



**Hotel Four Points, Sheraton  
Octubre 29 y 30 de 2015**

Proyectos Exitosos en Reducción de Fugas y Disminución de Agua No-Contabilizada en Sistemas de Acueducto en el Continente Americano

Ing. Juan M. Isaza





# Secciones

1. Introducción
2. Descripción de las Pérdidas / Gestión de Activos
3. Tipos de pérdidas
4. Metodología
5. Metodología: Diámetros menores
6. Metodología: Diámetros mayores
7. Estudio de Caso: PRASA – Puerto Rico
8. Estudio de Caso: AUSTIN – Texas, USA
9. Estudio de Caso: GEFA – Georgia, USA
10. Estudio de Caso: Interagua – Guayaquil
11. Estudio de Caso: MAYNILAD – Filipinas
12. PURE TECHNOLOGIES



# Los Problemas causan titulares...

## NACIÓN



Más de 250.000 caleños están sometidos a racionamiento y crece su desesperación. En algunos barrios de ladera, ahora la Policía tiene que escoltar los vehículos.



FOTO: OSWALDO PAEZ - EL PAÍS

## » REGIÓN

# Cali tiene sed

Aunque desde hace muchos años hay estudios para buscar alternativas para el suministro de agua, la capital del Valle está sometida a severos y continuos racionamientos. Ahora, asaltan los carrotanques para robarla.

# Cali

Control al chikungunya. Un total de \$196 millones invirtió la Secretaría de Salud Municipal en el control de 54.000 sumideros de Cali, para evitar la propagación del aedes aegypti, mosquito transmisor del chikungunya y dengue.

LA 14 Siempre te da más!



ENFASIS

## “Red de acueducto pide reposición”: Acodal

De los 3000 kilómetros que la componen, 1200 ya cumplieron su vida útil, dicen expertos.



La semana pasada el robo de un contador generó un daño en la red de acueducto en la Calle 5 con Carrera 14. El caso fue atendido en 24 horas debido al respaldamiento de órdenes.



Las tardanzas en la atención a los daños del acueducto se dan porque se rebobó la capacidad operativa que tenemos con los repuestos y el personal técnico. En 20 días se reforzarán los cuadros de Emcali para atender más rápido los daños, pasando de cuatro a ocho grupos.

Reportaje de El País

Desde el sualo de la capital del Valle se desplazan 3000 kilómetros de tuberías que llevan el suministro de agua a sus habitantes, ese tejido de redes corresponde casi a la distancia que existe entre Cali y la ciudad de Orizaba, en Estados Unidos. Lo preocupante es que al menos 1200 kilómetros de esa infraestructura necesitan ser cambiados ya que cumplieron su vida útil. Así lo sostiene la Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Acodal, Seccional Valle.

Hugo Salazar Jaramillo, presidente de la junta directiva de Acodal, explicó que clara prueba de ello son los constantes daños y desperfectos de agua del sistema que superan el 54 %. “Los daños dan una mala percepción de las redes de Cali, que piden a gritos que ya deben ser sustituidas”.

Según este ingeniero sanitario, Emcali le debe a la ciudad la reposición de sus redes tanto de acueducto como de alcantarillado, porque a los cañeros se les cobra cada mes en su factura por este concepto. “Se empezó una reposición muy grande a inicios de los años 90. Pero después de la intervención de Emcali, por parte de la Nación, todo se suspendió. En el año 2006 se realizaron unos pocos arreglos y actualmente lo que se recupera es escaso”, añadió.

Además, advirtió que de los 3000 metros de la red entre 800 y 900 kilómetros están construidos con fibros de asbesto-cemento. “Se supone que esa tubería dura 20 años y ya

### Las tecnologías para la futura reposición

• **Para lo complicado** con el método de renovación de redes, actualmente existen tres técnicas para sustituir las necesidades de abrir calles. Uno de estos sistemas consiste en la inyección de una especie de líquido que se vierte en los tubos y al abarcar un grosor de 5 milímetros, volviendo al sistema muy resistente a los daños.

• **Otro de las tecnologías** para mejorar las redes es introducir al sistema tuberías que se adhieren a las paredes de la vieja red. Una buena alternativa consiste en un sistema de láser que rompe la red antigua a la reemplaza por nueva.

• **Según el ingeniero Hugo Salazar**, esas tecnologías se han implementado en algunos sectores de Cali, Yumbo, Palmira y en las principales ciudades del país. No es algo desconocido.

• **Los sectores más afectados** son los que tienen tuberías de fibros de asbesto-cemento. “Se supone que esa tubería dura 20 años y ya



Emcali sostiene que un gran porcentaje de los daños en el sistema de acueducto no son de la red principal sino de las conexiones domiciliarias.

hasta llegar a 12 casos por jornada. “En parte podemos decir que las tuberías son obsoletas en algún porcentaje, pero no todos los daños que se ocasionan son por está tubería. También hay que

teno que superar los \$600.000 millones. Pero como hoy no tenemos esa plata buscamos con la vertebración hidráulica tener control operacional de toda la red para hacer un balance y evitar presiones



# ... y mas titulares



## ¿Por qué se sigue ‘evaporando’ la mitad del agua de Emcali?

Conexiones fraudulentas, invasiones y daños en la red de acueducto generan las mayores pérdidas. Acciones que adelanta hoy la empresa apuntan al diagnóstico del problema.

Por Camilo Alonso González Barro

**Tuteladas**  
 ■ El 2% de las pérdidas de agua de Emcali son originadas por acciones judiciales falladas en contra.  
 ■ En el barrio El Barrio, en el caso de un cliente que solicitó servicio en un punto donde no hay redes, Emcali lo hizo para estudiar el caso y este no accedió e interpuso una tutela.  
 ■ El juez ordenó que se demuestre el servicio donde no hay redes y se realice la instalación violando toda la normatividad, explicó Lucarme Córdoba.

En los últimos quince años el sistema de acueducto de Cali se ha convertido en una ‘vena rota’ para Emcali. Mientras en el año 2000, fecha en que fue intervenida la empresa, el porcentaje de pérdidas de agua era del 33 %, en este momento ese índice es 55,2 %.

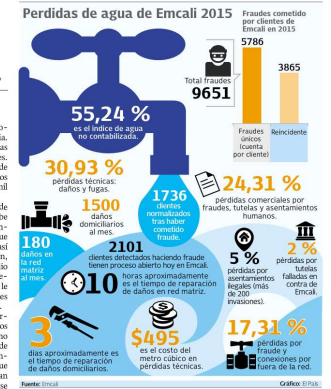
Y es que a pesar de que los estudios de este desangre han sido identificados: daños y fugas en la red de acueducto; conexiones fraudulentas; lavaderos ilegales; de carros; y asentamientos subnormales; en ninguna de las cinco administraciones que pasaron por la empresa en ese lapso se logró disminuir ese índice. ‘Por qué no se ha podido cerrar esa llave’.

Para intentar reducir este elevado porcentaje, en el año 2006, fecha en que se recuperaron los primeros dineros para inversión durante la crisis, Emcali diseñó un plan estratégico compuesto por tres componentes: la sectorización hidráulica, el Centro de Control Maestro de Acueducto y Akantarrillado, y la Operación Integral. Sin embargo, solo fue hasta el año 2013 que los dos primeros

iniciaron su implementación. Dos años han pasado desde ese momento sin que la mayoría sea notoria. Incluso, el índice aumentó en un 4% las críticas al plan cada vez son más fuertes. Tan solo en el año 2014, Emcali dejó de facturar 12 millones de metros cúbicos de agua, lo que significa que 833 mil millones no llegaron a sus arcas.

Para el expresidente de Acueducto de Emcali, Hugo Salazar, lo que se debe hacer es organizar un plan integral atendiendo cada uno de los problemas que están influyendo en las pérdidas, para así tomar las medidas que les den solución, así como definir un presupuesto amplio para desarrollarlos. ‘Las soluciones vienen de la mano de la inversión. Emcali le debe a la ciudad la reposición de las redes que ya cumplieron su vida útil’, afirmó.

En ese sentido, el concejal José Fernando Gil aseguró que a pesar de que los problemas ya están identificados, aún no se ha emprendido un ‘verdadero plan de reducción de pérdidas de manera consistente y sensible’. Además, añadió que la gran preocupación es que ‘se han hecho inversiones y esto debería verse reflejado paralelamente en la reducción de pérdidas, pero sigue en aumento’.



Julián Lora, explicó que el plan diseñado es un conjunto de herramientas para diagnosticar el estado real de la red para tomar decisiones. Pero estas no atacan directamente el problema, así que sus resultados no se evidencian de manera inmediata.

‘No hemos sido capaces de ilustrar al público que estos proyectos no bajan las pérdidas, sino que nos ayudan a crear un diagnóstico de los problemas. Estos se están atacando y hay una disminución, pero mientras más se vaya alargando el tiempo de evaluación, se va notará una mayor reducción’, precisó.

Además, indicó que debido a que el indicador de pérdidas se mide por medio de un promedio móvil anual, es muy difícil que baje rápidamente. ‘Por más que se disminuya en un mes, el reflejo en el promedio es muy pequeño y lo que se logra hoy se verá en el porcentaje dentro de un año’, puntualizó.

Sin embargo, aseguró que este mes por primera vez el indicador bajó, tendencia que esperan mantener y alcanzar al finalizar el año un índice de 49,8 %, meta que a la que se comprometió Gerardo Martín Zúñiga a su llegada a la gerencia general de Emcali hace unos días.

El presidente de la Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, Iván Jhon Giraldo, aseguró que la sectorización hidráulica puesta en

Las fraudes De acuerdo con Emcali, cada mes se pierden alrededor de 1.075.100 metros cúbicos de agua porque hay quienes realizan conexiones fraudulentas para abastecer sus predios y por los que se integran tiempos para no pagar el valor consumido.

Lucarme Córdoba, jefe del departamento comercial de Acueducto, aseguró que las irregularidades en los clientes de Emcali se concentran en los estratos uno y dos. Tan solo en marzo se registraron 432 y 204 fraudes respectivamente, mientras que en el estrato seis se presentaron solo 3 irregularidades.

‘A los infractores se les cita para un acto administrativo y se hace una resolución, si se llega a un acuerdo, se les normaliza el servicio. En el caso contrario se inicia una acción penal por defraudación de fluidos’, precisó.

De los 5786 clientes que fueron seropredicados cometiendo fraude, 3805 residencios en la irregularidad. Esta situación se presenta principalmente en barrios de las comunas 18 y 20 como Alto Nipoles, Polverinos, Alto Menga y Siloé.

Según cuenta Jhon Giraldo, supervisor uno de Acueducto, en cada visita que se realiza por parte de los seropredicados se encuentran entre 30 y 35 personas a las que se les ha cerrado el

GLOBAL BUSINESS EXCHANGE PROGRAMME  
 CONNECT. SHARE. SUCCEED.  
**COLOMBIA x ALEMANIA**  
 www.globus.exchange

**Plazo de inscripción: 30 de abril**

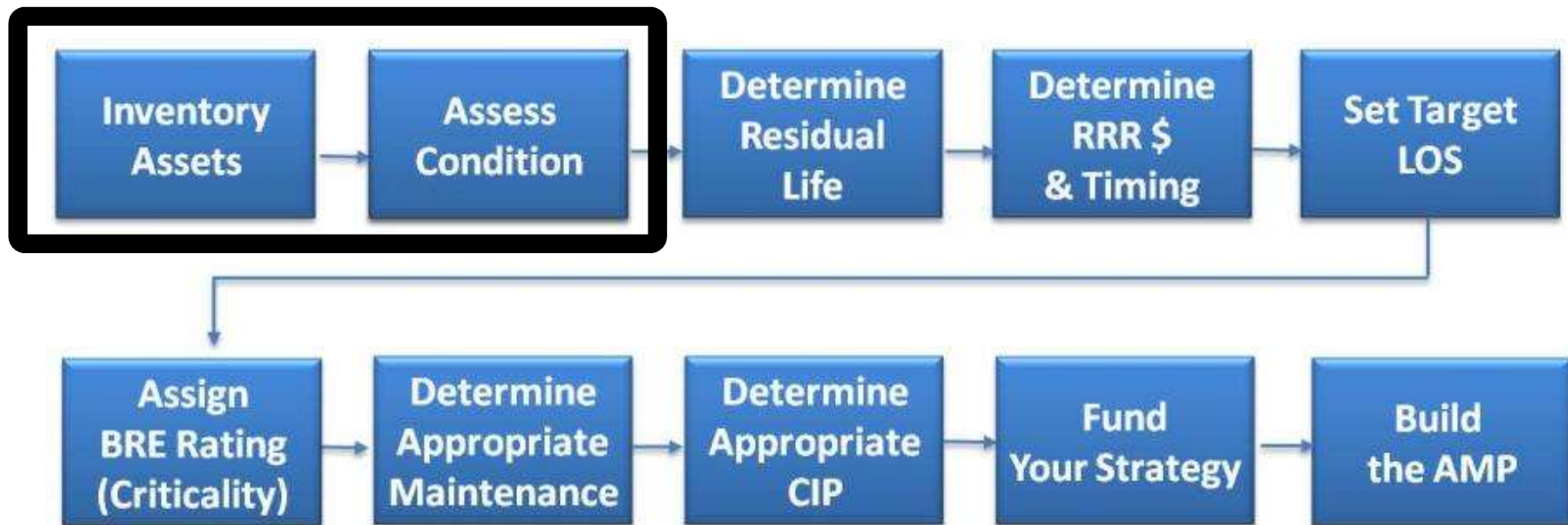
La Agencia Alemana de Cooperación Internacional-GIZ, con el apoyo de la Cámara de Industria y Comercio Colombo Alemana-AHK y en asociación con la Universidad ICESI

recuerdan a los empresarios de pyme vallunas interesados en realizar proyectos con empresas alemanas, relacionadas con los sectores: Industria Alimentaria, Energías, Renovables e

# Como cambiar el escenario?

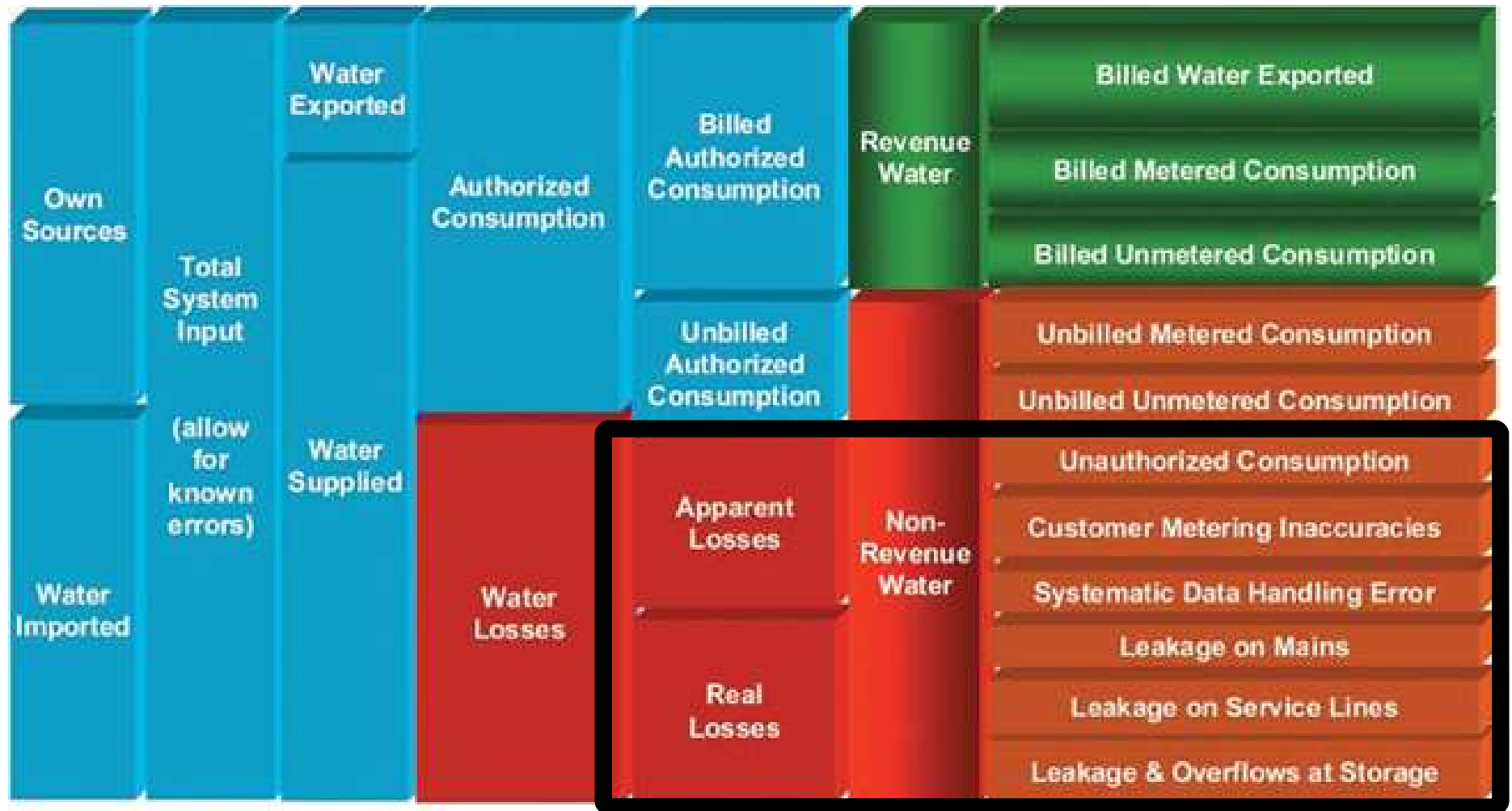


# Gestión de Activos





# Agua No Contabilizada (ANC)







# Relación entre el ANC y la Gestión de Activos

---

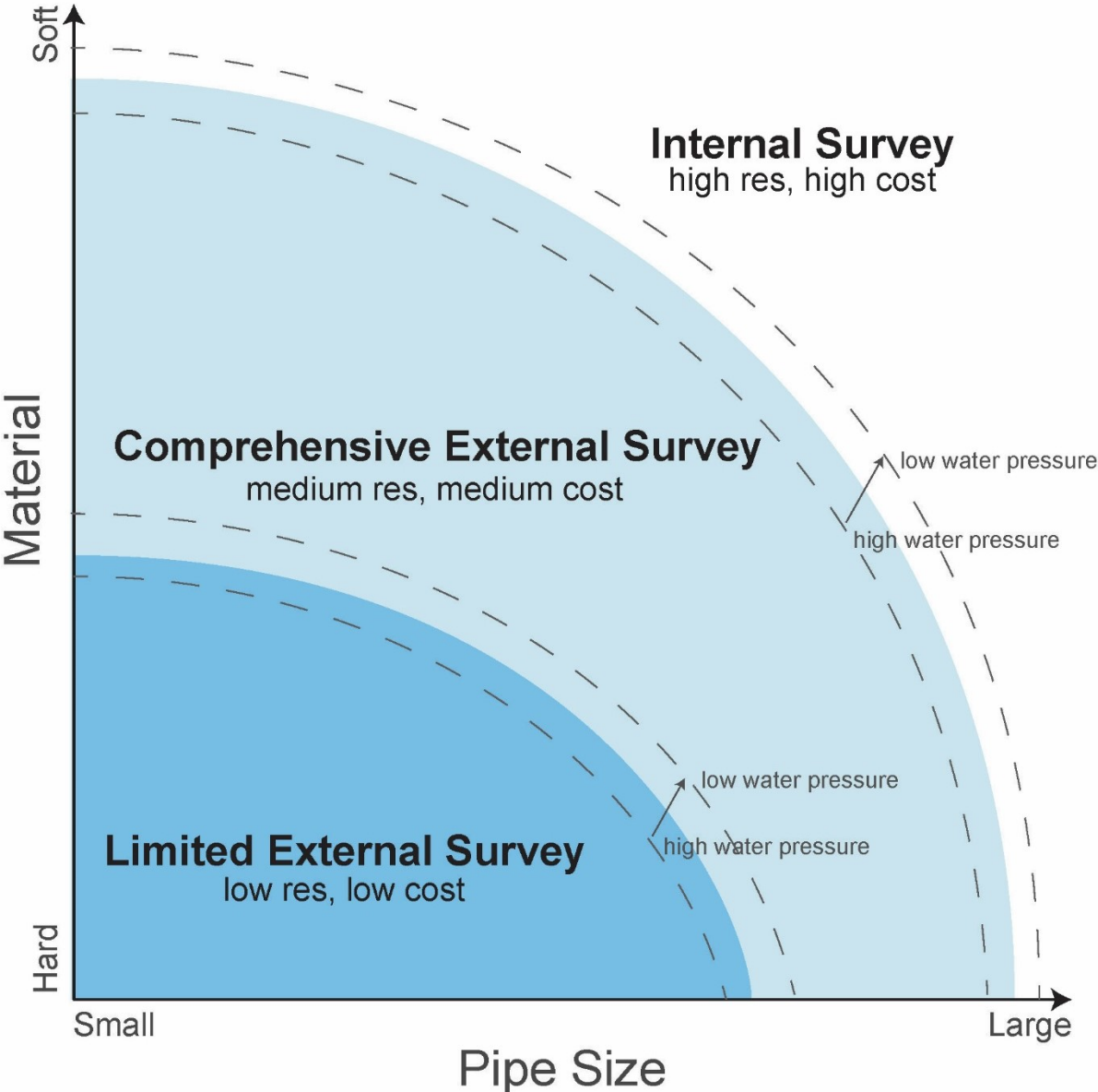
**ANC**

Agua No Contaminada

1. Pérdidas reales
2. Pérdidas aparentes
3. Registro y Control de Activos
4. Uso de la Información
5. Mejoras
6. Análisis de Estado de Activos

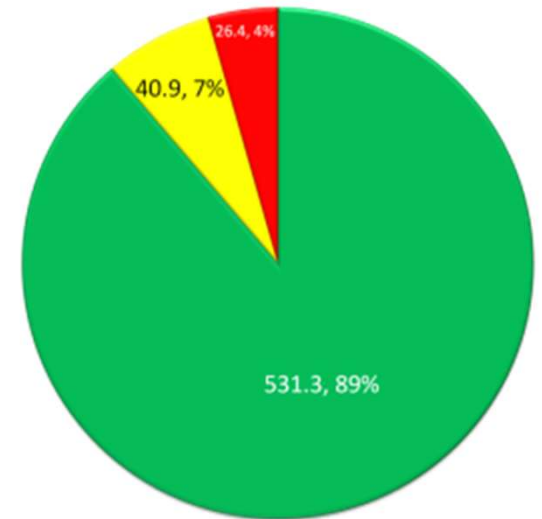
**Gestión de Activos**

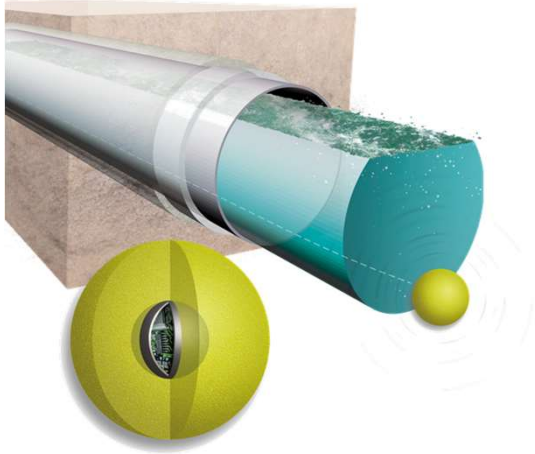
# Esquema de Trabajo



# Resolución requerida para ser efectivo

Material	PVC	153.1	95.8	37.3	5.7	0.2
	ACP, RCP, Transite	5.0	0.4	1.8	14.2	5.4
	Nulo, Desconocido , VCP, VIP	116.4	21.4	9.0	1.5	0.9
	HF, HD, Galvanizado, Acero	45.1	31.2	37.1	16.8	0.3
		1" - 6"	8" - 10"	12" - 14"	16" - 24"	27" - 36"
		Tamaño				



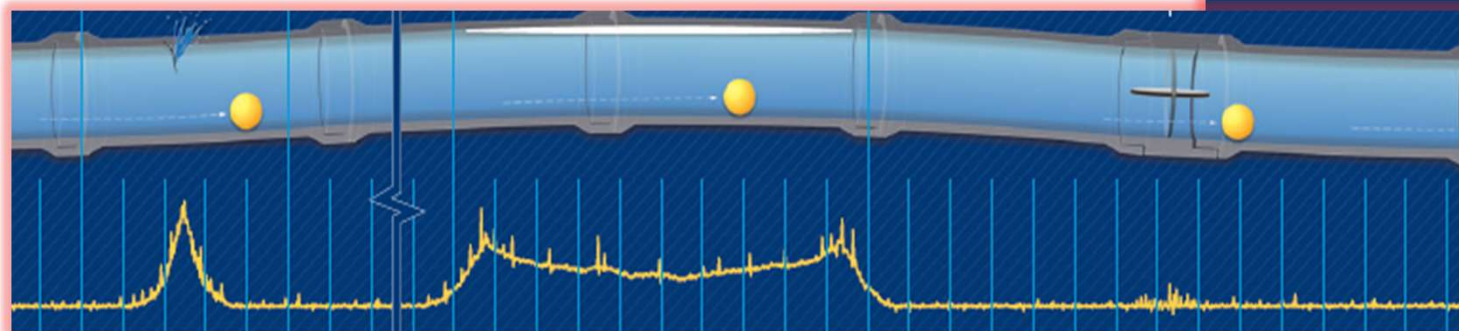
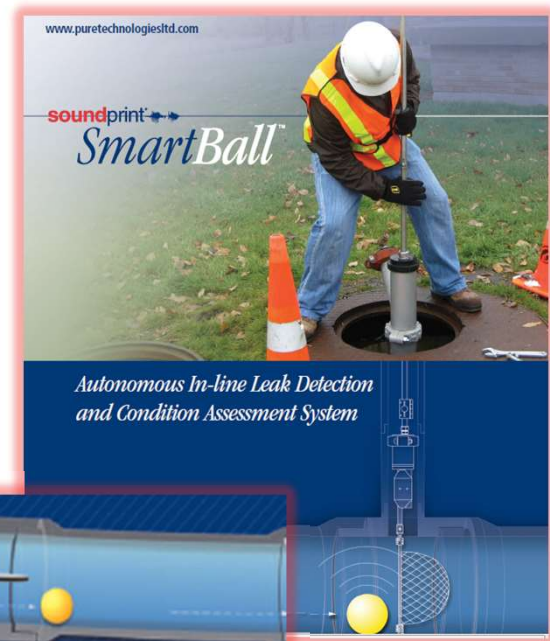


# DETECCIÓN DE FUGAS EN REDES DE GRAN DIÁMETRO (>8")

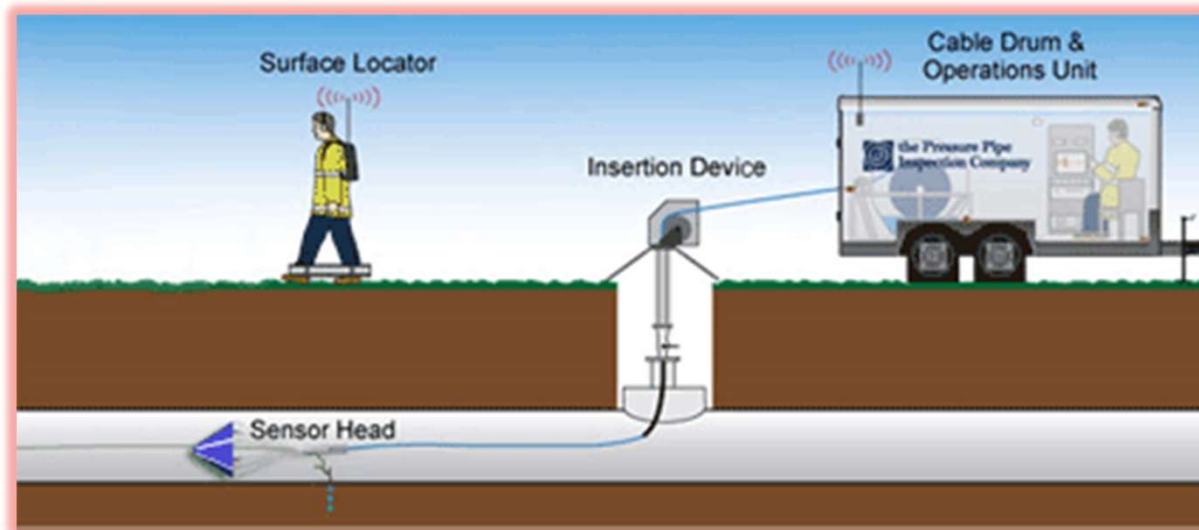
# SmartBall®

Un Revolucionario Sistema de Detección de Fugas para tubería en cualquier material sin suspender el servicio

Video Links: [SmartBall for Oil & Gas](#)  
[SmartBall for Water](#)



# Sahara<sup>®</sup>



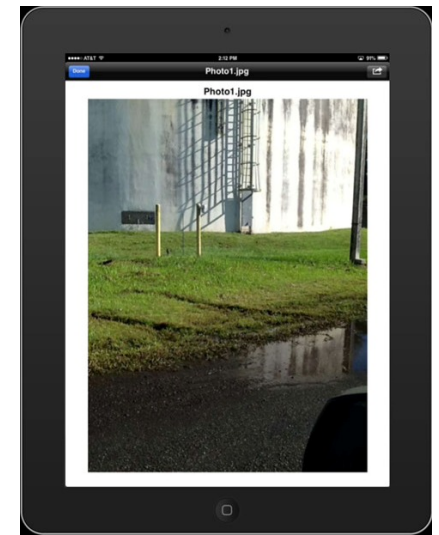
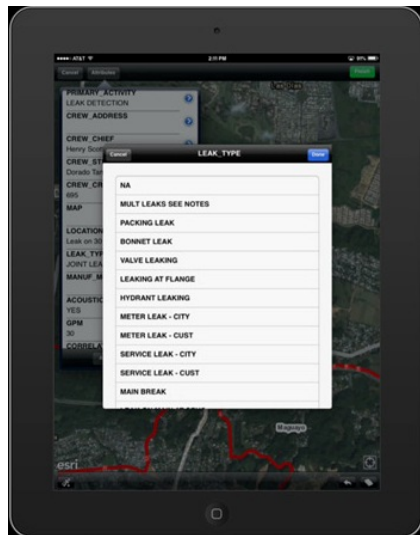
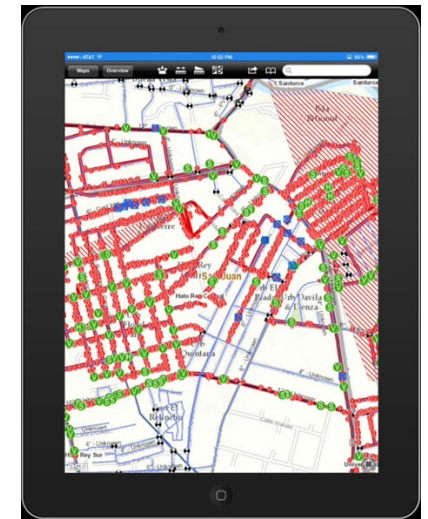
**Detección de fugas, CCTV (Video) y PWA (Evaluación de Pared del Tubo)**

**Video Link: [Sahara Leak Detection](#)**



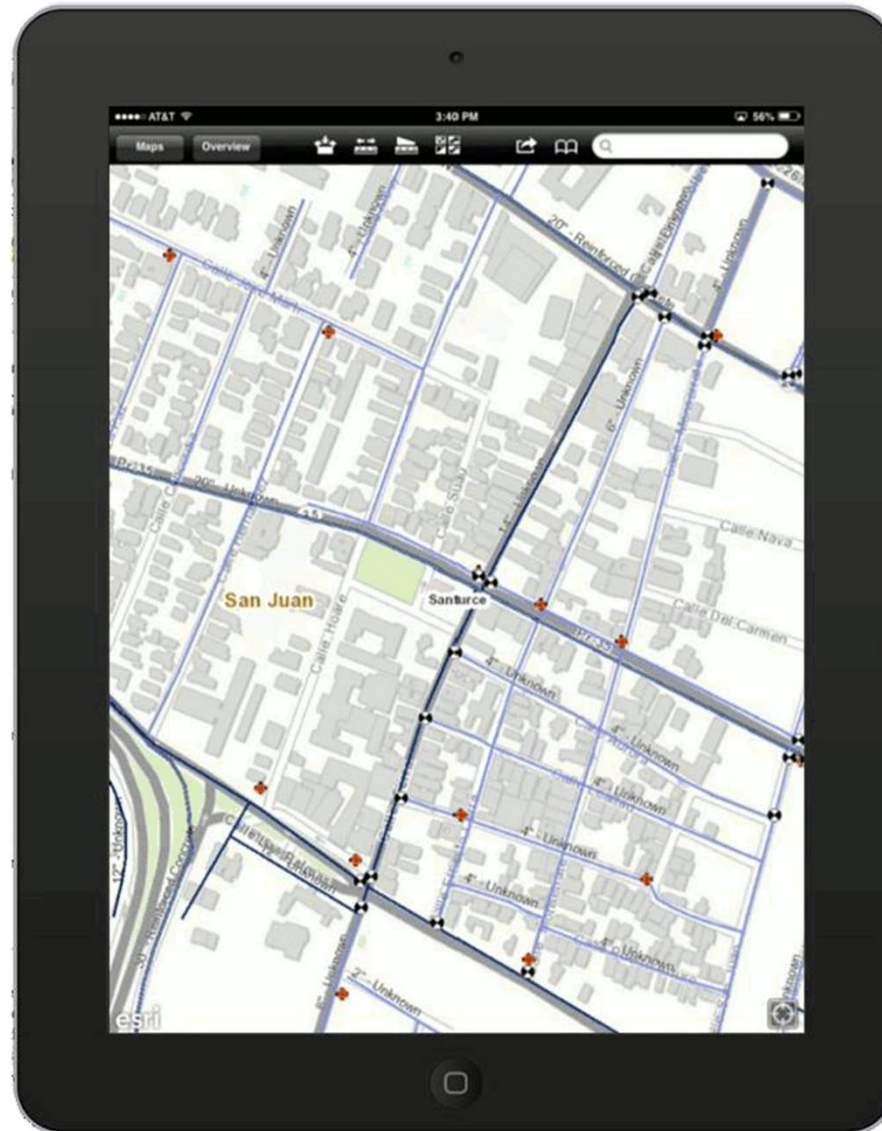
## **DETECCIÓN DE FUGAS Y CONTROL DE PERDIDAS EN REDES DE MENOR DIÁMETRO (<8")**

# Metodología

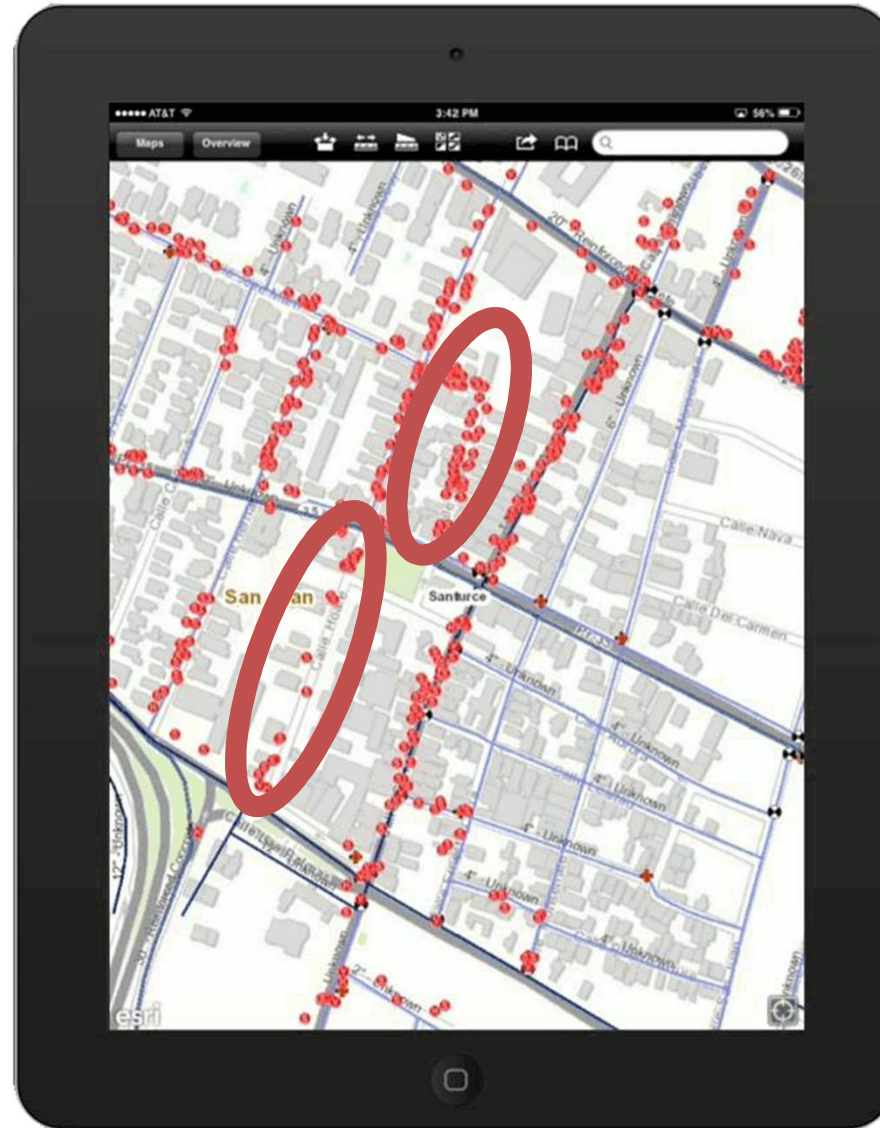




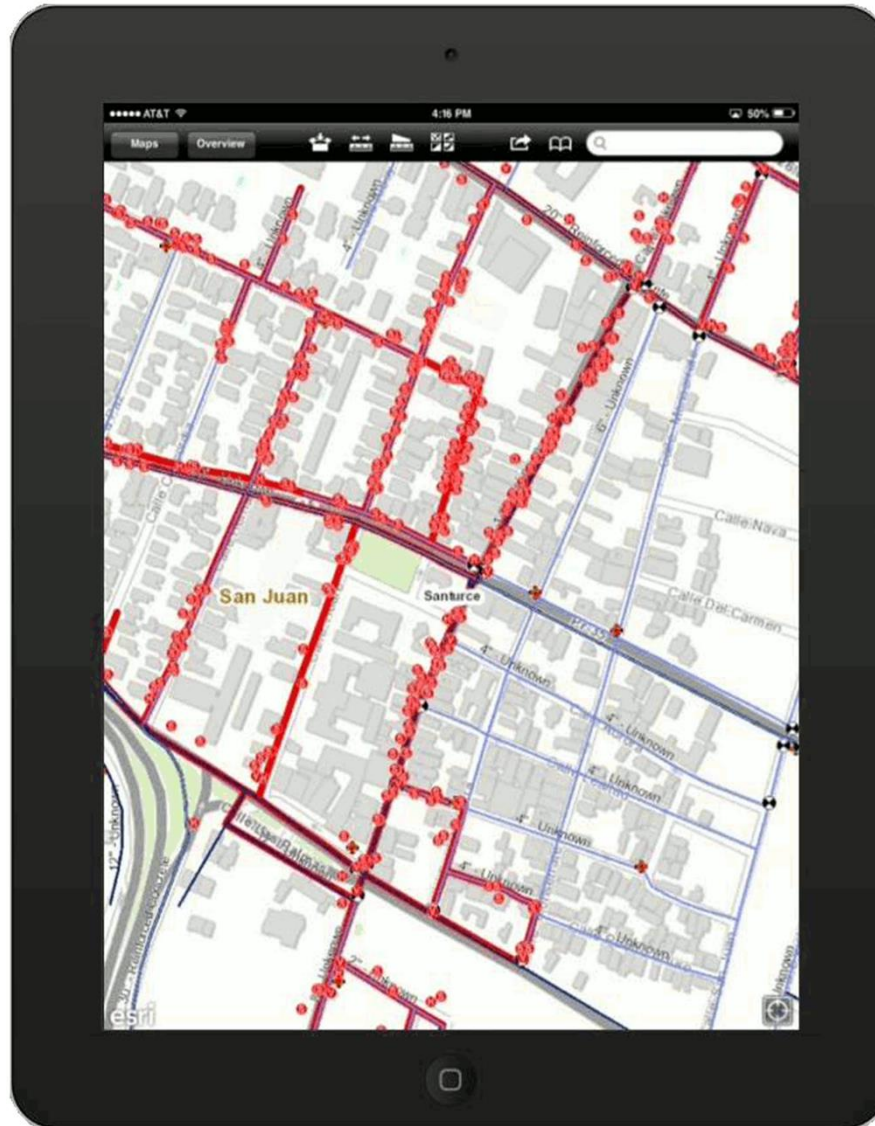
# Metodología – iPad + GIS



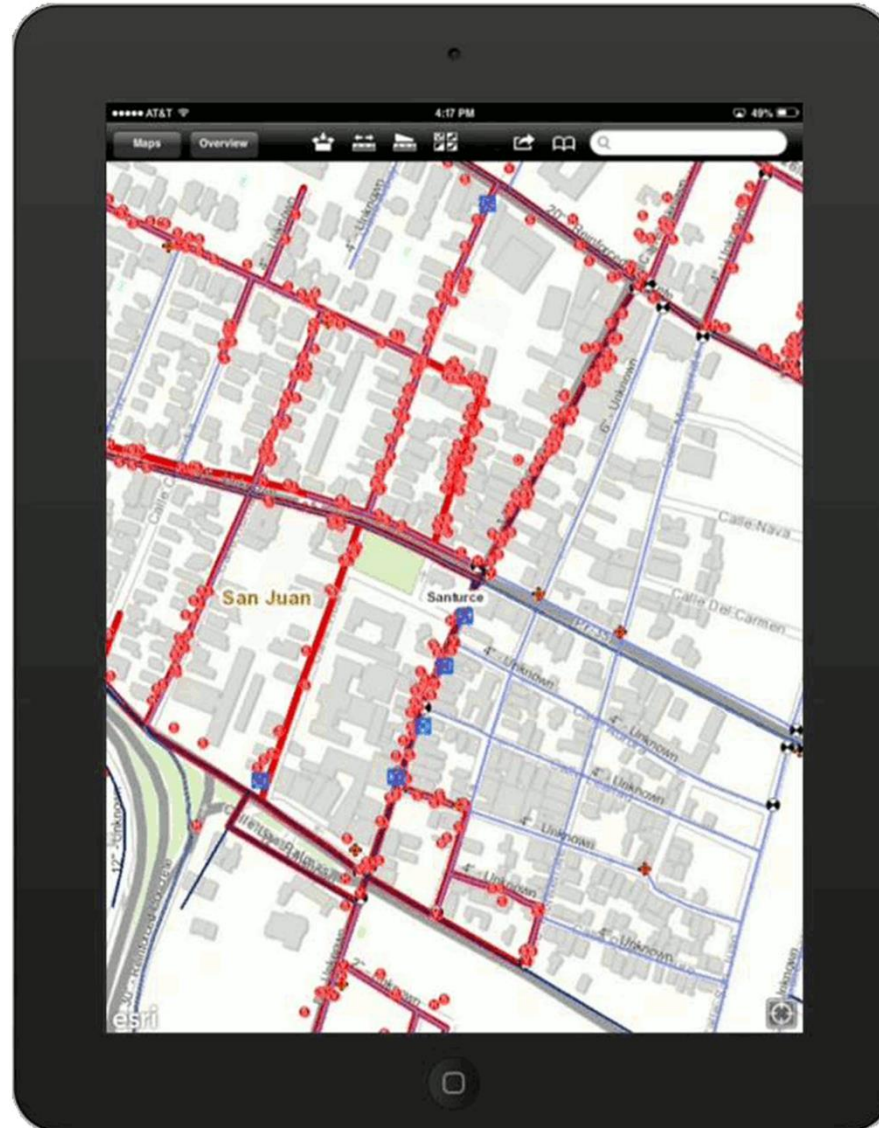
# Metodología – puntos de registro identificados



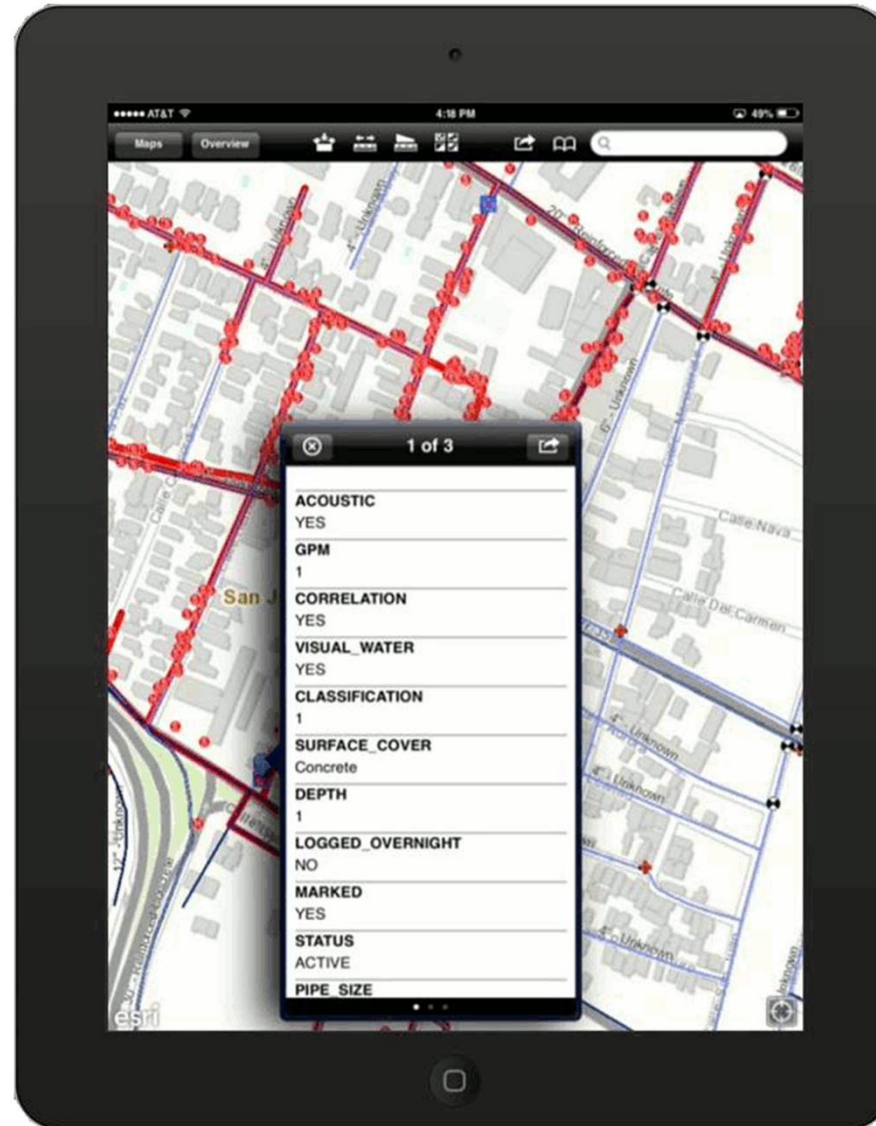
# Metodología – Registro de Activos Actualizado



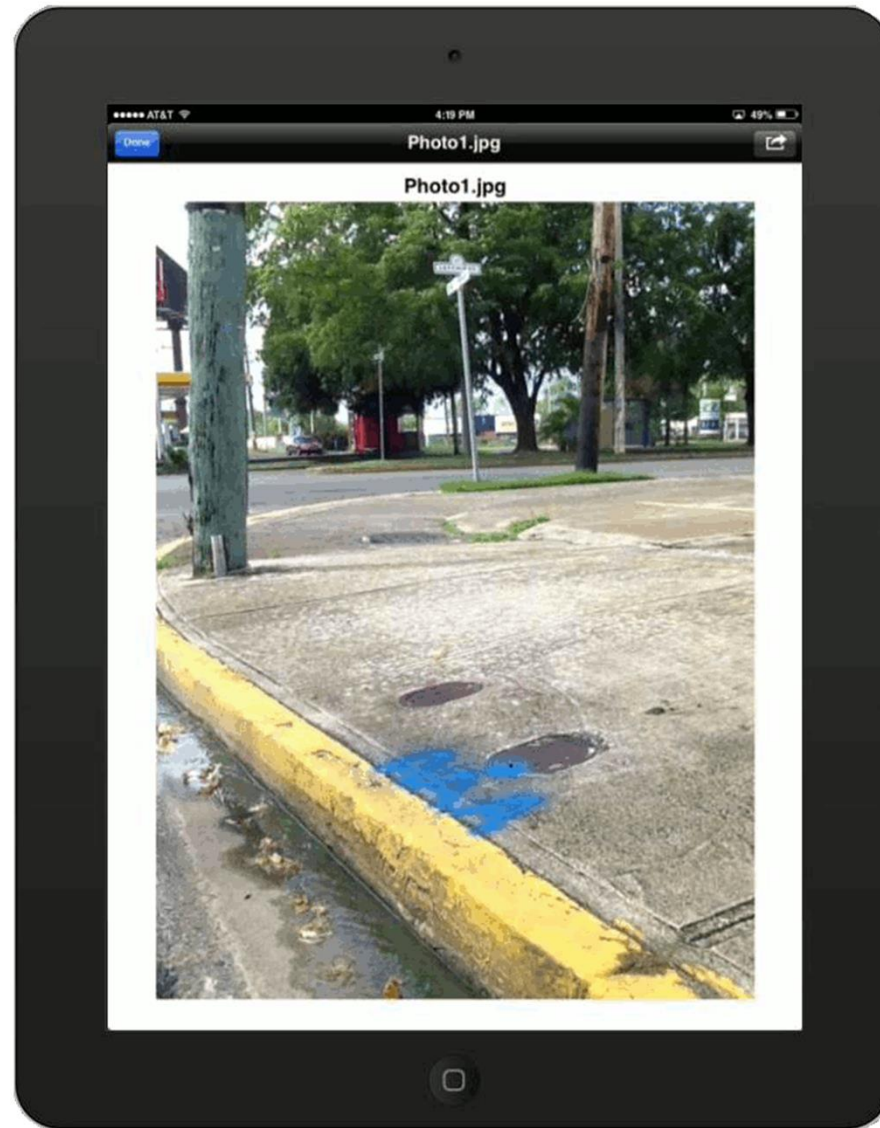
# Metodología – Fugas detectadas



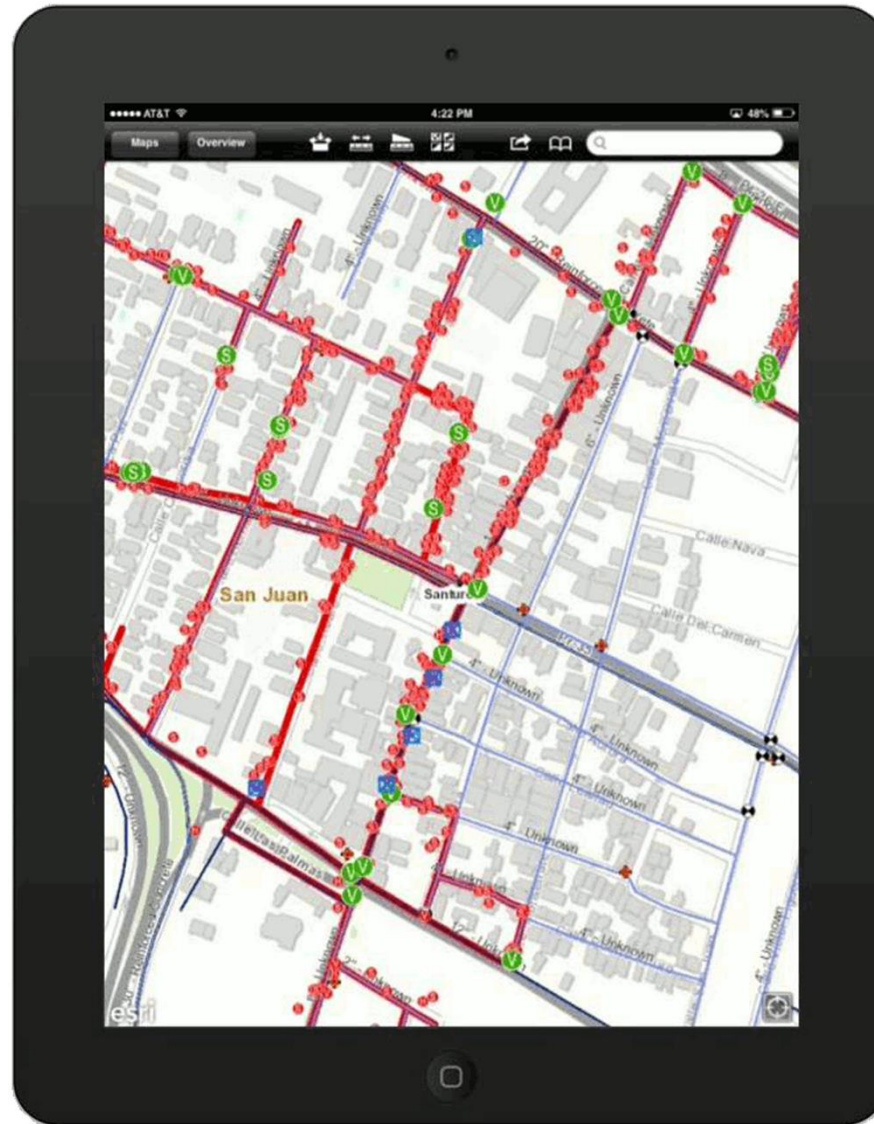
# Metodología – Edición de Atributos en Campo



# Metodología – Registro Fotográfico



# Metodología – Discrepancias observadas





Tuberías de Gran Diámetro

## **CASO: INTERAGUA, GUAYAQUIL**

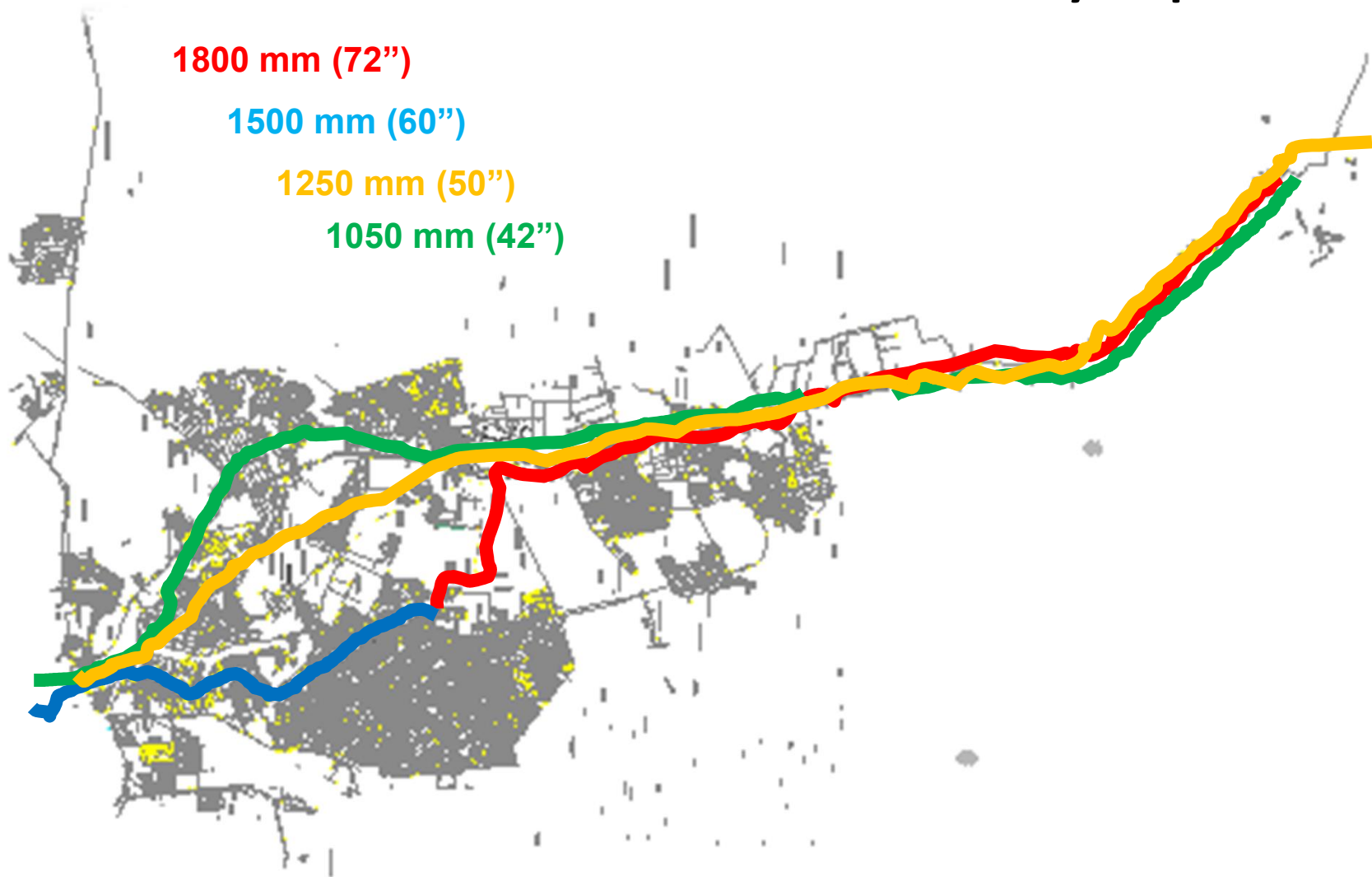




# Infraestructura Objetivo

Tubo Ø (mm)	Tubo Ø (pulg.)	Longitud (km)				Inspecciones (km)		
		Acero	PCCP	GRP	Total	PipeDiver (EM)	SmartBall (Acústico)	Diag. (Consult.)
1050	42	0.70	14.87	-	15.57	14.87	15.17	-
1250	50	20.40	-	-	-	-	20.33	5.84
1500/1800	60/72	15.26	8.59	1.28	25.13	8.59	25.13	-
<b>Total:</b>						<b>23.46</b>	<b>60.63</b>	<b>5.84</b>

# Acueductos de AA.PP. - Guayaquil





## RESULTADOS DE LA DETECCION DE FUGAS

Acueducto	Fecha de Inspección	Distancia Inspeccionada (Km)	Numero de Fugas Detectadas (*)				Cantidad Total Estimada de Agua a Recuperar (Litros / min)	Cantidad Estimada de Agua a Recuperar - Fugas Grandes (Litros / min)
			Total	Pequeñas	Medianas	Grandes		
1800mm-Tramo 1	8-Apr	16,661	26	8	8	10	704	501
1800mm-Tramo 2	8-Jun	8,944	3	2	1	0	23	
1250mm-Tramo 1	13-May	15,361	11	3	8	0	146	
1250mm-Tramo 2	17-May	10,230	6	2	4	0	72	
1050mm-Tramo 1	25-May	14,523	7	1	6	0	123	
1050mm-Tramo 2	8-Jun	662	0	0	0	0	0	
<b>Total:</b>		<b>66,381</b>	<b>53</b>	<b>16</b>	<b>27</b>	<b>10</b>	<b>1,069</b>	<b>501</b>
					Porcentaje		100%	47%

## Estadísticas según material



Acueducto	Material	Fugas / Km	Promedio en el Mundo
1800	Acero	1.4	0.3
1250	Acero	0.6	0.3
1800-1500 y 1050	HPT	0.4	0.4



Tuberías entre 300 y 900 mm de diámetro

## **CASO: MAYNILAD - MANILA, FILIPINAS**



# Maynilad Water

---

Privatizada en 1997

- Es la empresa de servicios de acueducto y alcantarillado en 17 ciudades y Municipalidades que comprenden la zona oeste de Manila, 2/3 de la zona Metropolitana del Gran Manila

→ ANC = 1.500 MLD



# Maynilad Water: Objetivos Iniciales

---

- Reducir el ANC de 69% a menos del 50%
- Mejorar la presión y la consistencia del suministro
- Métodos:
  - Establecer DMAs (Sectorización)
  - Encontrar y repara fugas y clandestinas en el sistema
- El alcance no incluyó tuberías matrices
- Las perdidas en 414 km de tuberías matrices ascienden a 239 MLD





# Equipo de Trabajo



# Hurto – Conexiones clandestinas



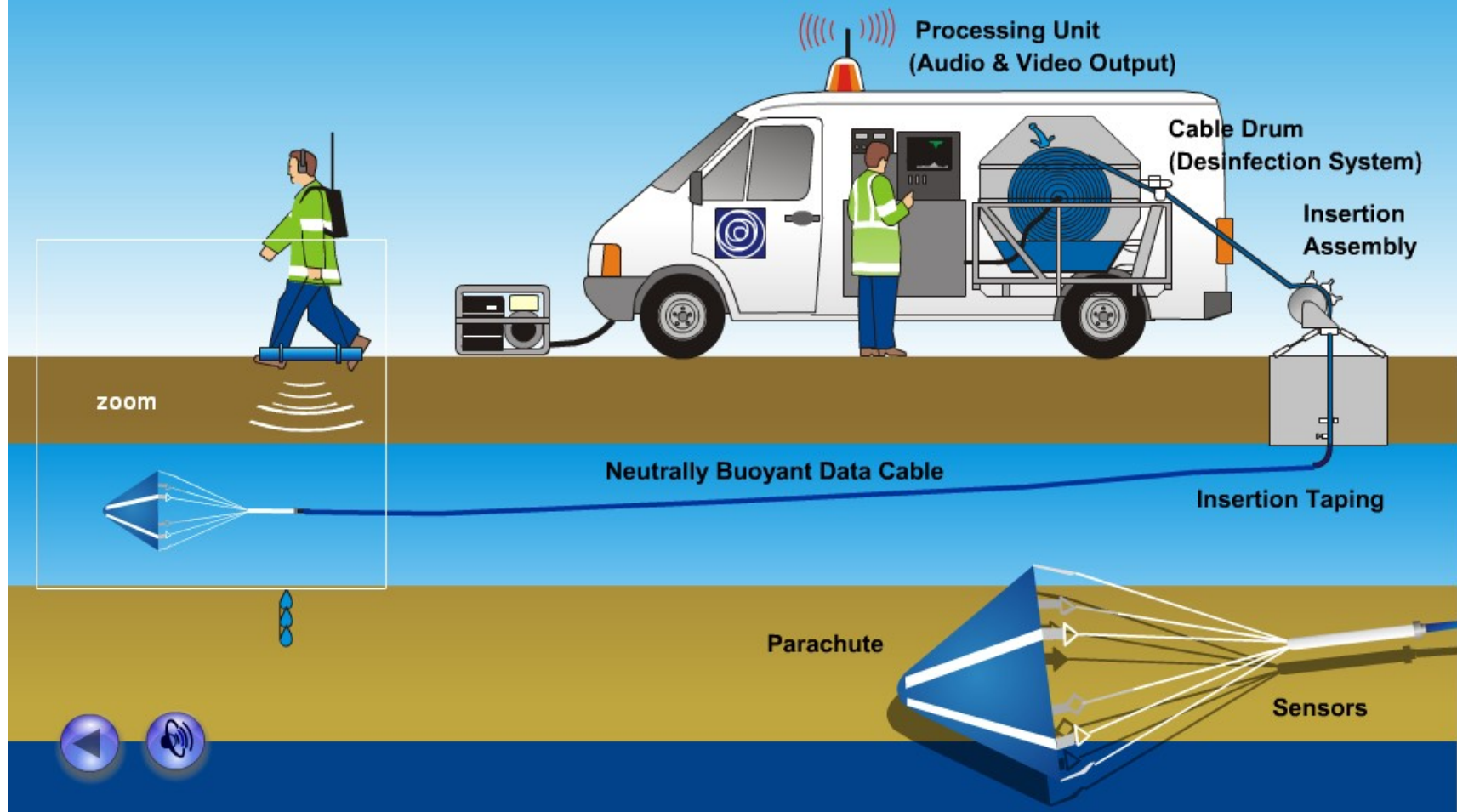
## Estadísticas del Sahara en Maynilad Water

Hitos completados	TOTAL	
	No.	MLD
KM Totales inspeccionados	264	
Rendimiento, m/día	383	
Fugas encontradas y repar.	319	35
Promerio fugas/km	1.2	
Derivaciones clausuradas	23	70
Clandestinas clausuradas	150	5
Total intervenciones	492	110

Programa	Volumen de agua recuperado por día MI	Costo del agua ahorrada por año a USD\$1000/MI
Manila, Philippines	110	\$40,300,000

→ El retorno de la inversión (RDI) se logró en solo tres (3) meses

# Sahara<sup>®</sup>





Redes menores

# **CASO: CITY OF TEMPLE, TEXAS (USA)**

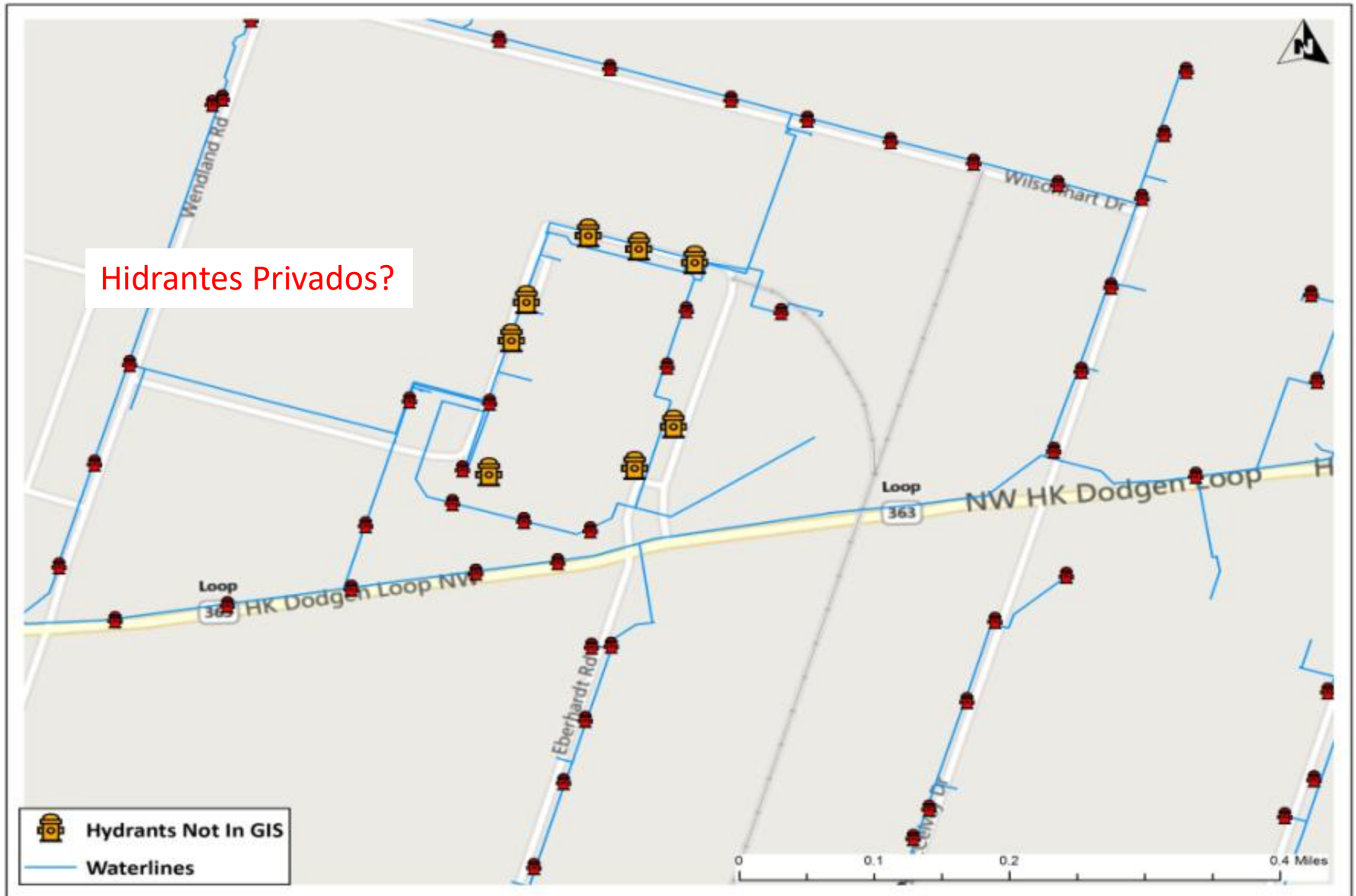
# Resumen

- 368 km inspeccionados
- 10,675 eventos acústicos (~29 fugas por km)
- 72 fugas detectadas
- Perdida estimada: 360 GPM (518K GPD, 189M GPA)
- 549 defectos en activos encontrados
- 484 discrepancias en el GIS documentadas





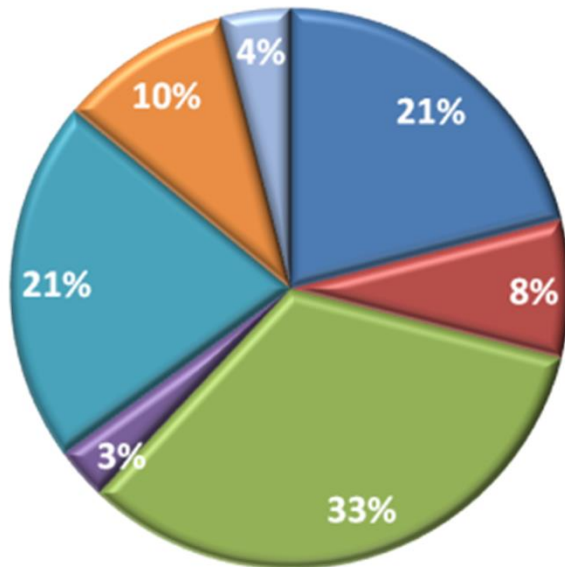
# Hidrantes Faltantes en GIS



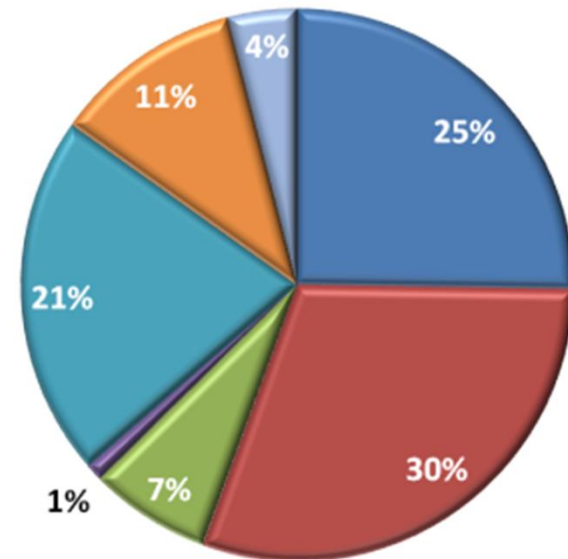
# Hallazgos de Fugas

Tipo de Fugas	Frecuencia	% de Frecuencia	Total GPM	% Perdida	Promedio GPM
Hidrantes	15	21%	90	25%	6.0
Tubería principal	6	8%	109	30%	18.1
Medidor	24	33%	26	7%	1.1
Medidor (usuario)	2	3%	2	1%	1.0
Tubería de servicio	15	21%	76	21%	5.1
Válvula	7	10%	41	11%	5.9
Avistamiento Agua	3	4%	16	4%	5.3
	72		360		

Frecuencia



Total GPM



■ Hydrant   
 ■ Main   
 ■ Meter   
 ■ Meter (customer)   
 ■ Service line   
 ■ Valve   
 ■ Surfacing Water



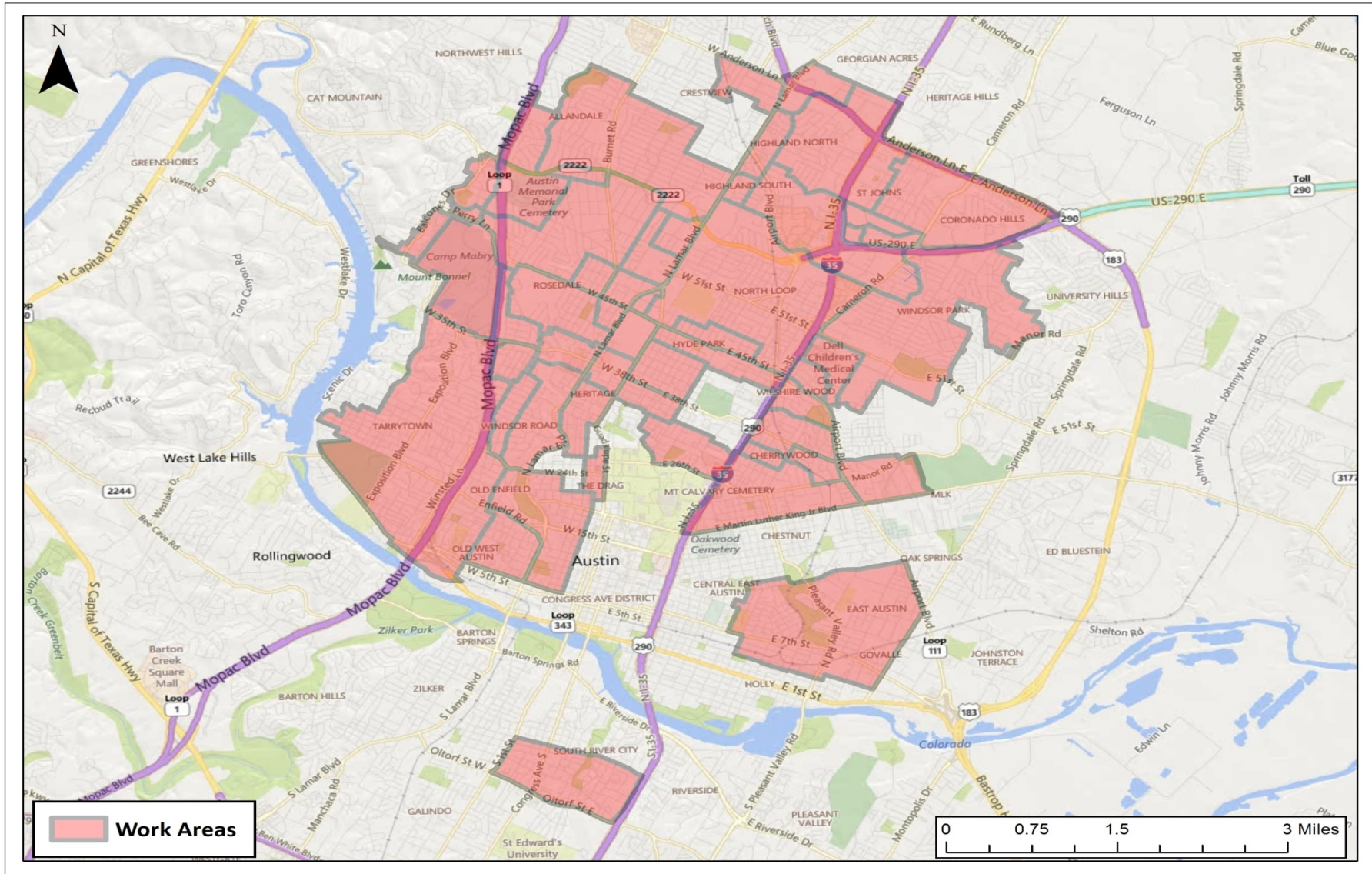
Redes menores

## **CASO: AUSTIN WATER, TEXAS (USA)**

# Infraestructura Objetivo

- **50,900 inspecciones de hidrantes**
- **15,406 reparaciones de hidrantes**
- **36,079 inspección de válvulas de guarda**
- **102,385 registros de datos**
- **4,350 km de inspección de fugas**

# Sectores Objetivo



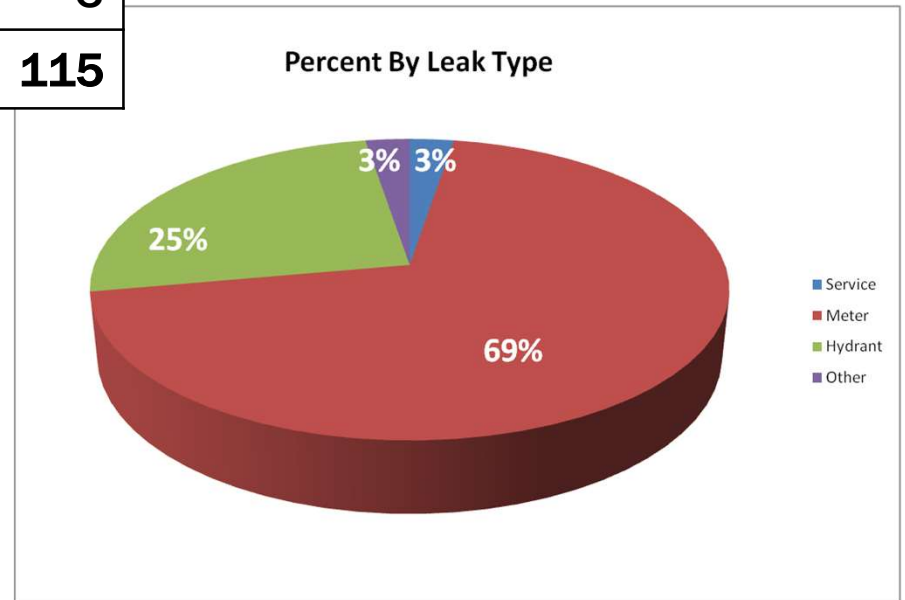
# Rastreo de Fugas

Km	Hidrantes	Válvulas	Fugas	Perdidas Estimadas (GPD)
692.26	3,447	9,719	115	267,840



# Resultados

Tipo de Fuga	Numero de Fugas detectadas
Fugas por Servicio	3
Fugas en Hidrantes	29
Fugas en medidores	80
Otras fugas	3
<b>Total</b>	<b>115</b>





**Autoridad de Acueductos  
y Alcantarillados**

GOBIERNO DE PUERTO RICO

Redes menores

# **CASO: PRASA, PUERTO RICO**



# PRASA: Perfil del sistema

Proveedor único para la Isla de Puerto Rico - Monopolio



**5,090  
Empleados**



**Cobertura  
9.155 km<sup>2</sup>**



**1,242,465 usuarios**  
Acueducto: 97%  
Alcantarillado: 59%



**8 Represas**



**119 PTAPs**

- Producción = 26 m<sup>3</sup>/s
- Capacidad = 28 m<sup>3</sup>/s



**52 PTARs**

- Agua Tratada = 10 m<sup>3</sup>/s



**Mas de 3.500 activos  
de infraestructura:**

- Tanque de Almacenamiento (1,486)
- Estaciones de Bombeo (1,778)
- Pozos (269)



**Mas de 32.000 km  
de tubería en la isla**

- Agua
- Alcantarillado

# Pérdidas - Agua No Contabilizada (ANC)

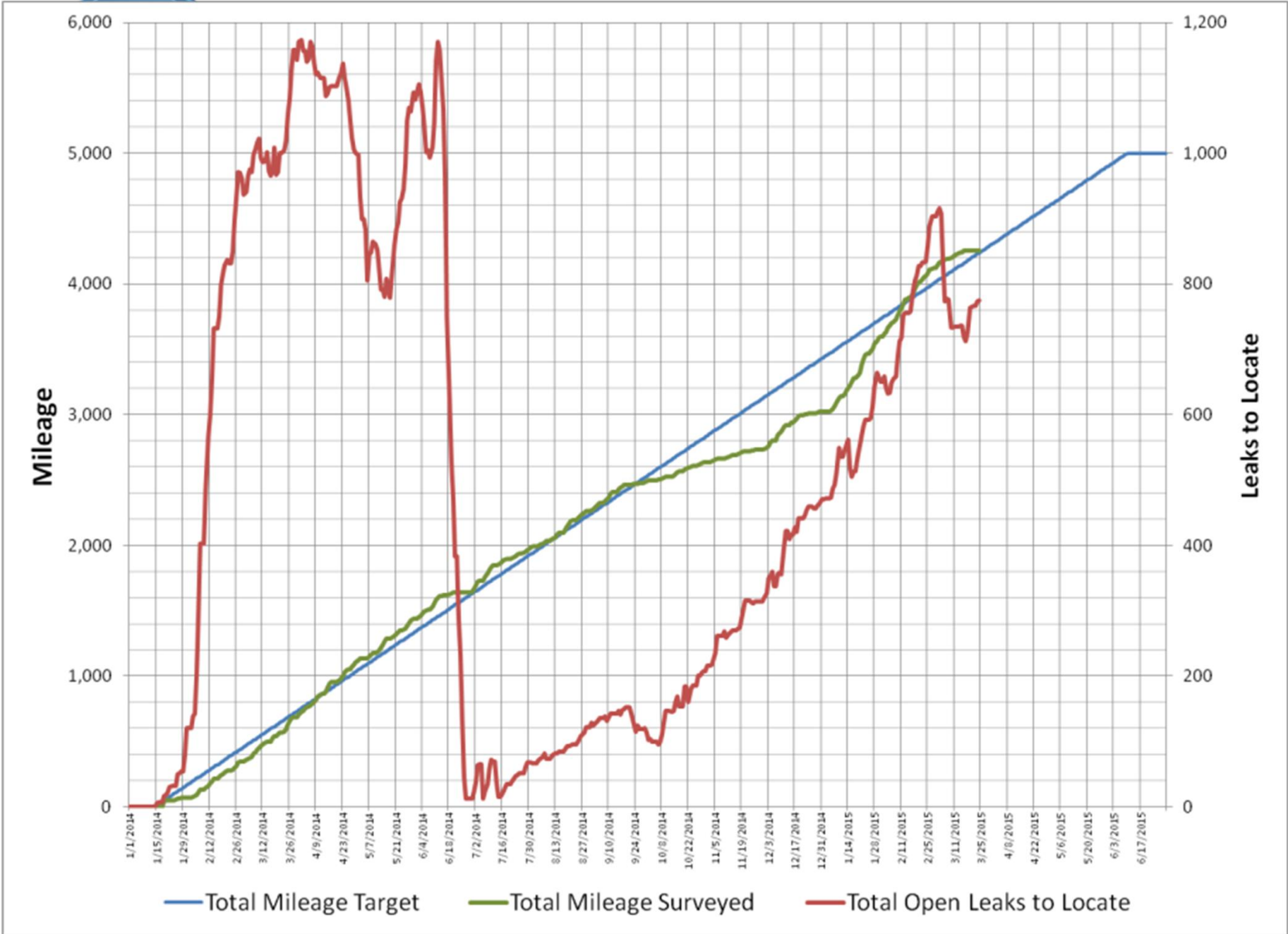
<p>Volumen del Sistema</p> <p>598 MGD (826 Mm<sup>3</sup>)</p>	<p>Consumo Autorizado</p> <p>255 MGD (352 Mm<sup>3</sup>)</p> <p>43%</p>	<p>Consumo Autorizado Facturado</p> <p>246 MGD (341 Mm<sup>3</sup>)</p> <p>41%</p>	<p>Agua Facturada</p> <p>246 MGD (341 Mm<sup>3</sup>)</p> <p>41%</p>
		<p>Consumo No utorizado No-Facturado</p> <p>8 MGD (12 Mm<sup>3</sup>)</p> <p>1%</p>	<p>Agua No Facturada</p> <p>351 MGD (485 Mm<sup>3</sup>)</p> <p>59%</p>
	<p>Perdidas</p> <p>343 MGD (473 Mm<sup>3</sup>)</p> <p>57%</p>	<p>Pérdidas Comerciales</p> <p>56 MGD (77 Mm<sup>3</sup>)</p> <p>9%</p>	
		<p>Pérdidas Técnicas</p> <p>287 MGD (396 Mm<sup>3</sup>)</p> <p>48%</p>	

# Metodología – Reporte Digital de Fugas

The image displays a web application interface for leak reporting, consisting of two overlapping browser windows.

**Left Window: Map Interface**  
URL: <http://www.mywachswater.com/PRASA/>  
Page Title: MyWachsWater Wachs Inspections Viewer  
The map shows an aerial view of a residential area in San Juan, Puerto Rico. A red line indicates a leak location on Calle O'Neill. A tooltip provides the following details:  
LRNum: PR-000052  
Leak Type: Descanso principal  
GPM: 30  
CREW CHIEF: Henry Scott  
ADDRESS: 135  
STREET: CALLE O'NEILL  
CROSS STREET:  
A button labeled "Click for Wachs Leak Report" is visible on the tooltip.

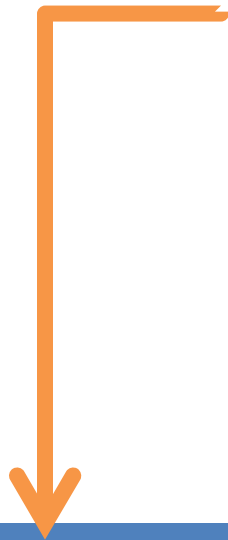
**Right Window: Report Viewer**  
URL: <http://www.mywachswater.com/ReportServer/Pages/ReportViewer.aspx?%2FLeak+Detection%2FPrasa%2FPR-000052>  
Page Title: PRASA\_LEAK\_REPORTS - Report Viewer  
The report viewer displays a detailed report for LRNum (PR-000001) PR-000052. A context menu is open over the report, showing options: XML file with report data, CSV (comma delimited), PDF, MHTML (web arch...), Excel, TIFF file, and Word. The report content includes:  
WachsWater SERVICES logo  
DIRECCIÓN: 135  
CALLE: CALLE O'NEILL  
ENTRE CALLE:  
TIPO DE FUGA: Descanso principal  
CANTIDAD GPM: 30  
AGUA VISUAL: YES  
TAMAÑO DEL TUBO: 4  
TIPO DE MATERIAL: CP  
PROFUNDIDAD:  
CONTRACT NO.: 2014 - 5112501  
REPORT NO.: PR-000052  
REGIÓN: METRO, BARRIO: HATO REY, MUNICIPIO: San Juan  
DIA / TIEMPO: 22/2014 10:07:15 PM, CLASE: 3, ESTATUS: ACTIVE  
A small thumbnail image of the leak location is also shown.



# Findings

Listening Points	February 19	March 7
Service	23,776	35,064
Valve	1,505	2,378
Hydrant	1,027	1,682
Ground Mic	78	154
Blow Off	67	72
Other	44	69
Air Release	2	2

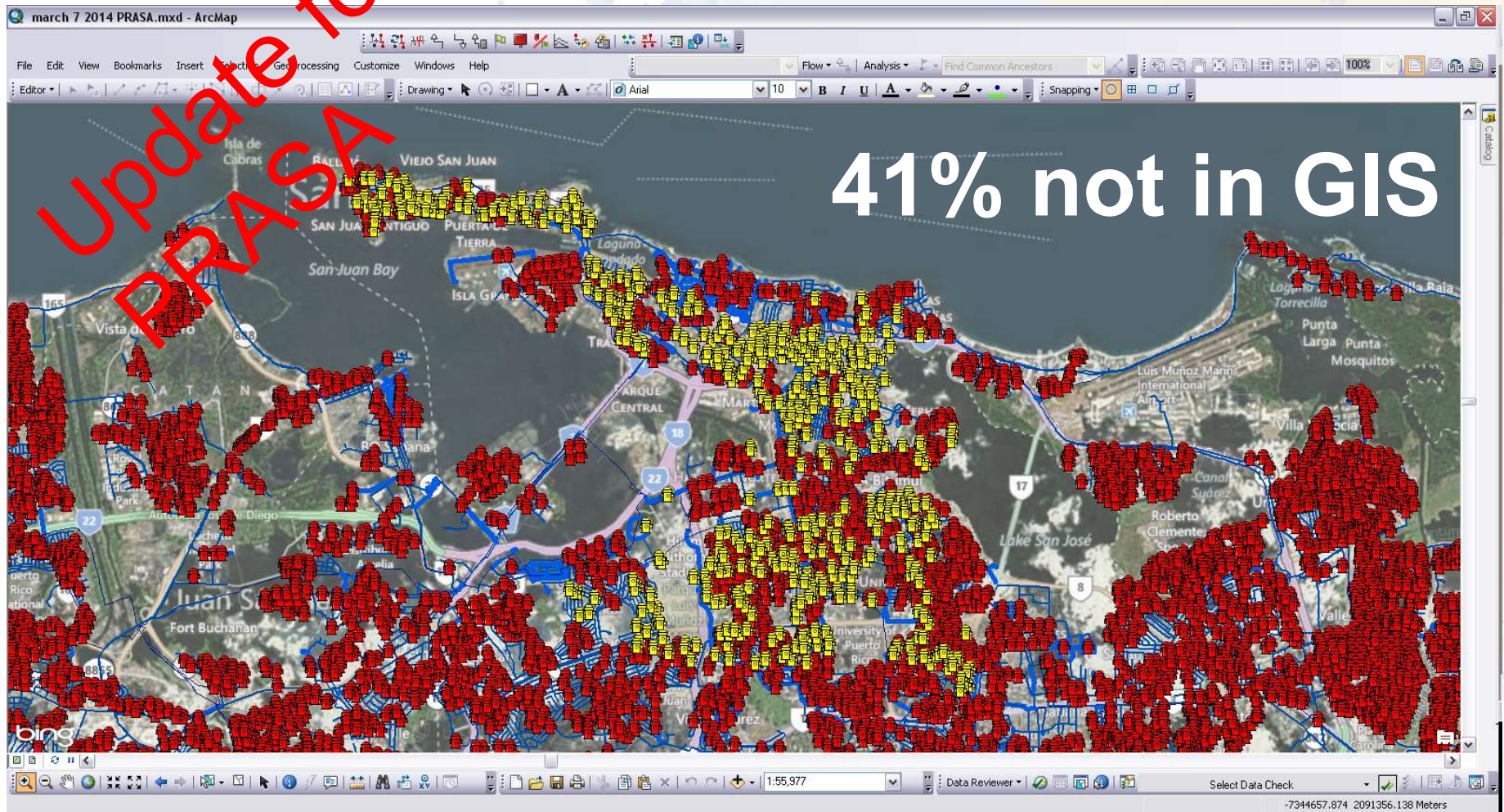
Update for PRASA



Category	February 6	February 19
Found Accessible -- >80% it's useable	349 (62%)	894 (59%) ↔
Cannot locate (probably covered over) -- currently unusable	215 (38%)	611 (41%) ↔
Not in GIS	119 (21%)	377 (25%) ↑



# Hydrants Not in GIS



As of 11 AM on Thursday (3/6) 664 (out of 1,608 total) “Hydrants Not in GIS”

## Results

- 2,403 leaks pinpointed, estimated loss 15.5 MGD
- 296 incidents of theft identified
- 177,587 survey records (75 per mile)
- 4,457 valves “discovered” (33%)
- 4,441 hydrants “discovered” (54%)
- 237 miles of pipe “discovered” (10%)
- 4,272 unusable valves identified (37%)





# Pure Technologies Group

Somos el líder mundial en el desarrollo y aplicación de tecnologías de reducción de agua no contabilizada, evaluación de condición estructural y estrategias de gestión de infraestructura para sistemas de acueducto y alcantarillado, principalmente en aplicaciones de tubería a presión.

# Pure Technologies Group

- Ofrecemos servicios de ingeniería especializados
- Tecnologías y Servicio para detección de fugas
- Inspección y Evaluación Estructural de tuberías
- Monitoreo de integridad de infraestructura
- Soluciones para Gestión de Activos
- Gestión de Programas de Renovación de Activos

