



REPORTE

PE

2014

ESTE INFORME
ES RESULTADO
DE UNA
COLABORACIÓN
CON:

Bacvus



UN FRÁGIL CICLO

Agua, energía y población en Lima

CRÉDITOS

AUTORES PRINCIPALES: Juan Carlos Riveros, Camila Germaná, Cecilia Alvarez

UN FRÁGIL CICLO Agua, energía y población en Lima

EQUIPO TÉCNICO: Renzo Giudice, Zoila Vela, Carol Cruz, Nicole Chabaneix

EDICIÓN: Jhonathan Jara

CORRECCIÓN DE ESTILO GENERAL: Realidades S.A

Elaborado y publicado en enero de 2014 por WWF Perú, gracias al apoyo financiero de WWF Suiza

Cualquier reproducción total o parcial debe mencionar el título y reconocer los créditos de la editorial mencionada anteriormente como propietaria de los derechos de autor.

© Texto 2014 WWF

Todos los derechos reservados

WWF es una de las organizaciones independientes de conservación más grandes y con más experiencia del mundo, con casi 5 millones de miembros y una red mundial activa en más de 100 países.

La misión de WWF es detener la degradación ambiental de la Tierra y construir un futuro en el que el ser humano viva en armonía con la naturaleza conservando la diversidad biológica mundial, asegurando que el uso de los recursos naturales renovables sea sostenible, y promoviendo la reducción de la contaminación e incentivando el consumo responsable.

PRESENTACIÓN

Lima, una ciudad con cerca de diez millones de habitantes, es la segunda urbe más grande en el mundo ubicada en un desierto. Por esta condición y con una economía en pleno crecimiento, la ciudad enfrenta crecientes retos para satisfacer sus necesidades de agua potable y energía.



Patricia León Melgar
Directora
WWF Perú

El presente estudio, que recoge información sobre el uso actual y futuro de los recursos hídricos y la energía derivada del agua para la ciudad de Lima, pretende sumarse a otros esfuerzos que instituciones públicas y privadas, incluyendo el sector académico, realizan por entender la situación de los recursos hídricos que sustentan a la ciudad y, al mismo tiempo, ofrecer información que pueda ser utilizada para informar la toma de decisiones y al público en general.

WWF plantea dentro de sus metas globales la seguridad de agua para la gente y la naturaleza. En este marco, WWF Perú ha identificado en su Plan Estratégico tres líneas de acción: la conservación de ecosistemas de agua dulce, la gestión participativa del agua y la promoción de infraestructura de agua responsable, apoyando además el fortalecimiento de los vínculos institucionales entre la sociedad civil, el gobierno y el sector privado para una mejor gestión, conservación y uso responsable de los recursos hídricos en el país.

UN FRÁGIL CICLO Agua, energía y población en Lima, expresa nuestra preocupación respecto al consumo y provisión de agua y energía de la ciudad de Lima y principalmente los cambios en los ecosistemas naturales que la sustentan, es decir, la infraestructura verde que almacena, regula y provee el recurso. Esperamos que este estudio contribuya a un mejor reconocimiento del rol de los ecosistemas naturales y la urgencia de un buen manejo de los mismos.

Agradecemos profundamente el apoyo de WWF Suiza quien financió el estudio, a la Autoridad Nacional del Agua, SEDAPAL y EDEGEL por compartir la información que ha hecho posible el presente reporte, al equipo técnico y autores y finalmente a la Fundación Backus por su entusiasmo en organizar y financiar la presentación y publicación del mismo.

A handwritten signature in black ink, which appears to read 'Patricia León Melgar'.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	8
I. CONTEXTO	10
Contexto físico	12
Marco político legal	16
Marco legal	16
Principales actores del sector público	17
II. USO DEL AGUA	18
Uso consuntivo	20
Uso no consuntivo - energía	21
III. DISPONIBILIDAD DE AGUA Y GENERACIÓN DE ENERGÍA	26
Disponibilidad de agua para fines consuntivos	28
Disponibilidad de agua para fines no consuntivos - energía	35
IV. PROYECCIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ENERGÍA PARA LIMA	42
Proyección de la demanda y oferta de agua para Lima	44
Planes para cumplir con la futura demanda de agua para Lima	46
Proyección para provisión de energía mediante centrales hidroeléctricas	46
V. IMPACTOS A LOS ECOSISTEMAS	48
Impactos debido a proyectos de transvase de agua	50
Impactos debido al crecimiento urbano	51
Impacto de diversas actividades humanas sobre la integridad ecológica de los ecosistemas	54
Impactos del cambio climático	56
VI. NECESIDADES DE ACCIÓN	58
LITERATURA CITADA	62
ACRÓNIMOS	65

RESUMEN EJECUTIVO



LIMA

**1/3 DE LA
POBLACIÓN NACIONAL**

Lima, la capital del Perú, es el centro económico del país y alberga aproximadamente a la tercera parte de la población peruana. Esta ciudad está ubicada en el desierto costero en la vertiente del Pacífico, y cuenta

solo con el 2.2% de los recursos hídricos del país para mantener a la población, la cual habita en uno de los ecosistemas más áridos del mundo.

Durante los últimos años, la economía peruana se ha convertido en una de las economías de mayor crecimiento en Latinoamérica. Lima, con 9 millones de habitantes, alberga cerca de la tercera parte de la población nacional y es la segunda ciudad más grande del mundo ubicada en un desierto, siendo El Cairo en Egipto la primera. Sin embargo, mientras El Cairo depende del caudal estacional del río Nilo, la creciente población de Lima depende en gran medida del modesto río Rímac (caudal promedio anual de 31 m³/s), cuya capacidad de descarga no alcanza ni el 1% del río Nilo (caudal promedio anual de 3472 m³/s). Como es de esperarse para una economía que está en pleno crecimiento, Lima enfrenta crecientes retos para satisfacer las necesidades de agua potable y energía de los sectores doméstico e industrial.

Actualmente, Lima obtiene agua de los ríos Rímac, Chillón y Lurín, y de un conjunto de lagos, represas y reservorios. Sin embargo, la ciudad enfrenta graves problemas para la obtención, distribución y acceso al agua, que se acentúan debido a la creciente y agresiva urbanización en las zonas bajas de estas cuencas, a la pérdida de vegetación en las riberas de los ríos, y al desarrollo de diversas actividades extractivas e industriales que amenazan el funcionamiento natural de los ecosistemas, que hasta el momento han asegurado la producción de agua y servicios regulatorios. Debido a la escasa disponibilidad de agua que se acentuará en los próximos años, el gobierno peruano ha centrado sus esfuerzos en garantizar la futura provisión de agua mediante proyectos de transvase de agua de la vertiente del Atlántico a la del Pacífico, especialmente de ríos y lagunas de los Andes.

La situación de la energía hidráulica en el país es bastante similar. En la actualidad, la energía hidráulica es la mayor fuente de energía eléctrica en el Perú, alcanzando alrededor del 60% de la energía total producida en el país, demandada por el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) que, a su vez, provee de energía a la ciudad de Lima. El sector hidroenergético también debe lidiar con problemas de obtención de agua para responder a la gran dependencia de energía del país. Ante ello, el gobierno peruano propone buscar otras fuentes de hidroenergía en la cuenca Amazónica, para lo cual ha programado implementar 45 nuevos proyectos para el desarrollo de hidroeléctricas durante los próximos años.

Este documento representa una contribución a la construcción de un perfil del consumo y provisión de agua y energía para Lima. Asimismo, busca sumarse a los esfuerzos de otras instituciones públicas y privadas, incluyendo el sector académico, por entender la situación de los recursos hídricos que sustentan a la ciudad de Lima y ofrecer información que pueda ser utilizada como base para proponer respuestas a los problemas de agua más inmediatos y de esta manera informar el desarrollo de futuras políticas públicas que aborden el tema.

En este sentido, el documento se inicia con una sinopsis del contexto en que se gestionan los recursos hídricos de Lima tanto en términos físicos y legales, como de los principales actores involucrados. Los capítulos dos y tres presentan información detallada sobre la demanda de agua en Lima, tanto para uso consuntivo, como no consuntivo (con énfasis en la producción de hidroenergía), así como información sobre las fuentes de agua, la disponibilidad de agua potable y la disponibilidad de hidroenergía. Seguidamente, el capítulo cuatro presenta una proyección de la futura demanda de agua y energía en Lima y los planes de los organismos encargados para afrontarla. Sin embargo, la información sobre la demanda y oferta futura no estaría completa si no se muestra también los impactos asociados al uso del agua, que se agravan en el contexto del cambio climático, situación que se presenta en el capítulo seis. Finalmente, se propone una serie de recomendaciones para cinco líneas de acción, donde tienen injerencia tanto actores públicos como privados.

1. CONTEXTO





1. CONTEXTO

Contexto físico



PERÚ:
NÚMERO 17 EN MAYOR
DISPONIBILIDAD DE AGUA
PER CÁPITA

El Perú tiene una disponibilidad hidrológica de 62,655 m³ por habitante cada año, y se ubica en el puesto número 17 entre los países con la mayor cantidad de agua disponible per cápita por año (de 180 países). El país cuenta con un caudal promedio anual de 1,765,323 millones de m³, a partir de un total de 1,007 ríos (52 de los cuales desembocan en el Océano Pacífico) y 159 cuencas hidrográficas. Asimismo, cuenta con 12,201 lagos (la mayoría de origen glaciar) que cumplen la función de reservorios, 3,896 de los cuales están ubicados en la región hidrográfica del Pacífico, 7,441 en la región hidrográfica del Atlántico (Amazonía), 841 en la región hidrográfica del Titicaca y 23 en cuencas cerradas (Tabla 1). De ellos, 105 de la vertiente del Pacífico y 76 de la vertiente del Atlántico tienen potencial para abastecer de agua a Lima (en total 2982.95 millones de m³).

TABLA 1:
LAGOS PERUANOS Y SU POTENCIAL HIDROLÓGICO

R.H.	N° de lagos con inventarios	N° de lagos sin inventarios	N° total de lagos	Lagos explotados		Lagos en estudio		Lagos con represa que aparecen en el mapa nacional
				Cantidad	Capacidad millones m³	Cantidad	Capacidad millones m³	
Pacífico	2,245	1,651	3,896	105	1,378.58	204	616.62	33
Cuenca cerrada	8	15	23	3	41	1	185	-
Atlántico (Amazonía)	4,138	3,303	7,441	76	1,604.37	133	3,006.42	7
Titicaca	464	377	841	2	4.12	4	145	2
Total	6,855	5,346	12,201	186	3,028.07	342	3,953.04	42

Fuente: ANA - Agua en Cifras, 2012.

FIGURA 1:
DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LAS TRES VERTIENTES HIDROGRÁFICAS DEL PERÚ



El volumen promedio anual de agua en el Perú es 1,768,172 m³ lo que lo posiciona entre los 20 países más ricos en recursos hídricos del mundo.

Fuente: ANA, 2012.

FIGURA 2:
DISPONIBILIDAD DE AGUA EN EL PERÚ

VERTIENTE	DISPONIBILIDAD DE AGUA					DISTRIBUCIÓN DE AGUA POR POBLACIÓN
	AGUA SUPERFICIAL		AGUA SUBTERRÁNEA (MILLONES m³)	TOTAL		
	(MILLONES m³)	(%)		(MILLONES m³)	(%)	m³/HABITANTE/AÑO
PACÍFICO	35,632	2.02	2, 849	38,481	2.18	2, 067
AMAZONÍA ATLÁNTICA	1, 719, 814	97.42	SIN DATOS	1, 719, 814	97.26	198, 121*
TITICACA	9, 877	0.56	SIN DATOS	9, 877	0.56	10, 735*
TOTAL	1, 765, 323	100.00	2, 849	1, 768, 172	100.00	62, 655

(*) Por encima del desarrollo promedio del límite de los niveles de las vertientes.

Lima está ubicada en un valle desértico al borde del Océano Pacífico en la costa central del Perú; este valle se encuentra en la parte baja de tres cuencas hidrográficas: Chillón, Rímac, y Lurín (*Figura 3*). El área urbana de Lima Metropolitana (incluyendo el Puerto del Callao) cuenta con una población aproximada de 9 millones de personas, que la convierte en el área metropolitana más poblada del Perú y una de las 10 ciudades más pobladas de América.

FIGURA 3:
UBICACIÓN DE LA CIUDAD DE LIMA Y LAS CUENCAS DE LOS RÍOS CHILLÓN, RÍMAC Y LURÍN





Marco político legal

Las regulaciones ambientales que corresponden al uso consuntivo de agua para consumo humano y no consuntivo para generación de hidroenergía se encuentran en varias leyes generales y sectoriales, particularmente del sector sanitario (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento) y del sector energía (Ministerio de Energía y Minas). Las regulaciones ambientales de ambos sectores son respaldadas por la Constitución Política del Perú y diversos principios establecidos en la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611), la Ley marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (Ley N° 28245), la Política Nacional del Ambiente (Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM), el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (Ley N° 27446) y la Política Energética Nacional del Perú (DS 064-2010-EM).

Marco legal

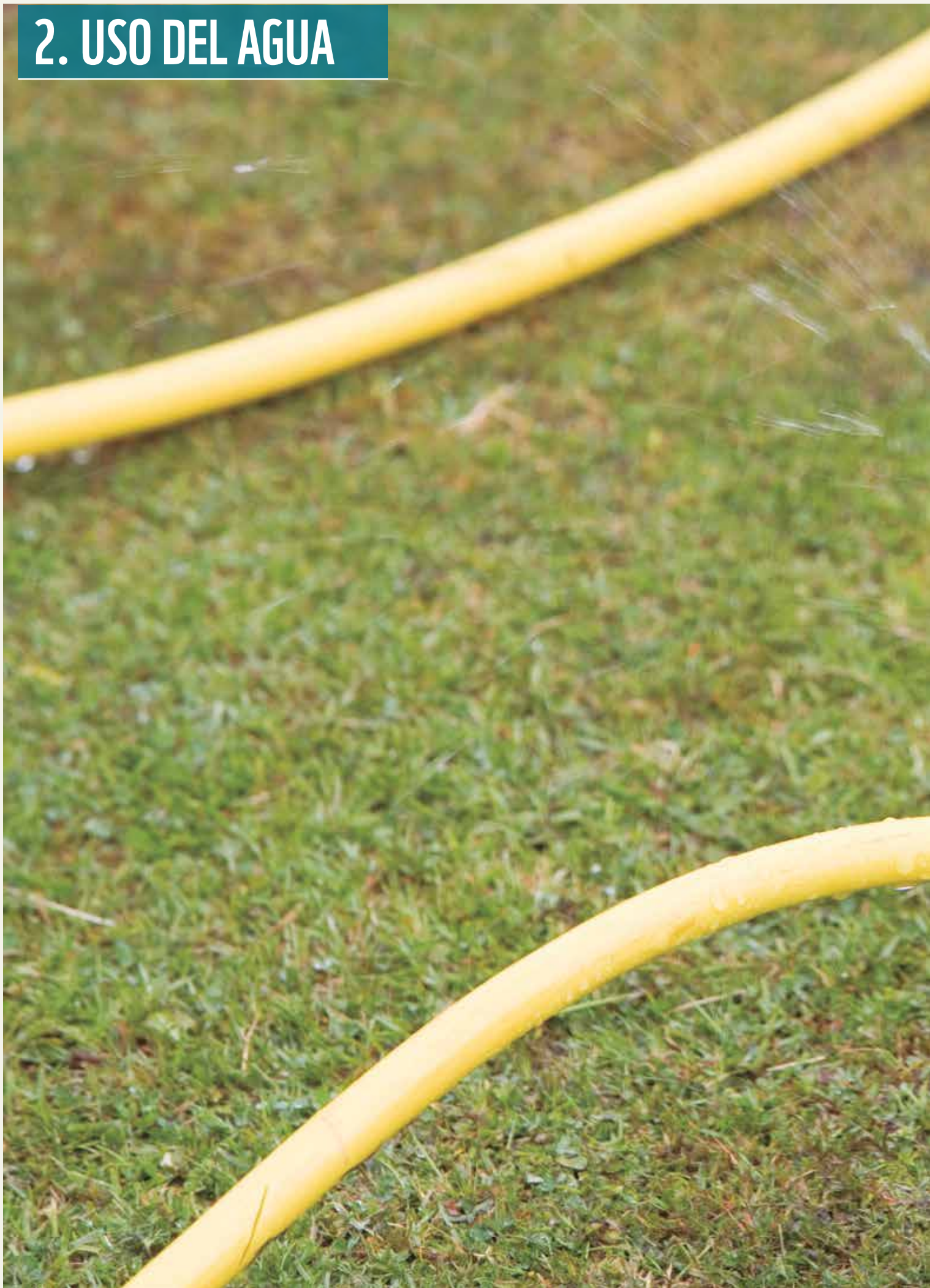
- **Ley de Concesiones Eléctricas (Decreto legislativo 25844) - 1992:** regula las actividades relacionadas a la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica; ejecutado por MINEM y OSINERGMIN.
- **Ley General de Servicios de Saneamiento (N° 26338) - 1994:** regula el servicio de agua potable, alcantarillado de desagüe y aguas fluviales, y el desecho sanitario de excrementos en las áreas urbanas y rurales. Las autoridades estatales se encargan de la regulación y supervisión de estos servicios, especialmente la SUNASS.
- **Decreto Supremo N° 029-94-EM:** indica que en todas las regulaciones de protección ambiental de las actividades llevadas a cabo por el sector eléctrico, específicamente los encargados de las concesiones tienen la responsabilidad de controlar y proteger el ambiente.
- **Ley orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (N° 26821) - 1997:** considera que los recursos hídricos son un recurso natural y busca promover y regular el uso sostenible de los mismos. Incluye el uso de agua como recurso para la generación de energía.
- **Decreto Supremo 002-2008-MINAM:** regula los recursos hídricos usados para la generación de agua potable y recreación; detalla los estándares de agua, el valor de los recursos hídricos destinados a la irrigación y agua para consumo animal y el valor de mantener el ambiente acuático. Asimismo, evalúa los parámetros y frecuencia mínima de muestras para el “Control de Calidad de Agua Potable”.
- **Ley de Recursos Hídricos (N° 29338) - 2009:** determina los usos prioritarios del agua y respeta el uso de agua de las comunidades nativas y campesinas. También regula todo uso del agua, incluyendo la superficial, subterránea y continental (y sus bienes), así como aguas marinas y atmosféricas.
- **Decreto Supremo 021-2009-Vivienda:** establece el nivel máximo permisible de descarga de aguas residuales no domésticas al sistema de desagüe sanitario (promulgado por MVCS, MINAM).
- **Decreto Supremo 003-2010-MINAM:** determina el límite máximo permisible para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (promulgado por MVCS, MINAM).
- **Decreto Supremo N° 064-2010-EM:** establece aprobar la **Política Energética Nacional del Perú 2010 - 2040** con miras a establecer un sistema energético que satisfaga la demanda nacional de energía, con énfasis en las fuentes renovables y eficiencia energética.

- **Decreto Supremo N°015-2012:** establece todas las regulaciones de protección ambiental para las actividades ejecutadas por el sector vivienda, construcción y saneamiento.

Principales actores del sector público

- **ANA:** gestiona el uso de recursos hídricos, incluyendo los destinados al consumo humano y generación de hidroenergía.
- **Consejo de Recursos Hídricos de las Cuencas de Lima:** planifica el manejo ambiental entre gobiernos locales de Lima y Callao, representantes de comunidades campesinas y rurales, comunidades de usuarios de recursos hídricos, empresas privadas y universidades.
- **ELECTROPERU S.A.:** es una empresa estatal dedicada a las actividades relacionadas a la generación, transmisión y comercialización de energía eléctrica.
- **MINEM:** establece regulaciones ambientales para minimizar impactos de minería y actividades de energía en los recursos hídricos, a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos (DGAAE).
- **MINAG:** manejo integrado y conservación de recursos hídricos para cuencas y recursos asociados y ecosistemas, entre otros, a través del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos (SNGRH).
- **MVCS:** supervisa y regula la construcción de conexiones de agua potable y desagüe, así como la construcción de obras de transvase de agua, ello a través de la Oficina del Medio Ambiente (OMA).
- **Municipalidad de Lima:** regula, ordena y controla todas las construcciones de áreas de uso público, conservación de herencia cultural e infraestructura urbana en Lima.
- **SEDAPAL:** mantiene, controla y desarrolla servicios básicos de agua potable y desagüe sanitario; procesa agua en plantas de tratamiento antes de ser devueltas al río u océano.
- **SUNASS:** estandariza, regula, supervisa y monitorea el desarrollo del mercado de agua potable y servicios de desagüe y promueve el acceso a estos servicios; propone regulaciones necesarias para proteger los recursos hídricos de la contaminación al imponer medidas correctivas y sanciones ante cualquier infracción de la ley.

2. USO DEL AGUA





2. USO DEL AGUA

El agua en Lima puede dividirse en dos tipos de uso:

Consuntivo: se refiere al consumo general de agua que es tomada y devuelta a los sistemas que brindan el recurso. Esto incluye el uso en agricultura, industria, minería y el uso poblacional.

No consuntivo: es el uso del agua en su fuente; por ejemplo para generar energía hidroeléctrica, navegación, tratamiento de agua, acuicultura y recreación.



614+
MILLONES M³
USO CONSUNTIVO
ANUAL EN LIMA

Uso consuntivo

El uso consuntivo del agua superficial en Lima alcanzó aproximadamente 614.03 ± 96.84 millones m^3 anuales entre los años 2001 y 2011. El mayor uso del agua superficial se ha destinado al uso poblacional alcanzando un promedio anual aproximado de 546.27 ± 35.33 millones m^3 entre el 2001 y 2011 (*Tabla 2*). Cabe mencionar que mientras el uso poblacional se mantiene casi constante (550 millones m^3), los sectores industrial y minero han disminuido su consumo en la última década.

TABLA 2:

USO CONSUNTIVO DEL AGUA SUPERFICIAL DE LAS CUENCAS DEL CHILLÓN, RÍMAC Y LURÍN (m³)

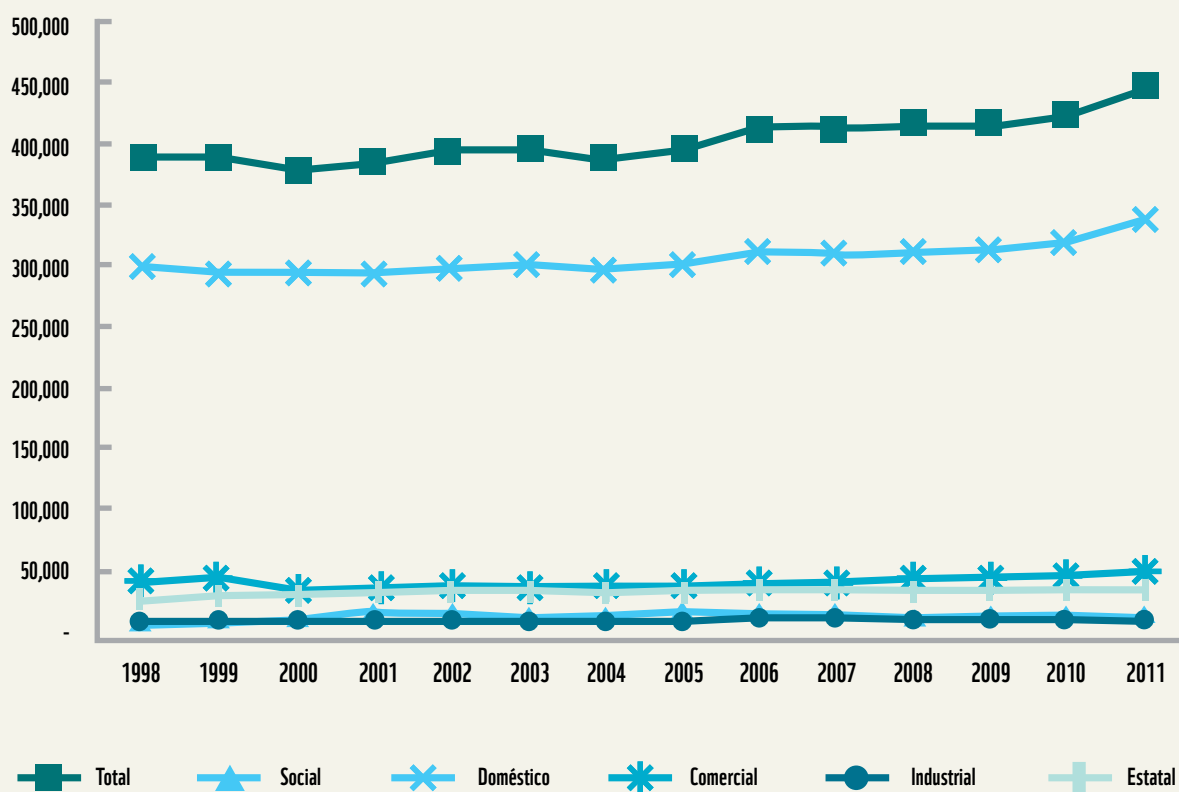
Periodo	Total	Agrícola*	Industrial	Poblacional	Minero
2010-2011	590,144,068	-	23,895	584,443,532	5,676,641
2009-2010	1,104,530,915	514,390,000	23,895	584,440,379	5,676,641
2008-2009	744,169,041	190,815,000	35,078	547,003,063	6,315,899
2007-2008	569,727,553	-	227,750	560,342,978	9,156,825
2006-2007	575,635,905	19,115,400	227,750	546,165,833	10,126,921
2005-2006	548,789,431	-	227,750	538,374,028	10,187,653
2004-2005	487,869,220	-	107,222	476,321,425	11,440,573
2003-2004	562,093,540	-	227,750	550,126,573	11,739,217
2002-2003	511,412,485	-	107,222	498,997,702	12,307,561
Promedio	614,031,828	241,896,667	122,154	546,277,795	9,135,152

(*) Información sobre uso para agricultura no es confiable.

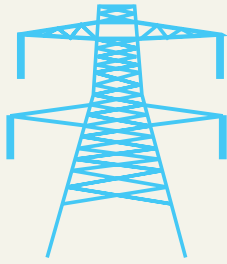
Fuente: Anuario de Estadísticas Ambientales 2012. INEI. Elaboración propia.

En lo que se refiere al uso poblacional, el uso doméstico de los recursos hídricos sobrepasa considerablemente cualquier otro uso (*Gráfico 1*).

GRÁFICO 1:
CONSUMO HUMANO DIRECTO DE AGUA POR SECTOR (1998-2011)



Fuente: Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL); Anuario de Estadísticas Ambientales 2012, INEI. Elaboración propia.



59.4%
DE LA ENERGÍA
CONSUMIDA ES
HIDROELÉCTRICA

Uso no consuntivo - energía

En Lima, el uso no consuntivo del agua está destinado principalmente a la generación de energía, que se ha mantenido constante desde el 2001 (*Tabla 3*). Actualmente, el 59.4% de la energía total consumida en el Perú es hidroeléctrica (MINEM vía SNMPE). Una parte muy reducida del consumo no consuntivo de agua se estaría utilizando en el sector piscícola.

TABLA 3:

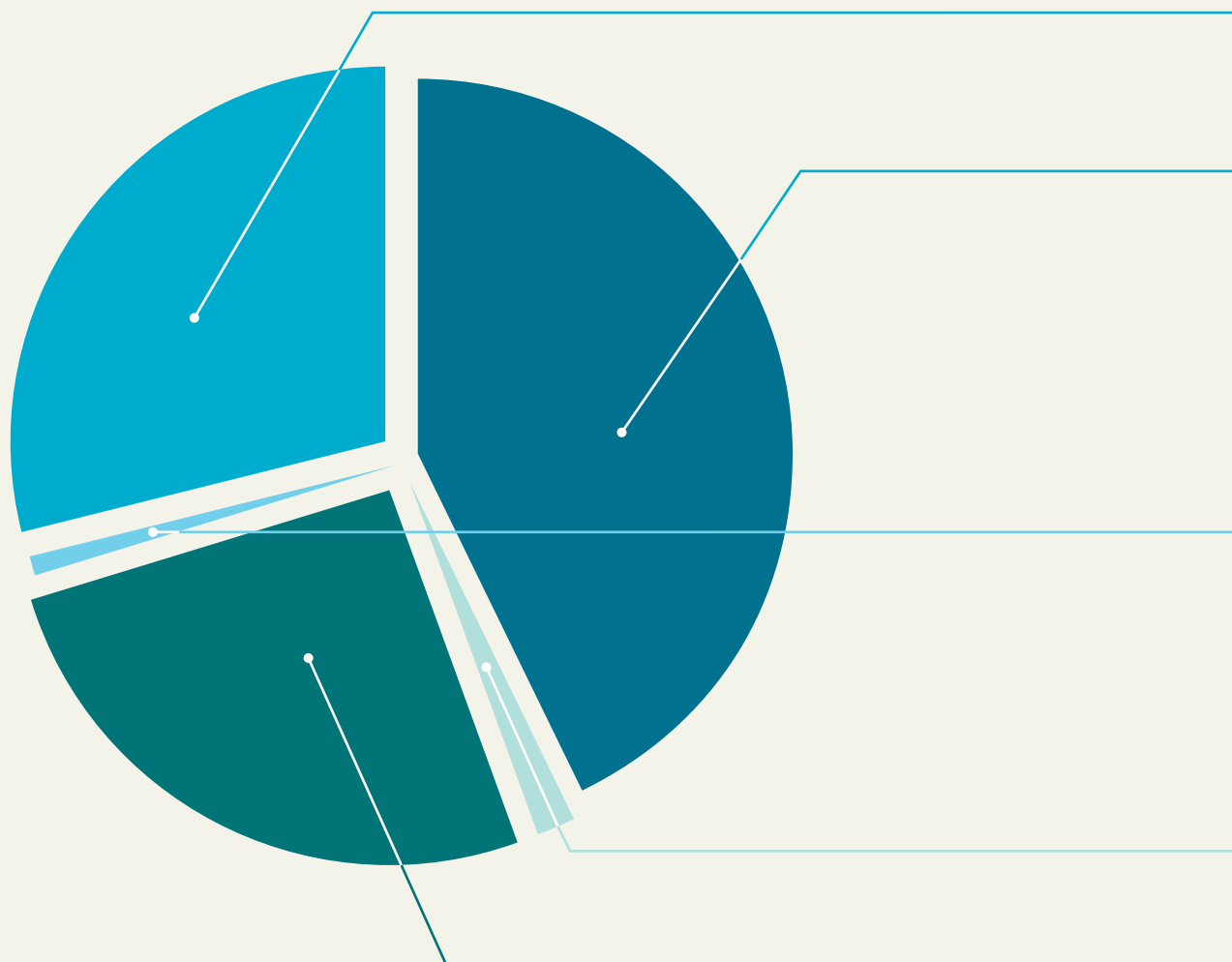
USO NO CONSUNTIVO DE AGUA DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS CHILLÓN, RÍMAC Y LURÍN (m³)

Periodo	Total	Energético	Piscícola
2007-2008	3,109,609,350	3,106,296,000	3,313.350
2006-2007	3,109,609,350	3,106,296,000	3,313.350
2005-2006	3,106,296,000	3,106,296,000	-
2004-2005	3,106,296,000	3,106,296,000	-
2003-2004	3,106,296,000	3,106,296,000	-
2002-2003	3,106,296,000	3,106,296,000	-
2001-2002	3,106,611,400	3,106,611,400	-

Fuente: Anuario de Estadísticas Ambientales 2012, INEI. Elaboración propia.

En el 2008, la cantidad total de energía consumida en el Perú era 29,721 GWh, equivalente a un 10.4% más respecto al 2007 (APEREC Working Group). El consumo de electricidad estaba dominado por los sectores residencial, comercial y público (43%), seguido por el sector industrial (29%) y el minero metalúrgico (26%), que en conjunto representaron el 98% de la electricidad total consumida dicho año (*Gráfico 2*).

GRÁFICO 2:
CONSUMO DE ELECTRICIDAD POR SECTOR EN EL AÑO 2008



Total: 29,721 GWh

Fuente: APERC Working Group, 2011.

28.7% 

INDUSTRIAL
(8,518 GWh)

43% 

RESIDENCIAL, COMERCIAL Y PÚBLICA
(12,769 GWh)

0.8% 

PISCÍCOLA
(235 GWh)

1.6% 

AGRICULTURA Y AGRO-INDUSTRIA
(472 GWh)

26.0% 

MINERÍA METALÚRGICA
(7,726 GWh)

3. DISPONIBILIDAD DE AGUA Y GENERACIÓN DE ENERGÍA





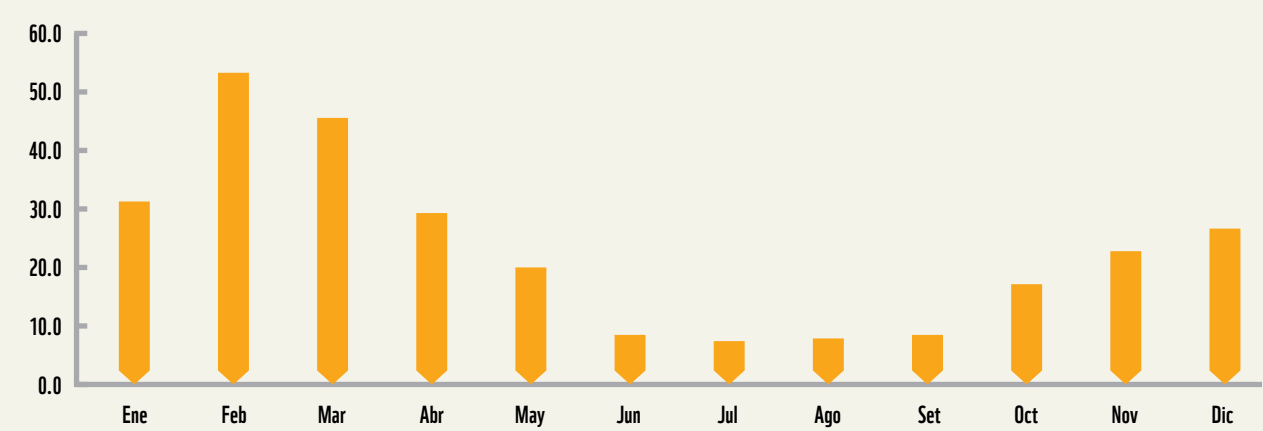
3. DISPONIBILIDAD DE AGUA Y GENERACIÓN DE ENERGÍA

Disponibilidad de agua para fines consuntivos

Las principales fuentes de provisión de agua para Lima son los ríos Rímac, Chillón y Lurín, y un conjunto de lagos, represas y reservorios relacionados a ellos (*Figura 4*). La oferta a la ciudad está compuesta por 75% de aguas del río Rímac, 13% del río Chillón y 12% del río Lurín. Sin embargo, solo los ríos Rímac y Chillón brindan agua potable a Lima, mientras que el agua del río Lurín es usada principalmente para la agricultura.

Si bien la demanda de recursos hídricos de los ciudadanos de Lima se mantiene relativamente constante a lo largo del año, la capacidad de los ríos Rímac y Chillón para cubrirla es irregular y dependiente de la estacionalidad de las lluvias. En el caso del río Rímac, el flujo natural promedio durante la época de estiaje (junio-setiembre) es especialmente bajo, en promedio 8 m³/s (*Gráfico 3*).

GRÁFICO 3:
CAUDAL NATURAL PROMEDIO DEL RÍO RÍMAC (m³/S)



Fuente: EDEGEL. Elaboración propia.

A fin de obtener agua potable, las aguas de los ríos Rímac y Chillón son tratadas en las plantas “La Atarjea” y “Chillón” respectivamente. Adicionalmente, existe una serie de pozos a partir de los cuales se extrae agua de fuentes subterráneas (Tabla 4).

TABLA 4:
CAPACIDAD DE GENERACIÓN DE AGUA POTABLE PARA LIMA

Fuente	Caudal (m³/s)
Planta La Atarjea	20.00
Planta Chillón	2.00
Pozos	9.8
Total	31.80

Fuente: SUNASS, 2004 y SUNASS, 2011.



En conjunto, el consumo de agua potable en Lima es cubierto por una producción anual promedio de aproximadamente 700 millones de m³. En el 2010, la generación total de agua potable per cápita por día fue de 270 L/hab./día (Tabla 5).

TABLA 5:
GENERACIÓN DE AGUA POTABLE PER CÁPITA, 2004-2010 (L/HAB./DÍA)

Año	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
(L/hab./día)	241	265	282	270	259	279	270

Fuente: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS); Anuario de Estadísticas Ambientales 2012, INEI.

A pesar de la estacionalidad del río Rímac, la generación de agua potable en La Atarjea, con una capacidad máxima de 20 m³/s es continua durante todo el año, mientras que el funcionamiento de la planta Chillón es estacional y con una capacidad instalada máxima de 2 m³/s (Tabla 6).

TABLA 6:
GENERACIÓN DE AGUA POTABLE PARA LIMA, 1990-2011

Año	Total SEDAPAL		Plantas de La Atarjea	
			Plantas N1 y N2	
	(Miles m ³)	(m ³ /s)	(Miles m ³)	(m ³ /s)
2011	683,246	21.67	537,864	17.06
2010	680,819	22.00	537,426	16.9
2009	671,604	21.30	528,521	16.76
2008	658,749	21.00	502,763	15.94
2007	650,762	20.64	519,933	16.48
2006	664,805	21.08	504,809	16.01
2005	669,724	21.24	500,391	15.86
2004	623,149	19.76	433,049	13.73
2003	662,351	21.00	516,136	16.36
2002	649,023	20.58	481,284	15.26
2001	660,390	20.94	481,202	15.26
2000	677,798	21.49	485,562	15.39
1999	682,509	21.64	462,406	14.66
1998	705,298	22.36	470,313	14.92
1997	642,368	20.37	376,362	11.94
1996	678,801	21.52	427,539	13.52
1995	666,828	21.14	409,379	13
1994	729,292	23.13	490,055	15.54
1993	647,424	20.53	412,158	13.07
1992	526,981	16.71	316,473	10.01
1991	631,171	20.01	400,117	12.69
1990	544,730	17.27	324,875	10.3

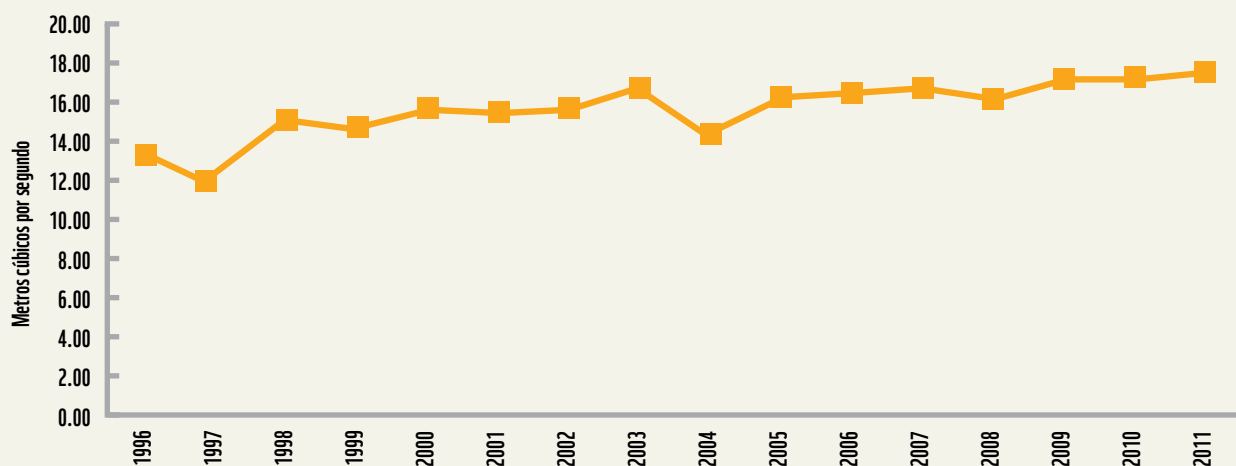
Planta Chillón *		Galerías de infiltración		Pozos de SEDAPAL (extracción subterránea)	
(Miles m ³)	(m ³ /s)	(Miles m ³)	(m ³ /s)	(Miles m ³)	(m ³ /s)
29,580	1.61	-	-	115,802	3.67
25,026	1.50	-	-	118,367	3.60
34,641	1.47	-	-	108,442	3.07
22,623	1.43	-	-	133,363	3.63
25,266	1.16	-	-	105,563	3.00
20,667	0.66	-	-	139,329	4.41
17,990	0.57	-	-	151,343	4.81
14,968	0.47	652	0.02	174,480	5.54
17,172	0.54	1,673	0.05	127,370	4.05
2,153	0.07	1,963	0.06	163,623	5.19
-	-	2,578	0.08	176,610	5.60
-	-	1,921	0.06	190,315	6.04
-	-	2,981	0.09	217,122	6.89
-	-	2,974	0.09	232,011	7.35
-	-	3,681	0.12	262,325	8.31
-	-	3,968	0.13	247,294	7.87
-	-	3,163	0.10	254,286	8.04
-	-	3,849	0.12	235,388	7.47
-	-	5,187	0.16	230,079	7.30
-	-	3,254	0.10	207,254	6.60
-	-	4,370	0.14	226,684	7.18
-	-	5,234	0.17	214,621	6.80

*Nota: La generación de agua potable de la Planta Chillón (m³/s) corresponde solamente a los meses de lluvia.

Fuente: SEDAPAL - Gerencia de Producción y Distribución Primaria; Anuario de Estadísticas Ambientales 2012, INEI. Elaboración propia.

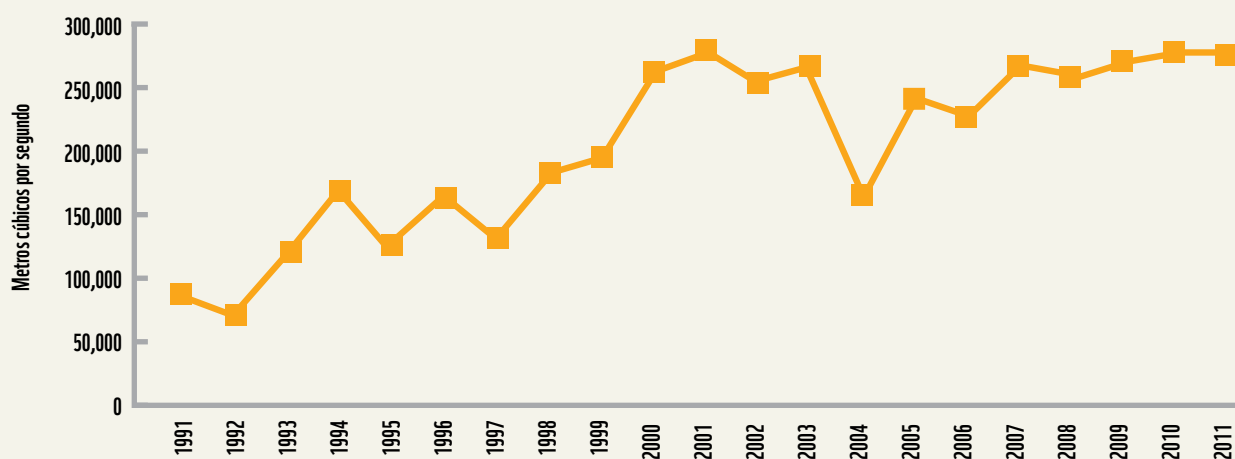
Para compensar la estacionalidad del caudal del río Rímac y asegurar el funcionamiento de la planta La Atarjea durante todo el año, se cuenta con una serie de obras de represas y transvases realizadas en la porción central de la cordillera de los Andes que han permitido un incremento en el caudal que recibe anualmente esta planta y un aumento en el almacenamiento de agua en las lagunas asociadas a esta (Gráfico 4 y 5).

GRÁFICO 4:
FLUJO DE AGUA PROMEDIO CAPTURADO EN LA ATARJEA



Fuente: Anuario de Estadísticas Ambientales 2012, INEI. Elaboración propia.

GRÁFICO 5:
MÁXIMO ALMACENAMIENTO EN LAGUNAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LIMA METROPOLITANA



Fuente: Anuario de Estadísticas Ambientales 2012, INEI. Elaboración propia.

El sistema de abastecimiento de La Atarjea involucra el sistema de lagos ubicados en la subcuenca del río Santa Eulalia y la represa Yuracmayo en el río Blanco, ambos tributarios del río Rímac. Además, el sistema que abastece La Atarjea contempla aguas desviadas desde la cuenca del río Mantaro en la vertiente del Atlántico a través del sistema Marcapomacocha - Marca III. El sistema Marca III incluyen las lagunas Marcapomacocha, Marcacocha y Antacoto, la represa Antacoto, y la recientemente inaugurada (junio del 2012) represa Huascacocha (*Tabla 7, Figura 6*). Para el transvase a la cuenca del Rímac, las aguas captadas de la cuenca del río Mantaro son canalizadas a través de un túnel transandino de aproximadamente 10 km a 4000 msnm.

TABLA 7:
FUENTES ADICIONALES DE AGUA DEL RÍO RÍMAC

Vertiente	Fuentes	Cantidad de lagos	Millones m ³
Pacífico	Represa Yuracmayo (río Blanco)	1	48.3
Pacífico	Sistema de lagos río Santa Eulalia	15	77.0
Atlántico	Marcapomacocha - Marca III (río Mantaro)	5	157.05
Total		21	282.35

Fuente: DCPRHAAS vía EDEGEL.

FIGURA 6:

SISTEMA DE LAGOS, RESERVORIOS, REPRESAS Y CUENCAS RELACIONADAS AL RÍO RÍMAC



Fuente: EDEGEL. Elaboración propia.

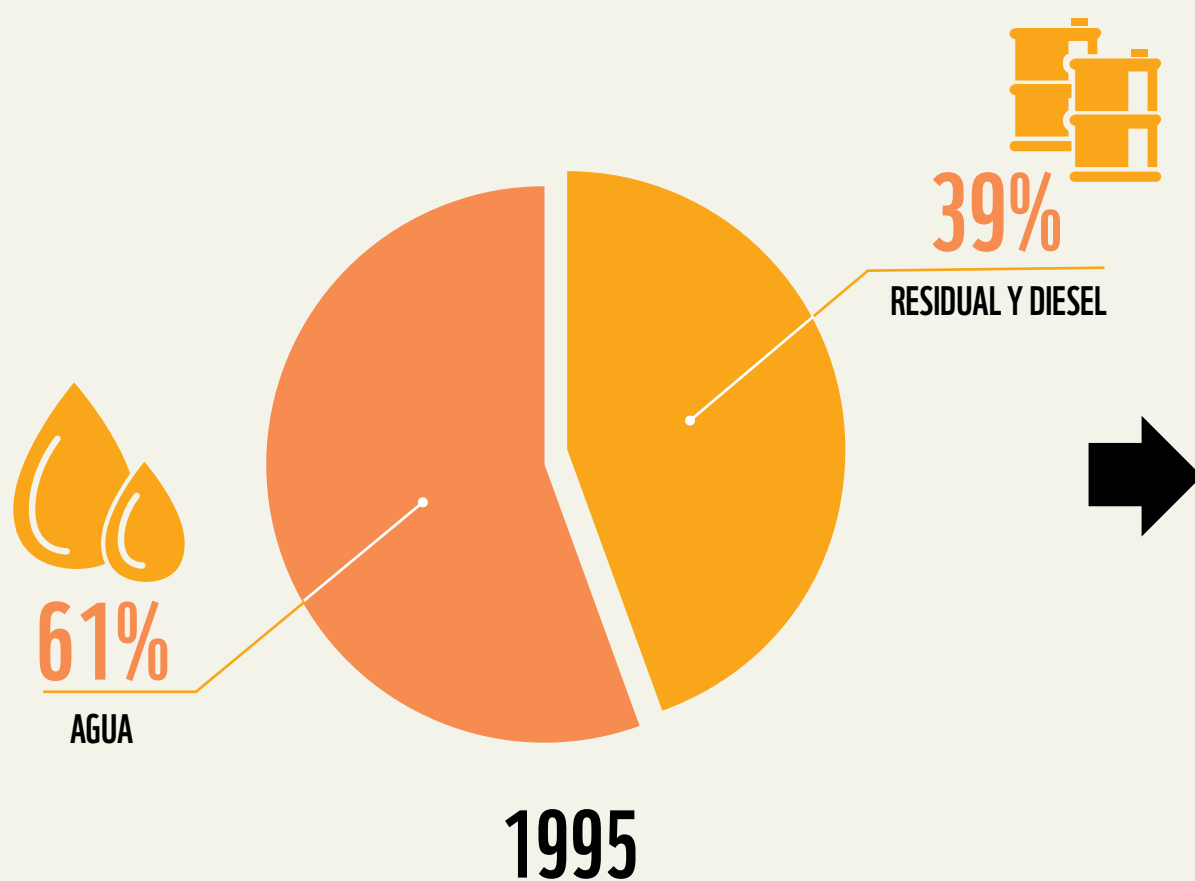


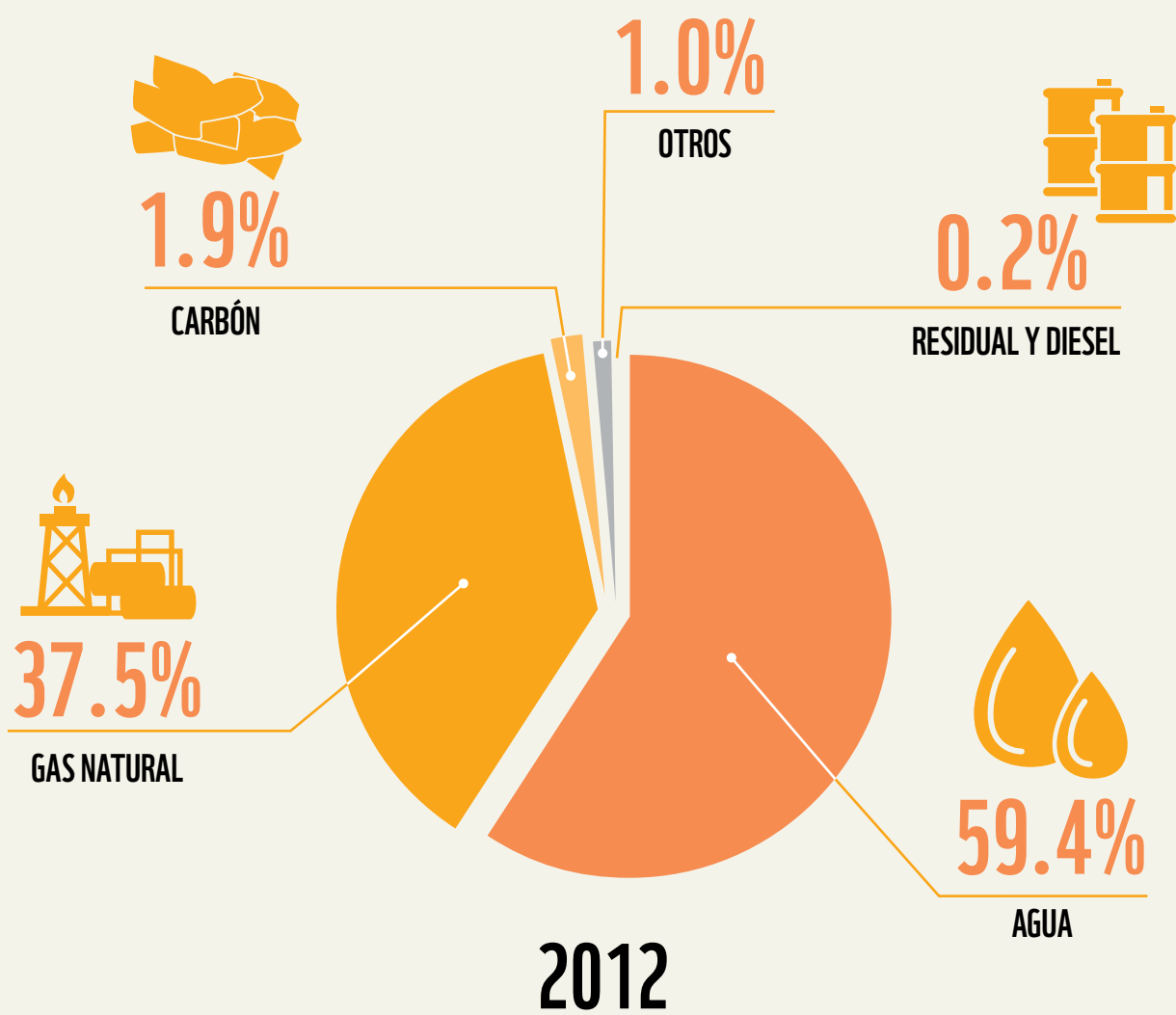
19,000+ GWh
DE ENERGÍA
HIDROELÉCTRICA
PRODUCIDA EN EL 2008

Disponibilidad de agua para fines no consuntivos - energía

La energía hidráulica es la mayor fuente de energía eléctrica en el Perú (TECH4CDM, 2008). En el 2008, se produjo un total de 19,412.77 GWh de energía hidroeléctrica equivalente al 59% de la generación de energía eléctrica total a nivel nacional (32,903 GWh) (APER WorkingGroup, 2011). En el 2012, el porcentaje aumentó a 59.4% del total nacional (MINEM vía SNMPE, 2013). La dependencia del país en energía hidroeléctrica ha permanecido estable durante los últimos 17 años (1995-2012) y se prevé que se mantendrá pese al incremento de nuevas fuentes de energía eléctrica (*Gráfico 6*), tal como lo establece la Política Energética Nacional que propone contar con una matriz energética diversificada con énfasis en fuentes renovables.

GRÁFICO 6:
GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD POR FUENTE (% DEL TOTAL)





El caso de EDEGEL, la principal empresa de generación de energía eléctrica en Lima, ejemplifica la predominancia de la generación de hidroenergía, ya que cuenta con un potencial total efectivo de 1,283.8 MW, de los cuales 739.4 MW provienen de hidroenergía (página web de EDEGEL, 2012). En el 2000, el 99.45% de la energía producida por EDEGEL provino de hidroeléctricas (3,730.3 GWh). En el 2012, este porcentaje bajó a 52.66% (4,653.6 GWh) al aumentar la producción de energía térmica (*Tabla 8 y Tabla 9*). En doce años, la producción total de hidroenergía de EDEGEL se ha mantenido casi constante, lo que contrasta con el aumento de producción de energía térmica de 20.7 a 4,183.2 GWh (*Tabla 8*). Es posible que, de aquí en adelante, la contribución de la energía térmica al consumo nacional aumente mitigando los problemas de deficiencia energética asociados al crecimiento poblacional.

TABLA 8:
GENERACIÓN DE ENERGÍA POR MES Y POR FUENTE PRODUCIDA POR EDEGEL EN EL 2012 EN GWH

Mes	Energía generada		
	Hidroenergía (GWh)	Térmica (GWh)	Total (GWh)
Enero	447.3	341.5	788.8
Febrero	421.3	267.0	688.3
Marzo	475.9	348.0	823.9
Abril	447.7	283.6	731.2
Mayo	418.4	375.7	794.0
Junio	331.0	366.2	697.2
Julio	311.6	406.3	717.8
Agosto	302.3	425.7	728.9
Setiembre	303.2	399.0	702.1
Octubre	345.1	381.8	726.9
Noviembre	416.3	308.0	724.3
Diciembre	433.7	279.5	713.3
Total 2012	4,653.6	4,183.2	8,836.8

Fuente: EDEGEL, 2012.

TABLA 9:
GENERACIÓN DE ENERGÍA POR FUENTE PRODUCIDA ANUALMENTE POR EDEGEL EN EL PERIODO
2000-2012 EN GWH

Año	Energía generada		
	Hidroenergía (GWh)	Térmica (GWh)	Total (GWh)
2012	4,653.6	4,183.2	8,836.8
2011	4,689.7	4,616.2	9,305.9
2010	4,480.8	4,121.5	8,602.3
2009	4,620.4	3,682.5	8,302.9
2008	4,233.2	4,002.3	8,235.5
2007	4,443.40	3,344.40	7,788.0
2006	4,240.2	2,502.5	6,742.7
2005	4,127.2	426.0	4,553.1
2004	4,033.4	251.7	4,285.1
2003	4,441.8	16.6	4,458.4
2002	4,269.0	10.4	4,279.4
2001	4,338.0	17.3	4,355.3
2000	3,730.3	20.7	3,751.0

Fuente: EDEGEL, 2012.

Son tres las principales empresas que brindan energía hidroeléctrica a Lima (*Tabla 10*).



1000+ MW
ES LA CAPACIDAD
INSTALADA EN EL COMPLEJO
HIDROELÉCTRICO MANTARO

Electroperu S.A. cuenta con dos centrales hidroeléctricas que en conjunto conforman el Complejo Hidroeléctrico Mantaro con una capacidad instalada de 1,008 MW. La estación Mantaro es la principal estación de generación de energía a nivel nacional y cubre 34.3% de la demanda total del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) y el 31% (2003) de la demanda nacional (Electroperú).

La central Huinco de EDEGEL, ubicada en la provincia de Huarochirí en el departamento de Lima, cuenta con un caudal de 25 m³/s y produce un promedio anual de 866 GWh. Esta central usa el agua de los ríos Rímac y Santa Eulalia, y de la subcuenca Marcapomacocha. La central Matucana de EDEGEL, ubicada a 64.5 km de Lima y con un caudal de 15.8 m³/s, produce un promedio anual de 747 GWh; y usa agua del río Rímac y del reservorio de Yuracmayo.

TABLA 10:
PRINCIPALES EMPRESAS Y CENTRALES DE ENERGÍA HIDROELÉCTRICA PARA LIMA (2012)

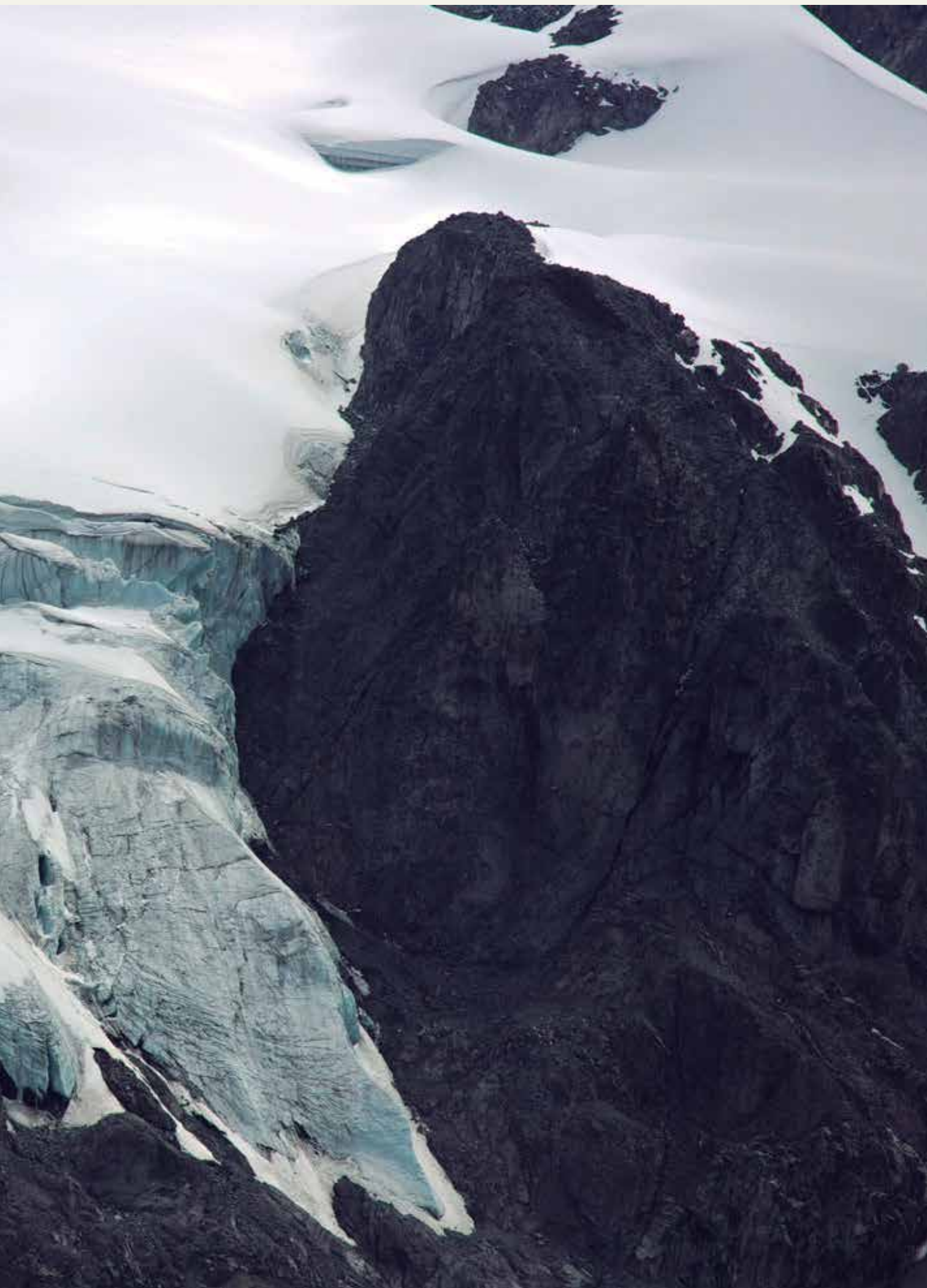
Empresa	Centrales eléctricas	Región	Capacidad instalada	Producción
			(MW)	(GWh)
Electroperu S.A.	Mantaro	Huancavelica	798	5 353
	Restitución	Huancavelica	210	1 696
EDEGEL S.A.A.	Huinco	Lima	258	1 210
	Matucana	Lima	120	854
Compañía Eléctrica El Platanal S.A.	Platanal	Lima	220	1 224

Fuente: Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad - Dirección de Estudios y Promoción Eléctrica; Censo Estadístico 2012. INEI.



4. PROYECCIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ENERGÍA PARA LIMA





4. PROYECCIONES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ENERGÍA PARA LIMA



14.5%
DE LIMEÑOS SIN
ACCESO A RED DE AGUA

Proyección de la demanda y oferta de agua para Lima

Se estima que de los 9 millones de personas que habitan Lima, cerca del 14.5% no tienen acceso a la red formal de agua. El abastecimiento de agua de este grupo es cubierto por otras modalidades de acceso como por ejemplo los camiones cisterna particulares. Generalmente la calidad, seguridad y precio de este servicio es muy deficiente.

La futura demanda de agua dependerá mucho del crecimiento de la población de Lima y Callao, tal como lo estiman las proyecciones de SUNASS y SEDAPAL (*Tablas 11 y 12*). De la misma forma, el último censo del INEI muestra una tasa de crecimiento poblacional de 2.0% entre 1993 y 2007, menor que la tasa para el periodo 1981 - 1983 que fue de 2.5% (INEI, 2012).

TABLA 11:
ESTIMACIONES DE CRECIMIENTO POBLACIONAL PARA LIMA Y CALLAO SEGÚN SUNASS

Periodo	2009 - 2020	2021- 2030	2031 -2040
Tasa anual proyectada	2.7%	2.03%	1.35%

Fuente: SUNASS

TABLA 12:
PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO POBLACIONAL PARA LIMA SEGÚN SEDAPAL

Periodo	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Tasa anual proyectada	9,058,834	10,134,323	11,373,907	12,431,189	13,609,564	14,472,814	15,401,623

Fuente: Plan Maestro Optimizado de SEDAPAL, Volumen II, junio 2009. Elaboración propia.

SEDAPAL indica que para evaluar la futura demanda de agua potable, se debe considerar los siguientes componentes: demanda doméstica (permanente y sin fines de lucro), demanda no residencial (industrial, comercial, uso estatal) y goteras y pérdidas (consumo no efectivo). Según las estimaciones de crecimiento poblacional de SEDAPAL la demanda de agua en Lima (asumiendo una demanda de 30 litros por habitante por día de la población que no tiene acceso a la red formal de agua) aumentará como se muestra a continuación (*Tabla 13*):

TABLA 13:
PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA DE LIMA (2009-2040)

Año	2009	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Demanda total (m³/s)	23.67	24.15	26.67	28.69	30.65	32.52	32.80	34.31

Fuente: SEDAPAL.

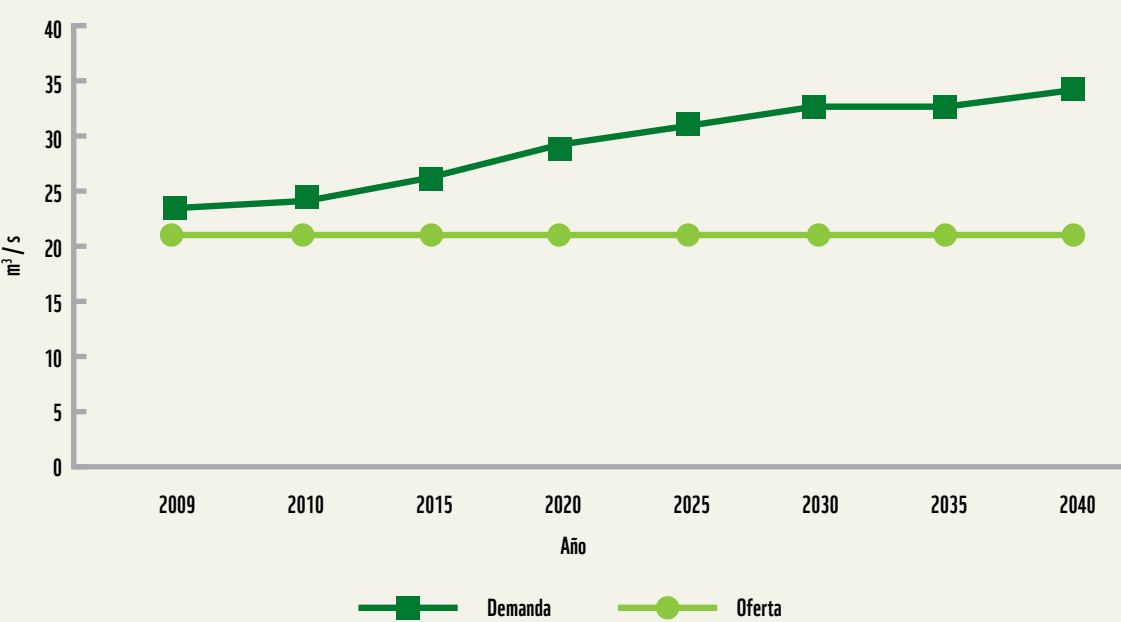
El *Plan Maestro Optimizado* de SEDAPAL estima una brecha entre la oferta actual de agua (constante desde el 2009) y la futura demanda, esto indica la necesidad de ampliar la oferta de agua potable para Lima (*Tabla 14 y Gráfico 7*).

TABLA 14:
DEMANDA Y OFERTA DE AGUA POTABLE PROYECTADAS (M³/S)

Año	2009	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
Demanda	23.67	24.15	26.67	28.69	30.65	32.52	32.80	34.31
Oferta	20.83	20.83	20.83	20.83	20.83	20.83	20.83	20.83
Brecha	2.84	3.32	5.84	7.86	9.82	11.69	11.97	13.48

Fuente: SEDAPAL.

GRÁFICO 7:
BALANCE DE LA OFERTA Y DEMANDA AGUA PARA LIMA



Fuente: SEDAPAL.

Planes para cumplir con la futura demanda de agua para Lima

Para cumplir con la demanda futura proyectada se requiere, por un lado, mejorar la eficiencia en el uso del agua en Lima y, por otro lado, aumentar la disponibilidad de agua que llega hasta las plantas de tratamiento. SEDAPAL plantea ejecutar proyectos de mejora y rehabilitación de la estructura de saneamiento del sistema de agua potable para disminuir las pérdidas de agua¹ que ascienden a 36% en goteras² (por tuberías y caños deficientes, e infraestructura inadecuada) y que generan pérdidas de casi 300 millones de soles anuales.

Para aumentar la oferta de agua a futuro, SEDAPAL tiene en cartera una serie de proyectos, entre los cuales destacan:

- **Proyecto Marca II:** el proyecto, a desarrollarse entre las provincia de Yauli (Junín) y Huarochirí (Lima), busca captar y derivar las aguas superficiales de la cuenca del río Yauli, tributario del río Mantaro para su transvase mediante un túnel transandino denominado Pomacocha – río Blanco, para finalmente alimentar al río Rímac. Se espera que el sistema Marca II comience a funcionar a partir del 2018 aumentando el caudal del río Rímac en 2.0 m³/s. Como parte de este proyecto también se plantea la ampliación de la planta de tratamiento de agua potable de Huachipa.
- **Planta desalinizadora de agua de mar:** parte del proyecto “Aguas de Lima Sur” que busca cubrir la demanda de agua de los distritos de la zona Sur de Lima (Santa María, San Bartolo, Punta Negra y Punta Hermosa).
- **Obras de regulación del caudal del río Chillón:** proyecto que incluye la construcción, operación y mantenimiento de obras de represamiento en la cuenca del río Chillón y la ampliación de la planta de tratamiento de agua del Chillón.
- Rehabilitación y mejoramiento de la planta de tratamiento de agua La Atarjea.

Proyección para provisión de energía mediante centrales hidroeléctricas

El mayor potencial hidroeléctrico del país (85%) se encuentra en la vertiente amazónica. En efecto, el Perú tiene uno de los mayores potenciales hidroeléctricos de América del Sur, debido a las grandes caídas de agua que naturalmente forma la gradiente altitudinal en la Amazonía andina (RAISG, ACD).

Es por ello que la mayoría de los futuros proyectos de hidroenergía identificados por el Ministerio de Energía y Minas y que están orientados a cubrir las necesidades de energía de los principales centros poblados e industrias de la costa del país, se llevarán a cabo en la Cuenca Amazónica.

¹ En febrero 18 del 2013, SEDAPAL anunció un plan completo de inversión con 148 proyectos individuales dirigidos a aumentar el acceso al agua a 1.9 millones de habitantes de las áreas que rodean a Lima. El costo total de este plan sobrepasa los 8,000 millones de soles (ca.3.1 mil millones de USD)

² En octubre 5 del 2013, SEDAPAL reportó que el volumen total de agua no facturada había sido reducida a 29.2%

UBICACIÓN DE PROYECTOS HIDROELÉCTRICOS (2011) Y SU POTENCIAL RELATIVO



Fuente: MINEM y Halcrow, 2011.

5. IMPACTOS A LOS ECOSISTEMAS





5. IMPACTOS A LOS ECOSISTEMAS



**EL 95%
DEL VALLE DEL
RÍO RÍMAC URBANIZADO**

Impactos debido a proyectos de transvase de agua

Las condiciones áridas de la ubicación de Lima y su gran dependencia del río Rímac (y en menor medida de los ríos Lurín y Chillón), han causado que sea necesario transferir agua de cuencas y reservorios de otras áreas del departamento de Lima y del Perú, lo cual genera una serie de impactos ambientales asociados. A continuación se muestra una matriz de los impactos ambientales asociados al proyecto *Derivación Huascacocha-Rímac*, ubicado en los distritos de Marcapomacocha, Santa Bárbara de Carhuacayán, Morococha y Paccha en la provincia de Yauli, departamento de Junín y que tiene como finalidad derivar agua de la vertiente Amazónica hacia la vertiente del Pacífico (Tabla 15).

TABLA 15:
IMPACTOS AMBIENTALES DEL PROYECTO DE TRANSVASE HUASCACocha-RÍMAC

Medio	Componente ambiental	Impactos
Físico	Calidad del aire	Afectación a la calidad del aire debido al aumento de partículas en el aire
		Afectación a la calidad del aire debido a gases contaminantes
	Ruido	Alteración de los niveles de ruido
	Geo-morfológico	Modificación del relieve terrestre
	Erosión	Generación de zonas susceptibles a erosión hidrológica
	Calidad del agua	Riesgo de afectar la calidad de las aguas superficiales
	Suelo	Riesgo de afectar la calidad del suelo
Biótico	Fauna	Perturbación de la fauna local
	Vegetación	Pérdida de cobertura de vegetación
Socioeconómico y cultural	Aspectos sociales	Afectación a los pastizales
		Riesgo por tráfico y accidentes laborales
		Efectos por representar una barrera para vehículos y transeúntes
	Aspectos culturales	Afectación del paisaje local
	Aspectos económicos	Afectación del empleo local
		Pérdida económica de propiedad privada por servidumbre legal/derecho de vía
		Aumento del comercio y actividades de servicios locales

Fuente: Elaboración propia.

Impactos debido al crecimiento urbano

Una de las principales amenazas a las fuentes hídricas de Lima es la urbanización, en muchos casos, no planificada. El 95% del valle del río Rímac, el 60% del valle del río Chillón y el 20% del valle del río Lurín han sido urbanizados. La alta tasa de urbanización no solo significa falta de áreas verdes sino también aumento de superficies impermeables que evitan la filtración natural del agua y, por lo tanto, la recarga de los acuíferos.



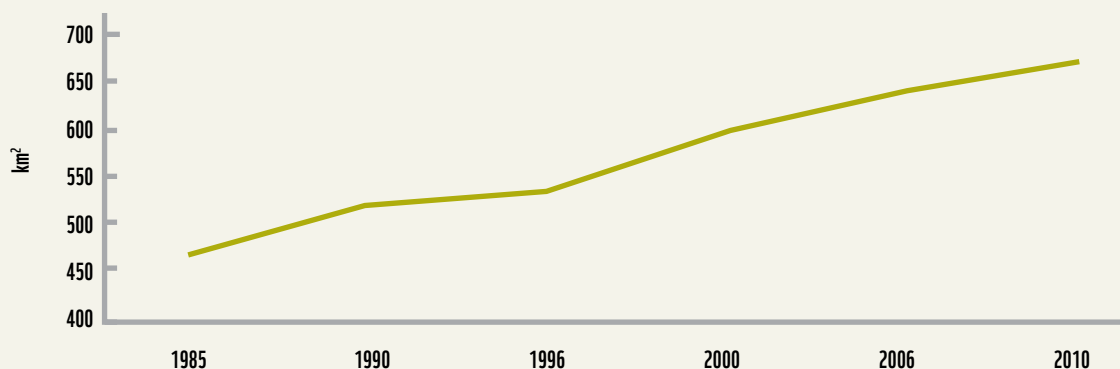
La expansión urbana requiere de una infraestructura adecuada para la provisión de agua y de tratamiento de aguas residuales. De no desarrollarse, la población no contará con acceso a agua limpia para consumo y usos alternativos. Por otro lado, la expansión urbana genera cambios en la cobertura del suelo ya que las áreas usadas para vivienda y actividades industriales reemplazan a otros usos, especialmente, aquellos relacionados a la producción agrícola. Los estudios, que se han realizado a través del uso de imágenes multiespectrales para investigar el efecto del crecimiento urbano en el territorio que rodea las fuentes principales de agua en los valles de las cuencas de los ríos Lurín, Rímac y Chillón, muestran que el área urbana ha aumentado regularmente durante los últimos 25 años (*Tabla 16, Tabla 17 y Gráfico 8*), reemplazando la mayor parte de las tierras destinadas a la agricultura y ganadería para la producción de lácteos y áreas verdes recreativas (WWF, 2012). La metodología se basa en la clasificación de los usos de la tierra de acuerdo a las siguientes categorías: “urbano”, “vegetación” (áreas verdes urbanas, vegetación natural y áreas agrícolas), “otros” (suelo desnudo, vegetación natural, nieve, lagos) y “sin datos” (nubes y sombras).

TABLA 16:
CRECIMIENTO URBANO EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS RÍMAC, CHILLÓN Y LURÍN

Año	Área urbana (km ²)
1985	464.61
1990	516.70
1996	534.06
2000	601.16
2006	641.31
2010	672.79

Fuente: WWF, 2012.

GRÁFICO 8:
CRECIMIENTO URBANO EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS RÍMAC, CHILLÓN Y LURÍN



Fuente: WWF, 2012.

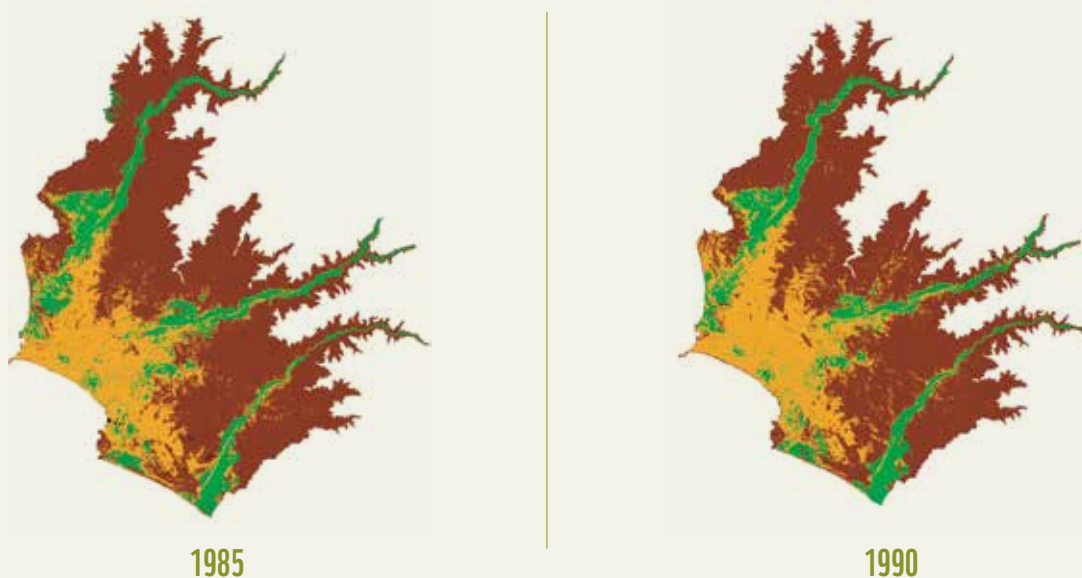
TABLA 17:
USO DEL SUELO EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS RÍMAC, CHILLÓN Y LURÍN (KM²)

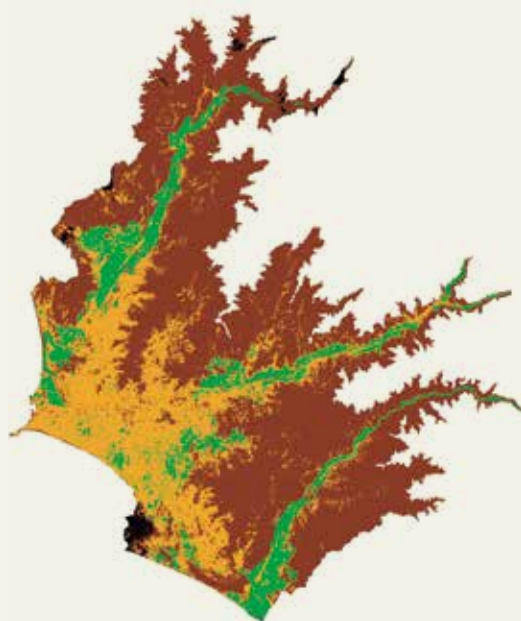
Año	Urbano	Vegetación	Otros	Sin datos
1985	461.06	283.83	1288.93	4.59
1990	512.42	277.21	1247.44	1.43
1996	523.77	237.78	1255.81	21.15
2000	597.98	267.73	1164.67	8.04
2006	639.00	126.00	1244.00	24.00
2010	668.00	271.00	780.00	315.00

Fuente: WWF, 2012.

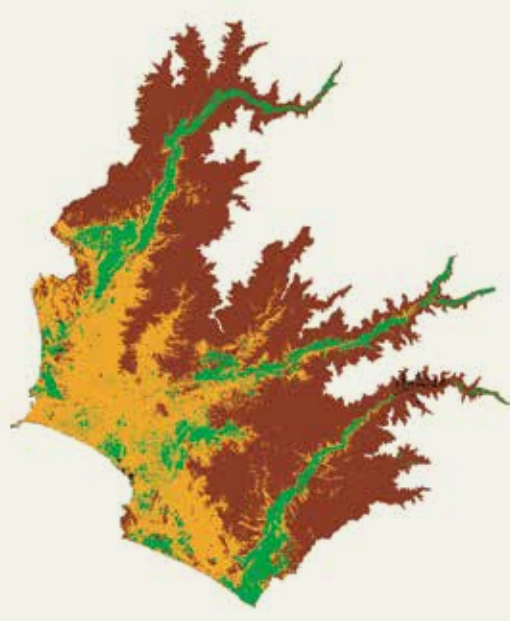
A continuación se muestra la evolución del crecimiento urbano en la región baja de las cuencas de los ríos Rímac, Chillón y Lurín entre 1985 y el 2010 (Figura 7).

FIGURA 7:
EXPANSIÓN URBANA ENTRE 1985 Y EL 2010 EN LA REGIÓN BAJA DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS RÍMAC, CHILLÓN, Y LURÍN

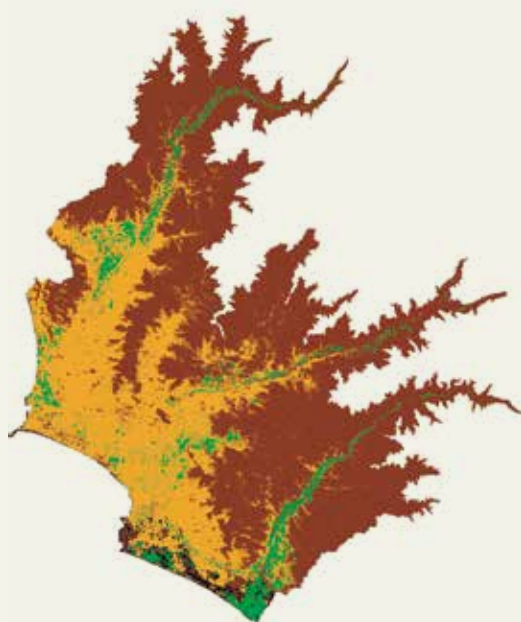




1996



2000



2006



2010

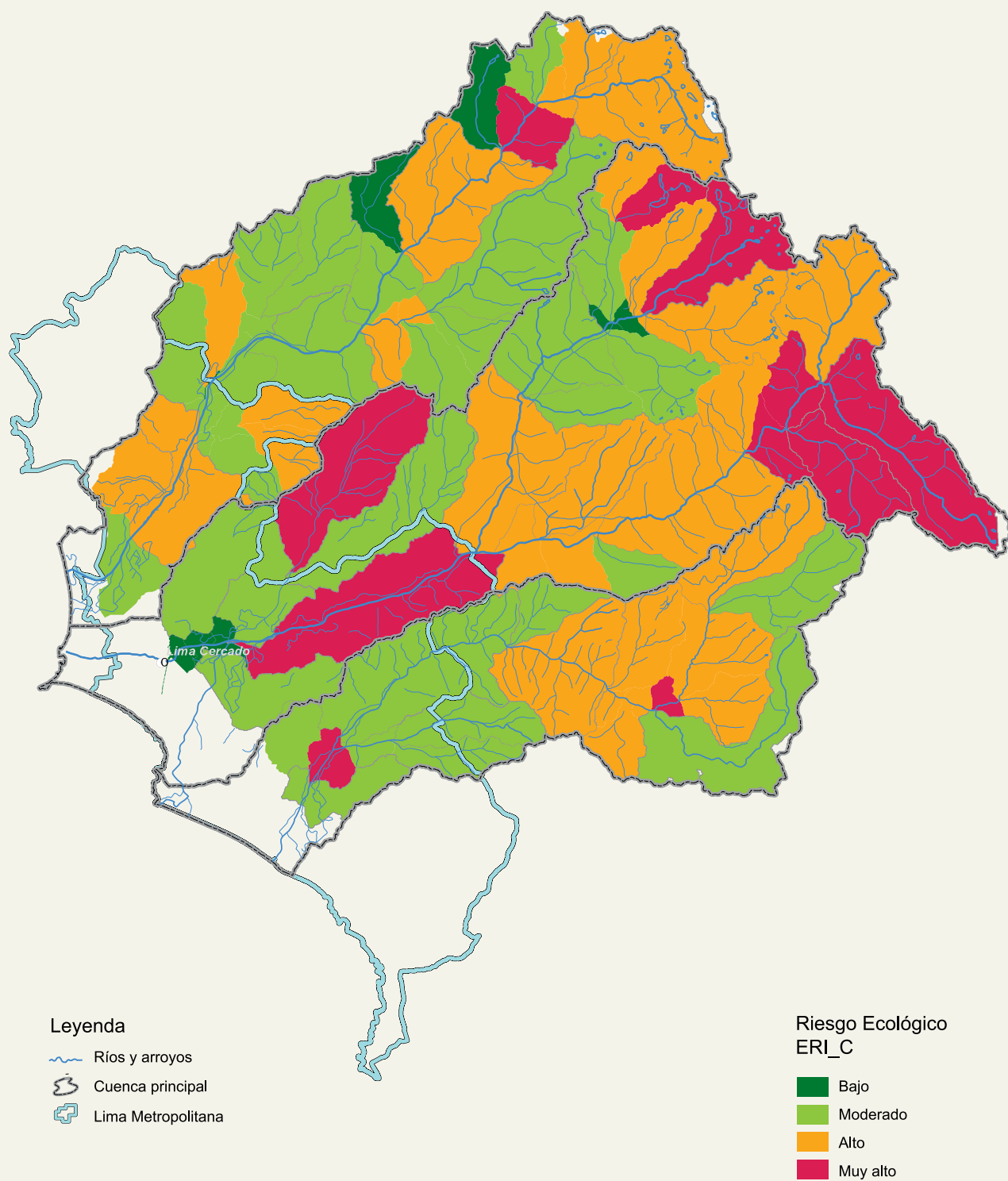
Urbano
 Vegetación
 Suelo
 Sin data

Impacto de diversas actividades humanas sobre la integridad ecológica de los ecosistemas

WWF ha desarrollado numerosos estudios para identificar los impactos de las actividades humanas en la integridad ecológica de los ecosistemas. Para el caso de ecosistemas de agua dulce ha utilizado un enfoque conceptual denominado Índice de Riesgo Ecológico (IRE) (Mattson and Angermeier, 2007), que proporciona una medida simplificada del impacto de las actividades humanas sobre los ecosistemas en función de parámetros como régimen hídrico, hábitats físicos, calidad del agua, fuentes de energía e interacciones bióticas.

Para fines de este análisis (WWF Perú, 2012), las cuencas de los ríos Rímac, Chillón y Lurín, fueron subdivididas en ochenta y tres (83) micro cuencas corregidas hidrológicamente. Las principales amenazas analizadas fueron: represas, densidad poblacional, concesiones/actividades mineras, agricultura y ganadería. Con esta información se definieron los valores de IRE para cada amenaza, los mismos que se utilizan para identificar el valor del Índice de Riesgo Ecológico Compuesto (IRE-C) que combina los riesgos ecológicos derivados de las principales amenazas. Se encontró que la mayor parte de las cuencas, especialmente la región alta de las mismas se encontraría en malas condiciones ecológicas. Sin embargo, su importancia para la producción y regulación de agua aún requiere ser analizada a mayor profundidad (*Figura 8*).

FIGURA 8:
ÍNDICE DE RIESGO ECOLÓGICO COMPUESTO (IRE-C) PARA LAS CUENCAS DE LOS RÍOS RÍMAC, CHILLÓN Y LURÍN





LIMA DEPENDE DEL DESHIELO ESTACIONAL DE GLACIARES

Impactos del cambio climático

Lima depende estacionalmente del deshielo de los glaciares durante los periodos de caudal bajo cuando la contribución relativa del agua de los glaciares se encuentra al máximo (Baraer et al., 2012). Por este motivo, es importante considerar que todo consumo en exceso de agua combinado con el cambio climático puede alterar significativamente nuestra capacidad de obtener este recurso en el futuro.

El cambio climático representa un riesgo para la fuente de abastecimiento del río Mantaro, cuya conservación es muy importante por su población de 700,000 habitantes (la cuenca más densamente poblada de la sierra del Perú – SENAEMI, 2009), así como por sus plantas hidroeléctricas que producen casi 35% de la energía eléctrica nacional y la producción de su valle que es la fuente principal de alimentos para Lima (Martínez et al., 2006).

Una simulación de la evolución del área del glaciar del sistema Rímac-Mantaro mostró una marcada reducción de los glaciares en un periodo de 30 a 40 años. En 1970, el área de glaciares observada en las cuencas del Rímac y el Mantaro era de 113 km², disminuyendo a casi 40 km² en 1997 (Apaestegui et al., 2009). Por otro lado, las crecientes temperaturas causadas por el cambio climático global provocarían una reducción de la precipitación en la cuenca del Mantaro, afectando todas las actividades del sector, especialmente la producción de hidroenergía y la agricultura (Silva et al., 2006).

La recesión de los glaciares aumenta rápidamente, y los impactos del cambio climático aumentan la vulnerabilidad de la población local y global para enfrentar la variabilidad climática, la disminución de la producción agro-pastoril y el acceso a los recursos hídricos (Mark et al., 2010).

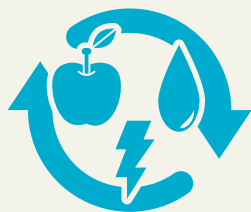


6. NECESIDADES DE ACCIÓN





6. NECESIDADES DE ACCIÓN



**DEMANDA DE
AGUA, ALIMENTOS
Y ENERGÍA
COMO NUEVA PRESIÓN
A LOS ECOSISTEMAS
DE AGUA DULCE**

Como se ha resaltado a lo largo de este documento, con el crecimiento exponencial de la demanda de recursos naturales para cumplir con las necesidades de las principales ciudades ubicadas en la Costa del Pacífico peruano, la huella ecológica se ha extendido más allá de las cuencas de la vertiente del Pacífico. La demanda de alimentos, agua y energía de las economías costeras está emergiendo como una nueva amenaza a los ecosistemas de agua dulce.

Ante esta situación, para reducir la vulnerabilidad de Lima debido a la falta de agua, pero también para reducir los posibles impactos que generaría la derivación de aguas de otras cuencas para responder a la demanda de esta ciudad, se requiere una serie de cambios estructurales en la forma en que usamos el agua, pero también en la forma cómo gestionamos este recurso en los ecosistemas. Respecto al primer punto, se requiere de una reducción significativa del consumo de agua, mediante una cultura moderna del ahorro de agua, pero también una mayor eficiencia en su uso y reducción de pérdidas en instalaciones industriales y comerciales, o por infraestructuras deficientes de distribución. Para el caso del desarrollo urbano, se requiere de esquemas de urbanización sensibles al agua.

Respecto a la gestión del recurso hídrico, se requiere de mejoras en el marco institucional usando estrategias participativas de gobernanza del agua, que incluyen la toma de decisiones informadas, transparencia y rendición de cuentas. Asimismo, se requiere de una mejor valorización de los recursos hídricos y de la infraestructura natural en la que se basa su producción, almacenamiento, regulación y purificación, todo ello teniendo en cuenta un enfoque de adaptación frente al cambio climático.

Para llegar a esa situación, consideramos necesaria la participación de diversos actores públicos y privados alrededor de cinco líneas de acción:

1. Política pública

Adecuación, mejora continua y articulación de las políticas públicas vinculadas a la gestión integrada de los recursos hídricos, con énfasis en aspectos de provisión y consumo de agua e hidroenergía, en un escenario de adaptación frente al cambio climático. Considerando para ello el involucramiento de los distintos actores del gobierno central, los gobiernos regionales y locales, y la sociedad civil. Todo ello basado en la toma de decisiones informada, la amplia divulgación de información, la transparencia y el monitoreo del desempeño; teniendo en cuenta el derecho humano a la seguridad hídrica y seguridad alimentaria, la recuperación y protección de las fuentes naturales, y los servicios ecosistémicos de regulación de los recursos hídricos.

2. Mejores hábitos de consumo

Generación de una mayor valoración del agua y una mayor conciencia ciudadana sobre la necesidad de reducir el consumo de agua y energía, tanto a nivel doméstico como industrial. La implementación de campañas comunicacionales orientadas a la creación de una cultura del agua a nivel de la ciudadanía de Lima se propone como una herramienta muy poderosa en este sentido; mientras que la promoción y desarrollo de técnicas como la medición de la huella hídrica, se vislumbra como una herramienta útil a nivel del sector privado.

3. Modernización de infraestructura

Mejora en los sistemas e infraestructuras de captación, distribución y acceso al agua, e implementación de esquemas de urbanización que favorezcan un mejor uso del agua. Ello implica trabajar para aumentar la disponibilidad de agua que llega a la ciudad de Lima y para fomentar un uso más eficiente de los recursos disponibles. Ello se logra, mediante un mejor uso doméstico e industrial, pero también reduciendo el consumo no efectivo del agua a causa de goteras y pérdidas, a través de la mejora y rehabilitación de la estructura de saneamiento con que cuenta la ciudad. Todo ello, orientado a una mejor distribución y acceso al agua para todos los habitantes de Lima.

4. Gestión del conocimiento

Incremento de la generación de información técnica y difusión de los hallazgos a distintos niveles, tanto para mejorar la toma de decisiones como para generar un colectivo civil que apoye la mejora en las políticas respecto a la gestión del agua.

5. Responsabilidad empresarial

Involucramiento activo del sector privado que opera en las cuencas que proveen de agua a Lima, a fin de apoyar su transición de organizaciones que implementan acciones de responsabilidad social y ambiental corporativa a actores responsables de la gestión participativa del agua con un rol líder en el diseño y desarrollo de esquemas de gobernanza a nivel de la cuenca.

6. Infraestructura verde

Incremento en la apuesta técnica y política por la conservación y utilización de infraestructura verde para mantener en buen estado los servicios ecosistémicos de regulación del agua y asegurar su provisión actual y futura. Ello, bajo el principio de sostenibilidad establecido en la Ley de Recursos Hídricos que apunta a promover la conservación sostenible de estos recursos previniendo la afectación de su calidad y de las condiciones naturales de su entorno. Considerando además que las inversiones en infraestructura verde son muchas veces más rentables que la sustitución de los servicios ecosistémicos por infraestructura gris que involucra proyectos de alta ingeniería buscando incrementar las fuentes naturales que proveen de agua y energía a la ciudad de Lima.

LITERATURA CITADA

- Apaestegui J, Condom T, Suarez W. 2009. Determinación de los impactos del cambio climático sobre las cuencas Rímac y Mantaro. Institut de recherche pour le développement (IRD), Stockholm Environment Institute (SEI), and Senamhi.
- APERC Working Group (Asia Pacific Economic Cooperation). 2011. Peer review on Energy Efficiency in Peru. http://www.ieej.or.jp/aperc/PREE/PREE_Peru.pdf
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). Agua en Cifras 2012. Ministerio de Agricultura. <http://www.slideshare.net/hugogc/per-el-agua-en-cifras>
- Autoridad Nacional del Agua, Céspedes Alarcón J. 2009. Nuevas Fuentes para abastecimiento de agua en Lima –II encuentro de asociación de alcaldes. <http://www.ana.gob.pe/media/309605/nuevasabastecimientolima.pdf>
- Baraer M, Mark BG, McKenzie JM, Condom T, Bury J, Huh KI, Portocarrero C, Gómez J, Rathay S. 2012. Glacier recession and water resources in Peru's Cordillera Blanca. *Journal of Glaciology*, 58(207): 134-150.
- DCPRHAAS (ANA-DCPRH-ALA), Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos Área de Aguas Superficiales. Evaluación de los Recursos Hídricos en la Cuenca del Río Rímac. Perú. Ministerio de Agricultura, ANA, Administración Local de Agua Chillón Rímac Lurín. <http://es.scribd.com/doc/97160668/104/AGUAS-DE-TRASVASE>
- EDEGEL. <http://www.edegel.com>
- ElectroPeru.com.pe
- Foro de Gestión Sostenible del Agua - <http://gsagua.com/casos/el-tunel-trasandino-del-ferrocarril-central-y-el-trasvase-del-mantaro/>
- Halcrow (Consortio Halcrow Group-OIST S.A.), Ministerio de Energía y Minas, DGER (Dirección General de Electrificación Rural – Dirección de Fondos Concursables), World Bank, GEF (Global Environmental Fund). 2011. Evaluación preliminar del potencial hidroeléctrico-hidroGIS: Mapa de 100 potenciales proyectos de aprovechamiento hidroeléctrico por regiones hidrológicas. Atlas del Potencial Hidroeléctrico del Perú. Lima, Perú; Marzo 2011.
- Hydroworld.com
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2012. Anuario de Estadísticas Ambientales 2012. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales. www.inei.gob.pe/biblioineipub/bancopub/Est/.../Libro.pdf
- Mark BG, Bury J, McKenzie JM, French A, Baraer M. 2010. Climate change and tropical Andean glacier recession: evaluating hydrologic changes and livelihood vulnerability in the Cordillera Blanca, Peru. *Annals of the Association of American Geographers*, 100(4): 794-805.
- Martínez AG, Nuñez E, Silva Y, Takahashi K, Trasmonte G, Mosquera K, Lagos P. 2006. Vulnerability and Adaptation to climate change in the Peruvian central Andes: results of a pilot study. *Proceedings of 8 ICSHMO*, Foz do Iguaçu, Brazil. INPE: 297-305.
- Mattson K and Angermeier P. 2007. Integrating Human Impacts and Ecological Integrity into a Risk-Based Protocol for Conservation Planning. *Environmental Management* 39: 125-138.

- Ministerio de Energía y Minas (MEM). 2011. Atlas del potencial hidroeléctrico del Perú. Dirección General de Electrificación Rural. Lima – Perú.
- Montoya M. 2008. Potencial hídrico que cruza frontera. Revista Club Empresarial: 24-25, Lima, Perú. <http://www.modestomontoya.org/articulos/2008articulos/PotencialhidricoCEmpresarial.html>
- Silva Y, Takahashi K, Cruz N, Trasmonte G, Mosquera K, Nickl E, Chavez R, Segura B, Lagos P. 2006. Variability and climatechange in the Mantaroriverbasin, central Peruvian Andes. Proceedings of 8 ICSHMO, Foz do Iguacu, Brazil, INPE: 407-419.
- TECH4CDM Project (EuropeanUnion, Sixth Framework Programme of R&D). 2008-2009. Rural Electrification in Peru. http://www.tech4cdm.com/uploads/documentos/documentos_Rural_Electrification_in_Peru_db7943a3.pdf

ACRÓNIMOS

ALA	Autoridad Local del Agua - ANA
ANA	Autoridad Nacional del Agua
COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
DCPRH	Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos - ANA
DCPRHAAS	Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos Área de Aguas Superficiales
EDEGEL	Empresa de Generación Eléctrica de Lima
GIZ	Cooperación Alemana al Desarrollo
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
MINEM	Ministerio de Energía y Minas
MVCS	Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento
RCP	Residencial, Comercial, Público
SEDAPAL	Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima
SEIN	Sistema Eléctrico Interconectado Nacional
SNMPE	Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía
SUNASS	Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento
TECH4CDM	Proyecto Tecnologías Renovables y Eficiencia Energética en América Latina



Esta publicación ha sido impresa en Cocoon, papel fabricado con 100% fibras recicladas y certificadas por FSC, son además fibras libres de cloro certificadas por NAPM (National Association of Paper Merchants). Está certificado también por Ecoflower, que identifica productos hechos bajo el manejo ambientalmente apropiado, con responsabilidad social y económicamente viable de los recursos.

Los beneficios por el uso de este papel se reflejan en un menor impacto al ambiente, equivalente a:

364 kg. de fibra de árboles no usada
4,659 lt. de agua no consumida
224 kg. de residuos sólidos no generados
33 kg. de gases de efecto invernadero evitados
429 KWH de energía no consumida
331 km. no recorridos en auto estándar

Un agradecimiento especial a:



Por qué estamos aquí

Para detener la degradación del ambiente natural del planeta y construir un futuro en el cual los humanos convivan en armonía con la naturaleza.

www.wwfperu.org

WWF Perú

Trinidad Morán 853 Lince
Lima 14 – Perú
Tel.: +51 (1) 440 5550