones de CO₂ per cápita en Perú al 2062
(expresado en logaritmos base 2)

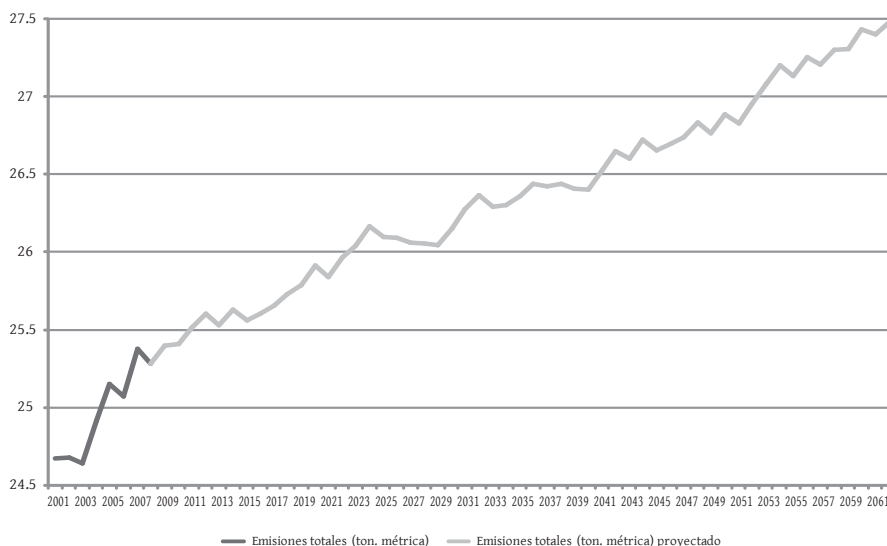


Fuentes: Banco Mundial (World Development Report data de emisiones CO₂) y Seminario (2002).
Elaboración: propia.

Al año 2012, la emisión per cápita proyectada es de 1,69 toneladas de CO₂. En el 2062, las emisiones per cápita serán de 4,96 toneladas de CO₂, lo que significa un incremento de 193% considerando un escenario *business as usual*, es decir, asumiendo un modelo de desarrollo tendencial.

Si se toman los resultados en términos de emisiones totales, se observa que las emisiones aumentarán 3,82 veces al año 2062, es decir, el país emitirá el equivalente a 186,76 millones de toneladas de CO₂.

Gráfico 5
Evolución de las emisiones de CO₂ totales en el Perú al 2062
(expresado en logaritmos base 2)



Fuente: Banco Mundial (World Development Report data de emisiones CO₂) y Seminario (2012).
Elaboración: propia.

En un contexto de desarrollo sostenible, el reto del país será encontrar un modelo de desarrollo que permita el crecimiento con bajas emisiones de carbono. Estos modelos supondrán la diversificación de la matriz energética, que permita ser más eficientes en el uso de la energía pero también promueva el uso de energías más limpias.

El fenómeno El Niño y sus impactos

En los próximos 50 años, se puede prever que se seguirán presentando FEN de diversa intensidad. ¿Cómo predecir la ocurrencia de futuros FEN y su impacto en la economía del país? Para ello, se han utilizado dos variables que están relacionadas con el FEN: los ciclos de manchas solares y el grosor de los anillos de los árboles.

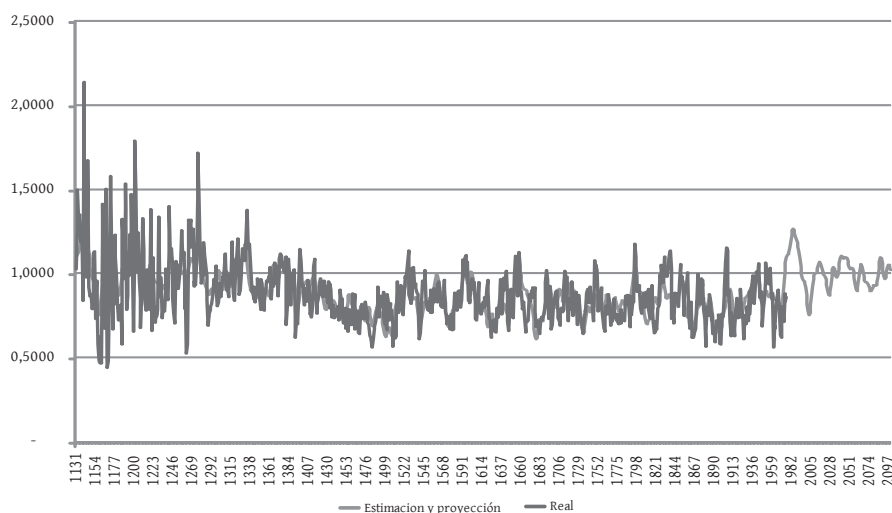
Utilizando la correlación que Lawler (1997) establece entre los ciclos de las manchas solares y el FEN, se ha establecido que existe un ciclo de 21 años de manchas solares que coincide con los FEN extremos: años 1997, 1976, 1954, 1933, 1912, 1892. Una explicación para esta relación se fundamenta en la capacidad de reserva de calor de

los océanos, que provocará la liberación de energía para minimizar los cambios en la intensidad de calor del sol, y esta liberación causaría reacciones en el clima global⁵.

Sin embargo, otra variable que también está captando la atención de investigadores es el grosor de los anillos de los árboles y los eventos climáticos. Los ingenieros forestales han establecido que el crecimiento anual del grosor de los anillos de los árboles es una variable muy sensible a las precipitaciones, las que a su vez son altamente influenciadas por los eventos El Niño. Por lo tanto, los árboles tendrán buen crecimiento durante los FEN. Analizando la información del crecimiento de los anillos para el período 1386-1988 se pudo identificar patrones climáticos.

Considerando ambas variables, se proyectó el comportamiento de las series de manchas solares y de los anillos de los árboles para estimar los probables FEN en los próximos 50 años. El gráfico 6 muestra la proyección de los anillos de los árboles hasta el año 2062. En este se observa que uno de los ciclos más importantes es el de 822 años, es decir, se estaría coincidiendo con el inicio de un período similar al de sequía producto del fenómeno El Niño que vivió la Cultura Wari alrededor de los años 1200 y 1300 (Salaverri 2007).

Gráfico 6
Proyección de los anillos de árboles



Elaboración: propia.

5 Hay que considerar que no existe una correlación precisa. En promedio histórico, se produce un FEN cada 6 años, mientras que el ciclo de las manchas solares dura 11 años. En consecuencia, el mínimo de manchas solares no pronostica todos los FEN.

Del mismo modo se estimó la participación de los ciclos por longitud en la varianza de la serie de manchas solares. Los ciclos de largo y mediano plazo explican el 77,92% de la varianza y los de corta duración, 22,10%.

Cuadro 2
Estimación de los ciclos de manchas solares

Ciclo	Periodograma	% en la varianza
Largo plazo (50 a más años)	0,8	15,47%
Mediano plazo (11-49 años)	1,45	62,45%
Corto plazo (0-10 años)	1,99	22,10%

Elaboración: propia.

Una vez proyectadas las manchas solares y anillos de árboles al año 2062, se utilizó la escala de Salaverry (2007) para medir la intensidad del FEN. Salaverry asigna un valor de 1 al 10 al grado de intensidad del FEN, donde el puntaje de 5 es una situación normal; 1, una situación de enfriamiento de la temperatura del mar (La Niña); y 10, una situación de calentamiento, es decir, un FEN severo. Una vez identificadas las posibles intensidades asociadas a los niveles de manchas solares y anillos de árboles, se procedió a cuantificar el efecto en promedio histórico de las intensidades sobre el PBI agrícola.

Cuadro 3
Categorización de Intensidades del FEN y efecto sobre el PBI agrícola

Categoría	Intensidad final
1	0,972
2	0,978
3	0,993
4	1,008
5	1,016
6	1,007
7	0,975
8	0,944
9	0,914
10	0,855

No debe sorprender la existencia de intensidades que puedan resultar beneficiosas para el PBI agrícola (sobre 100%), pues hay muchas tierras que se vuelven fértiles, hay zonas áridas que obtienen mayor abastecimiento de recursos hídricos, entre otros impactos positivos. No obstante, cuando se alcanzan mayores niveles intensidad, 9 o 10, por ejemplo, el impacto predominante es negativo, se pierde 8,6% y 14,5% del PBI, respectivamente.

La estimación da como resultado que los fenómenos El Niño de mayor intensidad se darían alrededor de los años 2021, 2030, 2041, 2046 y 2052, con lo cual el impacto en el PBI agrícola se vería afectado en mayor magnitud (véase el cuadro 4).

Cuadro 4
Impactos del FEN sobre el PBI agrícola por método de estimación

Década		Variación PBI (manchas)	Variación PBI (árboles)
2011	2020	-1,79%	-0,32%
2021	2030	-1,47%	-0,69%
2031	2040	-1,26%	1,02%
2041	2050	-1,07%	0,37%
2051	2060	-0,10%	-1,17%

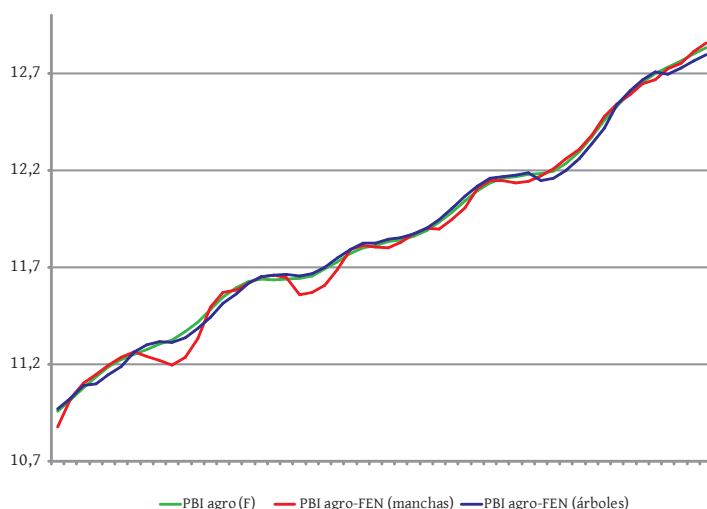
Elaboración: propia.

Se puede observar que dependiendo de la variable utilizada, los impactos del FEN en la variación del PBI pueden ser diferentes. Así, si se consideran las manchas solares como referentes, se observa que en las décadas venideras los impactos serán negativos siempre, y con mayor intensidad hasta el 2020; y luego se reducirán paulatinamente, pero manteniendo el impacto negativo. Si se considera la variable anillos de los árboles, se observa que el impacto es errático en las cinco décadas siguientes, y que los impactos negativos son más intensos en el tiempo, pero con dos décadas intermedias en que los impactos serán positivos.

Así, el gráfico 7 muestra la proyección del PBI de acuerdo al método empleado (manchas solares y anillos de árboles).

Realizar proyecciones sobre la presencia e intensidad del FEN en los próximos años constituye un reto, que se ha querido realizar con el objetivo de tener algunos parámetros que permitan indicar los impactos a los que el país va a estar expuesto. En el apéndice de este ensayo, se podrá encontrar la metodología empleada para las estimaciones presentadas, y, a partir de ella, se podrá iniciar una discusión sobre estos impactos y las acciones que se deberán tomar para reducir el impacto del FEN.

Gráfico 7
Proyección del PBI agrícola por método de proyección de FEN



Elaboración: propia.

El agua, cuando se haya ido

El clima en el Perú está claramente marcado por la Cordillera de los Andes. Como se ha mencionado en la sección anterior, en la franja costera del territorio, donde se ubica la mayor cantidad de población, el abastecimiento de agua proviene de los ríos que descienden de la parte occidental de la cordillera, y que en las estaciones secas tienen como única fuente los glaciares. El Perú posee el 70% de los glaciares tropicales del mundo; sin embargo, estudios recientes muestran que el retroceso de la masa glaciar es una realidad científicamente comprobada, aunque persiste mucha incertidumbre sobre la velocidad y magnitud de este cambio.

Según González (2011), los modelos de circulación general han podido predecir incrementos máximos de temperatura en las montañas más altas de Ecuador, Perú, Bolivia y el norte de Chile, lo que significa un mayor calentamiento. Algunos modelos estiman que glaciares de altitudes menores desaparecerán completamente en los próximos 10 a 20 años, mientras que otros establecen que los glaciares por debajo de los 5.500 m. s. n. desaparecerán completamente para el 2015. Lo cierto es que los Andes peruanos tienen una compleja topografía que hace que el modelaje sea muy complicado, lo que unido a la incertidumbre, falta de información y diferencias geográficas, no permite una proyección suficientemente certera de la reducción de los glaciares y, por lo tanto, la reducción en la disponibilidad de recurso hídrico en las cuencas hidrográficas.

En el Perú, tres cuencas hidrográficas han sido estudiadas en materia de escenarios climáticos y su disponibilidad de recursos hídricos en el futuro: la cuenca del río Santa, en Áncash; la cuenca del río Mantaro, en Junín; y la cuenca del río Piura, en la región del mismo nombre. A manera de ejemplo, se hará referencia al estudio de la cuenca del río Santa (Senamhi 2005b).

Dicho estudio estimó el comportamiento del recurso hídrico de fuente glaciar en el mediano y largo plazo en la Cordillera Blanca, sobre la base de las proyecciones que los diferentes modelos de circulación general establecen sobre el clima futuro, considerando las diferentes tasas de emisión de CO₂ asumidas por el IPCC. Las proyecciones de este estudio hasta el año 2250 para la disponibilidad hídrica, sobre la base del modelo del sistema de glaciares de la Cordillera Blanca realizado por el IRD, revela un progresivo incremento de la disponibilidad del recurso hídrico hasta el año 2050, luego del cual la tendencia sería hacia una disminución. Incluso, se podría llegar a una completa anulación del aporte de agua de glaciar en el escurrimiento anual total, lo que implicaría que los ríos se alimenten solo por las precipitaciones de los períodos de lluvia, y, por lo tanto, se limitaría la disponibilidad de agua durante épocas secas.

Si bien los efectos del cambio climático van a ser distintos en el ámbito de cada cuenca (véase el anexo 2), se puede esperar que las tendencias sean similares en aquellas en las cuales el volumen de agua depende del derretimiento de glaciares en épocas secas. Sin embargo, la intensidad y magnitud de los impactos en los recursos hídricos podrán ser diferentes.

Las proyecciones del caudal del río Santa tendrán un impacto sobre las actividades económicas de las poblaciones ubicadas en la cuenca. Estas podrían afectar el abastecimiento y uso del recurso hídrico para consumo poblacional (rural y urbano); la agricultura tradicional en los valles interandinos; la agricultura de exportación de alta tecnología, dentro de la cual se encuentran los proyectos de irrigación Chavimochic (La Libertad) y Chincas (Áncash); así como la generación de energía, el turismo, entre otros.

De acuerdo a las proyecciones, es después del año 2050 que el río Santa reducirá su caudal y, por lo tanto, será necesario tomar medidas que permitan almacenar agua de las lluvias en reservorios, para su uso en períodos secos, así como mejorar la eficiencia de uso de agua para poder aprovechar el recurso de una mejor manera. Medidas de adaptación al cambio climático deberán ser planificadas e implementadas durante los próximos 40 años en esta cuenca si es que se desea reducir los impactos y evitar conflictos sociales por el uso del recurso hídrico.

III

Enfrentando el reto de la gobernanza ambiental hacia el 2062

Enfrentar los retos del cambio climático, la presencia de fenómenos El Niño severos y las condiciones futuras en la disponibilidad de recursos hídricos, requiere de un estilo

de desarrollo que incluya una gobernanza ambiental fortalecida, como un elemento que condiciona los avances en materia ambiental y de manejo de recursos naturales, no solo en el ámbito nacional, sino también el internacional (UNEP 2012).

Al respecto, el desarrollo de lo que Najam, Papa y Taiyab (2006: 1) denominan “gobernanza ambiental”, es decir, “la suma de organizaciones, herramientas políticas, mecanismos financieros, leyes, procedimientos y normas que regulan los procesos de protección ambiental mundial”, requiere de una visión en dos planos: lo estratégico y lo instrumental. A continuación, se detallan las acciones que deberían implementarse en cada uno de estos planos para lograr que la gobernanza ambiental pueda enfrentar los retos que implican que el cambio climático, la presencia de fenómenos El Niño severos y la futura escasez de recursos hídricos en el país.

Enfoque estratégico

Este enfoque se enmarca en el fortalecimiento y/o desarrollo de los arreglos institucionales y las políticas que logren que los agentes tomadores de decisión, de todos los sectores económicos y sociales del país, sean a nivel público o privado, incluyan la variable ambiental de manera explícita en sus decisiones, ya que el manejo eficiente y sostenible de los recursos naturales y ambientales contribuye al crecimiento económico del país. Ello implica profundizar la transversalidad del concepto ambiental, lo cual requiere la aprobación, implementación y el cumplimiento de un marco legal acorde con este enfoque, así como la promoción de la participación a todos los niveles de decisión.

En particular, enfrentar al cambio climático para lograr desde una reducción de las emisiones de gases efecto invernadero hasta las acciones para adaptarse a las nuevas condiciones climáticas, implica un conjunto de arreglos institucionales, en los cuales cada uno de los agentes participantes de la sociedad peruana tiene un rol. El sector público ya ha avanzado en generar lineamientos generales en los cuales la mitigación y adaptación del cambio climático son estrategias fundamentales. No obstante, la implementación de las mismas requiere de un compromiso de todos los ámbitos del gobierno, especialmente de las autoridades regionales y locales, quienes son los que administran los recursos y quienes pueden realizar inversiones y gastos que contribuyan a la mitigación y adaptación al cambio climático. Ello lo pueden lograr a través de inversiones “más verdes”, es decir, que contribuyan a la reducción de emisiones en todos los sectores económicos y, a la vez, que sus acciones tengan una visión de adaptación a las nuevas condiciones climáticas que genera el cambio climático. Por ejemplo, la inclusión de medidas de adaptación al cambio climático y de gestión del riesgo en la inversión pública, que es propugnada por el MEF (MEF - SNIP 2011) es ya un avance en esta línea. Por último, pero no menos importante, una activa participación del sector privado en lo que se llama la “economía verde” (UNEP 2011), puede permitir desarrollar actividades económicas menos contaminantes y a la vez más empleos. Aunque en el Perú la economía verde aún no está siendo implementada a gran escala, la experiencia internacional y los acuerdos in-

ternacionales apuntan hacia esa dirección y, por tanto, el sector privado tiene un rol protagónico en esta nueva perspectiva económica.

Las acciones de prevención de fenómenos El Niño (FEN) severos requieren de la operacionalización de los lineamientos generales establecidos en la Ley del Sina-gerd, recientemente aprobada (2011). En particular, el fortalecimiento del rol de las instancias técnicas, como el Cenepred y el Indeci, es un elemento básico para lograr que se tengan claras las acciones técnicas por desarrollar. No obstante, para lograr que los FEN que se presenten durante los próximos 50 años no generen las pérdidas económicas y sociales que han generado en el pasado, se requiere de una activa participación de las autoridades regionales y locales.

La ley ya señala las responsabilidades de los gobiernos regionales y locales en relación con las acciones de gestión del riesgo. No obstante, su accionar es limitado porque aún no han tomado en cuenta que la gestión del riesgo es ya una responsabilidad descentralizada y, por tanto, requiere la asignación de recursos financieros, humanos y de tiempo, para lograr avances concretos. Por tanto, es necesaria la asunción de la responsabilidad en la temática. En particular, y dado el esfuerzo realizado por el MEF (2007, 2011), las inversiones en todos los ámbitos que realizan las autoridades regionales y locales deben incluir un enfoque de gestión del riesgo, con el propósito de limitar las pérdidas ocasionadas por la ocurrencia de desastres, como los FEN severos.

En cuanto a los recursos hídricos, se requiere implementar un manejo a nivel de cuenca (que ya está aprobado a nivel normativo), el cual implica dejar de lado, en esta materia, los límites políticos a nivel de gobiernos locales y regionales. Es decir, se requiere un conjunto de acuerdos a nivel de autoridades locales y regionales, en el cual las Autoridades Locales del Agua (ALA) tienen un rol muy importante que requiere un mayor impulso a través de recursos y fortalecimiento de capacidades.

Además, el manejo del agua requiere de la participación activa de los usuarios, desde el sector privado empresarial hasta los hogares. El manejo eficiente del recurso hídrico, para actividades económicas como la agricultura, la energía, la industria, requiere de un compromiso entre las partes para asumir los costos de inversión y operación de la generación de agua en condiciones aceptables. En un contexto en el cual los recursos hídricos tienen una perspectiva de escasez, la búsqueda de un manejo eficiente, con tecnología de última generación, puede implicar la necesidad de acuerdos de implementación que incluyan las asociaciones público-privadas o acuerdos similares. En el caso de los hogares, la importancia de un compromiso personal para reducir el uso del agua a niveles per cápita eficientes, implica asumir responsabilidades específicas por parte de todos los usuarios.

Como se observa, existen condiciones legales e institucionales para lograr que la gobernanza ambiental afronte los retos que implican el cambio climático, los FEN severos y el manejo del recurso hídrico. No obstante, el esfuerzo para los próximos

años es lograr una implementación eficiente, en la cual todos los actores participen activamente. Para ello, se requiere un conjunto de condiciones necesarias que son la base de una gobernanza ambiental exitosa (Najam, Papa y Taiyab 2006).

Condiciones necesarias

En el marco de la propuesta que Najam, Papa y Taiyab (2006) tienen sobre la gobernanza ambiental, se pueden incluir elementos como la información y la generación de conocimiento científico, el financiamiento, el fortalecimiento de capacidades y los sistemas de monitoreo y evaluación, todos ellos herramientas básicas para lograr que la gobernanza ambiental responda a las exigencias de un ambiente cambiante, a tasas aceleradas. El desarrollo de estos elementos en los próximos 50 años generará las condiciones necesarias para implementar una institucionalidad eficiente, que se haga cargo de los retos climáticos planteados.

La generación, procesamiento y difusión de información es una condición básica para lograr una toma de decisión informada, más aún frente a unas condiciones climáticas cambiantes e inciertas. El uso de tecnología para la generación de información climática, el uso de mapas con información satelital y la georreferenciación, deberían ser acciones cotidianas de los entes responsables de la generación de información científica.

En un contexto de presencia de FEN severos, el contar con sistemas de información climática y geográfica (GIS) y, en particular, sistemas de alerta temprana diseminados a lo largo de las cuencas del país, facilita la capacidad de prevención de las autoridades y de la población y la posibilidad de reducir los impactos económicos y sociales de estos eventos. El tener información actualizada sobre las condiciones climáticas, a través del uso de tecnología moderna, permitirá que los distintos actores aumenten su capacidad de respuesta (resiliencia) y así puedan reducir los impactos negativos de este tipo de fenómenos. Así, los mensajes de texto con información climática en los teléfonos celulares (de alta penetración en el país) y páginas web actualizadas en línea, son ejemplos de este tipo de tecnología.

Un paso adelante en este contexto es la generación y difusión de información relativa a los costos económicos de reposición y de inversión nueva, de tal forma que el conocimiento de los costos evitados (económicos y sociales) de incluir acciones de prevención que reduzcan las pérdidas ocasionadas por FEN intensos (Galarza y Kámiche 2012), permita reconocer los beneficios de una gestión del riesgo prospectiva. Las autoridades locales y regionales son las llamadas a lograr estos resultados, porque su cercanía en la implementación de las políticas, programas y proyectos lo facilita.

En cuanto a los recursos hídricos, la generación de información actualizada de forma periódica es una asignatura pendiente en el ámbito público y privado. En el primer caso, la información sobre la disponibilidad de agua para los próximos años es

un tema que aún no ha sido tratado con la urgencia necesaria. A nivel del sector privado, la información sobre el uso de agua en las diferentes actividades económicas y sociales es un tema que requiere mayor transparencia, para así lograr una asignación del recurso que esté acorde con los beneficios que le brinda a la sociedad en su conjunto.

La generación de información científica sobre las condiciones de disponibilidad del recurso hídrico en las próximas décadas debe ser mirada como una tarea urgente, que se constituye en la base de la viabilidad de una sociedad que está fundamentalmente asentada en zonas desérticas. Esta información permitirá tomar decisiones sobre el tipo y características de las inversiones necesarias para proveer del líquido elemento a una población altamente concentrada en las urbes.

En conclusión, la difusión de la información y el conocimiento científico generado es una tarea pendiente pero a la vez muy urgente. Además, el lograr que los diversos agentes de la sociedad –tomadores de decisión, científicos, sociedad civil– dispongan de mecanismos de información acordes con sus capacidades es una tarea primordial, ya que solo una sociedad informada podrá ejecutar acciones que contribuyan a un desarrollo sostenible.

Una limitación común en la implementación de políticas, programas y proyectos, sean de objetivos ambientales o no, es la carencia de recursos financieros. No obstante, en las dos últimas décadas el Perú ha desarrollado una economía sólida, con altas tasas de continuo crecimiento, lo cual ha llevado a una acumulación de recursos financieros, especialmente en el ámbito local y regional, donde el uso del capital natural no renovable (petróleo y minerales) es una actividad común.

En consecuencia, y en el actual contexto económico nacional, la falta de financiamiento no es una razón para justificar el retraso en acciones para enfrenar a este entorno de incertidumbre en cuanto a las condiciones climáticas y sus efectos sobre la presencia de FEN severos o la disponibilidad de agua. No obstante, es necesario reconocer que estos recursos financieros son resultado del uso de recursos no renovables y, por tanto, su utilización debe llevar a generar capital físico que permita el reemplazo del recurso no renovable en el largo plazo, en el marco de la aplicación de la Ley de Hartwick, aún en discusión (Asheim, Buchholz y Withagen 2002).

Es así que es responsabilidad de quienes ejecutan las acciones necesarias para lograr los retos aquí planteados proponer la manera de generar suficientes recursos económicos para financiar sus acciones, sean del sector público y/o privado. En el contexto de la mitigación del cambio climático, los programas y proyectos para mitigar la emisión de gases efecto invernadero pueden generar sus propios recursos a través del establecimiento del pago de tarifas acordes con el objetivo, así como el hecho de que el uso de tecnologías “más verdes” (transporte a gas, por ejemplo), implica menores costos de operación. En esta misma lógica, los sistemas de disposición de residuos sólidos que aprovechan el biogás para generación de energía, pueden ser

generadores de recursos financieros importantes para su propia autosostenibilidad. En el caso de las medidas para la adaptación al cambio climático, aún no es posible decir que pueden ser autosostenibles, ya que aún falta mucha investigación sobre el tema; no obstante, existen importantes fondos internacionales que están disponibles (por lo menos en el corto y mediano plazo) para invertir en acciones para reducir los impactos del cambio climático; y, por tanto, la tarea de las autoridades competentes y la sociedad civil (incluido el sector privado) será realizar las acciones para acceder a esos recursos. Una tarea pendiente para los próximos años, y que no debe ser descuidada, será diseñar acciones que permitan la generación de recursos financieros para la autofinanciación.

En relación con el financiamiento de las acciones para enfrentar los impactos de FEN severos, hay dos ámbitos de intervención en términos temporales. Por un lado y al inicio, los programas y proyectos que de manera específica buscan reducir el riesgo de desastre por estos fenómenos, requerirán de recursos financieros disponibles (donación o financiamiento a largo plazo) probablemente no reembolsables para su implementación. No obstante, una segunda etapa o ámbito de acción es lograr que todas las acciones, inversiones y gastos que realice el sector público y/o el sector privado sean acciones con una perspectiva de gestión del riesgo, de tal forma que en el futuro, las acciones y programas específicos ya no sean necesarios. Es decir, se busca lograr que, por ejemplo, toda inversión, pública o privada, tenga un enfoque de prevención del riesgo de desastre, de tal forma que los agentes comprendan que la inversión en este concepto es una necesidad que debe ser incorporada en sus decisiones, ya que los costos evitados (“beneficios”) son mayores que los costos de la propia intervención. Adicionalmente, el uso de mecanismos para la transferencia financiera del riesgo (Kámiche y Julien 2011) para disponer de recursos frente a la ocurrencia de desastres es un esquema ya contemplado en la Ley del Sinagerd, pero que requiere ser operativizado en el sector privado.

Finalmente, la inversión en programas y proyectos para contar con suficientes recursos hídricos en el futuro, requiere de dos acciones concretas. Primero, destinar parte de los recursos provenientes de la explotación de recursos no renovables, como los minerales y/o el petróleo (es decir, del canon), a la inversión en la infraestructura de gran tamaño que se requiere para contar con agua en las áreas costeras desérticas, que son las de mayor crecimiento, poblacional y económico. Segundo, y de más largo plazo, lograr que los agentes involucrados, especialmente los del sector privado, reconozcan que el recurso hídrico tiene un valor intrínseco y, por tanto, se requiere que el pago de las tarifas por uso de agua sean acordes con dicho valor, así como con el volumen utilizado (Rogers, Bhatia y Huber 1998; Rogers, De Silva y Bhatia 2002; Unece 2006). Esta última tarea requiere de un esfuerzo de las autoridades del sector público para lograr la comprensión de que los recursos así provistos permitirán mantener un flujo de inversiones y gastos, que contribuirán a que el recurso hídrico llegue a todos. También en este tema, los esquemas exitosos de pago por servicios ambientales o ecosistémicos (PSA o PSE) (Asquith, Vargas y Wunder 2008; UNEP 2008; Kosoy, Martínez-Tuna, Murandian y Martínez-Alier

2006) pueden ser adaptados a la administración del recurso, especialmente en un país donde las condiciones de la diversidad biológica y los recursos naturales son de gran abundancia.

El esquema de rendición de cuentas debe ser un elemento común en la gestión ambiental, de tal manera que sea un incentivo para promover las acciones positivas y desalentar las negativas. Esta rendición de cuentas debe estar basada en la recopilación de datos de cumplimiento de metas físicas y financieras, para un monitoreo y evaluación periódicos, donde los resultados de estos procesos sean la base para medir el éxito y/o el fracaso de las políticas implementadas. Lograr que la sistematización de experiencias sea la regla y no la excepción, permitirá una mejor asignación de recursos, porque contribuirá a promover la réplica de las acciones, programas y políticas exitosas, y a la vez evitar la implementación de políticas cuyos resultados no han sido los esperados. La generación y difusión de estos resultados debería ser una regla, que contribuya a una mejor asignación de los recursos escasos.

Estudios recientes (Hernández, Flores y Naranjo 2011) demuestran, aunque sea para otras sociedades, que las iniciativas autogestionadas son mecanismos válidamente utilizados por la sociedad civil para contribuir a un manejo sostenible de los recursos naturales y ambientales. Aunque en el Perú estos mecanismos pueden ser difíciles de implementar dadas la diversidad de opiniones y esquemas propuestos para la administración de los recursos naturales, un esquema en el cual todos los agentes se pongan de acuerdo para la toma de decisiones contribuye a tomar mejores decisiones (más técnicas y más discutidas), a la vez que garantiza la sostenibilidad social que todo proyecto o programa por implementarse debe tener si quiere tener éxito.

Un instrumento de incentivos clave para fortalecer un esquema de monitoreo y evaluación es el presupuesto por resultados (PpR), que ya es un instrumento implementado en el país, pero no a la escala necesaria. En el contexto de los problemas aquí descritos, el buscar fórmulas en las que los recursos públicos se asignen considerando los resultados de las acciones para la mitigación y la adaptación al cambio climático, de una gestión prospectiva del riesgo para FEN intensos (como inversiones públicas costo-efectivas) así como la inversión para generación y distribución del recurso hídrico, es una necesidad hoy que requiere ser resuelta en el corto plazo e implementada en el mediano plazo. En particular, lograr que las autoridades regionales y locales asignen sus recursos mediante un esquema de PpR es una tarea pendiente, que las autoridades nacionales deben priorizar y que permitirá a su vez desarrollar un esquema de monitoreo y evaluación eficiente y periódico, que permitirá mayores ganancias no solo en lo económico sino también en lo social, lo cual contribuirá al bienestar de la población.

Todo lo anterior requiere de capacidades técnicas, de coordinación y negociación, que requieren un fortalecimiento permanente, más aún en un entorno laboral muy variable, dado el alto nivel de rotación existente, especialmente entre el personal técnico de los gobiernos regionales y locales.

En el caso particular de los eventos climáticos a los que hay que hacer frente, así como sus consecuencias, las necesidades de capacidades técnicas en el manejo de tecnología (instrumentos, *software*), así como en la interpretación de resultados, es una realidad ineludible hoy. La falta de profesionales calificados en ciencias asociadas al clima, implica discutir el rol de las universidades públicas y privadas, no solo como los entes formadores de estas capacidades técnicas, sino también del entrenamiento en investigación, todo lo cual es un proceso de mediano y largo plazo. A manera de ejemplo, la necesidad de cuantificar los impactos del cambio climático en la actividad agrícola requiere de profesionales especializados en agrometeorología, de los cuales existen muy pocos en el país, pese a la importancia económica y social de la actividad agrícola. Al respecto, no existen esfuerzos ni incentivos focalizados para formar capacidades en estos temas ni en otros relacionados con esta problemática. Claramente, esta tendencia debe cambiar, así como la necesidad de invertir en el capital físico y el equipamiento para desarrollar tales capacidades, especialmente en el ámbito de las universidades, que son los entes que brindan servicios en el más largo plazo.

En otro ámbito, pero no menos importante, la formación y el fortalecimiento de las capacidades de gestión, coordinación y negociación, necesarias para lograr una gobernanza ambiental eficiente, aún no son parte de la agenda pública. Un esquema de incentivos, económicos y sociales (becas, apoyo institucional para prácticas preprofesionales en entidades ambientales, entre otros), que promueva que los mejores estudiantes de nivel superior así como los jóvenes profesionales se dediquen a la gestión de los temas ambientales, es un esfuerzo pendiente y que requiere ser atendido en el más breve plazo.

Las capacidades técnicas no se forman de un día para otro. Si se quiere contar con una visión ambiental más optimista hacia el 2062, el reto para la gobernanza ambiental es empezar ya a formar las capacidades técnicas que permitan una gestión más eficiente.

Es posible concluir, entonces, que la gobernanza ambiental para hacer frente a los retos planteados en términos del cambio climático, la presencia de FEN severos y la insuficiente disponibilidad de agua, requiere de acciones a nivel estratégico e instrumental, que en algún sentido ya han comenzado, pero que urgen de contar de un período de implementación amplio, en el cual obtengan la solidez necesaria para ser parte cotidiana de las decisiones.

Bibliografía

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA (ANA)

2009 *Política y estrategia nacional de recursos hídricos del Perú.*

ASHEIM, G.; W. BUCHHOLZ y C. WITHAGEN

2002 *The Hartwick Rule: Myths and Facts.* Holanda: Kluwer Academic Publishers.

ASQUITH, N.; M. VARGAS y S. WUNDER

2008 “Selling Two Environmental Services: In-Kind Payments for Bird Habitat and Watershed Protection in Los Negros, Bolivia”. En: *Ecological Economics*, pp. 676-85.

CAF

2000 *Las lecciones del Niño.* Caracas: CAF.

CENTRO NACIONAL DE PLANEAMIENTO ESTRATÉGICO (CEPLAN)

2011 *Plan Bicentenario.* Lima.

CONSEJO NACIONAL DE COMPETITIVIDAD

2012 *Agenda de Competitividad 2012-2013.* Lima: Ministerio de Economía y Finanzas.

2005 *Plan Nacional de Competitividad, 2005.* Lima: Ministerio de Economía y Finanzas.

FERRADAS, P.

2000 *El fenómeno “El Niño” y los desastres: enfoque y estrategias de las ONG.* Lima.

GALARZA, E. y J. KÁMICHE

2012 *Impactos del fenómeno El Niño (FEN) en la economía regional de Piura, Lambayeque y La Libertad.* Lima: GIZ.

GALARZA, E. y M. VON HESSE

2011 “Costos y beneficios de la adaptación al cambio climático en América Latina”. Documento no publicado realizado para la Cooperación Alemana para el desarrollo – GIZ.

GONZÁLEZ, Jennifer

2011 *Environmental Security of Abrupt Climate Change in Peru.* US DOE Environmental Security Brief (IN40/Global EESE).

HERNÁNDEZ, A.; J. FLORES y M. NARANJO

2011 *Gobernanza ambiental, trayectoria institucional y organizaciones sociales en Bogotá: 1991-2010.* Universidad de Los Andes – Cider.

INEI

2011 *Perú: Anuario de estadísticas ambientales, 2011*. Lima: INEI.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC)

2007 *Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007*. PARRY, M. L.; O. F. CANZIANI, J. P. PALUTIKOF, P. J. VAN DER LINDEN y C. E. HANSON (editores). Cambridge, Reino Unido y Nueva York: Cambridge University Press.

KÁMICHE, J. y J. JULIEN

2011 “Identificación de mecanismos para la transferencia de riesgos de desastres en vivienda en un barrio de Lima Metropolitana”. Documento no publicado. Lima.

KOSOY, N.; M. MARTÍNEZ-TUNA, R. MURANDIAN y J. MARTÍNEZ-ALIER

2006 “Payments for Environmental Services in Watershed: Insights from Comparative Study of Three Cases in Central America”. En: *Ecological Economics*, pp. 446-55.

LAWLER, J.

1997 *A Correlation between Sun Spot Cycles and El Niño*. The Nexial Institute.

MAGRIN, G.; C. GAY GARCÍA, D. CRUZ CHOQUE, J. C. GIMÉNEZ, A. R. MORENO, G. J. NAGY, C. NOBRE y A. VILLAMIZAR

2007 “Latin America. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability”. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. PARRY, M. L.; O. F. Canziani, J. P. PALUTIKOF, P. J. VAN DER LINDEN y C. E. HANSON (editores). Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press, pp. 581-615.

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS (MEF)

2011 SNIP: *Pautas para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública a nivel de perfil*. Lima: MEF.

2010 *El presupuesto por resultados*. Lima

2007 DGPM: *Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo en la inversión pública*. Lima: Serie: Gestión del Riesgo de Desastres en Inversión Pública.

MINISTERIO DEL AMBIENTE (MINAM)

2011a *Índice de desempeño ambiental departamental 2008*. Lima: Minam, febrero.

2011b *Plan Nacional de Acción Ambiental, Planaa-Perú 2011-2021*. Lima: Minam, julio.

2011c *Mapa del patrimonio forestal nacional*. Lima.

2010a *Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Perú: Minam.

- 2010b *Plan de acción para la adaptación y mitigación frente al cambio climático*. Perú: Minam.
- 2009 *Política Nacional del Ambiente*. Lima
- 2001 *Primera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Perú: Minam (Conam).

NAJAM, A.; M. PAPA y N. TAIYAB

- 2006 *Global Environmental Governance, A Reform Agenda*. Winnipeg: IISD International Institute for Sustainable Development.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO (PNUD)

- 2010 *Informe sobre el desarrollo humano Perú 2009. Por una densidad de Estado al servicio de la gente*. Parte II: “Una visión desde las cuencas”. Capítulo 3: “Viene de las alturas: disponibilidad y usos del agua”, p. 63.

PRESIDENCIA DEL CONSEJO DE MINISTROS (PCM)

- 2007 *Ley Orgánica del Poder Ejecutivo (Ley 29158)*. Normas Legales – *El Peruano*, 19 de diciembre. Lima.

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (PNUMA)

- 2007 *Perspectivas del Medio Ambiente Mundial, GEO 4*. Medio Ambiente para el Desarrollo.

QUINN, W; V. NEAL y S. ANTÚNEZ DE MAYOLO

- 1987 *El Niño Occurrences over the Past Four and a Half Centuries*. Joint Institute for the Study of the Atmosphere and Ocean (JISAO). Página web.

ROGERS, P.; R. BHATIA y A. HUBER

- 1998 *Water as a Social and Economic Good: How to Put the Principle into Practice*. Estocolmo, Suecia: Global Water Partnership Technical Advisory Committee, Swedish International Development Cooperation Agency.

ROGERS, P.; R. DE SILVA y R. BHATIA

- 2002 “Water is an Economic Good: How to Use Prices to Promote Equity, Efficiency and Sustainability”. En: *Water Policy*, 1-17.

SALAVERRY, J.

- 2007 *El fenómeno océano-climatológico “El Niño” en el Perú: historias, registros, efectos y causas*. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

SEMINARIO, Bruno

- 2012 “Las cuentas nacionales del Perú, pronósticos 2012-2062” (preliminar). Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico.

SEMINARIO, B. y C. ASTORNE

- 2005 “Escenarios socioeconómicos para el Departamento de Piura: 2005-2025”. Documento de Discusión. Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico.

SEMINARIO, B.; M. CIGARÁN y C. ENCINAS

- 2002 *Estudio de tendencias económicas y proyección de gases de efecto invernadero 1994-2025.*

SENAMHI

- 2009 *Escenarios climáticos en la cuenca del Río Mantaro para el año 2100.* Resumen técnico. Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático.
- 2005a *Presentación de escenarios climáticos, caso: Región Piura.*
- 2005b *Escenarios climáticos en la cuenca del Río Santa para el año 2030.* Resumen técnico. Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático.

SUNASS

- 2011 *Las EPS y su desarrollo.*

UNECE

- 2006 *Nature for Water: Innovative Financing for the Environment.* Ginebra: Unece.

UNEP

- 2011 *Towards a Green Economy, Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication.* Ginebra: UNEP.
- 2008 *Payments for Ecosystem Services Getting started: A Primer.* Nairobi: UNEP.

YALE CENTER FOR ENVIRONMENTAL LAW & POLICY

- 2012 *Environmental Performance Index 2011.*

Anexos

Anexo 1 Fuentes de emisiones por sector

Sector	Subsector	Principales fuentes	Causa
Energía	Electricidad	Generación de energía de termoeléctricas (que emplean diésel 2 como combustible).	Falta de planeamiento de las necesidades de energía de la población. Las épocas de estiaje reducen la capacidad energética de las fuentes renovables y por lo tanto hay la necesidad de usar termoeléctricas.
Transporte	Transporte terrestre	Uso de combustibles fósiles, el cual es el reforzado por la baja renovación del parque automotor (vehículos de 15-20 años de antigüedad) y la aún presente falta de mantenimiento de los vehículos.	Exceso de unidades de transporte público. Servicio de transporte informal y con malas prácticas de conducir. Falta de regulación de las empresas de transporte público. Falta de control de emisiones vehiculares. Inadecuado ordenamiento vial. Dificultades de disponibilidad del gas natural
	Transporte marítimo	Baja renovación de flotas y bajo nivel del consumo de electricidad.	Falta de renovación de las flotas. Operación con motores antiguos e ineficientes
Industria	Industrias Manufactureras	Emisiones indirectas, en su mayoría a través del consumo de electricidad. Además hay consumo de querosene y quema de basura como combustible.	Informalidad, en especial en ladrilleras y fundiciones. Alto consumo de petróleo (obsolescencia e ineficiencia de hornos y calderos de la pequeña y mediana empresa). La industria pesquera es la principal consumidora de petróleo en Lima. El 52% de las empresas no ha implementado un sistema de tratamiento de gases y vahos. Desconocimiento sobre los beneficios de tecnologías menos contaminantes. Falta de incentivos económicos, financieros y legislativos para la migración a tecnologías más limpias.
Residencial	Área urbana	Emisiones indirectas, en su mayoría a través del consumo de electricidad.	Consumo de electricidad y de GLP para cocinar alimentos, calentamiento de agua y calefacción (el cual aumentará de acuerdo al cambio del clima).
	Área periurbana	Emisiones indirectas, en su mayoría a través del consumo de electricidad. Además hay consumo de querosene y quema de basura como combustible.	Consumo de querosene y quema de basura como combustible. Difícil acceso a fuentes de energía más limpias debido al bajo nivel de ingresos.
	Área rural	Emisión de fuente directa a través del uso de leña.	Utilización de leña para cocinar alimentos y calentar agua. Difícil acceso a fuentes de energía más limpias debido al bajo nivel de ingreso.
Comercial	Comercial	Calefacción, cocción de alimentos, uso de hornos y calderas en hoteles, hospitales, etc.	Existe la motivación de empleos tecnologías e insumos de bajo costo para obtener un mayor beneficio económico y en consecuencia se limitan las opciones de combustibles menos contaminantes.

Sector	Subsector	Principales fuentes	Causa
Agropecuaria	Agricultura	Labores de mano de obra. Uso de agroquímicos para el control de plagas y la fertilización (nitrógeno, metano). El cultivo de arroz, que produce altas emisiones de metano.	Empleo de tecnología tradicional, almacenamiento inadecuado, mercado limitado y escasa capacidad económica de los productores. Las prácticas de inundación para el cultivo de arroz genera procesos de anaerobiosis que a su vez producen grandes emisiones de metano.
	Pecuario	Producción animal que genera fermentación entérica (nitrógeno, metano).	Mal manejo de estiércol genera metano debido a descomposición al aire libre (es aplicado al campo de manera directa y sin ningún tratamiento). La falta de mejora de material genético del ganado provoca un mejor rendimiento que fuerza a incrementar las cabezas de ganado para satisfacer la demanda. En consecuencia, aumentan las emisiones.
Suelo	Cambio de uso de suelo	Deforestación por causa de: agricultura migratoria, minería aurífera, explotación de hidrocarburos y plantaciones ilegales de coca.	Proceso de descentralización no culminado y falta de capacidades de los gobiernos regionales. Falta de información (ausencia de catastro forestal) y planificación, informalidad y limitado nivel educativo de los concesionarios forestales. La promoción de agricultura migratoria promueve la tala y quema de bosques y además la disminución de la fertilidad del suelo, y se pierde la capacidad de recuperación del bosque. La apertura de carreteras ha promovido la migración de la población y el establecimiento de asentamientos humanos precarios. Incentivos perversos en la asignación de títulos de propiedad forestales. Superposición de títulos de concesión. Escaso fomento, fiscalización y supervisión a proyectos de reforestación. Bajo conocimiento del crecimiento de especies forestales, uso de suelo y agroforestería.
Residuos	Residuos sólidos	Baja cobertura y precario control de la disposición de residuos.	Baja cobertura de servicios de disposición de residuos. La cobertura de recolección alcanza el 73% y el 65,7% recibe disposición final. El 30% que recibe disposición final va a rellenos sanitarios y el resto va a botaderos de control precario (no autorizados, por Digesa) o son quemados. El 38,9% de las personas emplea a un recolector informal o arroja sus desperdicios a la calle, río, terreno, mar, etc. El 18,8% de personas elimina inadecuadamente sus residuos. En los rellenos sanitarios se generan grandes cantidades de metano debido a su condición anaeróbica. Sistema incompleto de desagüe.

Fuente: Minam (2010).

Anexo 2
Escenarios climáticos de cuencas seleccionadas

Cuenca	Contexto actual	Escenario futuro	Impacto
Río Mantaro	Incremento sostenido de las temperaturas extremas (máxima y mínima) anuales desde 1965. La tendencia de precipitaciones en los últimos 40 años no es uniforme. Desde 1980, las lluvias son irregulares con situaciones de sequías y deficiencias moderadas en la cuenca. A partir de 1990, la frecuencia de períodos húmedos ha disminuido. Hay tendencia decreciente en el número de días con helada.	Los cambios no serán uniformes para toda la región. El calentamiento será sostenido. Se infiere que la tasa incremental de temperatura máxima estará dentro de un rango de 0,2 °C a 0,28 °C por década. Años secos a partir del año 2029, y serán mayoritariamente para el tramo central-sur del río Mantaro. El sector sur y suroccidental, por el contrario, pueden presentar excesos de lluvias. En general, se espera una disminución de las precipitaciones en 3%/década.	El calentamiento pondrá en riesgo la seguridad alimentaria de la región y, sobre todo, la seguridad alimentaria del resto del país; principalmente de Lima. Es el principal centro de generación eléctrica del país (37%). Muchas actividades productivas dependen de las lluvias; de aumentar las sequías, el 80% de las áreas agrícolas y de pastoreo se encontraría comprometida. Las altas temperaturas afectan la producción de la maca y de la papa. Además aumentan la incidencia de plagas a los cultivos. La población local es altamente vulnerable a fenómenos climáticos extremos. La falta de precipitaciones mantendrá los cielos despejados y, en consecuencia, las enfermedades de la piel aumentarán. La producción de energía eléctrica se vería comprometida, pues se estima una disminución de las precipitaciones de 10% en la región de Lago Junín. Conflictos sociales de corto y mediano plazo.

Cuenca	Contexto actual	Escenario futuro	Impacto
Río Mayo	En Bajo Mayo, las temperaturas máxima y mínima se incrementan a razón de 0,43 °C y 0,22 °C por década, respectivamente.	Al 2030, se daría un mayor calentamiento local en la cuenca. Aún se darían inviernos con enfriamientos débiles de hasta -0,2 °C.	La biodiversidad de la cuenca se puede ver en peligro y sus beneficios ambientales asociados (pérdidas económicas por turismo vivencial).
	En Alto Mayo, la temperatura máxima decrece a razón de 0,25 °C/década, mientras que la temperatura mínima se incrementa en 0,43 °C/década.	Se proyectan disminución de lluvias al 2030 y la modificación del ciclo hidrológico de cuenca. No obstante, en ciertas regiones se presentarán lluvias intensas e inusuales.	La deforestación provocará migración o desaparición de fauna y flora (p.e., orquideas).
	Las lluvias anuales se han incrementado por encima de sus promedios, sobre todo en verano.	Se espera la disminución de la actividad microbiana, de la humedad y de la fertilidad del suelo.	Es uno de los espacios naturales de mayor importancia económica de la Región San Martín.
	Las técnicas productivas son incompatibles con la conservación del ecosistema amazónico.	Colmatación excesiva de los cauces de ríos.	Muchos poblados se encuentran al margen de los ríos, y están expuestos a deslizamientos e inundaciones. Asimismo, la infraestructura de servicios y expansión urbana tienen riesgo de derrumbe.
			Las inundaciones afectarán a su vez a infraestructura vial, de educación, de riego y de defensa ribereña.

La disminución de lluvias (sequías) provocará pérdidas de cultivos de arroz y menestras. En otras zonas, se darán inundaciones y deslizamientos.

Se producirán muchas pérdidas en la generación de energía en las hidroeléctricas debido al menor caudal de los ríos.

La falta de agua potable aumentará la ocurrencia de enfermedades.

Cuenca	Contexto actual	Escenario futuro	Impacto
Río Piura	La tendencia de temperaturas extremas es positiva.	Se estima una mayor probabilidad de intensidad de los futuros fenómenos El Niño. En consecuencia, los episodios de sequía e inundaciones serían más frecuentes.	Gran parte de la población local se dedica a actividades de baja rentabilidad y muy dependientes de recursos como el agua y el suelo. En consecuencia, hay posibilidad de conflictos sociales a largo plazo.
	Hay una tendencia de incremento de lluvias en el verano y otoño, mientras que en primavera es decreciente.	Se presentaría una mayor frecuencia de días más calurosos en verano y otoño.	FEN más intensos provocan una mayor ocurrencia de sequías e inundaciones. La reserva de Poechos posee baja capacidad de almacenamiento. La agricultura tendría problemas de escasez y calidad de alimentos. Finalmente, las exportaciones nacionales se pueden ver seriamente afectadas.
	Las precipitaciones están fuertemente ligadas a los eventos El Niño.	En los siguientes 15 años, se pueden dar altos valores de temperaturas máximas en la cuenca media y de temperaturas mínimas extremas en Bajo Piura y cerca de la costa. Al 2050, se espera un incremento promedio en las lluvias debido a El Niño.	Los cultivos más afectados son: mango, limón, algodón y arroz . La pesca se afecta por la migración de especies marinas. El FEN provoca grandes deterioros en infraestructura vial que impiden el comercio y aíslan a los pueblos. La actual infraestructura preventiva de desastres carece de la capacidad necesaria para hacer frente a FEN más frecuentes e intensos.
Río Santa	En los últimos 50 años, los glaciares en la Cordillera Blanca se han reducido en un 22% de acuerdo al inventario de 1997.	Se incrementará el proceso de desglaciación. Los caudales de los ríos con componente glacial alcanzarán un pico en el año 2050, para luego decrecer progresivamente. En consecuencia, los ríos dependerán de las precipitaciones.	En 25-50 años, se alcanzará un máximo de disponibilidad hídrica, luego del cual se iniciará una progresiva disminución.
	Las temperaturas máxima y mínima en Requiy muestran incrementos ligeros a partir de 1980.	Los Andes podrían experimentar un masivo calentamiento del orden de 4,5-5,0 °C para finales del siglo.	Dada la ineficiente capacidad de recarga de los glaciares, en el mediano y largo plazo existe el riesgo de una inminente reducción de la disponibilidad hídrica en todas sus dimensiones (consumo humano, riego, uso industrial, generación de energía e integridad ecosistémica).
	La temperatura máxima en Chiquián ha aumentado hasta 6 °C en los últimos 42 años.	Las lluvias más fuertes estarían disminuyendo en intensidad hacia el 2030.	La agricultura tradicional y la de exportación se verán afectadas, pues a largo plazo pueden haber riesgos para los proyectos de irrigación Chavimochic y Chiriquia . Conflictos sociales en el mediano plazo.

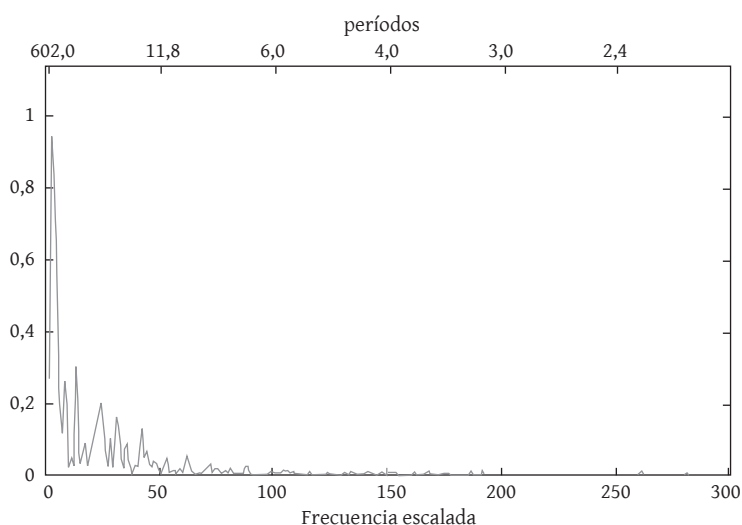
Fuente: Senamhi (2005a, 2005b, 2009).
Elaboración propia.

Apéndice metodológico: Metodología para las proyecciones del FEN

Un acercamiento a los fenómenos climáticos se puede lograr a través de la dendrocronología, ciencia que estudia la datación de los anillos de crecimiento de los árboles para identificar patrones espaciales y temporales de procesos biológicos, físicos o culturales.

Realizando un análisis espectral a las series de los anillos de árboles ubicados en Chile (la información requerida ha sido obtenida de investigaciones en este país), se puede determinar la ciclicidad del clima pasado. El gráfico 1 muestra el periodograma de los anillos de un árbol en Chile para el período 1386-1988.

Gráfico 1
Periodograma del patrón de crecimiento de anillos (1386-1988)



Elaboración propia.

El espectro para los anillos de este árbol tiene picos claros que ocurren en una periodicidad de 301, 201, 151, 120, 75 y 46 años. El ciclo más prominente tiene una longitud de 301 años; el segundo en importancia es el ciclo de 201 años de duración; y el tercero es el de 151 años. En el cuadro 1 se muestran los ciclos más prominentes para este árbol de 602 años.

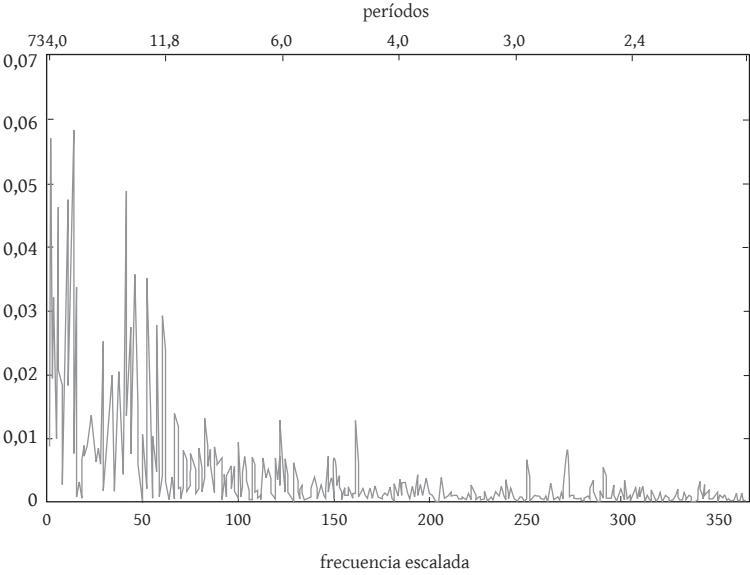
Cuadro 1
Ciclos más prominentes para un árbol de 602 años

Frecuencia (en radianes)	Duración del ciclo (en años)	Valor del periodograma	% en la varianza
0,02087	301	0,95	12,07%
0,03131	201	0,78	9,91%
0,04175	151	0,68	8,60%
0,05219	120	0,28	3,56%
0,06262	100	0,19	2,47%
0,0835	75	0,11	3,38%
0,09393	67	0,27	2,53%
0,13568	46	0,20	3,89%
0,14612	43	0,31	1,67%
0,22962	27	0,13	1,89%
0,24006	26	0,09	2,08%
0,25049	25	0,11	2,63%
0,26093	24	0,15	1,88%
0,32355	19	0,16	2,06%
0,33399	19	0,21	1,62%
0,43836	14	0,15	1,67%

Elaboración propia.

El gráfico 2 muestra el periodograma de los anillos de un árbol ubicado la provincia de Malleco en Chile para el período 1242-1975. En este caso, el árbol tiene picos claros que ocurren en una periodicidad de 367, 122, 67, 52 y 18 años. El ciclo más prominente tiene una longitud de 52 años; el segundo en importancia es el ciclo de 367 años de duración; y el tercero es el de 18 años. En el cuadro 4 se muestran los ciclos más prominentes para este árbol de 734 años.

Gráfico 2
Periodograma del patrón de crecimiento de anillos (1242-1975)



Cuadro 2
Ciclos más prominentes para un árbol de 734 años

Frecuencia (en radianes)	Duración del ciclo (en años)	Valor del periodograma	% en la varianza
0,02	367	0,057	3,6%
0,03	245	0,015	1,0%
0,03	184	0,032	2,0%
0,05	122	0,046	2,9%
0,06	105	0,018	1,2%
0,07	92	0,018	1,2%
0,09	67	0,048	3,1%
0,10	61	0,023	1,5%
0,12	52	0,058	3,7%
0,13	49	0,030	1,9%
0,25	25	0,025	1,6%
0,28	22	0,017	1,1%
0,29	22	0,020	1,3%
0,32	20	0,020	1,3%
0,35	18	0,048	3,1%
0,37	17	0,027	1,8%
0,39	16	0,035	2,3%
0,45	14	0,035	2,2%
0,46	14	0,019	1,2%
0,50	13	0,028	1,8%
0,52	12	0,029	1,9%
0,53	12	0,019	1,2%

Elaboración propia.

Sobre la base de la información de los tres árboles analizados, se construyó un indicador coincidente que aproxime el comportamiento y las fluctuaciones climáticas durante el período 1131-1975. Este incluye un nivel de variabilidad suavizado y mantiene los componentes cíclicos de las variables. Se aplicó a los árboles además la media cuadrática con el propósito de destacar los períodos de mayor varianza. Es necesario indicar además que el árbol de 1386 a 1975 no fue considerado, debido a su bajo nivel de correlación con las intensidades de los eventos El Niño documentadas por Salaverry (2007).

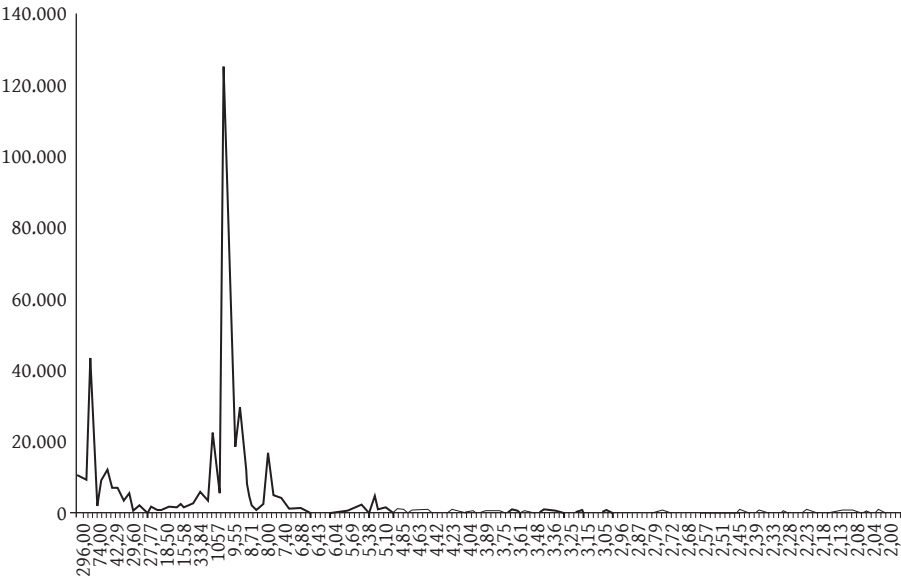
Cuadro 3
Ciclos más prominentes para el indicador coincidente de los anillos de los árboles
(1131-1975)

Frecuencia (en radianes)	Duración del ciclo (en años)	Valor del periodograma	% en la varianza
0,007	845,00	3,51	12,224%
0,015	422,50	1,40	4,860%
0,030	211,25	0,70	2,427%
0,045	140,83	0,42	1,458%
0,097	65,00	0,87	3,016%
0,112	56,33	0,55	1,901%
0,134	46,94	0,78	2,730%
0,164	38,41	0,48	1,670%
0,178	35,21	0,45	1,580%
0,193	32,50	0,49	1,691%
0,231	27,26	0,50	1,748%
0,238	26,41	0,51	1,761%
0,349	17,98	0,35	1,233%
0,558	11,27	0,43	1,502%
0,773	8,13	0,34	1,169%

Elaboración propia.

Asimismo, se aplicó el análisis espectral a la serie de manchas solares. El gráfico 3 muestra el periodograma de las manchas solares para el período 1700-1995.

Gráfico 3
Periodograma del patrón de número de manchas solares (1700-1995)



Cuadro 4
Ciclos más prominentes para manchas solares

Frecuencia (en radianes)	Duración del ciclo (en años)	Valor del periodograma	% En la varianza
0,57312839	10,96	125.300,0254	25,98%
0,594355367	10,57	66.546,10603	13,80%
0,063680932	98,67	43.592,91858	9,04%
0,636809322	9,87	30.334,47367	6,29%
0,530674435	11,84	22.939,14746	4,76%
0,615582344	10,21	17.774,0015	3,68%
0,742944209	8,46	17.393,7004	3,61%
0,127361864	49,33	12.671,71879	2,63%
0,021226977	296,00	10.501,74383	2,18%
0,106134887	59,20	9.682,305507	2,01%
0,658036299	9,55	9.220,796151	1,91%
0,042453955	148,00	9.049,454742	1,88%
0,169815819	37,00	6.911,830116	1,43%
0,148588842	42,29	6.735,669316	1,40%
0,48822048	12,87	6.583,57167	1,36%

Elaboración propia.

Los ciclos de largo y mediano plazo explican el 77,92% de la varianza y los de corta duración, el 22,10%.