

**Gestión sostenible del agua y las aguas residuales
en la megaciudad Lima,
basada en la macromodelización y la participación
en la toma de decisiones**

Christian D. León

ZIRN Universität Stuttgart

Gloria Robleto, Manfred Schütze, Jens Alex

Ifak e.V. Magdeburg

Congreso Nacional del Agua

Lima, 7-9-4.2010



Proyecto LiWa

FOMENTADO POR EL



Ministerio Federal
de Educación e
Investigación
(BMBF)

- “Gestión sostenible del agua y las aguas residuales en centros de crecimiento urbano afrontando el cambio climático - Conceptos para Lima Metropolitana (Perú)”
- Marco general: Programa de investigación del gobierno alemán “Desarrollo sostenible en Megaciudades del Futuro – Energía y Cambio Climático”
- Financiamiento: Ministerio Federal de Educación e Investigación, Alemania (BMBF), 2008-2013
- Socios:
 - Alemania: Ifak, Universidad de Stuttgart, UFZ Leipzig, Universidad Ostfalia, Ingenieurbüro Scholz & Dalchow
 - Perú: SEDAPAL, Universidad Nacional de Ingeniería, Foro Ciudades para la Vida, FOVIDA

LiWa

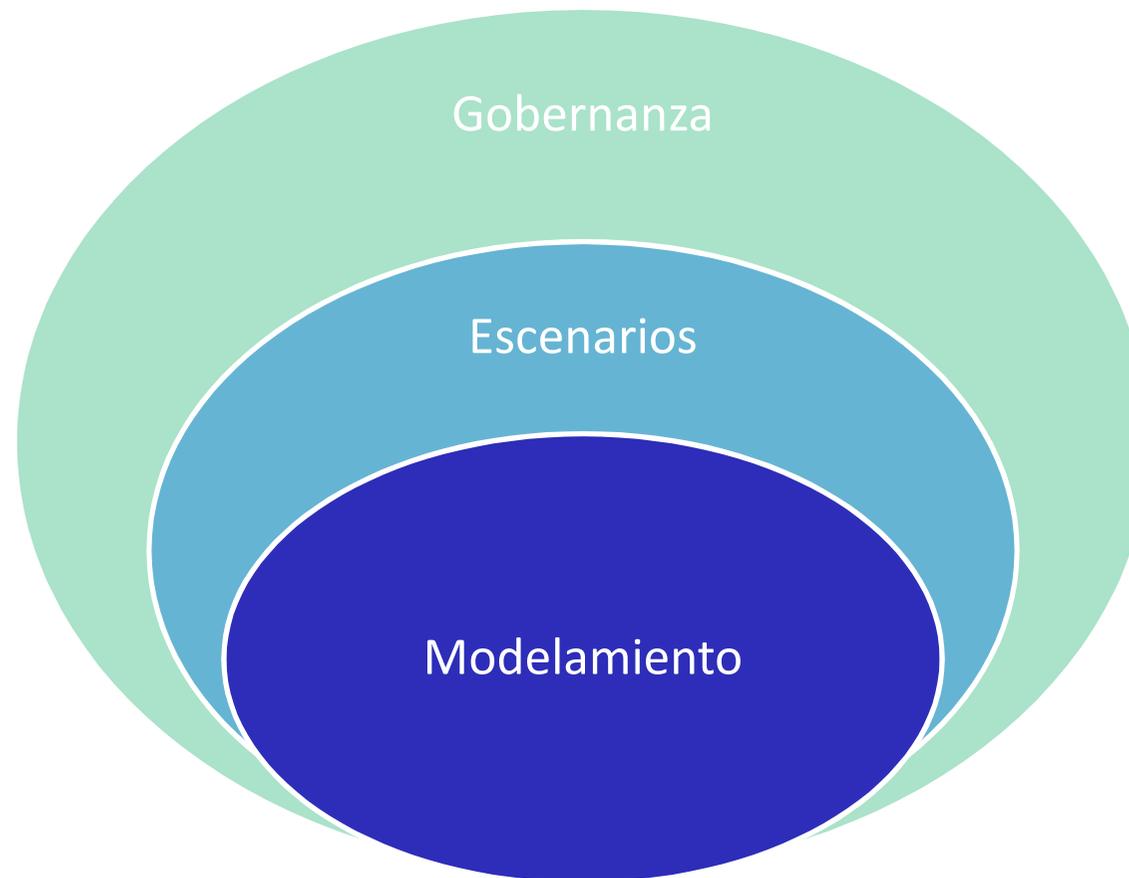
Objetivos del Proyecto LiWa

- 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

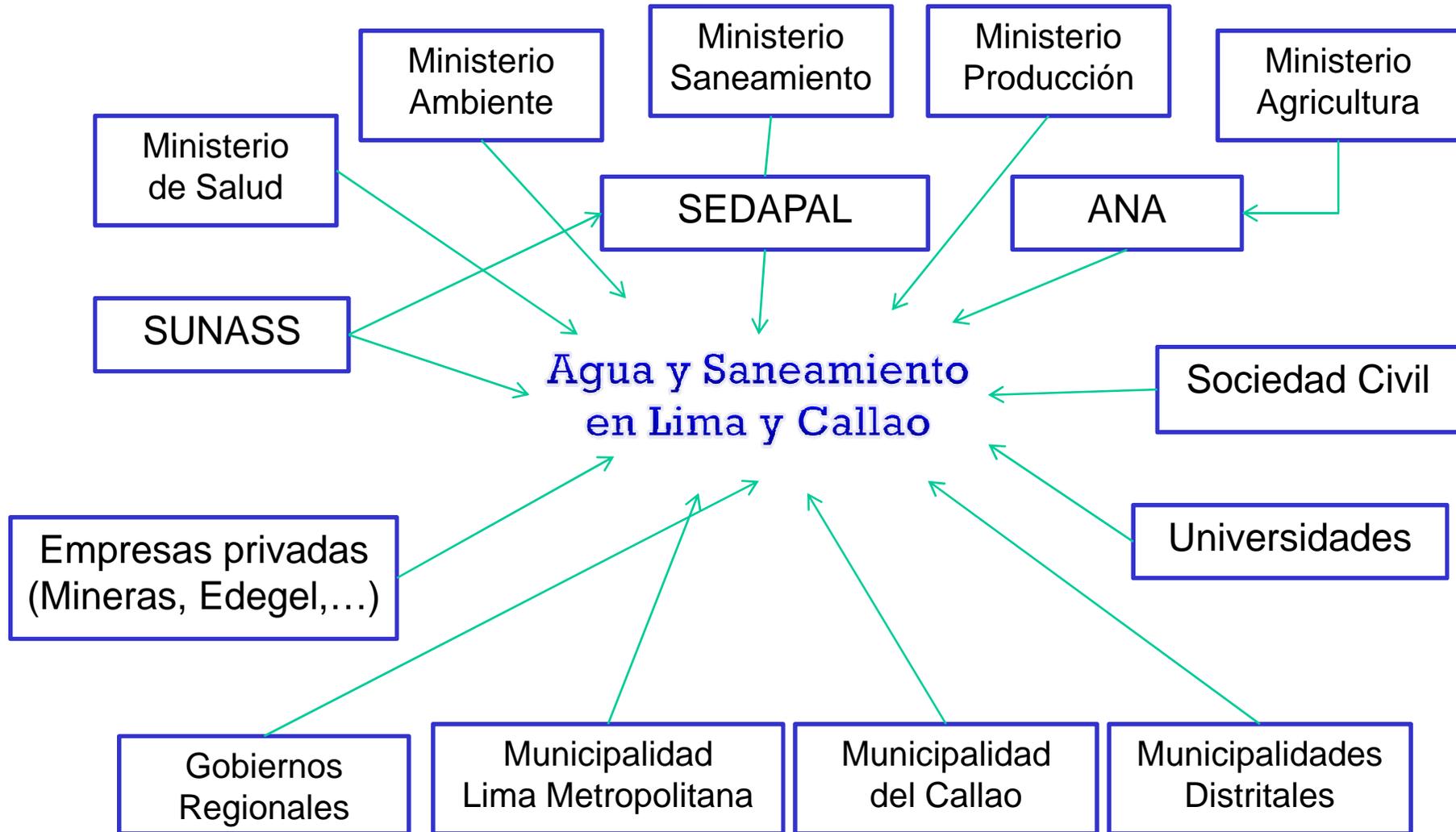
- Diseñar y aplicar **herramientas e instrumentos** para que la megaciudad pueda enfrentar las consecuencias
 - Escenarios, Modelos, Gobernanza, Tarifas, Educación

- Elaborar y proponer **estrategias y medidas de adaptación** al cambio climático para el sector agua y saneamiento en la ciudad de Lima y Callao

Componentes centrales del Proyecto LiWa



Actores en el sector Agua y Saneamiento en Lima y Callao



Diagnóstico Perú

- Debilidad de las instituciones del estado (controlar, sancionar, monitorear, etc.)
- Marco legal en modificación (Ley de RR.HH.)
- Definición de roles y legitimación no están claras
- Nuevos actores (MINAM, ANA)
- Cooperación entre sectores no hay o no está institucionalizada
- ...

Participación en la toma de decisiones

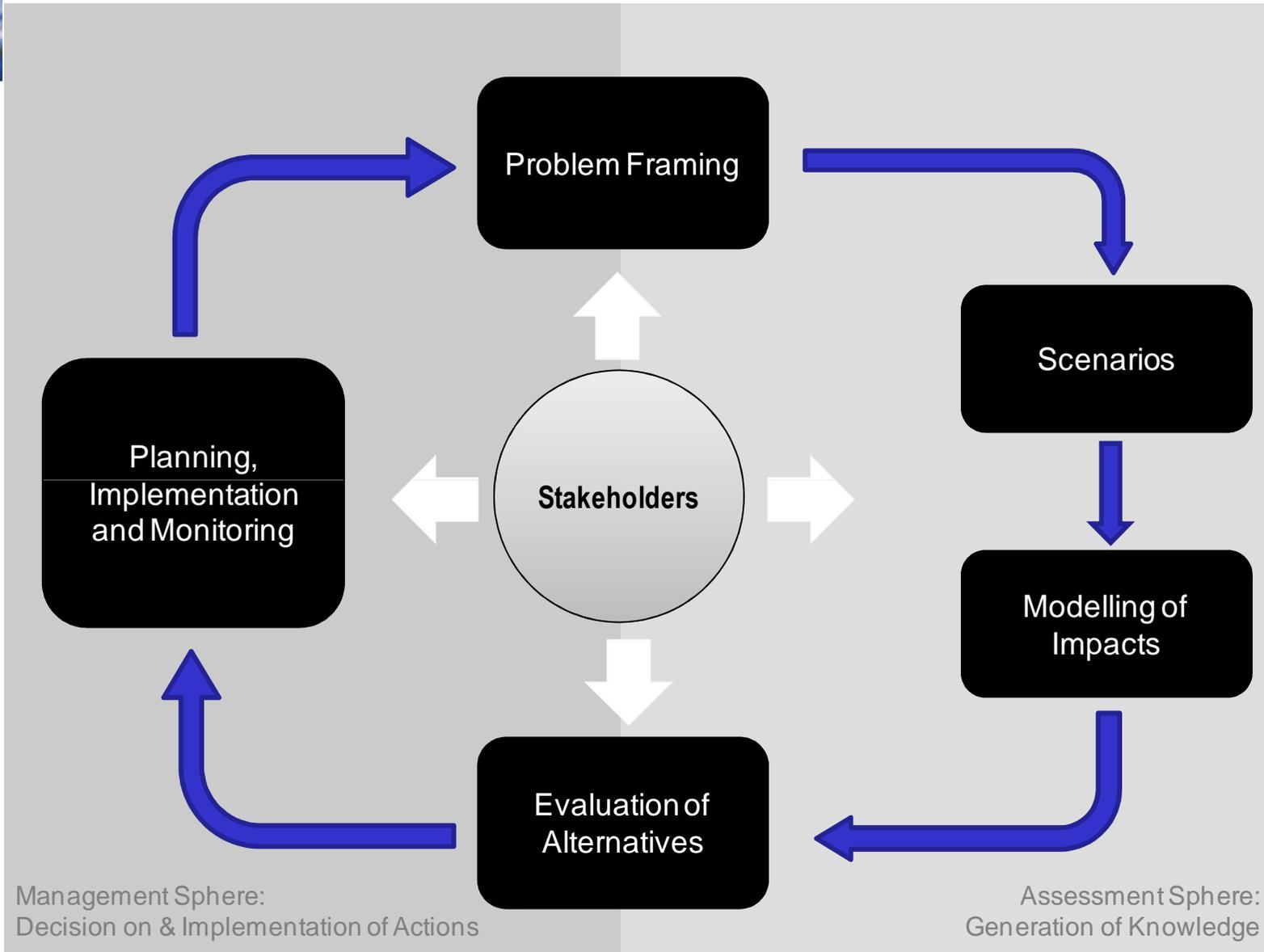
- Fortalecer la cooperación entre sectores e instituciones (gubernamental, no-gubernamentales)

con la finalidad de mejorar

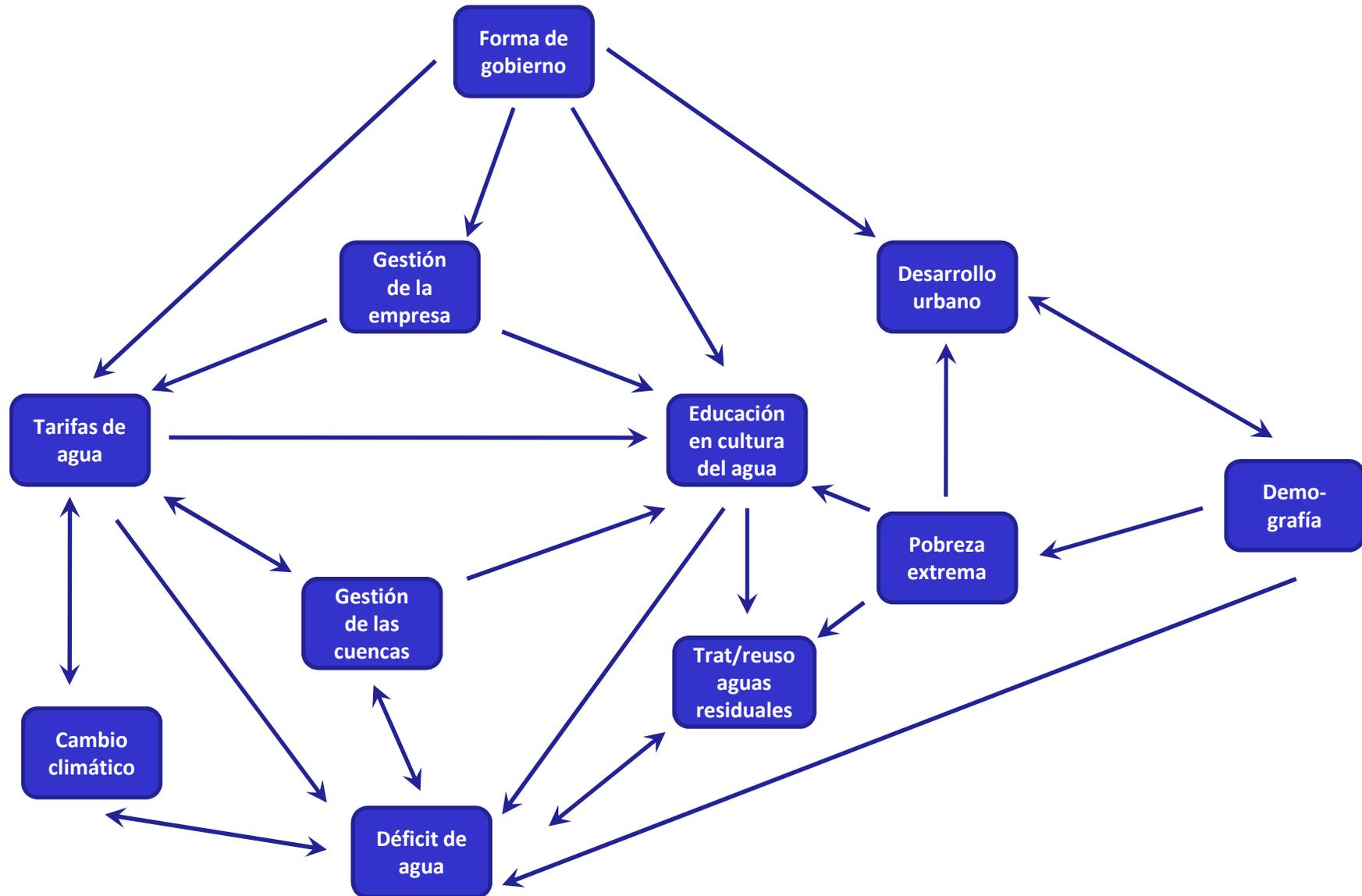
- la capacidad del sistema para elaborar y presentar planes y políticas,
- la continuidad de reglas e instituciones, y
- la consistencia e intensidad de las decisiones

Participación de los actores

- Para obtener soluciones sostenibles (a largo plazo, compatibles a la ecología y la localidad, económicamente eficientes y socialmente aceptables) es necesario tomar en cuenta los conocimientos de todos los actores involucrados
- recopila mucho mas información y la pone a disposición al los políticos y gobernantes
- mejora la calidad del proceso de decisión al incluir distintas perspectivas, inquietudes y expectativas
- la aceptación social es principal y la garantía para el suceso



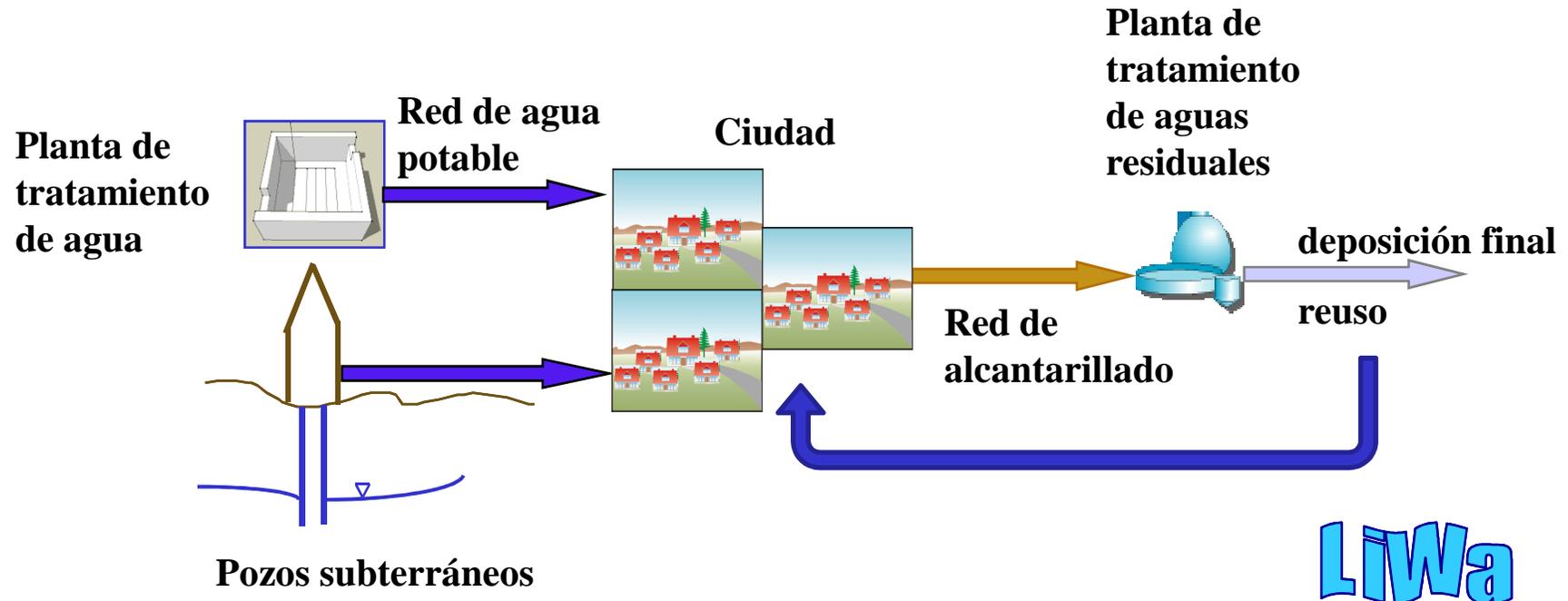
Análisis de influencias e interdependencias



Macromodelación a gran escala: LiWatool **ifak**

Objetivo

- Visión integral (y a gran escala) del sistema aguas y aguas residuales de la ciudad de Lima y Callao para el planeamiento y desarrollo de los sistemas
- Incluyendo diferentes datos y planos existentes

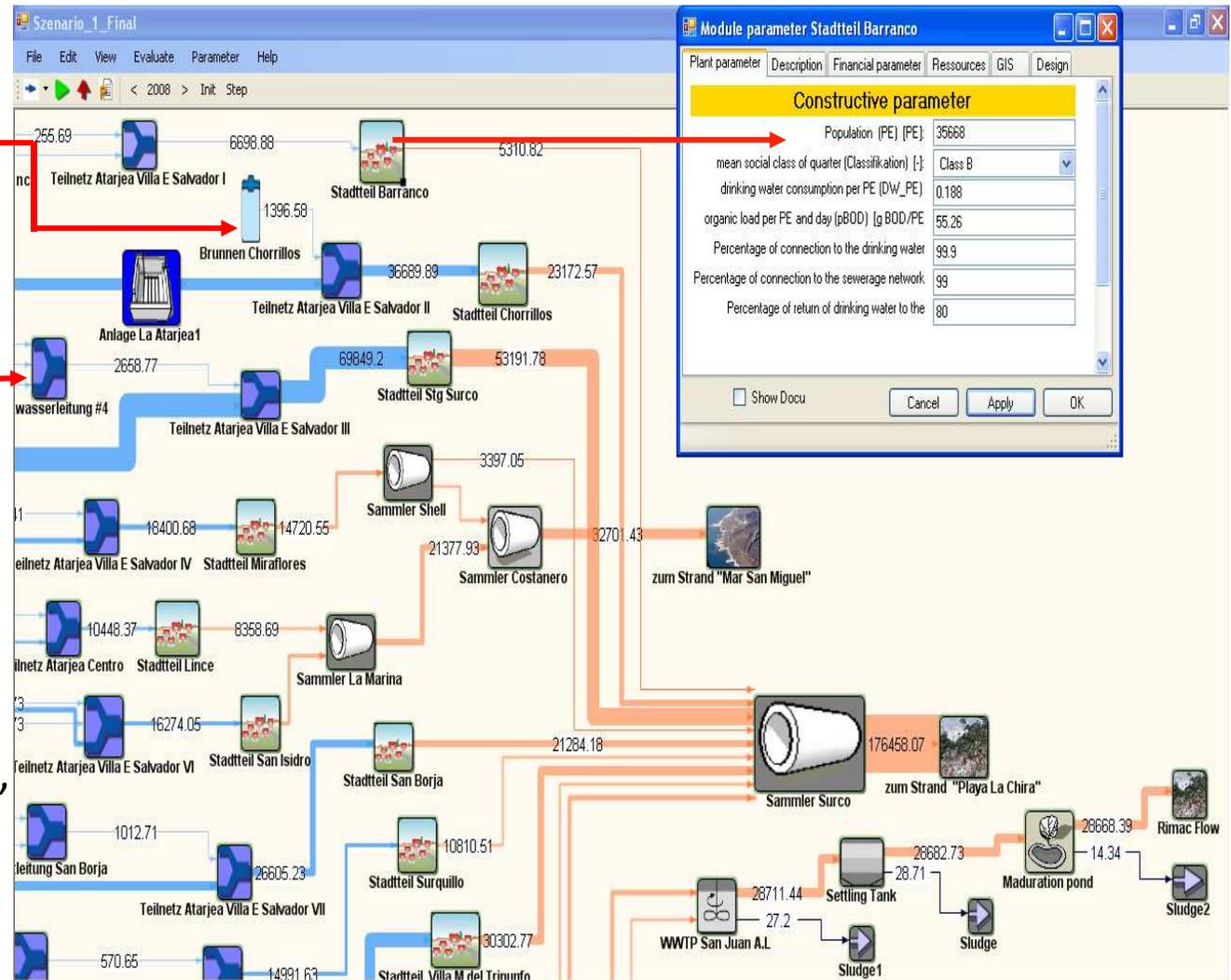


Componentes de "LiWatool" (1)



■ Bloques representan las diferentes partes del sistema (p.e pozos, Red de agua potable, la ciudad, PTARs, ...)

■ Informaciones (p.e. crecimiento poblacional, cobertura a la red de agua potable, de alcantarillado, pérdidas, consumo de agua,)

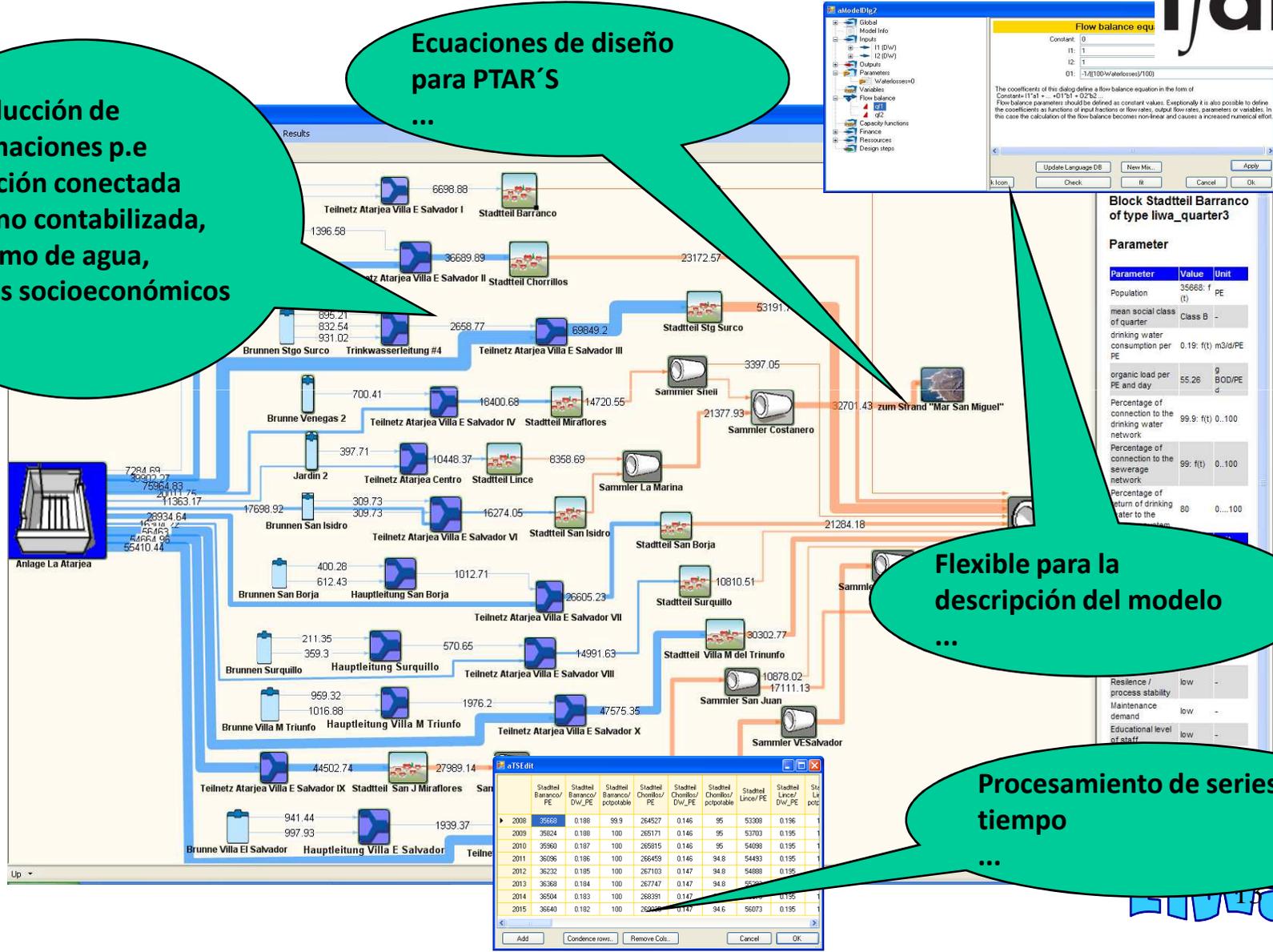


Componentes de "LiWatool" (2)



Introducción de informaciones p.e Población conectada Agua no contabilizada, consumo de agua, niveles socioeconómicos ...

Ecuaciones de diseño para PTAR'S ...



Flow balance equ

Constant: 0
I1: 1
I2: 1
O1: $-1/(100 \cdot \text{Waterlosses}/100)$

The coefficients of this dialog define a flow balance equation in the form of $\text{Constant} \cdot I1 + \dots + O1 = 0$

Flow balance parameters should be defined as constant values. Optionally it is also possible to define the coefficients as functions of equal factors or flow rates, output flow rates, parameters or variables. In this case the calculation of the flow balance becomes non-linear and causes a increased numerical effort

Buttons: Update Language DB, New Misc., Apply, Check, OK, Cancel

Block Stadtteil Barranco of type livwa_quarter3

Parameter

Parameter	Value	Unit
Population	35668.1	PE
mean social class of quarter	Class B	-
drinking water consumption per PE	$0.19 \cdot f(t)$	m ³ /d/PE
organic load per PE and day	55.26	g BOD/PE d
Percentage of connection to the drinking water network	$99.9 \cdot f(t)$	0...100
Percentage of connection to the sewerage network	$99 \cdot f(t)$	0...100
Percentage of return of drinking water to the	80	0...100
Resilience / process stability	low	-
Maintenance demand	low	-
Educational level of staff	low	-

Flexible para la descripción del modelo ...

Procesamiento de series de tiempo ...

atSEdit

	Stadtteil Barranco/PE	Stadtteil Barranco/Dw_PE	Stadtteil Barranco/popotable	Stadtteil Chorillos/PE	Stadtteil Chorillos/Dw_PE	Stadtteil Chorillos/popotable	Stadtteil Lince/PE	Stadtteil Lince/Dw_PE	Std. Lit. pot.
2008	35668	0.198	99.9	264527	0.146	95	53308	0.196	1
2009	35624	0.198	100	265171	0.146	95	53703	0.195	1
2010	35660	0.187	100	265915	0.146	95	54098	0.195	1
2011	36096	0.196	100	266459	0.146	94.8	54493	0.195	1
2012	36232	0.195	100	267103	0.147	94.8	54889	0.195	1
2013	36368	0.184	100	267747	0.147	94.8	55285	0.195	1
2014	36504	0.183	100	268391	0.147	94.8	55681	0.195	1
2015	36640	0.182	100	269035	0.147	94.6	56077	0.195	1

Buttons: Add, Condense rows..., Remove Col., Cancel, OK

Sistema de agua de la zona sur de Lima: pozos, distritos, plantas de tratamiento de aa.rr.,...



Ejemplo de aplicación del LiWatool en algunos de los distritos del norte de Lima (1)



Base: Modelamiento del sistema de agua potable y aguas residuales para una parte de Lima

Objetivo: Análisis de la demanda y oferta de agua tomando en cuenta las pérdidas de agua

Caso base: sistema de agua y aguas residuales año 2008 (datos de diseño)

Datos y suposiciones

- Población: según Censo Nacional (2007)
- Fuentes de abastecimiento: (diferentes en cada distrito)
Agua subterránea, Agua superficial (Planta La Atarjea y Chillón), camiones cisternas
- Consumo de agua: (diferente en cada distrito, según proyecciones de Sedapal): 120 – 260 l/(hab*d)
- Cobertura: Agua potable 86-90% (proyecciones de Sedapal); Alcantarillado: 75 – 90 % (supuesto)
- Pérdidas de agua: 36% (supuesto)

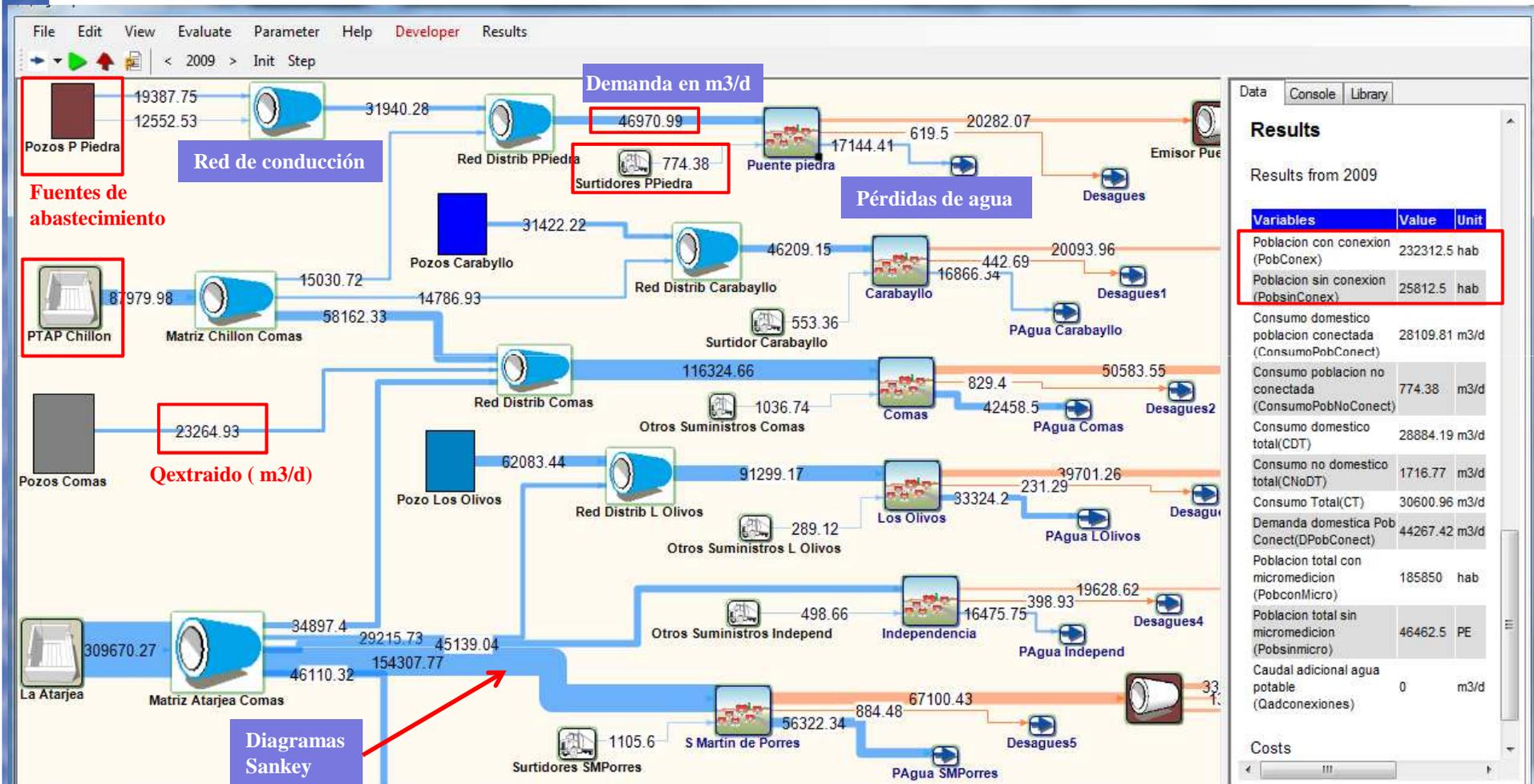
Caso 1: Modelamiento del sistema de agua potable tomando en cuenta la reducción de pérdidas en tres distritos importantes (Puente Piedra, Comas y San Martín de Porres)

Objetivo: Análisis de la reducción adicional de pérdidas y la determinación del caudal de agua recuperado y la población adicional que podría ser abastecida.

Datos y suposiciones

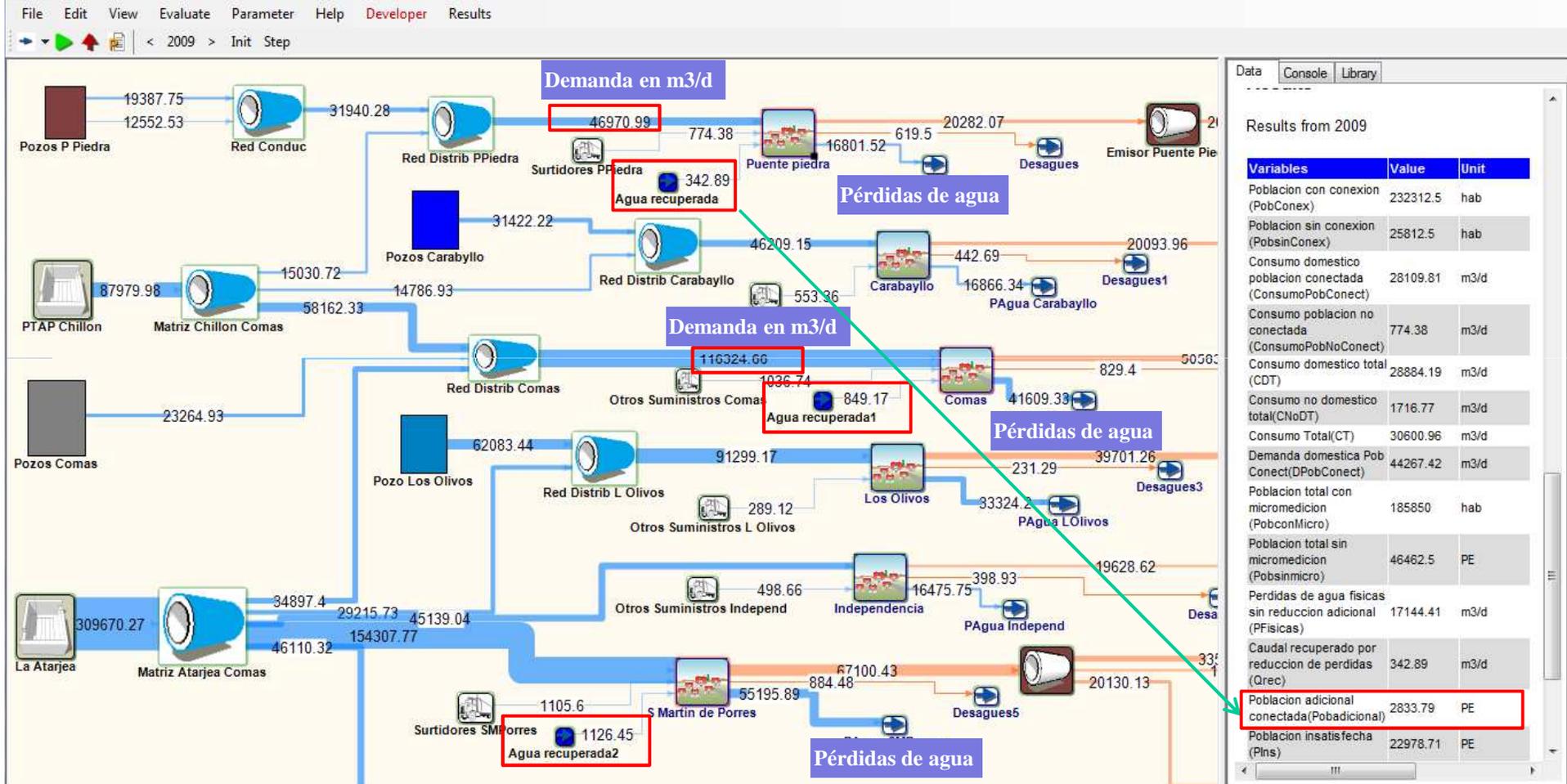
- Población: proyecciones anuales sobre la base del censo 2007
- Fuentes de abastecimiento : similar al caso base
- Consumo de agua en el presente y en el futuro (diferente en cada uno de los distritos): 120-260 l/(hab*d)
- Cobertura: leve incremento de la cobertura para los distritos que hoy tienen menos del 100 % (datos de diseño)
- **Pérdidas de agua: reducción adicional de 2% por año (sobre el porcentaje de pérdida esperada o proyectada)**

Modelo del sistema de agua y visualización de los resultados (año 2009) mediante diagramas Sankey



Elaboración: ifak en cooperación con Sedapal

Modelo del sistema de agua aplicando la reducción de pérdidas en los distritos mencionados (Puente Piedra, Comas y San Martin de Porres)



Elaboración: ifak en cooperación con Sedapal

Resultados del Caso base: distrito de Puente Piedra (año 2008-2020)



	PobConex	PobsinConex	ConsumoPobConect	ConsumoPobNoConect	CDT	CNoDT	CT	DPobConect	PAgua
	Poblacion con conexion	Poblacion sin conexion	Consumo domestico poblacion conectada	Consumo poblacion no conectada	Consumo domestico total	Consumo no domestico total	Consumo Total	Demanda domestica Pob Conect	Perdidas de agua
	hab	hab	m3/d	m3/d	m3/d	m3/d	m3/d	m3/d	m3/d
2008	221277.6	24586.4	26553.31	737.59	27290.9	1700.35	28991.26	41684.95	16100.6
2009	232312.5	25812.5	28109.81	774.38	28884.19	1716.77	30600.96	44267.42	17144.41
2010	240644.43	29742.57	29358.62	892.28	30250.9	1734.05	31984.95	45517.24	17113.02
2011	251557.61	31091.39	30186.91	932.74	31119.65	1751.33	32870.98	46801.42	17578.41
2012	261880.97	33030.03	31163.84	990.9	32154.74	1769.47	33924.21	48286.08	18094.44
2013	267853.98	39318.02	32142.48	1179.54	33322.02	1786.75	35108.77	49802.41	18641.63
2014	277268.71	42165.29	33549.51	1264.96	34814.47	1804.9	36619.37	51950.32	19390.73
2015	287912.13	43783.87	35125.28	1313.52	36438.8	1823.04	38261.84	54373.5	20247.22
2016	298531.8	44608.2	36719.41	1338.25	38057.66	1841.18	39898.84	56814.81	21103.02
2017	308831.73	46147.27	38295.13	1384.42	39679.55	1859.33	41538.88	59234.55	21956.08
2018	320221.94	47005.06	40347.96	1410.15	41758.12	1878.34	43636.45	62361.62	23038.46
2019	332029.98	47867.02	42167.81	1436.01	43603.82	1896.48	45500.3	65164.28	24030.73
2020	376498.79	16506.21	47815.35	495.19	48310.53	1915.49	50226.02	73789.11	27014.28

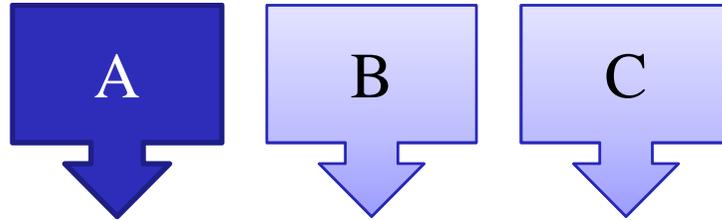
Resultados de la reducción de pérdidas: sin/con reducción adicional de 2% anual

sin reducción adicional Con reducción adicional = 2% anual

	PobConex	PobsinConex	ConsumoPobConect	ConsumoPobNoConect	CDT	CNoDT	CT	DPobConect	PobconMicro	Pobsinmicro	PFisicas	Qrec	Pobadicional	Plns
	Poblacion con conexion	Poblacion sin conexion	Consumo domestico poblacion conectada	Consumo poblacion no conectada	Consumo domestico total	Consumo no domestico total	Consumo Total	Demanda domestica Pob Conect	Poblacion total con micromedicion	Poblacion total sin micromedicion	Perdidas de agua fisicas sin reduccion adicional	Caudal recuperado por reduccion de perdidas	Poblacion adicional conectada	Poblacion insatisfecha
	hab	hab	m3/d	m3/d	m3/d	m3/d	m3/d	m3/d	hab	PE	m3/d	m3/d	PE	PE
2008	221277.6	24586.4	26553.31	737.59	27290.9	1700.35	28991.26	41684.95	177022.08	44255.52	16100.6	322.01	2683.43	21902.97
2009	232312.5	25812.5	28109.81	774.38	28884.19	1716.77	30600.96	44267.42	185850	46462.5	17144.41	342.89	2833.79	22978.71
2010	240644.43	29742.57	29358.62	892.28	30250.9	1734.05	31984.95	45517.24	192515.54	48128.89	17113.02	342.26	2805.41	26937.16
2011	251557.61	31091.39	30186.91	932.74	31119.65	1751.33	32870.98	46801.42	201246.09	50311.52	17578.41	351.57	2929.74	28161.65
2012	261880.97	33030.03	31163.84	990.9	32154.74	1769.47	33924.21	48286.08	209504.77	52376.19	18094.44	361.89	3041.08	29988.95
2013	267853.98	39318.02	32142.48	1179.54	33322.02	1786.75	35108.77	49802.41	214283.19	53570.8	18641.63	372.83	3106.94	36211.08
2014	277268.71	42165.29	33549.51	1264.96	34814.47	1804.9	36619.37	51950.32	221814.97	55453.74	19390.73	387.81	3205.08	38960.21
2015	287912.13	43783.87	35125.28	1313.52	36438.8	1823.04	38261.84	54373.5	230329.7	57582.43	20247.22	404.94	3319.22	40464.66
2016	298531.8	44608.2	36719.41	1338.25	38057.66	1841.18	39898.84	56814.81	238825.44	59706.36	21103.02	422.06	3431.39	41176.81
2017	308831.73	46147.27	38295.13	1384.42	39679.55	1859.33	41538.88	59234.55	247065.38	61766.35	21956.08	439.12	3541.3	42605.97
2018	320221.94	47005.06	40347.96	1410.15	41758.12	1878.34	43636.45	62361.62	256177.56	64044.39	23038.46	460.77	3656.9	43348.16
2019	332029.98	47867.02	42167.81	1436.01	43603.82	1896.48	45500.3	65164.28	265623.98	66406	24030.73	480.61	3784.37	44082.65
2020	376498.79	16506.21	47815.35	495.19	48310.53	1915.49	50226.02	73789.11	301199.03	75299.76	27014.28	540.29	4254.22	12251.99

Modelo „LiWa“

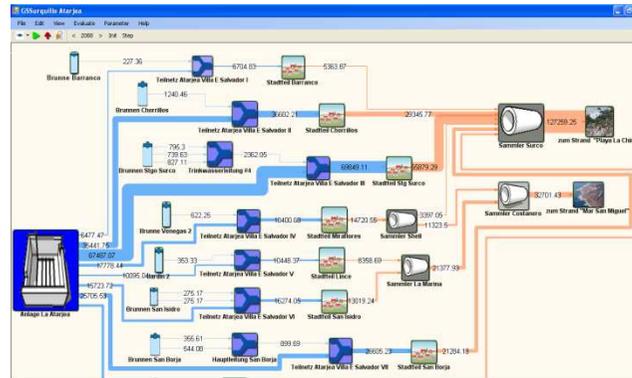
Escenarios



Input data

Participación

Modelamiento



Output results



Discussions, recommendations for strategies and plans



LiWa

MUCHAS GRACIAS!

info@lima-water.de

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



ZIRN



Universität Stuttgart
Germany



HELMHOLTZ
CENTRE FOR
ENVIRONMENTAL
RESEARCH - UFZ

Dr. Scholz & Dalchow GmbH
· Ingenieurbüro für Elektrotechnik ·



Ostfalia
Hochschule für angewandte
Wissenschaften



sedapal



FOVIDA
Fomento de la Vida



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung