

# La Economía de las Ciudades Bajas en Carbono y Resilientes al Clima: Lima-Callao



**Andy Gouldson,  
Faye McAnulla,  
Paola Sakai y  
Andrew Sudmant**  
University of Leeds,  
Reino Unido

**Sofía Castro**  
Pontificia Universidad  
Católica del Perú

**Cayo Ramos**  
Universidad Nacional  
Agraria La Molina, Perú





## Pregunta Central

**¿Cómo una ciudad como Lima-Callao, con altos niveles de crecimiento puede incluir objetivos bajos en carbono y resilientes con el clima en su estrategia de desarrollo?**

- Desarrollar el caso económico es una condición necesaria, pero no suficiente para tomar acciones/decisiones.
- Se requiere: un compromiso político, capacidad institucional, nuevos mecanismos de financiamiento y un cuidadoso diseño para asegurar una transición equitativa y sustentable.

# Nuestro enfoque



- Construir un **escenario base de referencia “todo sigue igual”** que extrapole las trayectorias existentes en el uso de la energía, el agua, su costo, y sus emisiones de carbono.
- Identificar una **lista de medidas**, enfocadas a mejorar la eficiencia en el uso de la energía y el agua, que puedan ser adoptados en cada sector.
- Recolectar información realista sobre los **costos** (compra, instalación y mantenimiento), **beneficios** (uso de energía, de agua, económicos y carbono) y **vida útil** de las medidas, etc.
- Analizar el potencial de **implementación** de cada una de las medidas en cada sector de la ciudad.
- Integrar todo lo anterior para construir una **imagen-macro** de las necesidades de inversión, tiempo de retorno, ahorros en carbono y agua, etc.

# La importancia de energía, agua y residuos y los impactos de las trayectorias “todo sigue igual”



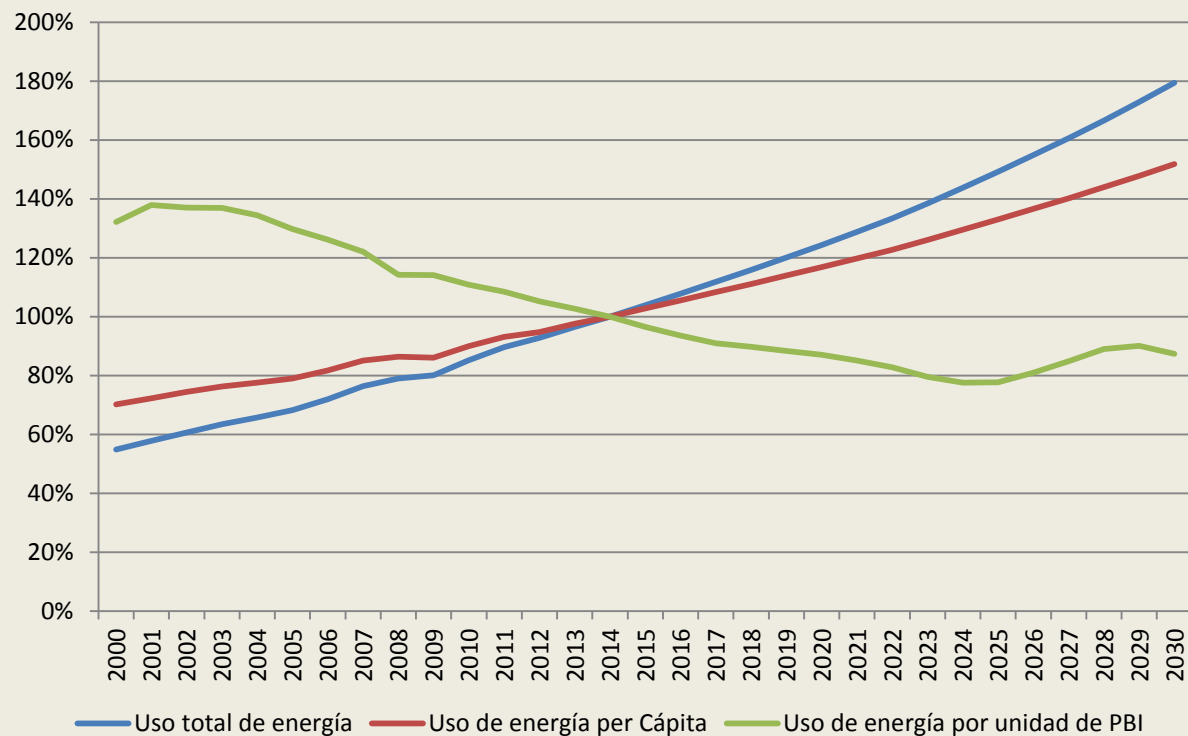
- **PBI de Lima-Callao** (a precio constante)
  - 2014 –US\$66.1 mil millones
  - 2030 –US\$135.7 mil millones
- **PBI per cápita de Lima-Callao**
  - 2014 - US\$6,989
  - 2030 - US\$12,148
- **Facturación total de energía en Lima-Callao**
  - 2014 - US\$4.5 mil millones
  - 2030 - US\$11.9 mil millones
- **Facturación total de agua en Lima-Callao**
  - 2014 - US\$497 millones
  - 2030 - US\$1.2 mil millones

**8% del ingreso ganado en Lima-Callao se gasta en energía, agua y residuos.**

# Energía y Desarrollo Bajo en Carbono

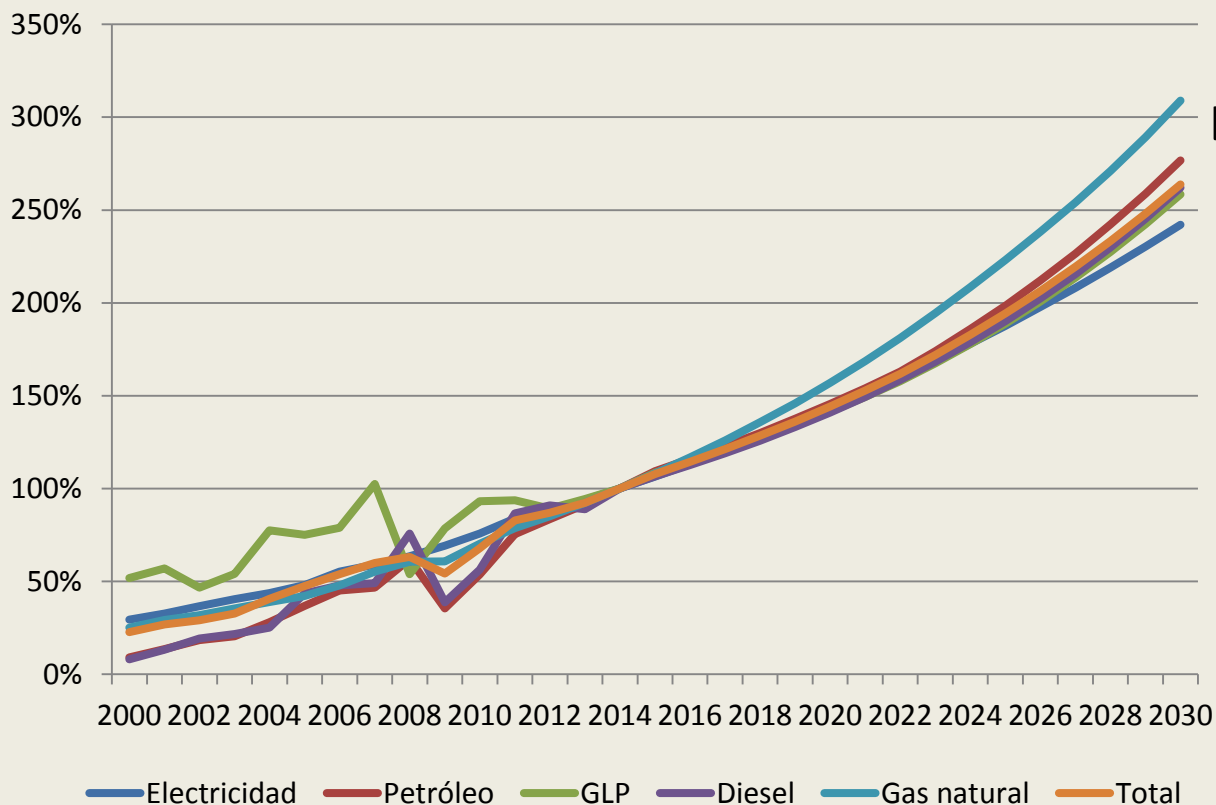


# Uso total de energía de Lima-Callao bajo el escenario de “todo sigue igual”



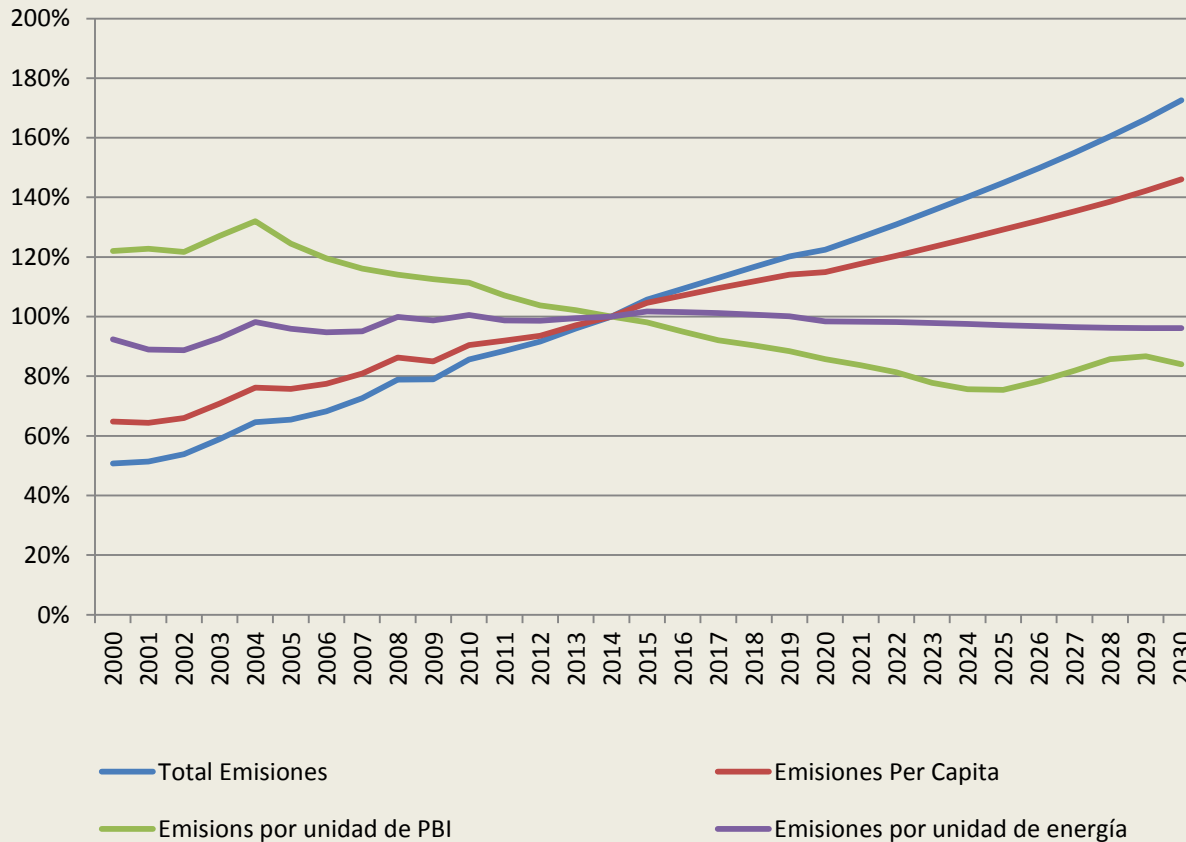
El uso total de energía crecerá 79% en el periodo 2014 - 2030

# Facturación total de energía de Lima-Callao bajo el escenario de “todo sigue igual”



La facturación total de energía crecerá más del doble en el periodo 2014 - 2030

# Emisiones de carbono de Lima-Callao bajo el escenario de “todo sigue igual”



El total de emisiones crecerá 75% en el periodo 2014 - 2030



# Principales hallazgos



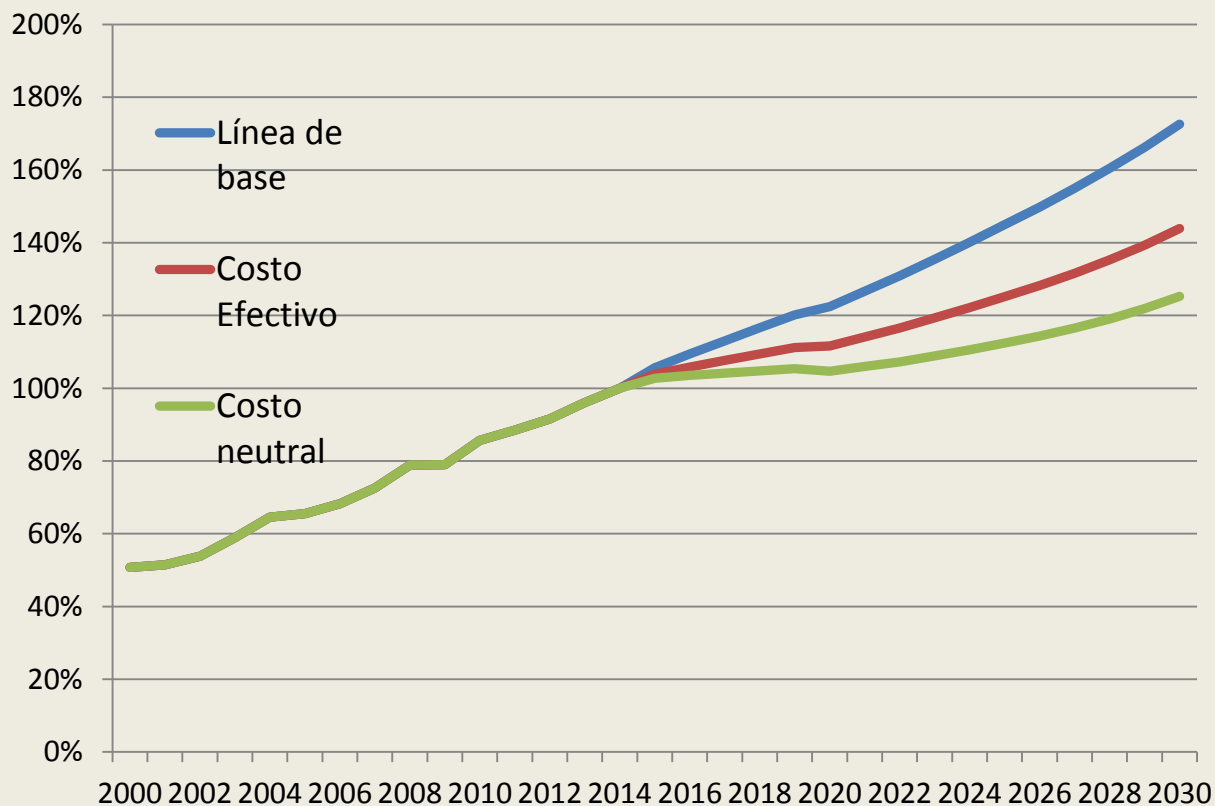
Con un **escenario “todo sigue igual”**, al 2030:

- Lima-Callao incrementará su uso de energía en 79%
- Lima-Callao duplicará su facturación total de energía en US\$11,9 mil millones.
- Lima-Callao incrementará sus emisiones de CO<sub>2</sub> en 75%.

Con un **escenario desarrollo bajo en carbono y eficiente en energía**, al 2030:

- Lima podría reducir 16,6% de CO<sub>2</sub>, asegurando **US\$ 4,9 mil millones** de inversión, que a su vez generarían un ahorro de 1,8 mil millones en la facturación de energía, recuperándose la inversión en 2,8 años.
- Lima podría reducir 27,6% de CO<sub>2</sub>, asegurando **US\$ 12 mil millones** de inversión que a su vez generarían un ahorro de 2,4 mil millones en la facturación de energía, recuperándose la inversión en 4,9 años.

# ¿Cómo reducir el gasto en energía y en emisiones de carbono en Lima-Callao?



## Costo efectivas

- Inversión US\$4,9 mil millones
- Ahorro US\$1,8 mil millones
- Tiempo de retorno 2,8 años
- Reducción en CO<sub>2</sub>, 16,6%

## Costo neutrales

- Inversión US\$12 mil millones
- Ahorro US\$2,45 mil millones
- Tiempo de retorno 4,9 años
- Reducción en CO<sub>2</sub>, 27,6%

# Resumen por Sector



Costo Efectivas	Costo de Capital (NPV) \$M	Ahorro de energía en 2030, \$M	Tiempo de retorno (en años)	% de emisiones ahorradas por sector	% de emisiones ahorradas
Electricidad	261	73	3.56	1%	2%
Transporte	2,379	791	3.01	10%	36%
Residencial	1,341	444	3.02	21%	13%
Comercial	699	376	1.86	20%	13%
Industria	474	169	2.81	8%	27%
Residuos	9	3	3.10	12%	9%

Costo Neutrales	Costo de Capital (NPV) \$M	Ahorro de energía en 2030, \$M	Tiempo de retorno (en años)	% of emisiones ahorradas por sector	% de emisiones ahorradas
Electricidad	1,912	144	13.32	10%	16%
Transporte	4,843	1124	4.31	14%	30%
Residencial	3,585	647	35.54	31%	12%
Comercial	699	376	1.86	20%	8%
Industria	474	169	2.81	8%	16%
Residuos	717	43	3.10	41%	18%

# Electricidad



## Medidas más costo-efectivas

- Cambio de diesel a PF solares (~160 MW)
- Cambio de carbón por viento (200MW)
- MTD Gas (~3500MW)
- Reconversión de carbon (~80MW)
- Reconversión a gas natural (1000MW)

## Medidas más carbono-efectivas

- Gas natural a geotermia 2000MW
- Gas natural a geotermia 1000MW
- Cambio de carbón a viento (200MW)
- MTD Gas (~3500MW)
- Cambio de carbón a PF solar (200MW)
- Gas a viento (200MW)
- Gas a PF solar (200MW)
- Diesel a viento (~130MW)
- Diesel a PF solar (~160 MW)
- Reconversión Gas (1000MW).

# Residencial



## Medidas más costo-efectivas

- GLP a gas natural: 50% de los hogares conectados al 2020
- Calentadores de agua de alta eficiencia
- Eliminación de focos incandescentes
- Educación en la conservación de la electricidad
- Instalación de infraestructura avanzada de medición (implementación al 75%)
- Agua caliente solar 5% para el 2030 (BAU)
- Refrigeradoras de alta eficiencia
- Edificios residenciales verdes (20% de edificios construidos del 2015-2030)

## Medidas más carbono-efectivas

- Reemplazo de focos incandescentes por 50% de focos LED para el 2020
- Eliminación de focos incandescentes
- Artefactos de cocina de alta eficiencia (exc. refrigeradoras)
- Refrigeradoras de alta eficiencia
- Artefactos de cocina de mediana eficiencia (exc. refrigeradoras)
- Refrigeradoras de mediana eficiencia
- PF solar: meta de 20MW por año (BAU)
- Calentadores solares de agua 10% para el 2030 (BAU)
- Aire acondicionada de alta eficiencia
- Aire acondicionada de mediana eficiencia

# Comercial



## Medidas más costo-efectivas

- Estándares de construcción verde – edificios comerciales
- Reconversión térmica (gas natural, GLP, diésel, gasolina) en edificios
- Programa de reconversión de electricidad en el sector comercial
- Programa de reconversión de electricidad en el sector público
- Alumbrado público – conversión a LED
- Programas de reconversión de electricidad en centros comerciales
- PF solar para el sector comercial (con FIT)
- Programa de reconversión de electricidad en hospitales
- Semáforos – conversión a LED

## Medidas más carbono-efectivas

- Agua caliente solar para el sector comercial
- Reconversión térmica (gas natural, GLP, diésel, gasolina) en edificios;
- Estándares de construcción verde – edificios comerciales;
- Infraestructura de medición avanzada – comercial (implementación al 75%);
- Programa de reconversión de electricidad en el sector comercial;
- Programas de reconversión de electricidad en centros comerciales;
- Alumbrado público – conversión a LED;
- Programa de reconversión de electricidad en el sector público;
- PF solar para el sector comercial (con FIT);
- Programa de reconversión de electricidad en hospitales.

# Transporte



## Medidas más costo-efectivas

- Campaña de teletrabajo
- Conversión de taxis a gasolina a GNV
- Chatarreo de autos a gasolina de > 20 años
- Reemplazo de combis con omnibuses
- Reconversión de autos a GNV
- Desarrollo de ciclo vías
- Tránsito rápido de buses (BTR)
- Peaje por congestión para autos privados a gasolina y diésel
- Inversiones en gestión del tráfico;
- Taxis a diésel reemplazados por taxis a GNV

## Medidas más carbono-efectivas

- Reemplazo de combis con omnibuses
- Peaje por congestión para autos privados a gasolina y diésel
- Esquema híbrido, subsidio de \$2000 para el 10% de autos nuevos
- Inversiones en gestión del tráfico
- Tránsito rápido de buses (BTR)
- Conversión de taxis a gasolina a GNV
- Chatarreo de autos a gasolina de > 20 años por carros híbridos
- Reconversión de autos a GNV
- Chatarreo de autos a gasolina de > 20 años
- Descarte de autos > 20 años de edad para autos a petróleo
- Taxis a diésel reemplazados por taxis a GNV

# Industria



## Medidas más costo-efectivas

- Infraestructura avanzada de medición (implementación al 75%)
- Programa de reducción de carbono en el sector refinera de petrleo
- Cambio de calderos a gas natural
- Conservación de electricidad en otros sectores industriales
- Programa de reducción de carbono en el sector etileno
- Programa de reducción de carbono en el sector siderurgico
- Programa de reducción de carbono en el sector cemento

## Medidas más carbono-efectivas

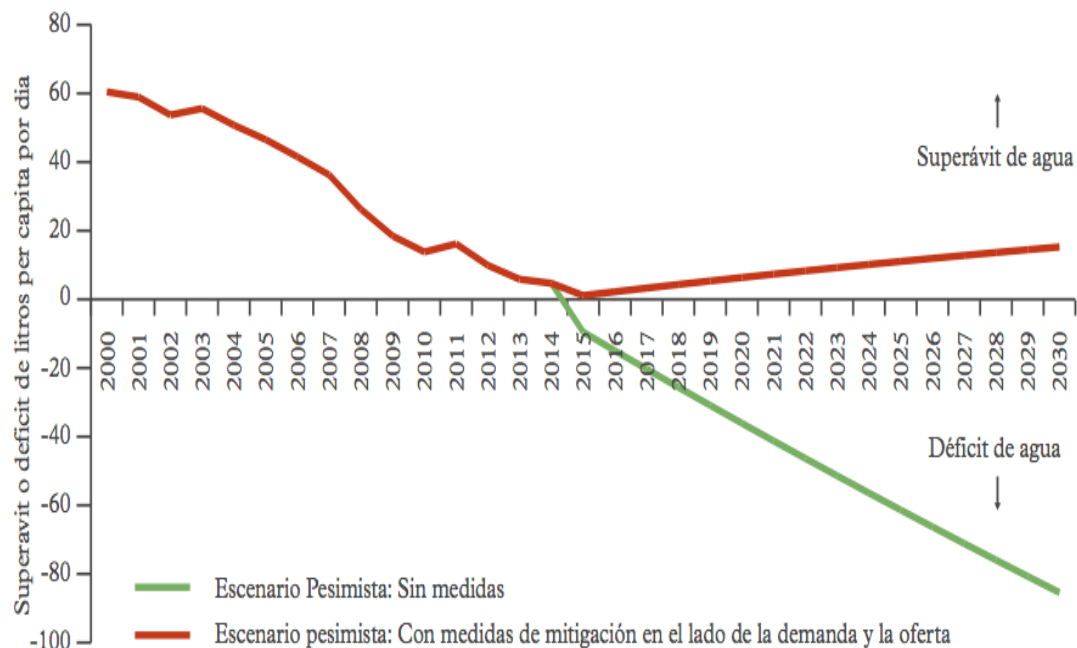
- Conservación de electricidad en otros sectores industriales
- Cambio de calderos a gas natural
- Programa de reducción de carbono en el sector etileno
- Infraestructura avanzada de medición (implementación al 75%)
- Programa de reducción de carbono en el sector cemento
- Programa de reducción de carbono en el sector refinera de petrleo
- Programa de reducción de carbono en el sector siderurgico



# Agua y Desarrollo Resiliente al Clima



# Agua, Desarrollo y Cambio Climático - Esperar lo mejor para prepararse para lo peor



## Escenario pesimista

- La demanda aumenta en 21%
- La oferta disminuye en 7%
- Déficit de agua del 29%.

# Agua, Desarrollo y Cambio Climático - Esperar lo mejor para prepararse para lo peor



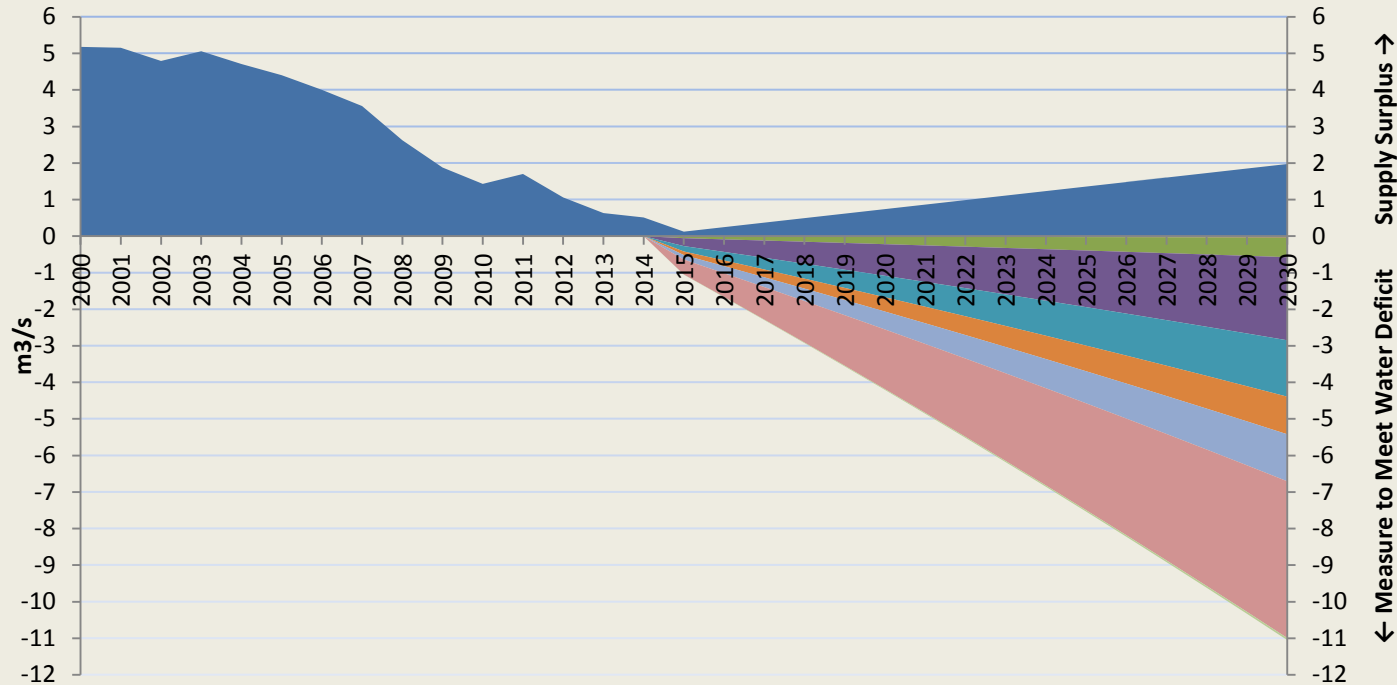
## Medidas desde la oferta de agua

- Invertir \$US 856 millones
- Tiempo de recuperación 10,8 años
- Podría ser financiado a través de un aumento del 18% en las tarifas de agua
- Se generan riesgos sociales, económicos y ambientales significativos

## Medidas desde la demanda de agua

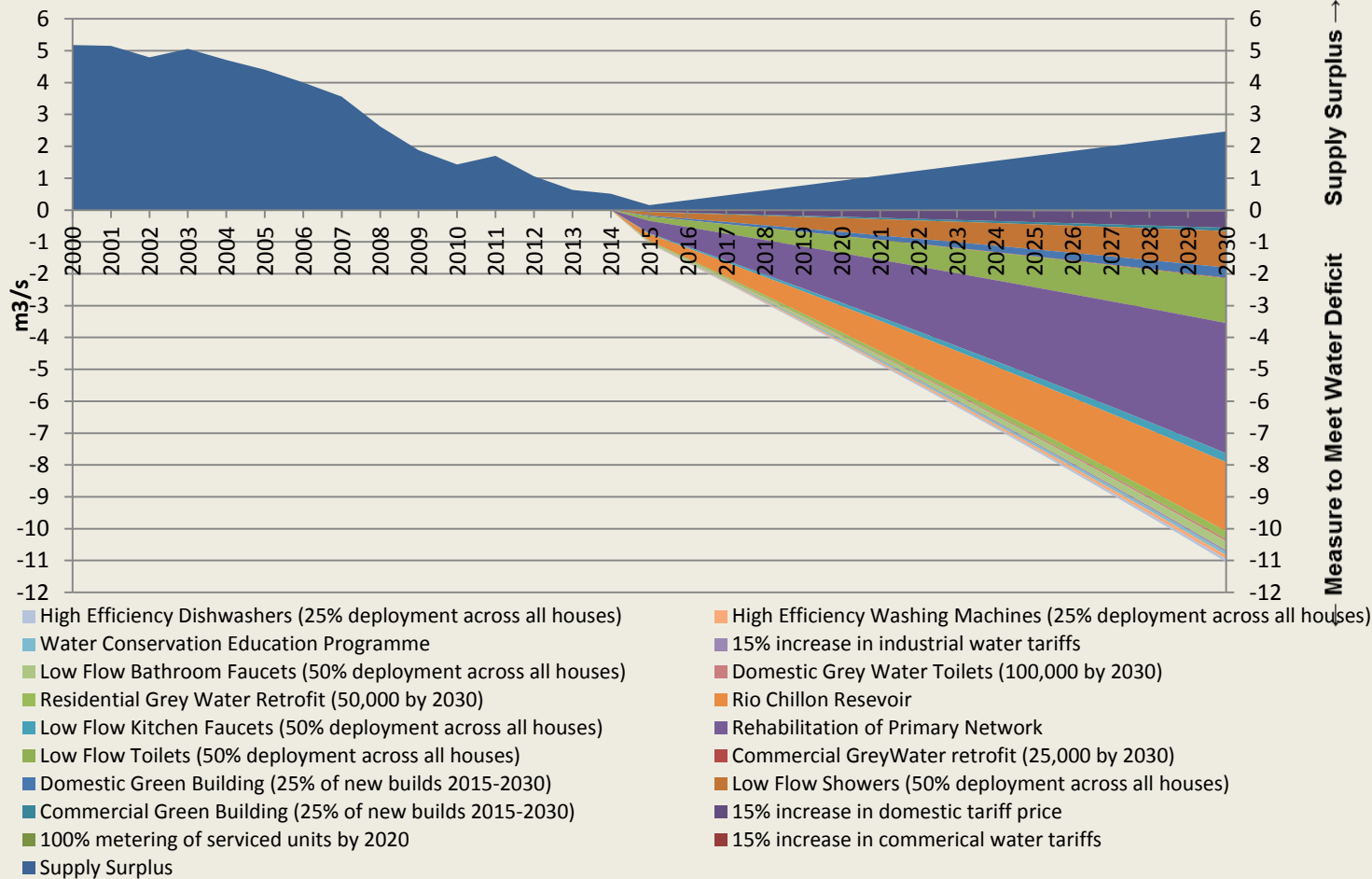
- Invertir \$US 2 mil millones
- Tiempo de recuperación 7,8 años
- Podría ser financiado a través de un aumento del 15% en las tarifas de agua
- Se generan menos riesgos sociales, económicos y ambientales

# Agua, Desarrollo y Cambio Climatico – Medidas desde la oferta de agua

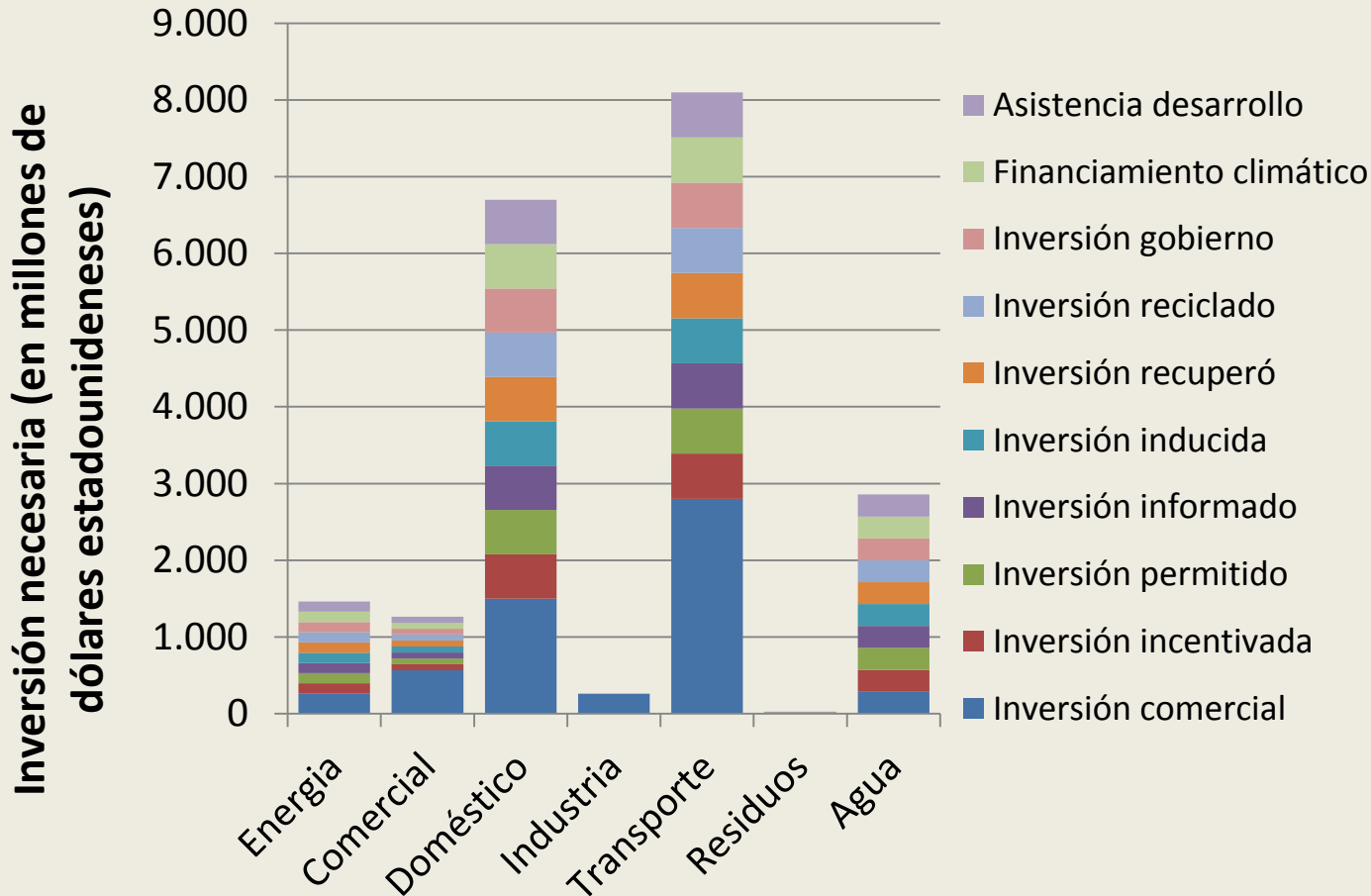


- 18% increase in industrial water tariffs
- Basin Wells of River Chancay (2040)
- Damming of the Casacancha in Conjunction with Marca III
- 18% increase in domestic tariff price
- Supply Surplus
- Pomacocha - Rio Blanco
- Autisha Reservoir
- Rio Chillon Reservoir
- 18% increase in commercial water tariffs

# Agua, Desarrollo y Cambio Climatico – Medidas desde la demanda de agua



# Financiamiento y Ejecución



# Conclusiones



- Existe un caso económico fuerte para realizar inversiones importantes bajas en carbono y resilientes al clima en Lima-Callao.
- Hay una oportunidad para atraer y estimular las inversiones en miles de millones de \$US 5 mil millones –o el 8% del PBI– para explotar comercialmente oportunidades atractivas que se pagarían por sí mismas en 2,8 años y que generarán beneficios económicos y ambientales muchos años más.
- La presencia de un caso económico es una condición necesaria, pero no suficiente para tomar acciones/decisiones.
- También se requieren compromiso político, capacidad institucional, nuevos mecanismos de financiamiento y un cuidadoso diseño para asegurar una transición equitativa y sustentable.

## Comité Directivo



- Sofía Hidalgo, MML;
- Jorge Aguinaga, CENERGIA;
- Guisselle Castillo, MML;
- Ricardo Alejos García, OSINERGMIN;
- Alfonso Córdova, MINAM;
- Mariana Alegre Escorza, Lima Cómo Vamos;
- Patricia Iturregui, Embajada Británica.
- Regina Ortega, MINAM;
- Jaime Fernández-Baca, BID;
- Iván Rodríguez, SEDAPAL;
- Alvaro Torres, SEDAPAL;
- Roberto de la Torre, CCL;
- Mauricio Rosas, CCL;
- Eric Cosio Caravasi, PUCP;
- Oscar Chávez, CCL;
- Yosith Vega, CCL;



# Expertos Consultados



Guisselle Castillo, MML; Denisse Cotrina, CER/Grupo GEA; Jenny Quijano, MML;  
David García, Plan CC; Cecilia Castro, MML; Carlos Rueda, Plan CC; Jimmy Mendoza, MML;  
Elizabeth Culqui, Plan CC; Jhon Romero, MML; Alejandra Sota, Libélula; Kibutz Agui, MML;  
Eduardo Bauer, Sedapal; Patricia Tord, Swisscontact; Elmer Quinteros, SEDAPAL;  
Lorenzo Eguren, ONCE; Víctor Guevara, Aquafondo; Claudia Monsalve, ONCE;  
José Mesa Segura, Cenergia; Julio Apaza, MINEM- DGE; Jorge Aguinaga Diaz, Cenergía;  
Fernando Chiock, ANA; Alvaro Freddy Apaza Ríos, CENERGIA; Janet Quevedo Soldevilla, ANA;  
Dante Lagatta, Biopower; Nancy Tello de la Cruz, ANA; Aditi Maheswari, IFC;  
María del Pilar Acha, ANA; Alfonso Córdova, MINAM; Dirk ten Brink, ANA; Regina Ortega, MINAM;  
Dulia Aráoz, IPES; Ludzyna Cerrón, MINAM; Christian D. León, LiWa-Project; Jaime A. Cabrera V., MINAM;  
Eusebio Ingol, UNALM; Dante Lagatta, Bioenergy power; Mariana Alegre, Coordinadora General;  
Ana Acevedo, FOVIDA; Dulia Aráoz G., IPES; Alfonso Flórez, Fundación Transitemos; Peter Davis, ARAPER;  
Jorge Vega, Fundación Transitemos; Ingrid Muñoz, Peru Green Building Council;  
Gladis Macizo, VIVIENDA-OMA; Sebastián Dañino, Perú Green Building Council; Aditi Maheswari, IFC;  
Andrea Ruiz de Somocurcio, Perú Green Building Council; Gianina Nuñez, IFC;  
Augusto Gutiérrez Zuzunaga, G&G/ARUP; Inés Gutiérrez, IFC; Eduardo Neira, Foro Ciudades Para la Vida;  
Luis Yamada, CAPECO; Richard Valdivia, URP; Héctor Miranda, Red Regenerativa; Jan Janssen, NIRAS.



# Gracias

Andy Gouldson: [A.Gouldson@leeds.ac.uk](mailto:A.Gouldson@leeds.ac.uk)

Faye McAnulla: [F.E.McAnulla@leeds.ac.uk](mailto:F.E.McAnulla@leeds.ac.uk)

Sofía Castro: [castro.sa@pucp.pe](mailto:castro.sa@pucp.pe)

Cayo Ramos: [cramost@lamolina.edu.pe](mailto:cramost@lamolina.edu.pe)