

## Proyecto LiWa

*"Gestión sostenible del agua y las aguas residuales en centros de crecimiento urbano  
afrentando el cambio climático - Conceptos para Lima Metropolitana (Perú)"*

# Escenarios de Agua y Cambio Climático para Lima y Callao

Ing. Christian D. León

ZIRN – Universidad de Stuttgart

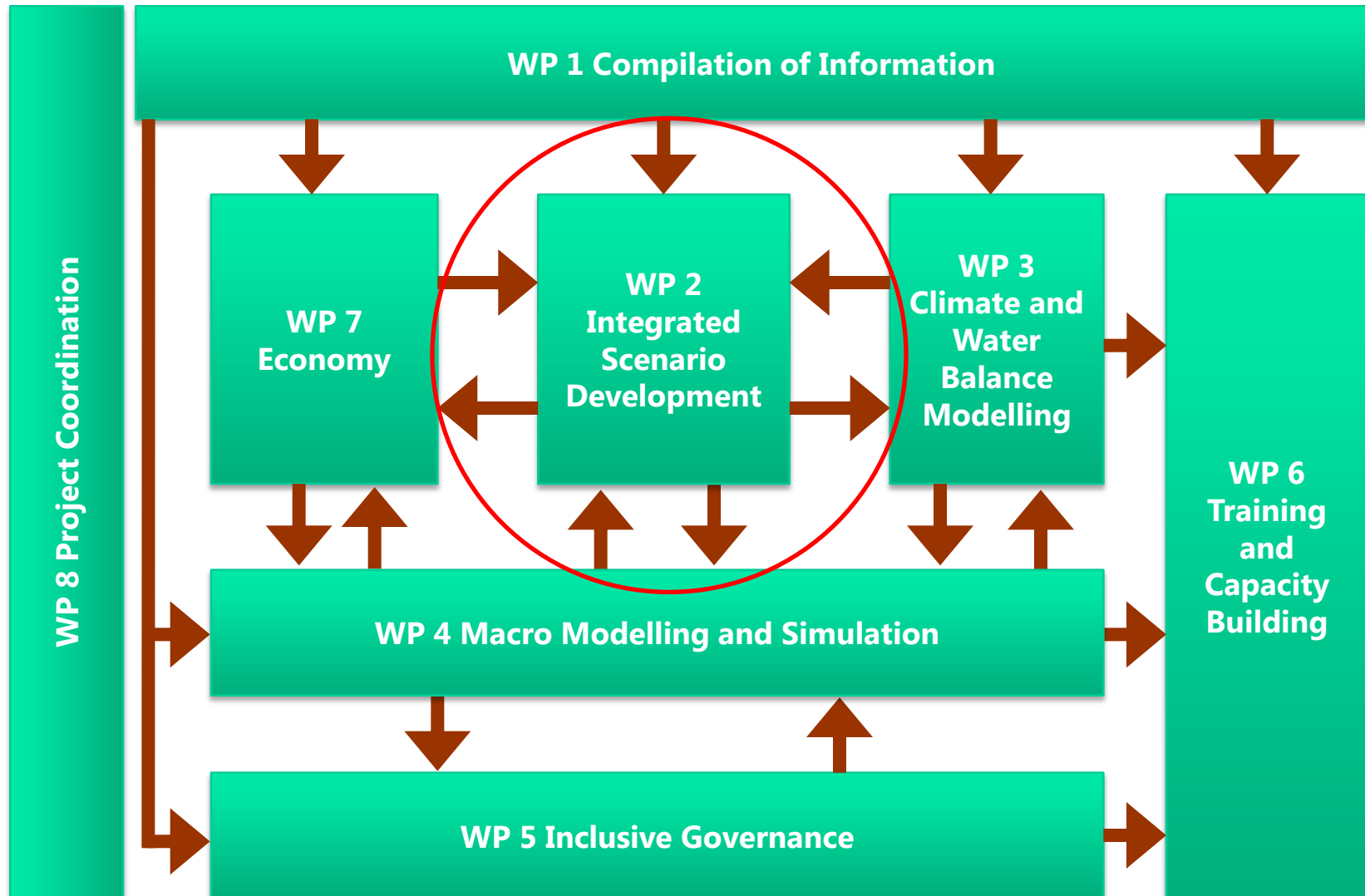
Seminario Senamhi, 03.12.2010



# Objetivos del Proyecto LiWa

- Investigar las **consecuencias del cambio climático** y el desarrollo de otros factores para la situación del agua y saneamiento en Lima y Callao en el año 2030/40
- Diseñar y aplicar **herramientas e instrumentos** para que la megaciudad pueda enfrentar estas consecuencias
  - Escenarios, Modelos, Gobernanza, Tarifas, Educación
- Elaborar y proponer **estrategias y medidas de adaptación** al cambio climático para el sector agua y saneamiento en la ciudad de Lima y Callao

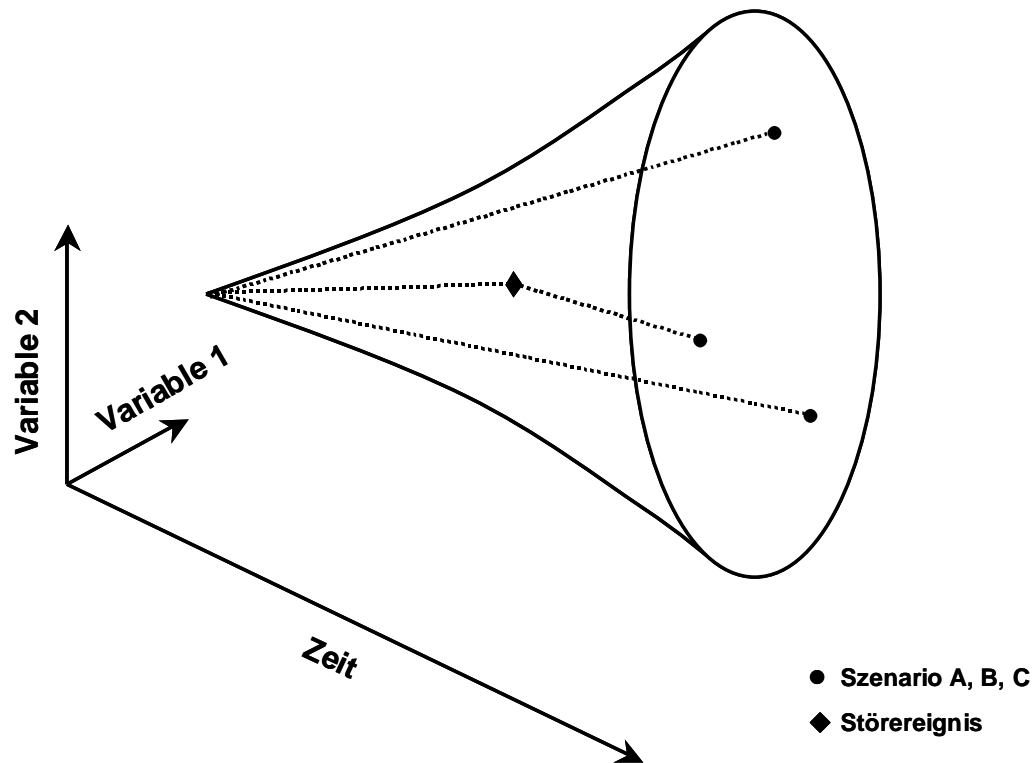
# Paquetes de Trabajo Proyecto LiWa



# El futuro y Escenarios

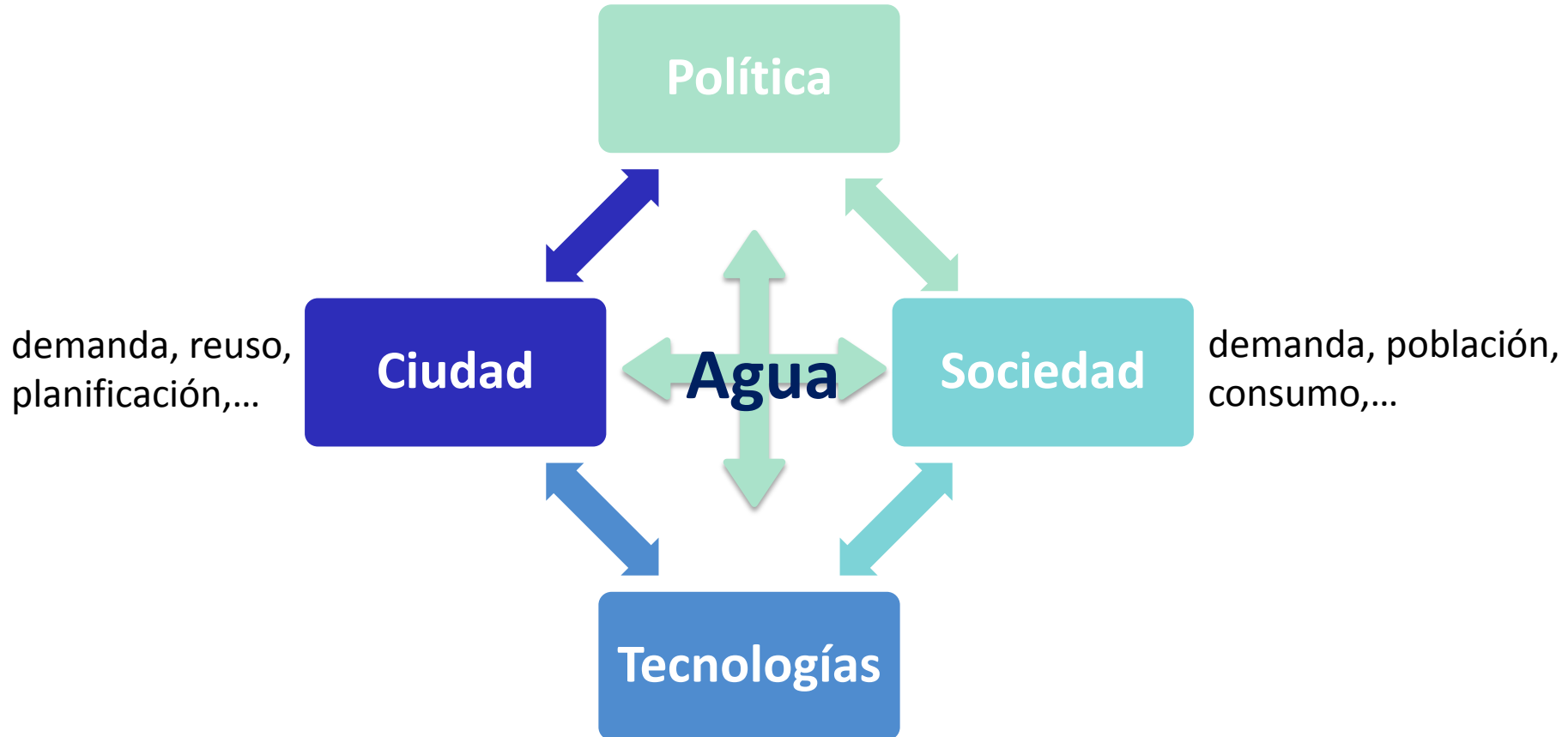
- Un conocimiento exacto del futuro no es posible
- El futuro no se puede pronosticar
- El futuro es complejo
- Muchos factores, entre otros el político-social, no son predecibles
- Considerando los posibles cambios en el futuro en nuestras estrategias y decisiones de hoy, podemos lograr mejores resultados

# El futuro no se puede pronosticar



# Complejidad del sistema de agua

marco legal, instituciones, toma de decisiones,...



demanda, reuso,  
planificación,...

demanda, población,  
consumo,...

oferta, fuentes, red, pérdidas, conexiones,...

**DESCRIPTORES Y ESCENARIOS DE  
AGUA Y CAMBIO CLIMÁTICO:**

**Cuales son los factores que influyen en la  
situación del Agua y Saneamiento  
en Lima y Callao en el año 2040?**



## Cuales son los factores que influyen la situación de Agua y Saneamiento en Lima y Callao?

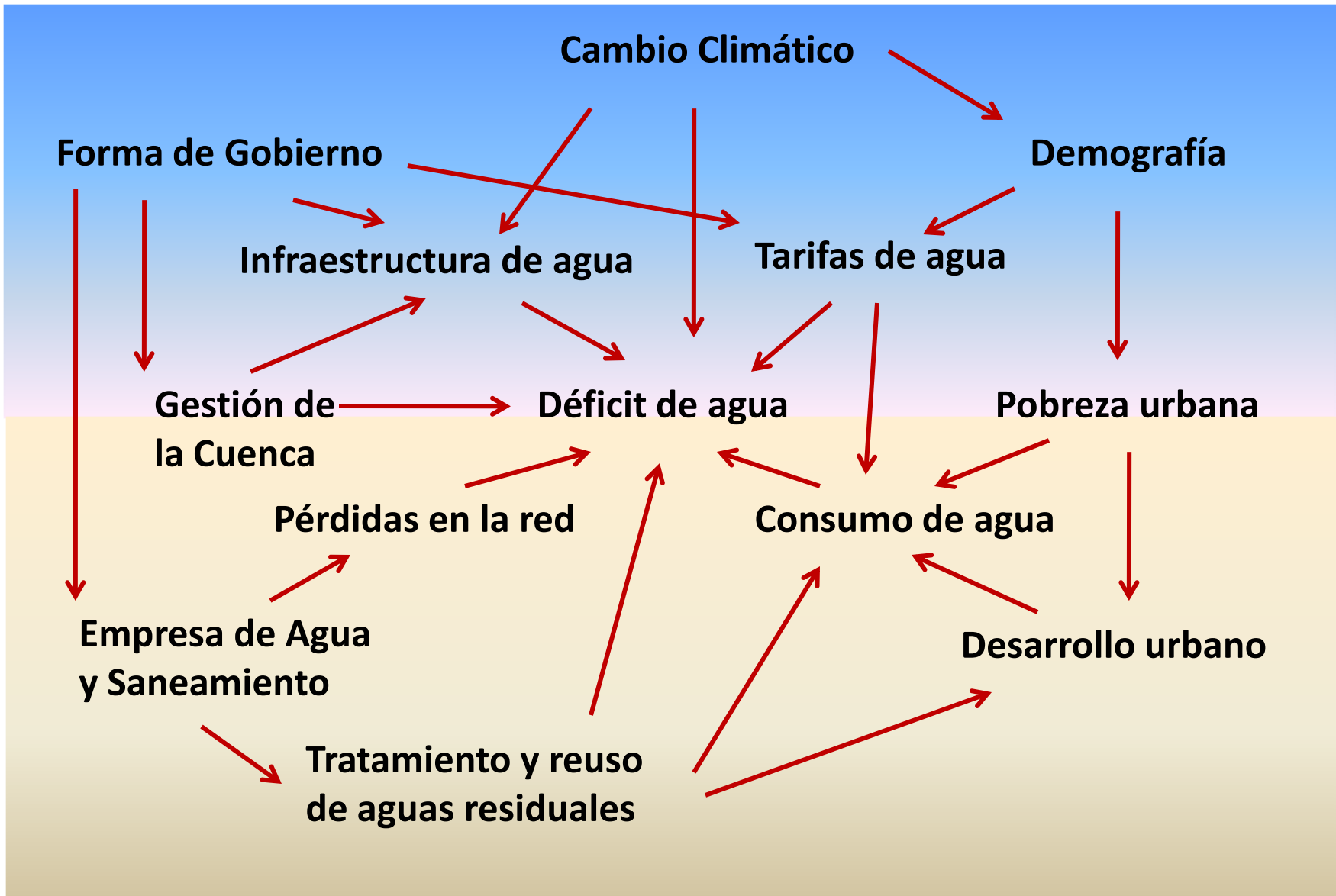
2030  
-40

Sociedad	Desarrollo de la ciudad	Agua	Aguas residuales	Tecnologías
<ul style="list-style-type: none"> <li>POBREZA URBANA</li> <li>CULTURA del AGUA</li> <li>Se incrementa (o no) la conciencia ciudadana sobre el agua</li> <li>patrones de consumo de agua se modifican (+ ahorro)</li> <li>EDUCACION EN EL USO DEL AGUA</li> <li>INEQUIDAD en PRESTACION DE SERVICIOS de Agua y DESAGUE</li> <li>CAPACIDAD de PAGO de AGUA y DESAGUE</li> <li>ECONOMIA FAMILIAR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Forma urbana (compacta o esparcida)</li> <li>Ampliación de áreas urbanas (mayor o menor densidad de agua?)</li> <li>Densidad / es urbana demanda per capita (litros)</li> <li>AUMENTA OBRERA INMOBILIARIA - DENSIFICACION</li> <li>LIMA CIUDAD DE SERVICIOS</li> <li>Se intensifica patrones residencial en edificios (con Com...)</li> <li>CONSERVACION DE ZONAS ECOLOGICAS</li> <li>CONSTRUCCION Sostenible (energía, materiales, agua, residuos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se usa (y ubica) Nuevas fuentes de agua (subterráneas?)</li> <li>REDUCCION DE LA CONTAMINACION</li> <li>Oferta de AGUA</li> <li>CAMBIO CLIMATICO oferta, redes</li> <li>DEMANDA de Agua</li> <li>DEMANDA de AGUA INSATISFECHA</li> <li>Conflictos de uso de agua (energía, industria...)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>TRATAMIENTO de AGUA REUTILIZADA</li> <li>REUSO AGUAS SERVIDAS PARA RIEGO PARQUEAJOS</li> <li>Se puede reutilizar después (y de qué manera?)</li> <li>Sistemas descentralizados de Saneam. Ecología</li> <li>SERVICIOS COMUNITARIOS de Agua plantonarios</li> <li>SERVICIOS de Abastecimiento de Agua y DESAGUE NO CONVENCIONAL</li> <li>ABARATAMIENTO COSTOS DESALINIZACION</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistemas de ahorro de agua y reciclaje de agua, ¿sí o no?</li> <li>Se pueden retirar de este sistema de agua y pasarlos a influjos aborradados</li> <li>INCENTIVOS PARA PRODUCIR EQUIPOS AHORRADO</li> <li>Se premia e incentiva a las industrias o no con incentivos y penalidades (según se desanda)</li> <li>SERVICIOS COMUNITARIOS de Agua plantonarios</li> <li>SERVICIOS de Abastecimiento de Agua y DESAGUE NO CONVENCIONAL</li> <li>ABARATAMIENTO COSTOS DESALINIZACION</li> </ul>





# 13 Descriptores para los Escenarios



# FORMA DE GOBIERNO



## A. Política Nacional

*Forma de gobierno del país (central-regional-local).*

**A1** Gobierno con capacidad de decisión y con visión

**A2** Gobierno sin capacidad de decisión y sin visión

# GESTIÓN DE LA EMPRESA DE AGUA Y SANEAMIENTO



## B. Gestión de la Empresa de Agua y Saneamiento

*Criterios: Independencia técnica, orientación al cliente, responsabilidad social, participación*

**B1** Privatización de la empresa de agua

**B2** Empresa estatal con autonomía

**B3** Empresa estatal sin autonomía

# TARIFAS POR SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO



## OFICINA COMERCIAL VIRTUAL

» CLIENTES

» CUENTAS

» SUMINISTROS

» MEDIDORES

» RECIBOS

» GRÁFICOS

» CONSULTAS

» PAGOS

» DEUDAS

» REQUERIMIENTOS

» REQUISITOS

» SUGERENCIAS

salir

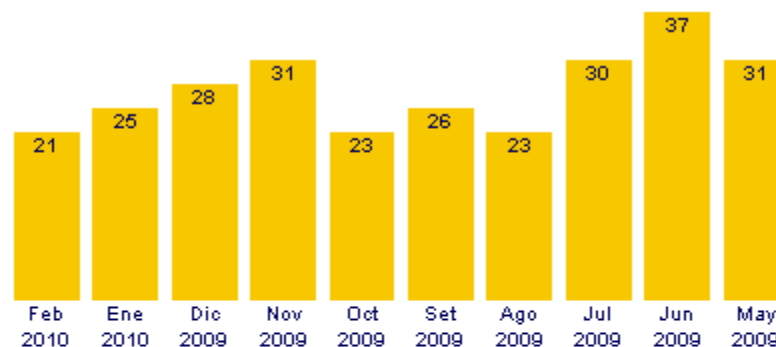


### Gráfica de Consumos Facturados

**Cliente:** Jose P Garagatti Arriola

**Dirección:** Ca 5 182 - Urb Rancho, El - Miraflores - Lima

**Nro Suministro:** 2610172



Valores en Metros Cúbicos

Aceptar



... es vida, no la desperdices. Los gráficos representan la evolución de su consumo de agua en

# C. Tarifas por Servicios de Agua y Saneamiento

**C1** Tarifa de agua baja

**C2** Tarifa de agua alta (sincerada)

# DEMOGRAFÍA





## D. Demografía

*Crecimiento de la población de Lima y Callao.*

**D1** Crecimiento poblacional alto (+2,0%)

**D2** Crecimiento medio (1,3%)

**D3** Crecimiento bajo (0,3%)

# POBREZA URBANA



## E. Pobreza urbana

**E1** Pobreza urbana incrementa

**E2** Pobreza urbana se mantiene

**E3** Pobreza urbana disminuye

# CONSUMO DE AGUA EN LOS HOGARES



## F. Consumo de Agua en los Hogares

*Cultura del Agua, Educación en ahorro y uso eficiente del agua, tecnologías de ahorro de agua (baños ecológicos, grifos ahorradores, etc.).*

**F1** Consumo de agua aumenta

**F2** Consumo de agua se mantiene igual

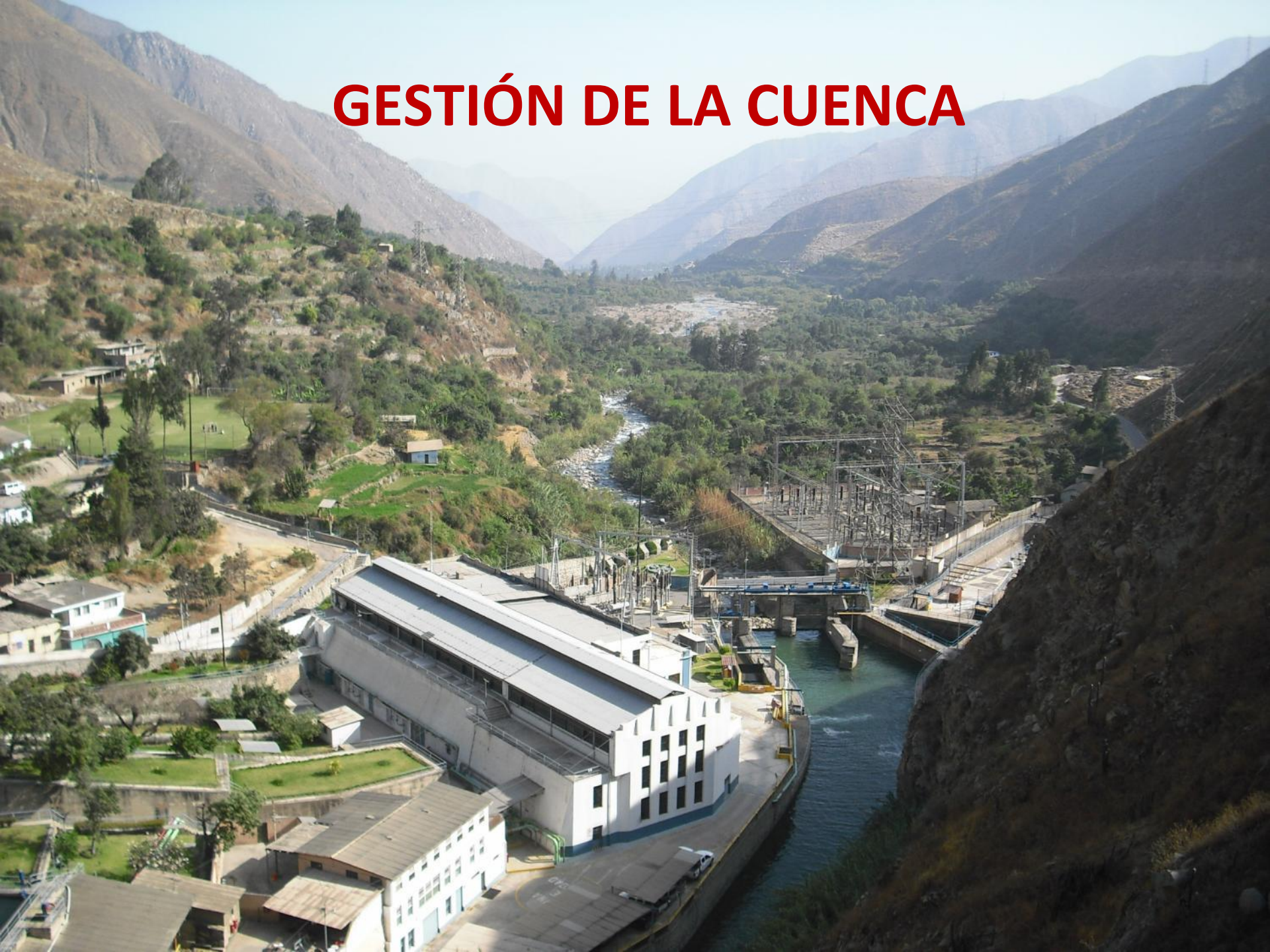
**F3** Consumo de agua disminuye

## G. Pérdidas de agua en la red

**G1** Pérdidas de agua aumentan

**G2** Pérdidas de agua disminuyen

# GESTIÓN DE LA CUENCA



## H. Gestión integradora de las cuencas

*Autonomía y poder de una Autoridad de la Cuenca.*

**H1** Autoridad Autónoma de la Cuenca con gestión integradora y concertación de actores

**H2** Autoridad Autónoma de la Cuenca con influencia de grupos individuales

**H3** Autoridad de la Cuenca con dependencia del gobierno y sin integración



# FORMA DE DESARROLLO URBANO

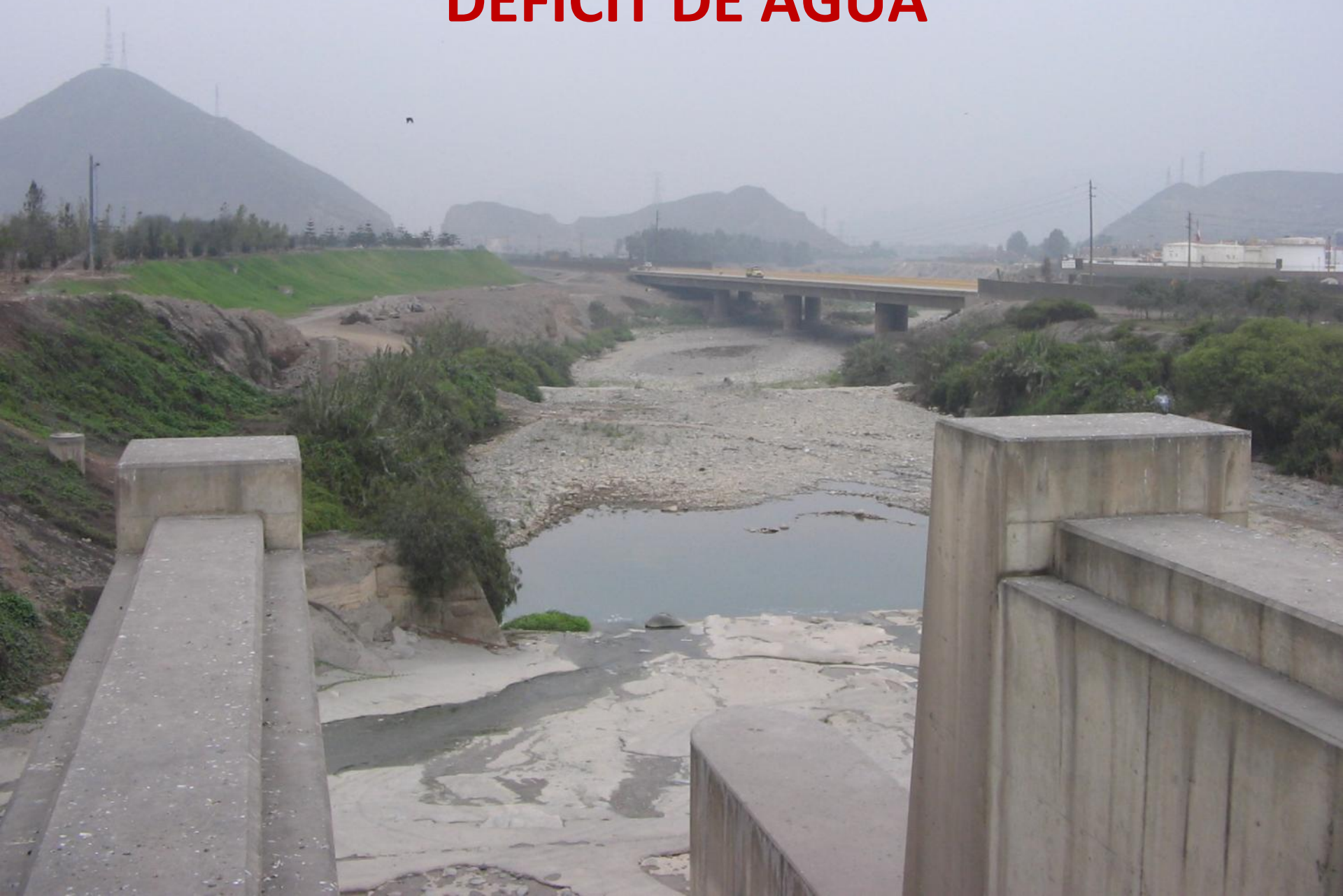


# I. Forma de Desarrollo Urbano

**I1** Desarrollo urbano sin áreas verdes

**I2** Desarrollo urbano con áreas verdes

# DÉFICIT DE AGUA



## J. Déficit de Agua

*Déficit de agua (demanda > oferta).*

**J1** Déficit de agua alto

**J2** Déficit de agua medio

**J3** No hay déficit de agua (oferta=demanda)

# AGUAS RESIDUALES



## K. Aguas residuales

*Tratamiento y reuso de aguas residuales.*

**K1** Tratamiento de aguas residuales a calidad de riego  
como actual (15%)

**K2** Tratamiento de aguas residuales a calidad de riego  
aumenta

# FUENTES DE AGUA



## L. Fuentes de Agua

*Infraestructura y fuentes de agua para abastecer la ciudad de Lima y Callao.*

- L2** Fuentes de agua aumentan (fuentes actuales + Marca II, IV, V + Desalinadoras)
- L1** Fuentes de agua se mantienen (fuentes actuales (Marca I y III), pozos subterráneos, etc.)
- L3** Fuentes de agua disminuyen (menos pozos subterráneos por sobreexplotación del acuífero o contaminación)



# CAMBIO CLIMÁTICO



# M. Cambio Climático

*Escenarios de cambio climático y su efecto en el caudal de los ríos Rímac, Chillón, Lurín.*

**M1** Escenario positivo: caudal incrementa

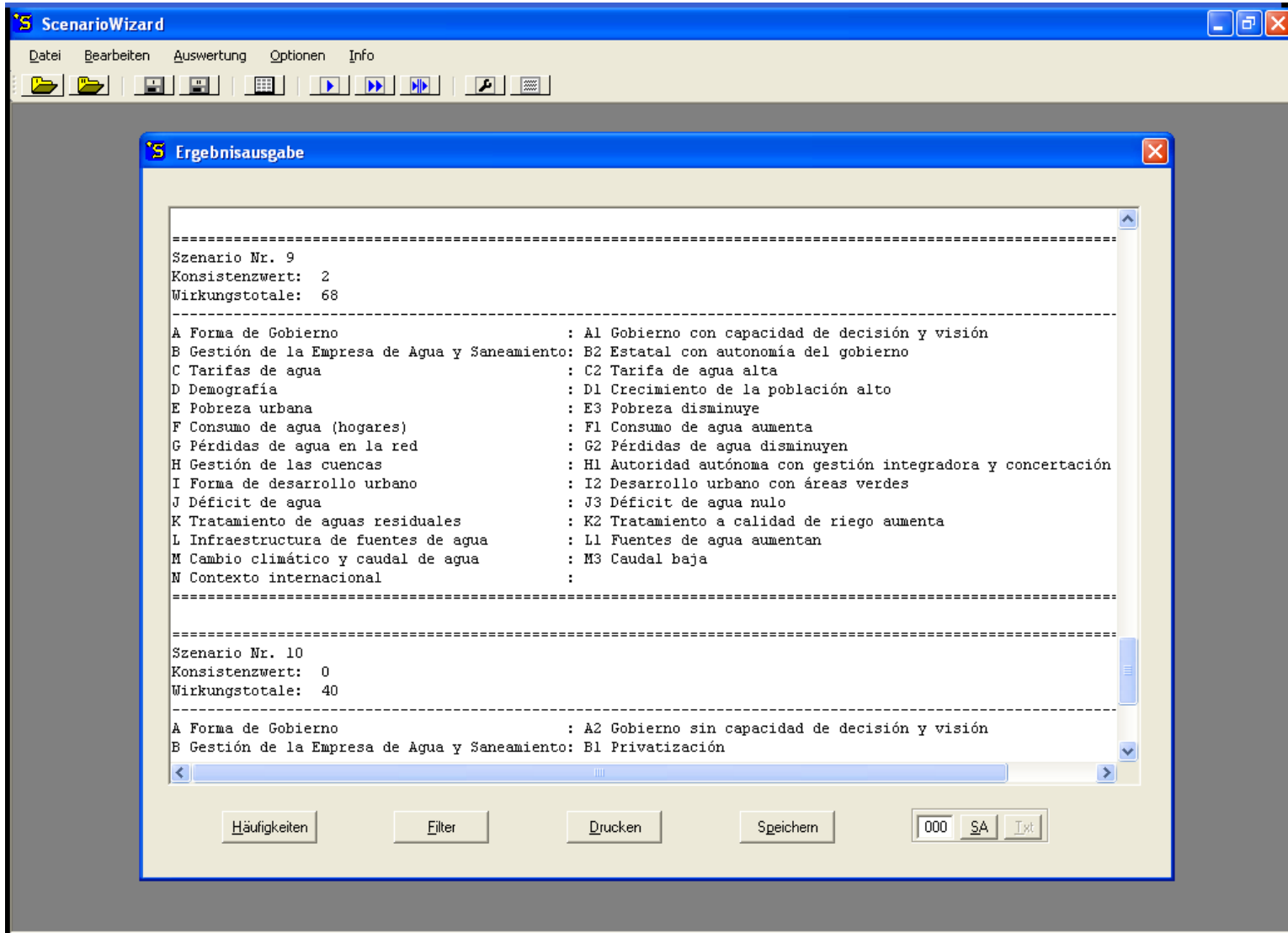
**M2** Escenario intermedio: caudal se mantiene

**M3** Escenario pesimista: caudal baja

**Matriz de**

		K2	L1	L2	L3	M1	M2	M3
		L			M			
<b>A Forma de Gobierno</b>		3	3	-1	-2	0	0	0
A1 Gobierno con capacidad de decisión y visión		-3	-3	1	2	0	0	0
A2 Gobierno sin capacidad de decisión y visión		2	2	-1	-1	0	0	0
<b>B Gestión de la Empresa de Agua y Saneamiento</b>	+ 3 efecto impulsor importante	1	2	-1	-1	0	0	0
B1 Privatización		0	-2	1	1	0	0	0
B2 Estatal con autonomía del gobierno		0	0	0	0	0	0	0
B3 Estatal sin autonomía del gobierno		2	2	-1	-1	0	0	0
<b>C Tarifas de agua</b>	+ 2 efecto impulsor significativo	0	0	0	0	0	0	0
C1 Tarifa de agua sin subsidio		2	2	-1	-1	0	0	0
C2 Tarifa de agua y aguas residuales	+ 1 Ligero efecto impulsor	0	0	0	0	0	0	0
C3 Tarifa de agua con subsidio		0	0	0	0	0	0	0
<b>D Demografía</b>	0 Ningún efecto, indiferente	0	0	0	0	0	0	0
D1 Crecimiento de la población alto		0	0	0	0	0	0	0
D2 Crecimiento de la población medio		0	0	0	0	0	0	0
D3 Crecimiento de la población bajo		0	0	0	0	0	0	0
<b>E Pobreza urbana</b>	- 1 Ligero efecto inhibitorio	0	0	0	0	0	0	0
E1 Pobreza extrema		0	0	0	0	0	0	0
E2 Pobreza moderada	- 2 Significativo efecto inhibitorio	0	0	0	0	0	0	0
E3 Pobreza extrema		0	0	0	0	0	0	0
<b>F Consumo de agua</b>	- 3 Importante efecto inhibitorio	0	0	0	0	0	0	0
F1 Consumo de agua sin subsidio		0	0	0	0	0	0	0
F2 Consumo de agua y aguas residuales		0	0	0	0	0	0	0
F3 Consumo de agua con subsidio		0	0	0	0	0	0	0
<b>G Pérdidas de agua</b>		0	0	0	0	0	0	0
G1 Pérdidas de agua sin subsidio		0	0	0	0	0	0	0
G2 Pérdidas de agua y aguas residuales		0	0	0	0	0	0	0
G3 Pérdidas de agua con subsidio		0	0	0	0	0	0	0
<b>H Gestión de la Infraestructura</b>		2	3	-1	-2	0	0	0
H1 Autoridad de agua sin subsidio		-1	-2	1	1	0	0	0
H2 Autoridad de agua y aguas residuales		0	0	0	0	0	0	0
H3 Autoridad de agua con subsidio		0	0	0	0	0	0	0
<b>I Forma de desarrollo</b>	<b>A Forma de Gobierno</b>							
I1 Desarrollo con capacidad de decisión y visión	A1 Gobierno con capacidad de decisión y visión	-1	3	-2	-3	2	1	-2
I2 Desarrollo sin capacidad de decisión y visión	A2 Gobierno sin capacidad de decisión y visión	1	-3	2	3	-2	-1	2
<b>J Déficit de agua</b>	<b>B Gestión de la Empresa de Agua y Saneamiento</b>							
J1 Déficit de agua sin subsidio	B1 Privatización	0	0	-2	3	-1	0	0
J2 Déficit de agua y aguas residuales	B2 Estatal con autonomía del gobierno	0	0	-3	2	1	0	0
J3 Déficit de agua con subsidio	B3 Estatal sin autonomía del gobierno	0	0	1	-1	0	0	0
<b>K Tratamiento de agua</b>	<b>C Tarifas de agua</b>							
K1 Tratamiento de agua sin subsidio	C1 Tarifa de agua sin subsidio	0	0	0	0	0	0	0
K2 Tratamiento de agua y aguas residuales	C2 Tarifa de agua y aguas residuales	0	0	0	0	0	0	0
K3 Tratamiento de agua con subsidio	C3 Tarifa de agua con subsidio	0	0	0	0	0	0	0
<b>L Infraestructura</b>								
L1 Fuentes de agua sin subsidio		0	0	0	0	0	0	0
L2 Fuentes de agua y aguas residuales		0	0	0	0	0	0	0
L3 Fuentes de agua con subsidio		0	0	0	0	0	0	0
<b>M Cambio climático</b>								
M1 Caudal inestable		1	-1	0	0	0	0	0
M2 Caudal se mantiene como en el pasado		3	-2	-1	0	0	0	0
M3 Caudal baja		2	-2	0	0	0	0	0

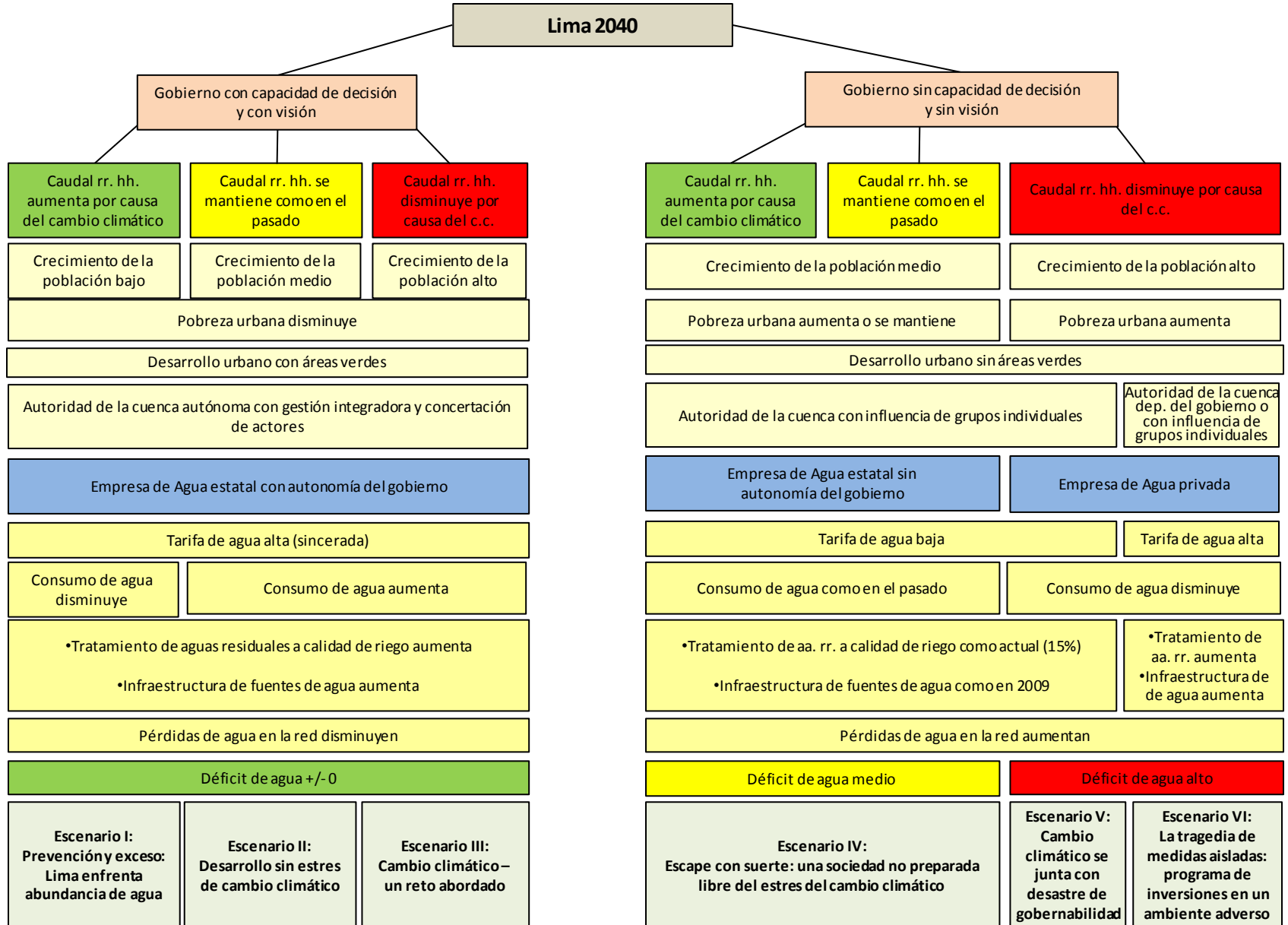
# Análisis de Escenarios con „ScenarioWizard“



The screenshot displays the ScenarioWizard application window. The main window has a menu bar with 'Datei', 'Bearbeiten', 'Auswertung', 'Optionen', and 'Info'. Below the menu is a toolbar with various icons. A sub-window titled 'Ergebnisausgabe' (Results Output) is open, showing the following text:

```
-----  
Szenario Nr. 9  
Konsistenzwert: 2  
Wirkungstotale: 68  
-----  
A Forma de Gobierno : A1 Gobierno con capacidad de decisión y visión  
B Gestión de la Empresa de Agua y Saneamiento: B2 Estatal con autonomía del gobierno  
C Tarifas de agua : C2 Tarifa de agua alta  
D Demografía : D1 Crecimiento de la población alto  
E Pobreza urbana : E3 Pobreza disminuye  
F Consumo de agua (hogares) : F1 Consumo de agua aumenta  
G Pérdidas de agua en la red : G2 Pérdidas de agua disminuyen  
H Gestión de las cuencas : H1 Autoridad autónoma con gestión integradora y concertación  
I Forma de desarrollo urbano : I2 Desarrollo urbano con áreas verdes  
J Déficit de agua : J3 Déficit de agua nulo  
K Tratamiento de aguas residuales : K2 Tratamiento a calidad de riego aumenta  
L Infraestructura de fuentes de agua : L1 Fuentes de agua aumentan  
M Cambio climático y caudal de agua : M3 Caudal baja  
N Contexto internacional :  
-----  
Szenario Nr. 10  
Konsistenzwert: 0  
Wirkungstotale: 40  
-----  
A Forma de Gobierno : A2 Gobierno sin capacidad de decisión y visión  
B Gestión de la Empresa de Agua y Saneamiento: B1 Privatización
```

At the bottom of the 'Ergebnisausgabe' window, there are several buttons: 'Häufigkeiten', 'Filter', 'Drucken', 'Speichern', and a numeric input field with '000', 'SA', and 'Int' buttons.





Water Governance

**Scenario III:**  
"Climate change - a mastered challenge"

**Scenario II:**  
"Development without climate change stress"

**Scenario I:**  
"Precaution and overshoot: Lima faces water surplus"



**Scenario VI:**  
"The tragedy of isolated measures: Investment program in adverse environment"

Climate Change















**Scenario V:**  
"Climate change stress meets governance-disaster"



**Scenario IV:**  
"Lucky escape: an unprepared society remains free from climate change stress"

green= no water deficit  
yellow=moderate water deficit  
red=high water deficit

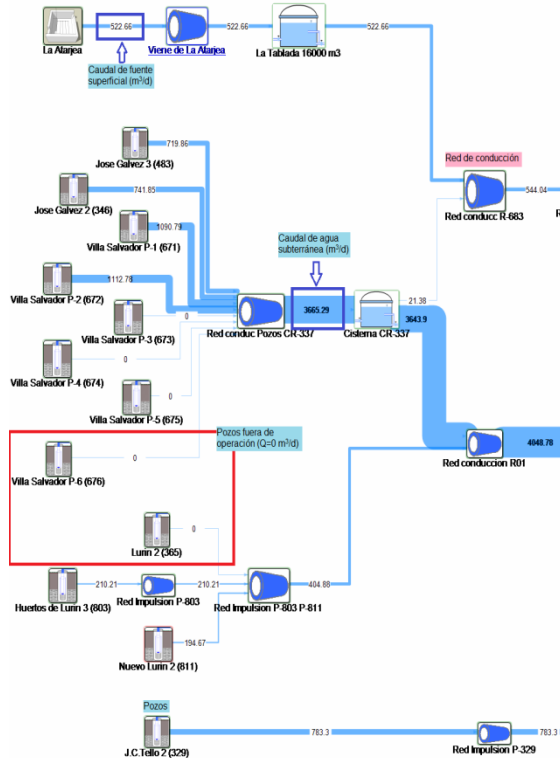
Descripción del escenario	CC y caudal	Déficit
<p><b>I Precaution and overshoot: Lima faces water surplus</b> An alarmed and capable society takes determined measures. A surprisingly favorable climate change (regarding the local water resources) may lead in the end to more than water deficit compensation. Although this scenario might be unlikely and should be not misunderstood as an appeal to inactivity, it is part of the space of possibilities.</p>		
<p><b>II Development without climate change stress</b> A moderate climate development avoids stress factors (water resource decrease, rural exodus) and issues no severe challenges to capable water governance. The water deficit can be safely compensated and the growing water demand of a prospering metropolis can be satisfied by determined infrastructure measures.</p>		
<p><b>III Climate change - a mastered challenge</b> An alarmed and capable society takes determined measures (organizational, infrastructure, savings) to respond to the challenge of a severe climate change stress (water resource decrease, rural exodus) and narrowly succeeds (although a failure was not impossible).</p>		
<p><b>IV Lucky escape: an unprepared society remains free from climate change stress</b> An inactive society tries its luck. No determined measures are taken to improve the water supply and to prepare for climate change. A positive climate development justifies the policy of inaction to some extent, but it leaves Lima behind with its unsolved home-made water problems.</p>		
<p><b>V Climate stress meets governance-disaster</b> An inactive society with unprepared water governance faces the cruelty of a severe climate change. Decreasing water resources, rural exodus and a neglected infrastructure combine to a desperate situation. This scenario marks the worst case of the LiWa scenario set. No final judgment was made so far whether it should be considered also as the non-surprise/trend scenario.</p>		
<p><b>VI The tragedy of isolated measures: Investment program in an adverse environment</b> In this scenario the water governance actors divide up into an active and an inactive part. While determined infrastructure measures are taken, other fields remain untreated and fail to back the undertaken measures with a supporting background.</p>		

## Siguientes pasos

- Cuantificar descriptores/escenarios
- Ingresar información/data de los escenarios a la herramienta de modelamiento „LiWaTool“ para visualizar los escenarios
- Discutir con los actores clave y tomadores de decisiones posibles medidas para enfrentar los desafíos en el sector Agua y Saneamiento de Lima y Callao
- Definir criterios de evaluación
- Utilizar LiWaTool en la evaluación de medidas/acciones
- Elaborar una estrategia de adaptación al cambio climático



# LiWatool: Simulación y visualización del sistema urbano de agua y aguas residuales

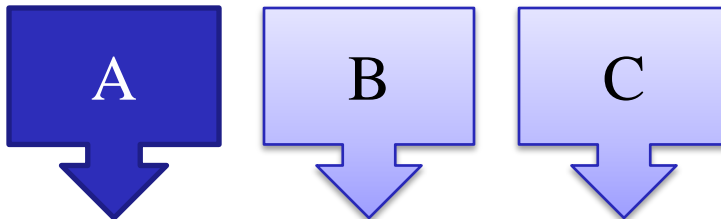


„LiWatool“

Google Earth

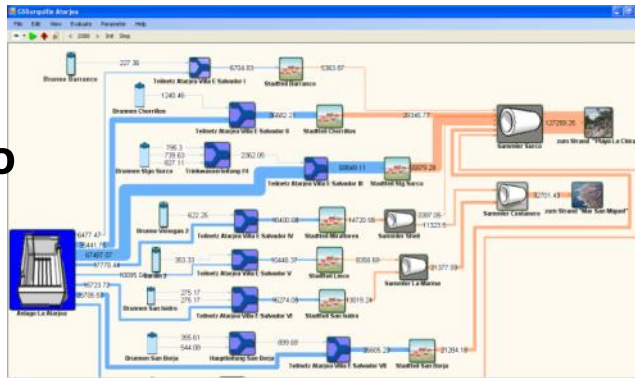
# LiWa: Modelo de gestión participativa

Escenarios



Input data

Modelamiento  
LiWaTool



Output results



Recomendaciones para estrategias y medidas de adaptación

Participación  
stakeholders



Muchas gracias!

Christian D. León

leon@lima-water.de

<http://www.lima-water.de>