

# Evolución del perfil ambiental de la producción eléctrica en el Perú

Ian Vázquez Rowe, PhD

Lima, 29 de septiembre de 2014



**PUCP**



RED  
PERUANA  
CICLO  
DE VIDA

# Currículum académico

## -Bachelor of Science in Biology.

University of Texas at Arlington (USA) – May 2006

## -Master of Science in Environmental Engineering.

Universidade de Santiago de Compostela (Spain) –  
October 2008

## -PhD in Chemical and Environmental Engineering.

Universidade de Santiago de Compostela (Spain) – July  
2012



# RED PERUANA CICLO DE VIDA

Creación de la Red Peruana Ciclo de Vida (RPCV)  
Noviembre 2005



# The Guardian (21/09/2014)

Edition: UK US AU Sign in Beta About us

**theguardian**

News | Sport | Comment | Culture | Business | Money | Life & style | Travel | Environment

Environment > Greenhouse gas emissions

## Record CO2 emissions 'committing world to dangerous climate change'

Global greenhouse gas emissions on course to reach record high of over 40bn tonnes in 2014, study in Nature Geoscience says

Fiona Harvey  
theguardian.com, Sunday 21 September 2014 18.00 BST



Share 469  
Tweet 224  
+1 22  
Share 20  
Email

Environment  
Greenhouse gas emissions · Climate change · Global climate talks

World news

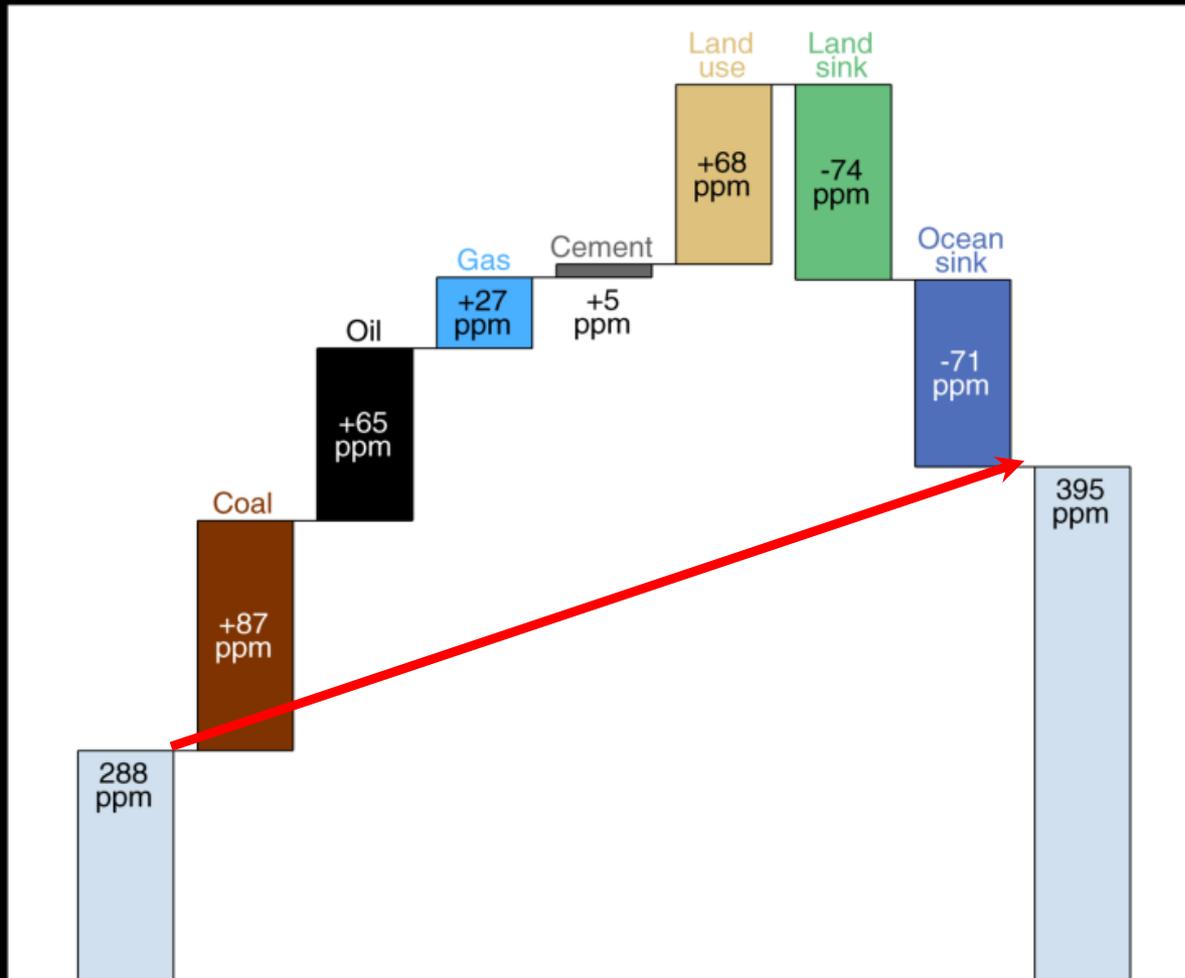
Science  
Climate change

More news

Guardian Membersh

# Global Carbon Budget (Setiembre 2014)

Data: CDIAC/NOAA-ESRL/GCP/Joos et al 2013/Khatiwala et al 2013



# ¿Quiénes son los actores responsables del cambio climático?

- Sector de producción de materiales de construcción (ladrillos, cemento, etc...).
- Sector agrícola, debido a los cambio de uso de suelo.
- Sector transporte → emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de los carros, aviones, etc...
- Sector eléctrico → emisiones de centrales térmicas (carbón, diésel, gas natural, etc...).

# Sector eléctrico (situación actual)

- GEI muy ligados a la producción eléctrica convencional → decarbonización de la energía.
- En 2011 → 7 millones de t de CO<sub>2</sub>.
- Todos los países necesitan cambiar su modelo de producción eléctrica.

# Sector eléctrico (retos)

- Cambio en el modelo de producción de electricidad.
- Evaluación de las energías renovables más indicadas para distintas zonas geográficas.
- Mantener o mejorar la seguridad energética (ejemplos: hidro en Perú).
- Equidad energética → desarrollo sostenible.

# Objetivo del estudio

- Analizar el perfil eléctrico nacional en base a los siguientes criterios:
  - Disponibilidad de recursos energéticos.
  - Objetivos de implementación de energías renovables.
  - Políticas públicas.
- ...con el fin de...
  - Obtener el perfil ambiental de la producción de electricidad en el Perú.
  - Comparar con el perfil ambiental en España.

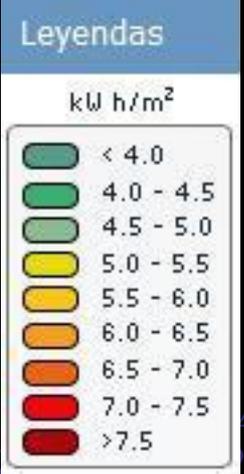
- Alta p
- Baja  
Camis
- Alto  
renov
  - Enc
  - pot
  - Esp
  - Enc



gas de

energías

MW de



# Problemas del sector eléctrico del Perú

- Equidad energética → falta de suministro en zonas rurales y remotas.
- Incremento de la demanda en últimos 10 años en base a energías NO renovables (Camisea).

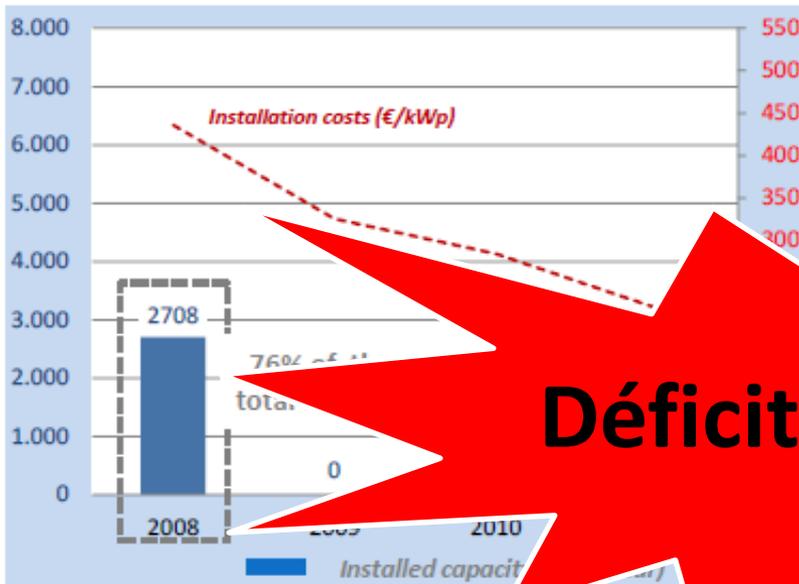


# Ventajas sector eléctrico de España

- Mix eléctrico diversificado y bien equilibrado.
- Alta penetración de renovables y de energía de ciclo combiando (38% en 2012 y 50% en 2013).
- Red eléctrica moderna y alta calidad de suministro
- Nivel alto en cuanto a competitividad en estándares europeos.

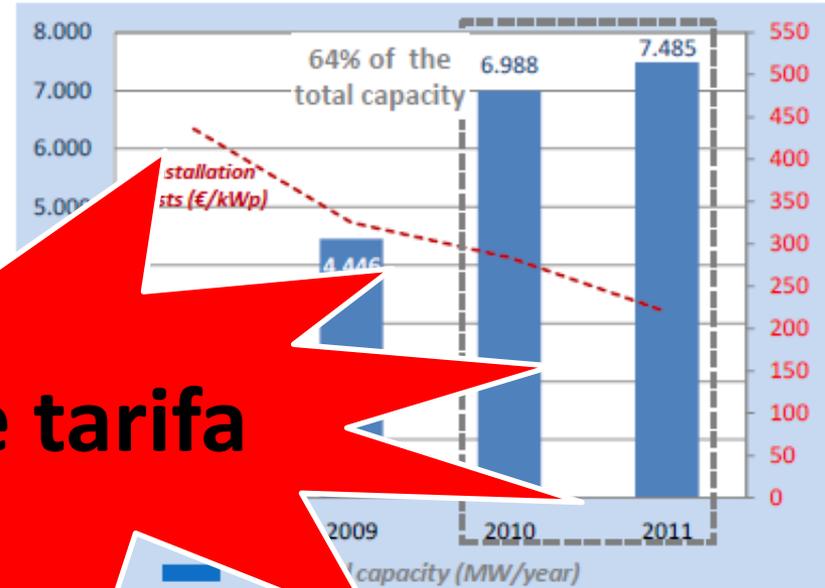
# Problema del sistema eléctrico español

Evolution Photovoltaic installed capacity in Spain



Spain installed 76% of PV capacity in 2008 above 6 M€/MW, with a 450 €/MWh tariff.

Evolution Photovoltaic installed capacity in Germany



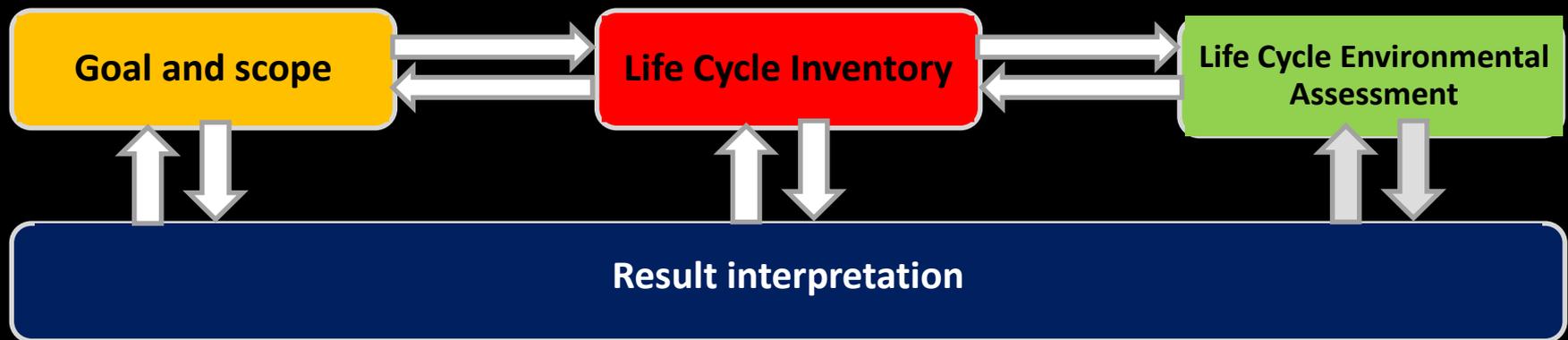
Germany installed 64% of its PV capacity between 2010 and 2011, at 3-4 M€/MW, with a 250 €/MWh tariff.

**Déficit de tarifa**

Fuente: Ministerio de Industria, España

# Metodología

Metodología de gestión ambiental estandarizada a nivel internacional para el análisis con perspectiva de ciclo de vida de productos, servicios o procesos (ISO 14040, 2006).

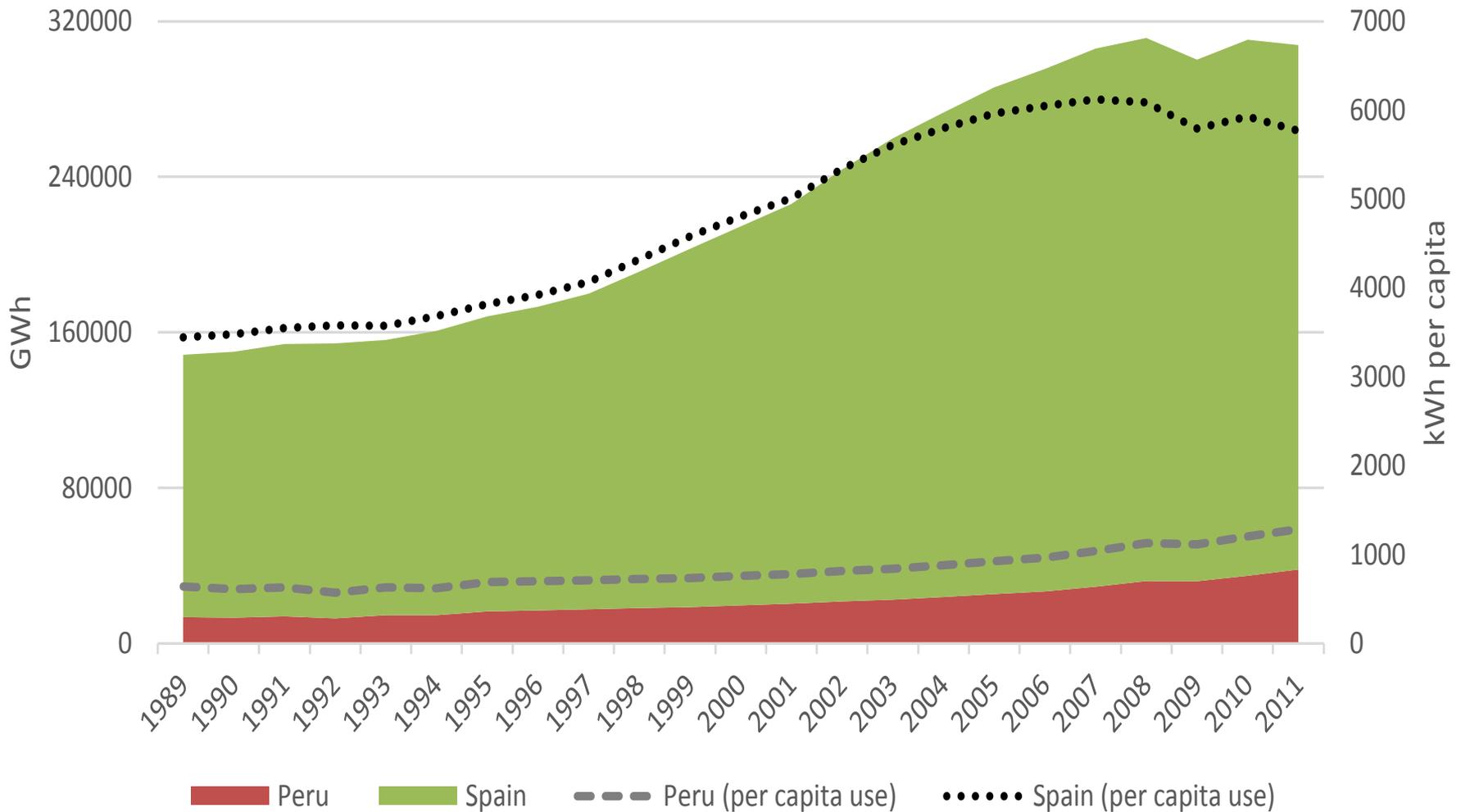


ISO 14040, 2006. Environmental management: Life cycle assessment: Principles and framework. International organisation for standardisation, Geneva, Switzerland.

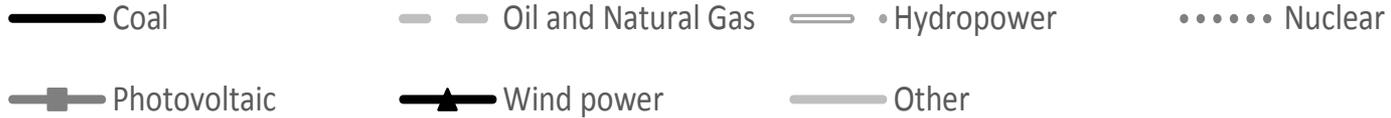
Método EICV	Categoría de Impacto	Unidad
ReCiPe midpoint (excluyendo eco- toxicidad marina)	Cambio climático	kg CO <sub>2</sub> eq
	Agotamiento de ozono	kg CFC-11 eq
	Acidificación terrestre	kg SO <sub>2</sub> eq
	Eutrofización de aguas continentales	kg P eq
	Eutrofización marina	kg N eq
	Toxicidad humana	kg 1,4-DB eq
	Formación de oxidantes fotoquímicos	kg NMVOC
	Formación de partículas	kg PM <sub>10</sub> eq
	Eco-toxicidad terrestre	kg 1,4-DB eq
	Eco-toxicidad de aguas continentales	kg 1,4-DB eq
	Eco-toxicidad marina	kg 1,4-DB eq
	Radiación ionizante	kg U235 eq
	Ocupación de suelo agrícola	m <sup>2</sup> a
	Ocupación de suelo urbano	m <sup>2</sup> a
	Transformación de suelo natural	m <sup>2</sup>
	Agotamiento de agua	m <sup>3</sup>
	Agotamiento de metals	kg Fe eq
	Agotamiento de combustibles fósiles	kg oil eq
ReCiPe endpoint	Salud Humana	Pt (DALY)
	Ecosistemas	Pt (species.yr)
	Recursos	Pt (\$)
	<b>Valor final agregado</b>	<b>Pt</b>

# RESULTADOS DE PRODUCCIÓN ELÉCTRICA

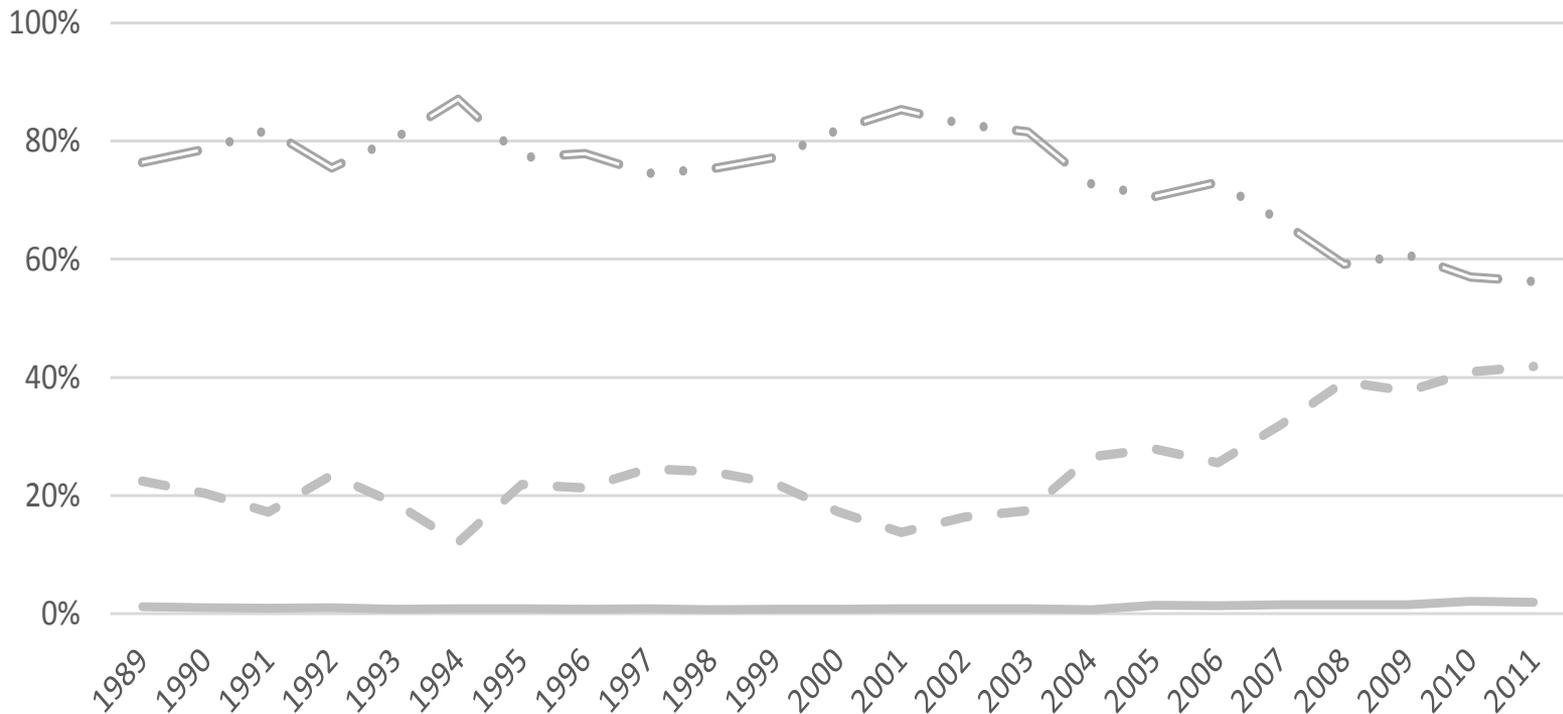
# Demanda de energía eléctrica (1989-2009)



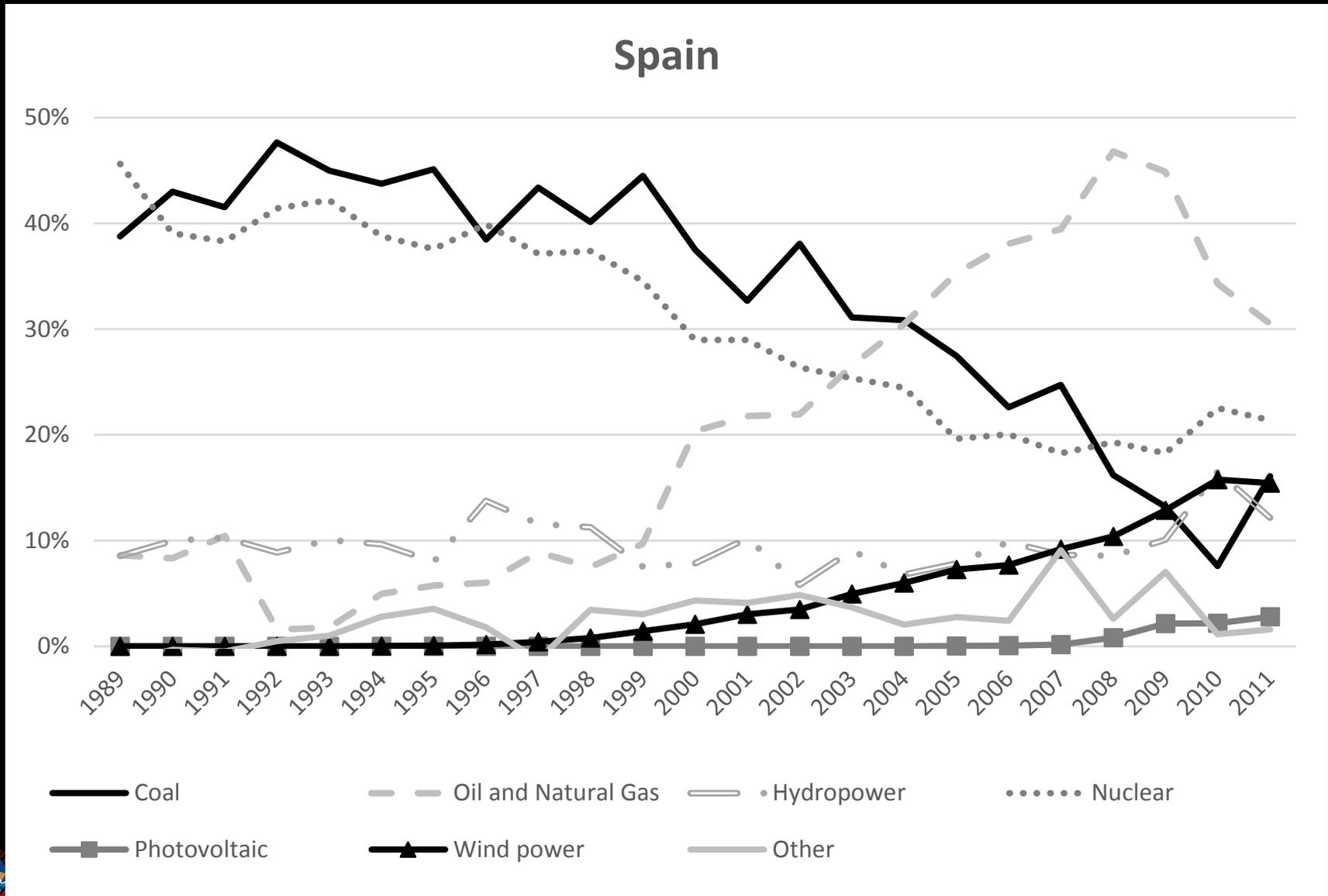
# Mix eléctrico del Perú (1989-2009)



## Peru



# Mix eléctrico de España (1989-2009)



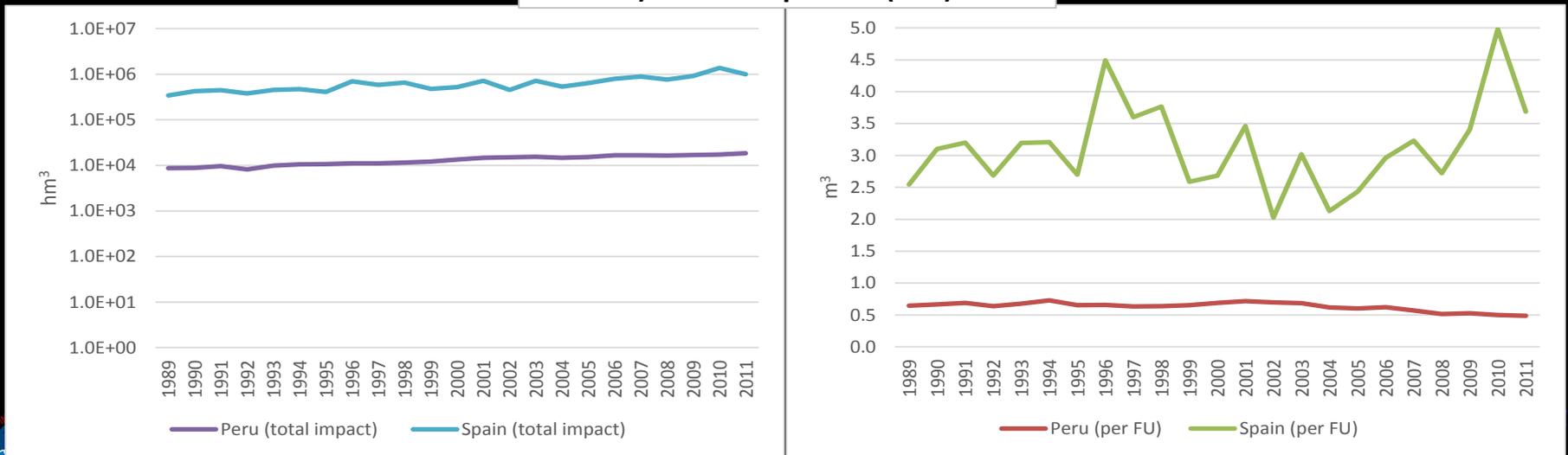
# RESULTADOS DE PERFIL AMBIENTAL

# Resultados (cambio climático vs. uso de agua)

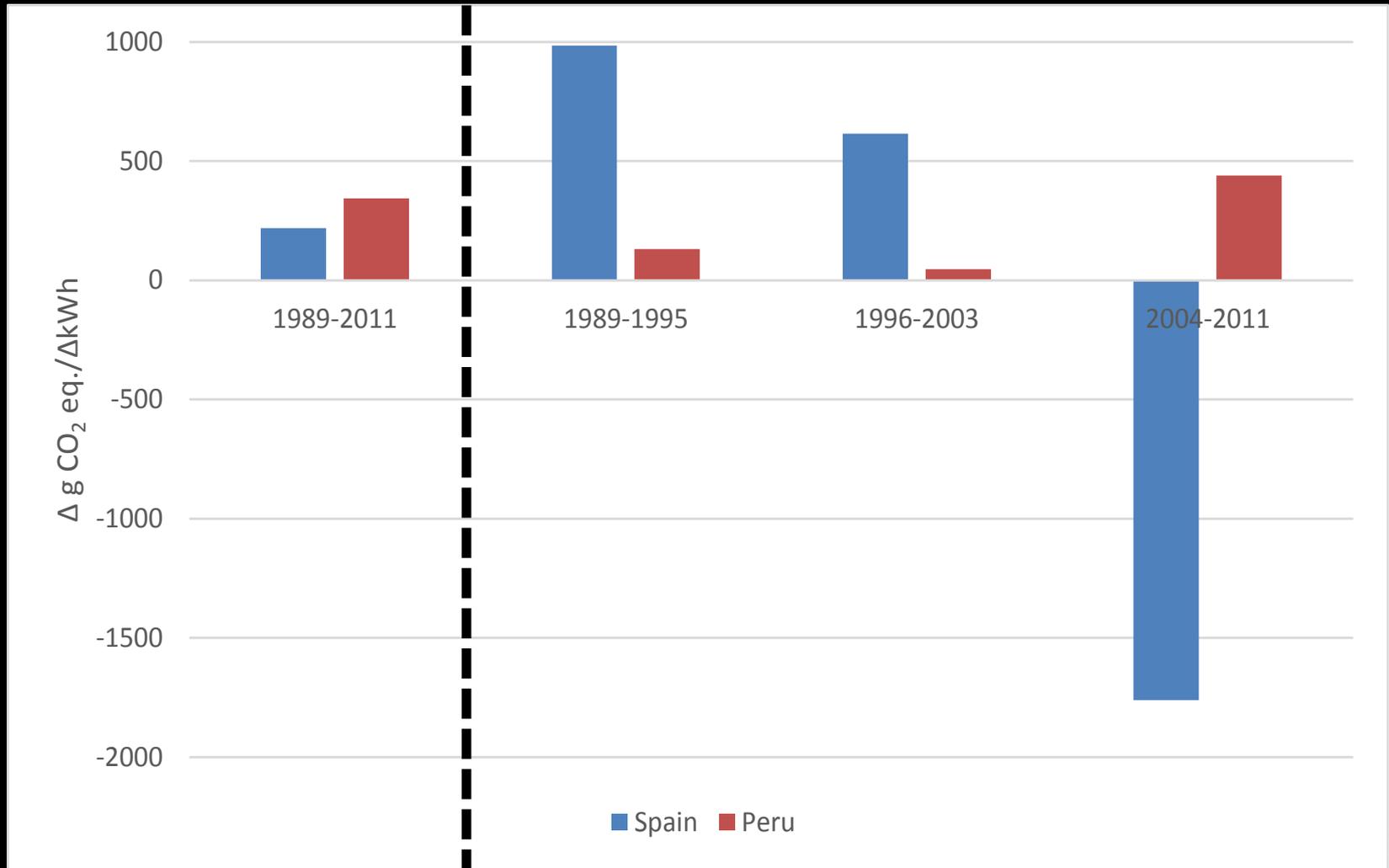
## a) Climate Change (CC)



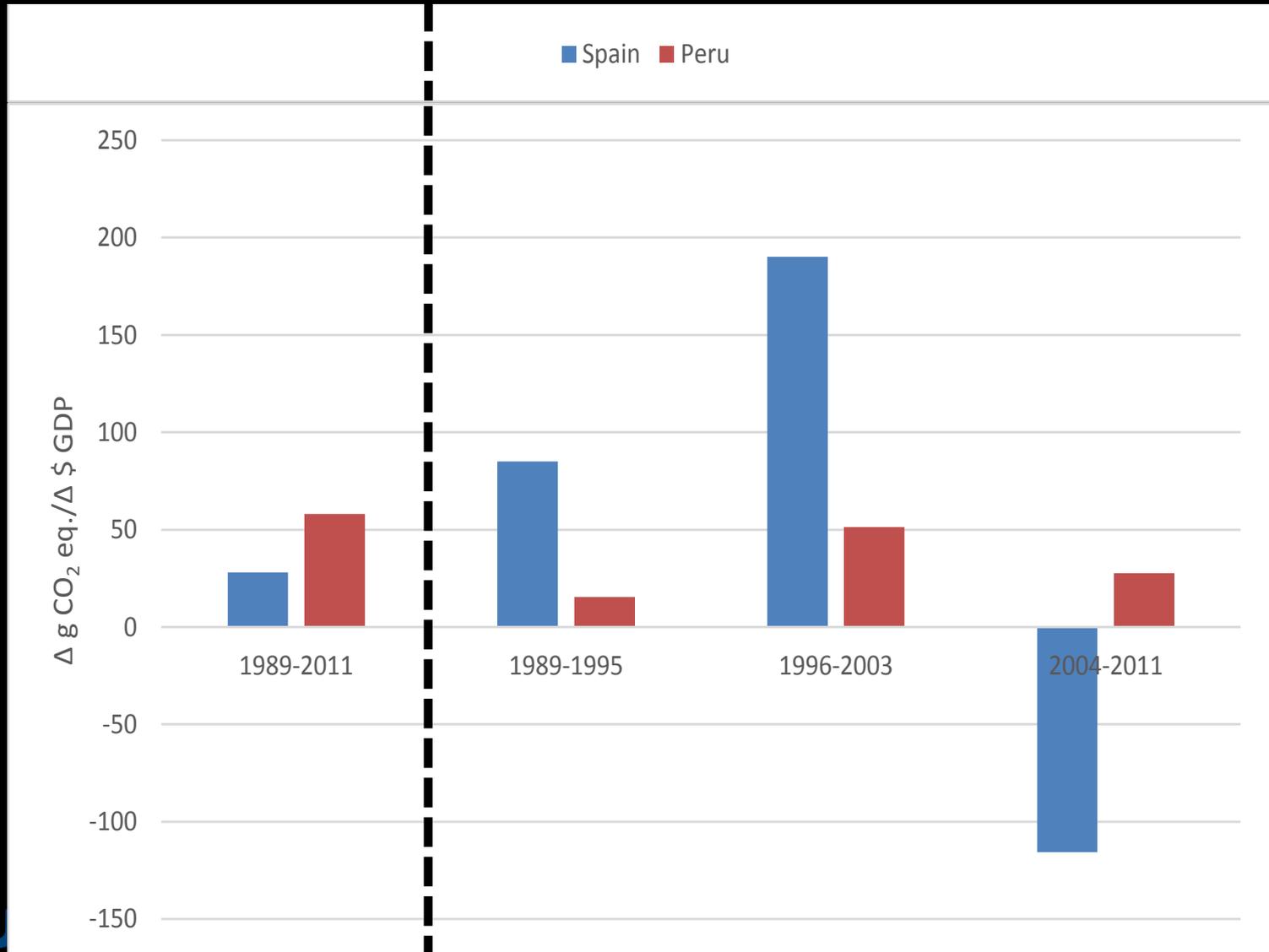
## b) Water Depletion (WD)



# Resultados (GEI vs. demanda eléctrica)



# Resultados (GEI vs. PBI)



# Comparativa entre ambos países

- A día de hoy, ambos países tienen un mix eléctrico con emisiones de GEI medio-bajas (300-400 gr/kWh).
- Países como México o Italia (600-700 gr CO<sub>2</sub>/kWh).
- Países como China > 800 gr CO<sub>2</sub>/kWh.

# Sistema eléctrico peruano

- Gobernanza energética errática en base a intereses políticos y comerciales.
- Factores sociales → los grandes proyectos hidroeléctricos han tenido mayor conflictividad que los de gas.
- Mix eléctrico con niveles de emisión de GEI muy bajos → en constante aumento desde 2000.
- Independencia energética con gas puede limitar expansión de renovables (carbón lock-in).

# Uso de agua vs. GEI

- Uso de agua → factor de riesgo debido a efectos del cambio climático (ej. sequías más largas y persistentes, lluvias más concentradas, etc...).
- Mayor dependencia de desaladoras y transporte de agua.
- Mayor uso de energía para aire acondicionado y para centrales térmicas.
- El uso de hidroeléctrica en Perú en un futuro sufrirá de mayor vulnerabilidad.

# Conclusiones

- Perú o España no son grandes emisores de CO2 a nivel mundial, pero por su tamaño medio no deben ser subestimados.
- La creciente inseguridad de la energía hidroeléctrica en Perú puede enmendarse con un impulso de eólica y solar (a costes de inversión razonables).
- Protocolo de Kyoto → nivel de desarrollo?

# Conclusiones



Gracias por  
su atención.  
Preguntas?

[ian.vasquez@pucp.pe](mailto:ian.vasquez@pucp.pe)



**PUCP**



RED  
PERUANA  
CICLO  
DE VIDA