



UNIVERSIDAD  
ANTONIO RUIZ DE MONTOYA  
LA UNIVERSIDAD JESUITA DEL PERÚ



Conferencia:

# AGUA & DESAGÜES

Organiza:  
DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN E INCIDENCIA  
UARM

EN UNA MEGACIUDAD: LIMA METROPOLITANA

12 de marzo del 2010

6:30 p.m. - Auditorio de la UARM

INGRESO LIBRE

Se analizará la situación del agua y desagüe en Lima Metropolitana, presentando las iniciativas que, desde diferentes instituciones como Sedapal, se vienen desarrollando con miras a tener una mejor situación en el futuro. Asimismo, se expondrá el proyecto "LiWa - Lima Water" - "Manejo sostenible del agua y las aguas residuales en centros de crecimiento urbano que se adapte al cambio climático".

Expositor: Dr. Manfred Schütze (Alemania)

Investigador del Departamento de Informática Ambiental en el Instituto de Investigación IFAK - Institut für Automation und Kommunikation de Magdeburg, Alemania. Doctor en Desarrollo y Control de Sistemas de Agua en el Imperial College London (Inglaterra). Actual Coordinador General del Proyecto "LiWa".

Informes e inscripciones:

t (511) 719-5990 / 424-5322 opción 1 e eventos@uarm.edu.pe

Av. Paso de los Andes 970, Pueblo Libre, Lima - Perú

[www.uarm.edu.pe](http://www.uarm.edu.pe)

ifak

Universidad Antonio Ruiz de Montoya (UARM)  
Lima, 12.03.2010

LiWa

## Agua y Desagüe en una megaciudad: Lima Metropolitana

Manfred Schütze

ifak e. V. Magdeburg



Werner-Heisenberg-Str. 1  
39106 Magdeburg, Alemania



+49-391-9901470



+49-391-9901590

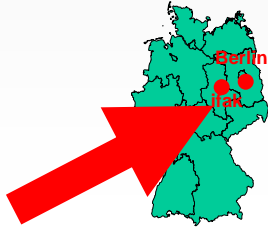


manfred.schuetze@ifak.eu

ifak

ifak –  
Institut für Automation und Kommunikation **LiWa**

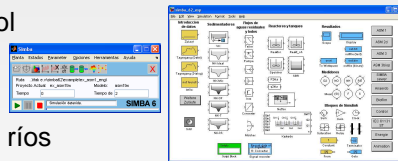
- Instituto de Investigación aplicada sin fines de lucro el cual cuenta con 50 empleados en diferentes áreas
- Afiliada a la universidad Otto-von-Guericke de Magdeburgo
- Realiza proyectos de investigación con financiamiento Nacional y de la Unión Europea
- Contratos directos y cooperación con muchas empresas y autoridades relacionadas al ámbito del agua
- Complementación entre la investigación y la aplicación



ifak

ifak –  
Departamento “Informática en medio ambiente” **LiWa**

- Modelación y simulación para el diseño, planeamiento y operación
- Off-line and on-line simulación y control
- Redes de alcatarillado, PTAR, ríos
- Programa de Simulación SIMBA para redes de alcatarillado, PTAR, ríos
- Modelación, procesamiento y transferencia de datos
- Organizaciones nacionales e internacionales: IWA, DWA, VDI, ...



- Implementación y clientes entre ellos:
  - **PTAR Magdeburgo, asi como otras PTAR**
  - **Control de redes de alcatarillado: Magdeburgo, Interceptor „Emscher“**
  - **Grandes autoridades „Ruhr“, „Wupper“, „Emscher“**
  - **Consultoría en estos temas**

ifak

## Contenido

LiWa

- El lugar: Perú – Lima Metropolitana
- El tema: agua y aguas residuales
- El agua en Lima
  
- Desafíos y como combatarles – El proyecto „LiWa“
  - Metodología general
  - Macromodelización de todo de Lima

ifak

## Perú

LiWa

### Himno de Inglaterra XIX. siglo:

The image displays two pages from a hymn book. The left page is titled "MISSIONS" and "From Greenland's Icy Mountains" (number 495). It includes the lyrics: "1 From Green-land's ic-y moun-tains, From In-dia's cor-al strand, 2 What though the spic-y breez-es Blow soft o'er Cey-lon's isle; 3 Can we whose souls are light-ed With wis-dom from on high, 4 Wait, wait, ye winds, His sto-". The right page is titled "549. Von Grönlands Eiskefaden." and includes the lyrics: "1. Von Grönlands Eis-ge-Haeben, Von Indiens Kor-allestrand, Von Ozean's gelbem 2. O du auch gewaltig: Ich binde dich Grönland In-fernen, der ewigen Eis-berge". A yellow box highlights the German title "Version alemán de este himno (XIX siglo):" and another yellow box at the bottom highlights "... de los caminos con color oro del Perú".

ifak

## Lima Metropolitana

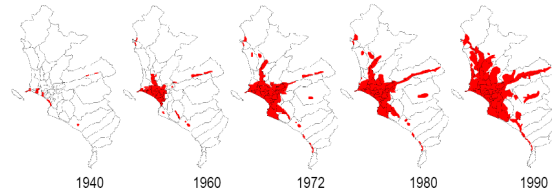


### Lima – una ciudad creciendo

- 8 millones habitantes, crecimiento anual: 2.1 %
- Diversidad social
- Ciudad seca (9 mm precipitación anual)



Mapa 2.2.3 Evolución de la expansión urbana de Lima Metropolitana: 1821-2000

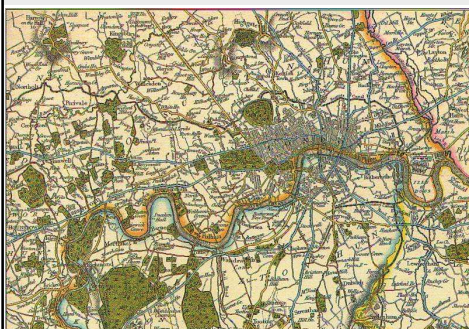


Fuente: Ludeña, 2004.  
Elaboración: Grupo GEA.

Crecimiento urbano en Lima



## Crecimiento urbano



London, 1835



London, 2000



## Aguas y desagües Su importancia



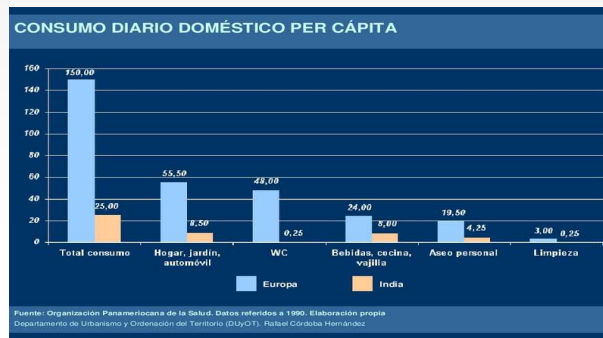
- ❑ “Agua es la Vida – Cuidalo” (SEDAPAL)
- ❑ Jesucristo: „De aquel que cree en mí, como dicde la Escritura, brotarán ríos de agua vida“ (Juan7, 37)
- ❑ ...



## Aguas y desagües



- ❑ Consumo diario de c/u persona: 30 – 400 l/s
- ❑ Cade año cade persona:
  - ❑ 10000 – 120000 litros de agua
  - ❑ 45 kg materias fecales
  - ❑ 500 litros de orina



## Aguas y desagües



- Usos de agua
  - Alimentación
  - Bañarse
  - Servicios higienicos
  - Limpieza
  - Riego (jardines, agricultura)
  
- Fuente de alimentación, plantas, ...
- Transporte
- ...



## Aguas y desagües



- Usos de desagües
  - Transporte de las materias fecales
  
  - Riego (jardines, agricultura)
  
  - Fuente de abonos?
  - Servicios higienicos?
  - Limpieza?
  - El calor de desagües para generar energia?
  - Separación de varios componentes de desagües?
  - ...



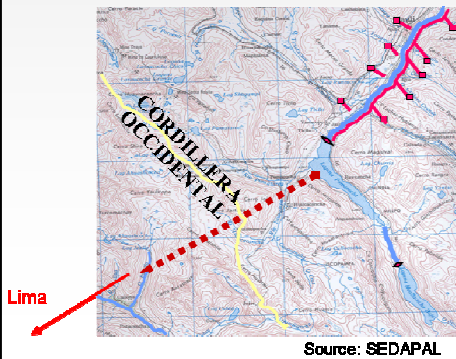


## Aguas y desagües en Lima Metropolitana



### □ Agua en Lima

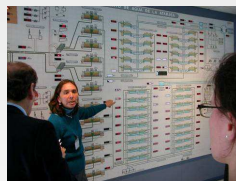
- Escasez de agua; tunel transandinos, Amazonia
- Disponibilidad de agua: rios y aguas subterranas
- Pocos aguas residuales son tratadas
- Conflictos del uso de agua: Energía, minas, población



## Aguas y desagües en Lima Metropolitana



Rio Rimac



Red de agua potable



Camiones cisternas para 20%



Proyectos "Ecological Sanitation"



Descarga al Mar



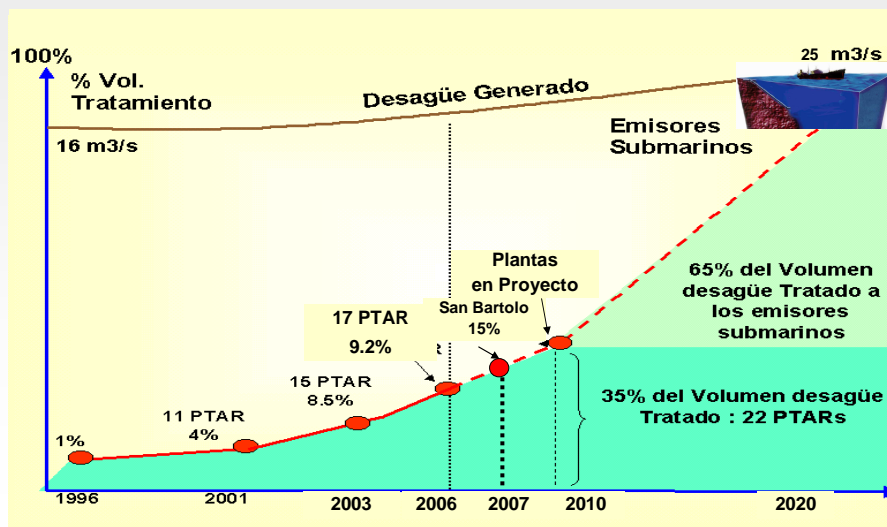
PTAR Carapongo



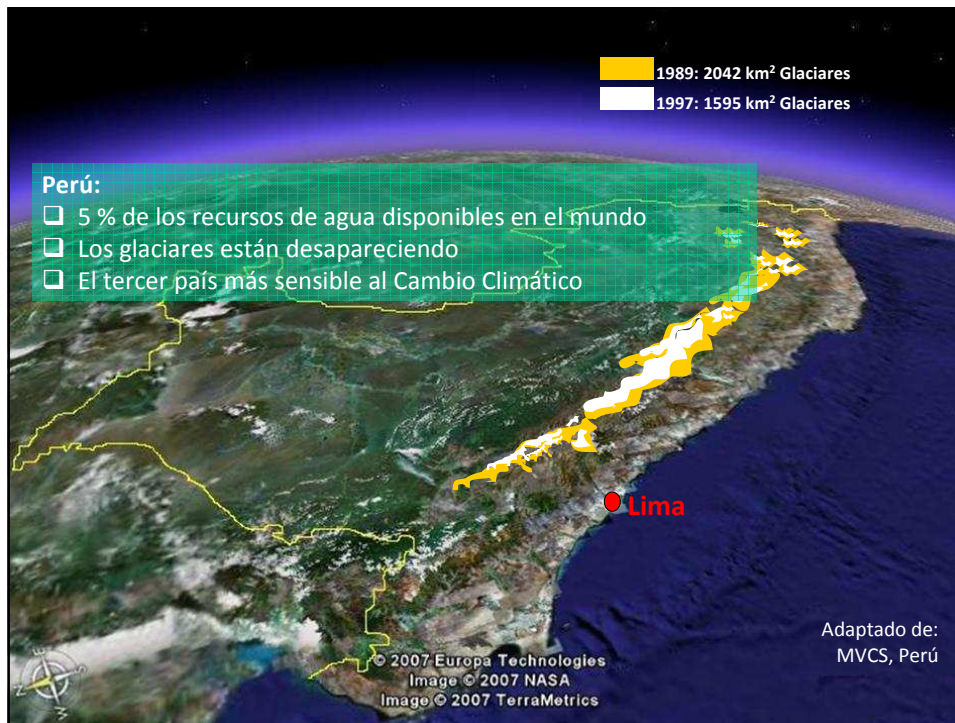
## Tratamiento de aguas residuales



## Aguas y desagües en Lima Metropolitana Tratamiento de aguas residuales







## Aguas y desagües en Lima Metropolitana Desafíos



- Cambio climático
- Crecimiento de población
- Población quiere más conexiones y/o mejor servicio
- Construcción y mantenimiento de infraestructura, gastos
- Conflicto en uso
- Aspectos institucionales
- ...

## Aguas y desagües en Lima Metropolitana Medidas posibles



- Infraestructura
  - Reducción de pérdidas en la red
  - Reducción conexiones clandestinas
  - Más reservorios en los Andes
  - (Sobre)explotar aguas subterráneas
  - Plantas para desalinización
  - Reuso de aguas residuales (tratadas)
  - Plantas de tratamiento de aguas residuales
- Conexión de más gente a la red de agua potable
- Reducción del consumo
  - Equipo para ahorrar agua
  - Campañas "Ahorrar agua"
  - Micromedición
- Y muchos más ...



## El proyecto peruano-alemán „LiWa“



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

#### „Lima Water“ (LiWa)



Coordinador: Dr. Manfred Schütze, IFAK Magdeburg, [manfred.schuetze@ifak.eu](mailto:manfred.schuetze@ifak.eu)  
Coordinador Perú: Dipl.-Ing. Christian León, ZIRN, Universidad de Stuttgart, Lima



## El contexto del proyecto “LiWa”

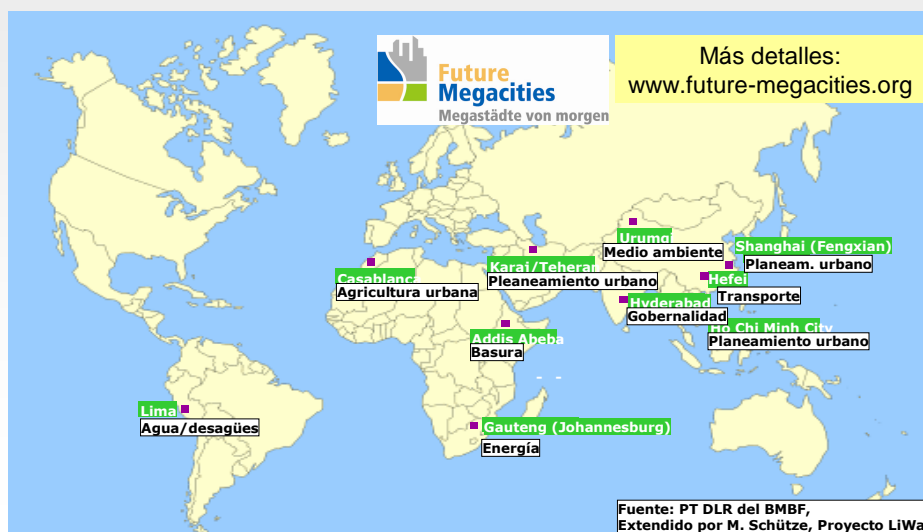


BMBF – Ministerio alemán de Educación e Investigación

- Financiamiento de proyectos de investigación científica aplicada
  - Programa: “Energy- and climate-efficient structures in urban growth centres”
- 2005 – 2008: Fase inicial
  - 2007: Convocatoria del BMBF: 10 proyectos seleccionados, siendo uno de ellos : LiWa – Lima Water
  - 2008 – 2013: Fase principal, financiamiento por parte del BMBF



## El contexto del proyecto : Proyectos megaciudades en cambio climático del BMBF



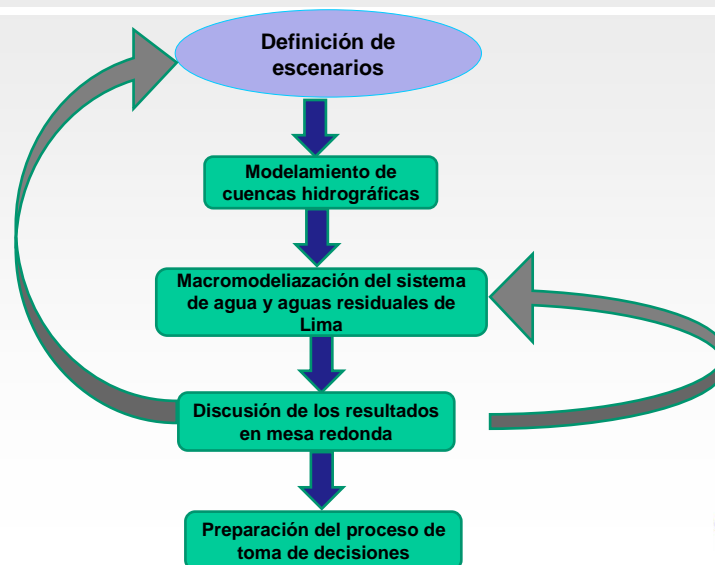
## Socios del Proyecto "LiWa"



- Perú
  - SEDAPAL S.A.
  - Universidad Nacional de Ingeniería
  - Foro Ciudades para la Vida
  - FOVIDA
- Alemania
  - ifak e. V. Magdeburg (Coordinador)
  - ZIRN, University of Stuttgart
  - IWS, University of Stuttgart
  - UFZ Environmental Research Centre
  - Ostfalia University of Applied Sciences
  - Dr. Scholz & Dalchow
- Financiamiento: BMBF and BMZ

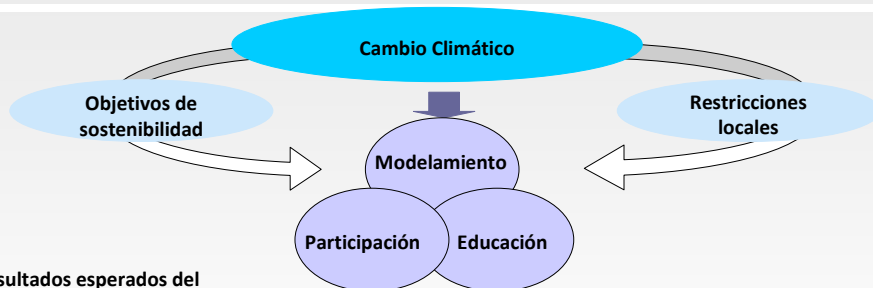


## Metodología general del Proyecto LiWa

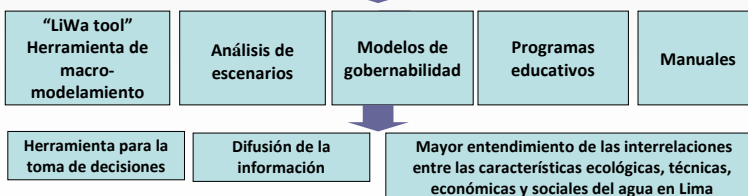


## Sinópsis del Proyecto "LiWa"

**LiWa**



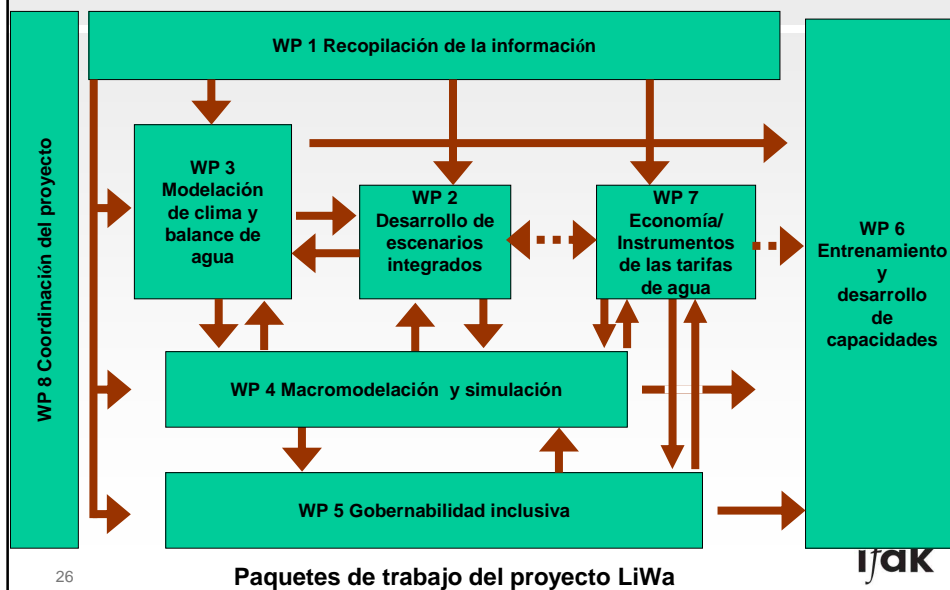
Resultados esperados del proyecto:



**ifak**

## Paquetes de trabajo

**LiWa**



**ifak**

## Resultados esperados del Proyecto LiWa



1. **Escenarios para el futuro**, integrando la socio-economía y las ciencias naturales.
2. **Herramienta "LiWatool" de macromodelamiento**, del sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Lima y Callao, para la evaluación de opciones técnicas y apoyo a la toma de decisiones.
3. **Espacios para la discusión y participación**, de los diferentes actores involucrados.
4. **Recomendaciones para la implementación de medidas tecnológicas**, y otras medidas de oferta y demanda (p.e. reuso)
5. **Propuestas para un sistema tarifario sostenible**, tomando en cuenta los factores culturales y sociales.
6. **Propuesta para un modelo participativo**, de la Gobernabilidad del Agua en Lima y Callao.
7. **Cursos y entrenamiento para la formación de profesionales**, capacitados en temas de recursos hídricos, tecnologías y gestión (Becas DAAD).



## WP2: Escenarios



- Objetivo: Análisis de escenarios para el año 2040 (agua)
- Escenarios: posible desarrollo del futuro (ninguna proyección)
- Conexión con el ámbito socio-económico
- Input para el macromodelamiento
- Desarrollo de los escenarios: por los socios peruanos
- Escenarios útiles para la actualización del Plan Maestro?





## WP2: Escenarios



<b>A Forma de Gobierno</b>
A1 Gobierno con capacidad de decisión y con visión
A2 Gobierno sin capacidad de decisión y sin visión
<b>B Gestión de la empresa</b>
B1 Privatización de la empresa de agua
B2 Empresa estatal con autonomía
B3 Empresa estatal sin autonomía
<b>C Tarifas de Agua</b>
C1 Tarifa de servicio convencional a base del consumo de agua
C2 Tarifa de servicio convencional a base del consumo de agua y aguas residuales
C3 Tarifa de servicio no convencional con subsidio
C4 Tarifa de servicio no convencional sin subsidio
<b>D Demografía</b>
D1 Crecimiento de la población de Lima alto (+1,3%)
D2 Crecimiento de la población medio (0,9%)
D3 Crecimiento de la población bajo (0,3%)
<b>E Pobreza urbana (NBI e ingresos)</b>
E1 Pobreza urbana se mantiene
E2 Pobreza urbana disminuye
E3 Pobreza urbana incrementa

<b>F Medidas de ahorro de agua (Educación y tecnologías)</b>
F1 Expansión a 10% de la población
F2 Expansión a 20% de la población
F3 Expansión a 50% de la población
<b>G Gestión de las cuencas</b>
G1 Gestión integradora con concertación de actores
G2 Gestión no integradora
<b>H Forma de desarrollo urbano</b>
H1 Forma urbana compacta con áreas verdes
H2 Forma urbana expandida
H3 Tugurización (más edificios sin espacios verdes)
<b>J Déficit de agua</b>
J1 Déficit de agua alto (demanda > oferta)
J2 Déficit de agua medio
J3 Déficit de agua +/- 0 (demanda = oferta)
<b>K Aguas residuales</b>
K1 Tratamiento de 100% aguas residuales sin reutilización
K2 Tratamiento de 100% aguas residuales con reutilización de 20-40%
K3 Tratamiento de 80% aguas residuales sin reutilización
K4 Tratamiento de 80% aguas residuales y reutilización de 20-40%
<b>M Cambio climático y balance hídrico</b>
M1 CC y caudal incrementa
M2 CC y caudal medio/se mantiene como en el pasado
M3 CC y caudal baja
<b>N Contexto internacional</b>

Descriptorios (borrador)

29



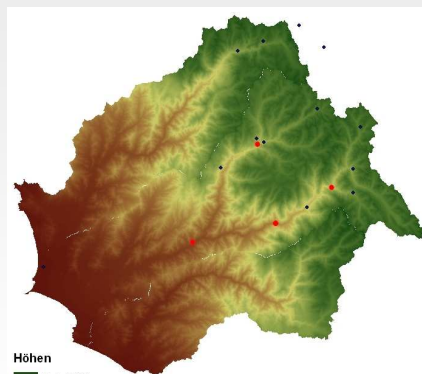
## WP3: Modelamiento del clima y balance de agua



- Recopilación de datos hidrológicos
- Interpolación de datos de precipitación
- Reducción de modelos de clima
- Modelo de balance de agua
- Generación de energía hidroeléctrica (embalses)

### Próximos pasos:

- Continuation de la recopilación de datos, operación de embalses
- Análisis de los proyectos (Marca I, III, II, IV, V, ...), ...



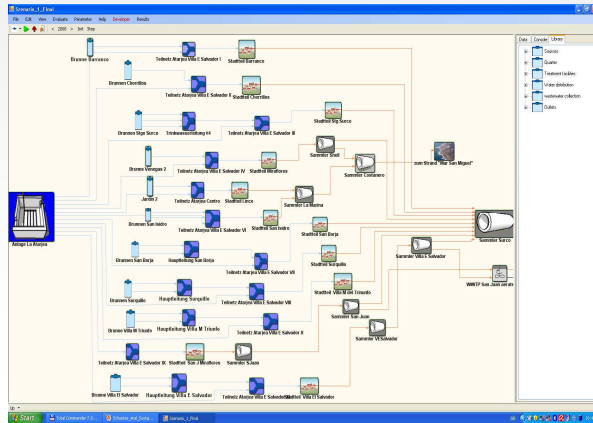
Estaciones de medición de caudales y de precipitación de las cuencas del Rimac, Chillón, Lurín



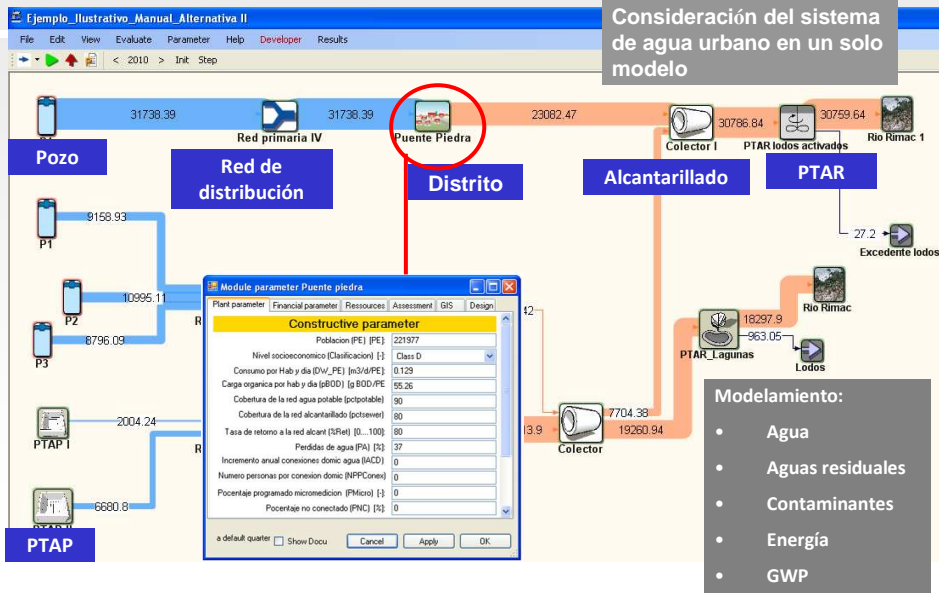
## MODELAMIENTO: "LiWatoool" – Sistema de modelamiento a nivel macro de sistemas urbanos (agua potable/aguas residuales en Lima)



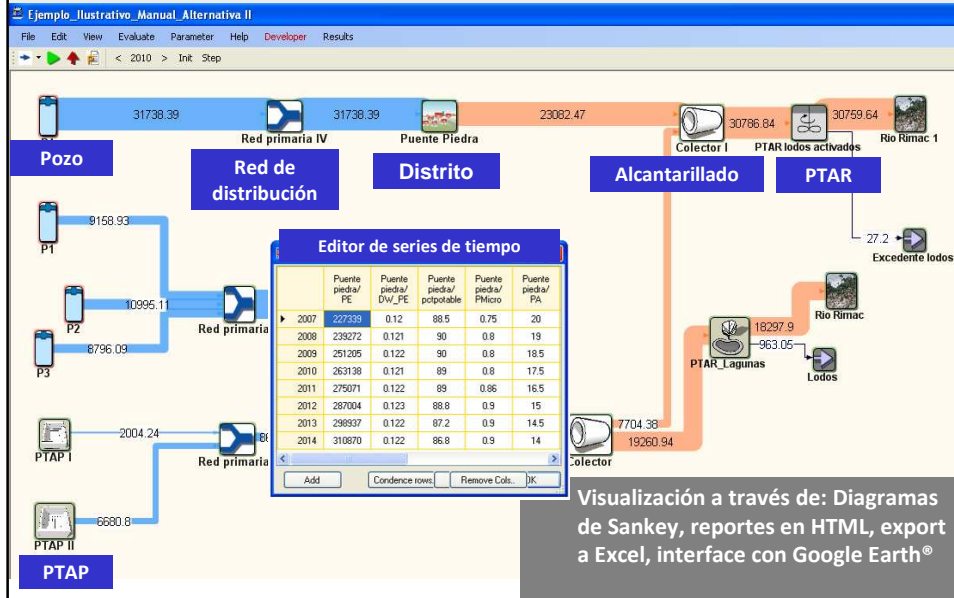
- Planeamiento y análisis del sistema de agua potable y aguas residuales en Lima Metropolitana
- Modelamiento y visualización de escenarios y variantes
- Modelamiento de
  - Agua
  - Aguas residuales
  - contaminación
  - energía
  - otros
  - índice GWP (global warming potential)
  - parámetros cualitativos



## "LiWatoool" – Sistema de modelamiento a nivel macro



## “LiWatool” : Ejemplo sencillo de aplicación



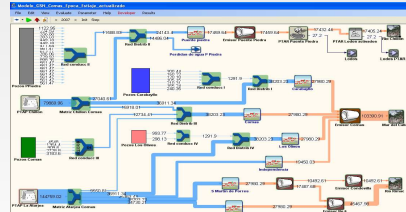
## Algunos aspectos de “LiWatool”



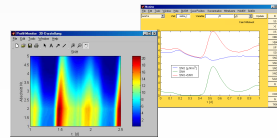
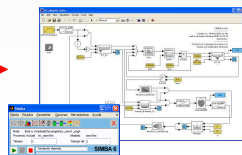
## Modelamiento

LiWa

- Modelamiento del sistema de Lima total (“macro-modelling”; “LiWatool”)



- Modelamiento de plantas individuales



ifak

LiWa

Definición de escenarios

Modelamiento de cuencas hidrográficas

Macromodelización del sistema de agua y aguas residuales de Lima

Discusión de los resultados en mesa redonda

Preparación del proceso de toma de decisiones

### WP5: Gobernanza, Participación

- Objetivo: Mejorar y hacer mas eficiente la cooperación de las instituciones responsables en el tema del agua (por ejemplo, SEDAPAL, gobiernos locales, Ministerios, sociedad civil, ciencia)

ifak

## WP6: Capacitación



### □ Educación universitaria

- Intercambio de estudiantes Peru - Alemania
- Talleres en la UNI y en la Universidad Ostfalia

### □ Con SEDAPAL

- Cursos „LiWatool“ y „SIMBA“

#### **Próximos pasos:**

- *Cursos profesionales?! (UNI, CIP??)*
- *Posible apertura del programa de becas del DAAD a las megaciudades*

□ Quizás habrá un nuevo programa especial de becas del financiado por el Servicio de Intercambio Académico Alemán (DAAD) aplicado a las megaciudades

- **Estadías de expertos en Alemania**
- Esperemos que habrán convocatorias pronto



37

## WP7: Economía: Tarifas de agua



### Desafío 1

- Ingresos de tarifas no cubren los costos (inversiones, costos ambientales externos)

### Desafío 2

- Ninguna distinción entre cantidad de agua potable, aguas residuales y contaminación

### Desafío 3

- Diferenciación según consumo <-> ingreso, Subsidios cruzados

### Desafío 4

- Ninguna regulación de tarifas para los habitantes no conectados al red de agua potable

### Desafío 5

- Opinión pública sobre las tarifas

#### **Próximos pasos:**

- *Incluir tarifas en LiWatool*
- *Análisis de sistemas de tarifas para Lima*



MUCHAS GRACIAS!

Projekt „LiWa“

[www.lima-water.de](http://www.lima-water.de)

[manfred.schuetze@ifak.eu](mailto:manfred.schuetze@ifak.eu)

**LiWa**