

# Seminario “Jornadas del Agua”

## HERRAMIENTAS PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN DEL AGUA

*Auditorías del agua y  
generación de indicadores de  
gestión en la operación del  
servicio hidráulico*

Raúl Abraham Sánchez Sánchez  
8/26/2013 8:03 AM

Ciudad Universitaria  
26 de Agosto de 2012

# Introducción

- **Un sistema operativo hidráulico, en su trazo, en el mejor de los casos, se conoce en un 80% .**
- **Es de los pocos procesos de ingeniería que no se conoce al 100%.**
- **No se puede administrar lo que no se mide.**



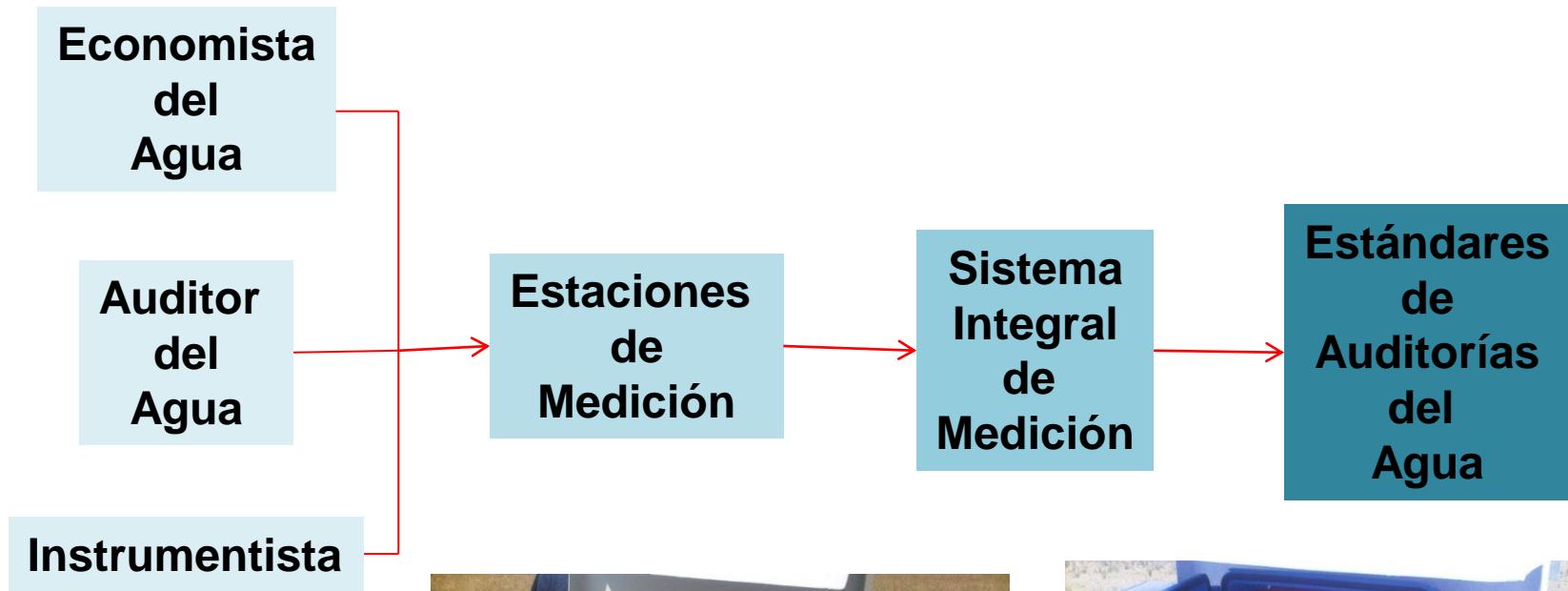
Auditoría del verbo latino “auditerm/ audire” que significa oír, escuchar.

La auditoría del agua se refiere a la determinación de volúmenes y costos asociados, del balance de agua de un sistema o sub sistema hídrico.

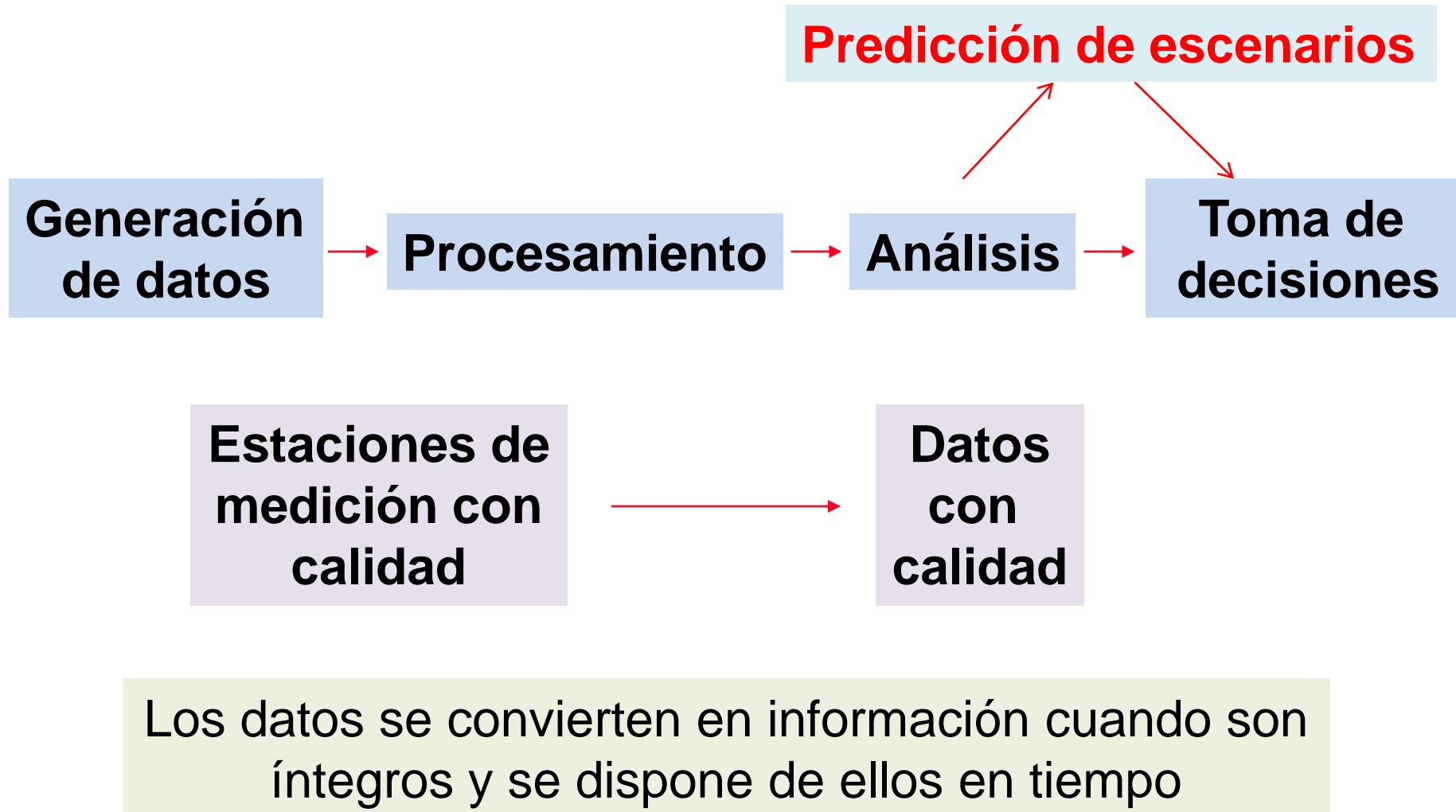
Balance de Agua Estándar en la Auditoría del Agua							
Fuentes	Uso autorizado	Uso autorizado facturado	Con ingresos por agua	Consumo medido facturado			
		Uso autorizado no facturado		Consumo NO medido facturado			
		SIN ingresos por agua		Uso medido no facturado			
				Uso NO medido No facturado			
	Pérdidas de agua			Inexactitud en la medición			
				Uso NO autorizado			
				Fugas en conducción y distribución			
				Desbordamientos en almacenamiento			
				Fugas en tomas domiciliarias			

Indicadores de gestión adicionales : m3/Kwh, m3 potable vs m3 negra vs m3 residual tratada, \$ m3 producción, q/m3/t/Ø

# Requerimientos para las Auditorías



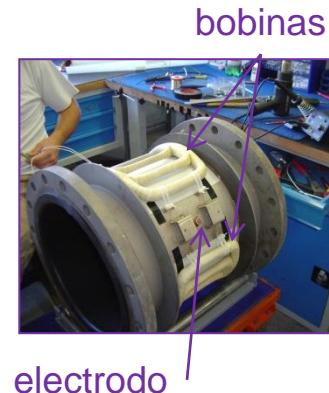




# Especificación de estación de medición en pozo concesionado

## Módulo 1. Medidor.

**Medidor electromagnético, de bobina grande, con presencia de campo magnético sobre toda la sección del tubo.**



## Módulo 2. Alimentación eléctrica.

**Baterías intercambiables, no se requiere reemplazo durante la duración del proyecto.**

## Módulo 3. Instalación y obras complementarias.

**Instalación conforme a especificaciones de medidor. adecuaciones mínimas a tren de descarga.**



## Módulo 4. Lectura veraz.

**Data Logger con radio modem celular comunicación bidireccional.**

# Tipos de auditorías



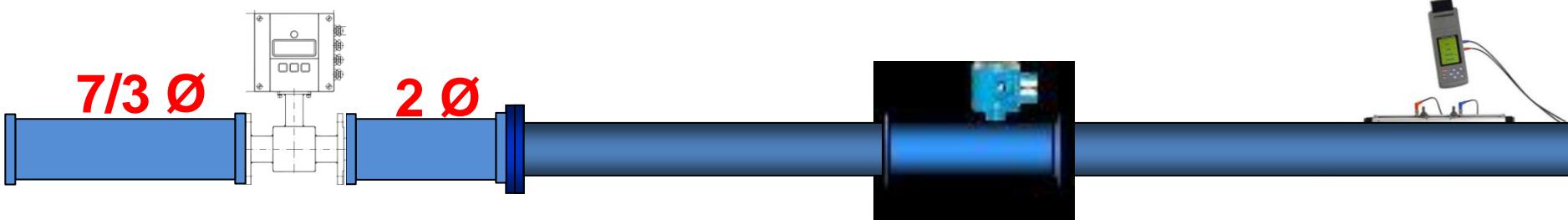
**Auditoría de medidor.** Con un equipo auditor portátil se compara el desempeño de un medidor permanente

Para pruebas en sitio, todo medidor instalado requiere tramos de tubería recta aguas arriba y aguas abajo según su tecnología.

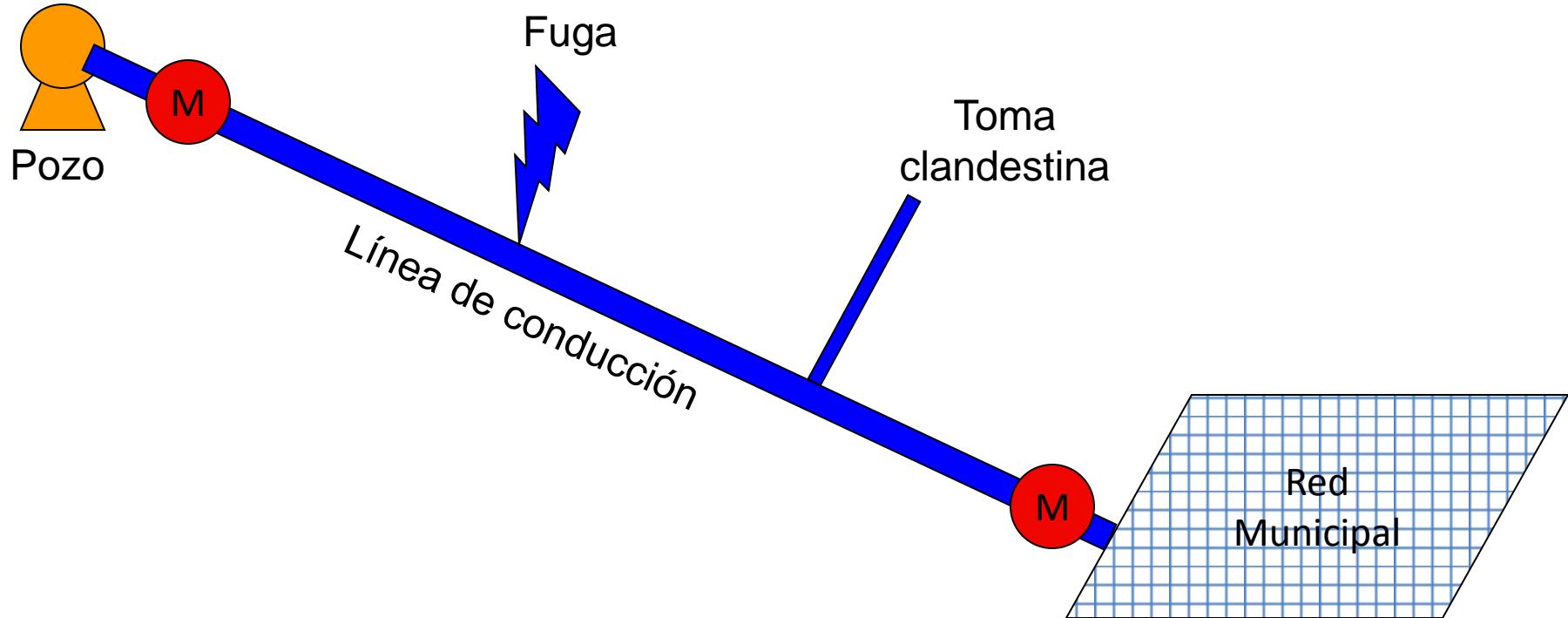
**Medidor  
Electromagnético**  
Error +- 0.5%  
3-2Ø

**Medidor del  
Usuario**  
Error +- 5.0%  
5-1Ø

**Medidor  
auditor  
Portátil**  
Error +- 2.0%  
10-5Ø



**Auditoría de infraestructura hidráulica.** Por ejemplo auditoría de una línea de conducción, balance hidráulico entre dos puntos de esta tubería.



## Auditoría del agua parciales.

Validación de volúmenes de agua entregados por:

- CNA a Comisión Estatal.
- Comisión Estatal a Organismo Operador.
- Organismo Operador a sector hidráulico.
- Organismo Operador a usuario no doméstico.
- Organismo Operador a usuario doméstico.

Validación de volúmenes de descarga de aguas negras.

Validación de volúmenes entregados de aguas residuales tratadas.

# Principales conceptos en auditorías


**Medidores Tipo Propela**

**L**os medidores tipo propela se utilizan para medir caudales de agua en tuberías maestras o en líneas principales. Asimismo, son propios para uso rudo en aguas crudas o aguas no filtradas. Su confiabilidad ha sido avalado por el uso continuo y seguro que les han dado nuestros clientes a lo largo de 5 décadas. Su instalación garantiza una operación segura con la mínima necesidad de mantenimiento.

**Beneficios**

Los medidores de propela son altamente tolerantes a los sólidos en suspensión y además que resisten la abrasión por arenas y otros sólidos, ofrecen al usuario los siguientes beneficios:

- Gracias a su cabezal removible son los únicos en el mercado con mantenimiento "in situ".
- Transmisión magnética.
- Sin partes móviles, por lo que no se requiere mantenimiento durante la vida del medidor.
- Rodamientos de larga vida.
- Registro herméticamente sellado.
- Cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-12-SCFI-1994, Así como con la AWWA-704 y la 01MLR49-1.
- Registro electrónico con pantalla de cristal líquido y gasto instantáneo DIA.

**Aplicaciones**

Los medidores de propela son ideales para:

- La medición de agua extraída del subsuelo.
- Medición a pie de pozo.
- Cualquier línea de abastecimiento.

Son de gran utilidad, asimismo, para medir los caudales a la entrada o salida de plantas y tratamiento, tanques de depósito.



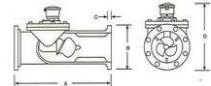
**Exactitud**

La exactitud de los medidores Azteca tipo propela jamás se verá afectada por variaciones de presión. La tolerancia de error permitido +/- 2% en todo el rango de medición. El flujo normal puede excederse hasta en un 50% de manera intermitente, sin que ello afecte la exactitud y sin que las piezas en movimiento sufran desgastes prematuros.

**Componentes**

Los medidores de propela utilizan para su fabricación:

- Ejes de acero inoxidable.
- Soporte de propela en hierro fundido ASTM B30126-42B
- Propela moldeada en plástico de ingeniería.
- Sistema motorizado fabricado con rodamientos de grafito y ejes pulidos de acero inoxidable.
- Totalizador herméticamente sellado, con 6 dígitos de gran tamaño para facilitar la lectura en m<sup>3</sup> o cualquier otra unidad.
- Registro electrónico con gasto instantáneo.




**CERTIFICADO  
DE CONFORMIDAD  
DE PRODUCTO**

Certificado No.: 201101C00185  
 Este Certificado sustituye al Certificado número: 201001C00185  
 Página 1 de 2

La Asociación de Normalización y Certificación, A.C., en su carácter de organismo de Certificación de Producto acreditado y aprobado en los términos de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), de conformidad con los artículos 1, 2, 3, 3 fracción III, IV-A, XII, XV-A y 38, fracción VI, 52, 53, 68, 70, 73, 79, 80, y 81 de la LFN y sus reglas y aplicables de acuerdo con la legislación federal, en su respectiva versión, con número de Acreditación 0110 vigente a partir del 09/03/2010, en atención a la solicitud con número de Referencia 2005MED001749, de acuerdo al procedimiento de Certificación PROCEER-17 de ANACEN, otorga el presente Certificado de Conformidad de Producto a:

Titular: **BADGER METER DE LAS AMERICAS, S.A. DE C.V.**

Nombre genérico: **MEDIDOR PARA AGUA POTABLE FRÍA**  
 Tipos(s): **DE VELOCIDAD NINGUNO**  
 Subtipo(s): **NINGUNO**  
 Marca(s): **BADGER METER**  
 Categoría: **NUEVO**  
 Modalidad: **CERTIFICACIÓN CON VERIFICACIÓN MEDIANTE PRUEBAS PERIÓDICAS**  
 Fabricado y/o importado por: **BADGER METER DE LAS AMERICAS, S.A. DE C.V.**  
 Bodega: **CALLE PEDRO LUIS OGÁZON No. 32 INT. 0 COL. GUADALUPE INN DEL ÁLVARO OBREGÓN C.P. 01050 DISTRITO FEDERAL**  
 País(es) de origen: **ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA**  
 Modelos(s): **T-200, T-450, T-1000, T-2000, T-3500, T-5500, T-6600, T-6200, T-10000**  
 Especificaciones: Designación: N 15 m<sup>3</sup>/h N 40 m<sup>3</sup>/h N 60 m<sup>3</sup>/h N 150 m<sup>3</sup>/h N 200 m<sup>3</sup>/h N 400 m<sup>3</sup>/h N 600 m<sup>3</sup>/h N 1.000 m<sup>3</sup>/h N 1.500 m<sup>3</sup>/h  
 Tamaño: 50 mm 80 mm 100 mm 150 mm 200 mm 250 mm 300 mm 400 mm 500 mm  
 Clase Metroológica: "B"  
 Material: Hierro Fundido.  
 Se otorga certificado de conformidad con los incisos:  
 5.1.4, 5.1.5, 5.4.2.2, 5.10, 5.13.1.1, 5.13.1.2, 5.13.2, 6

\* Cd. de México, D.F., Av. Lazaro Cardenas No. 865, Col. Nueva Industrial Vallejo, Del. Gustavo A. Madero, C.P. 07700, México, D.F. Tel.: +52 (55) 57 47 45 58 Fax: +52 (55) 57 47 45 60, e-mail: anacen@anacen.org.mx - Número Óptimo (800) 555 00 00, e-mail: anacen@anacen.org.mx - Sitio Web: www.anacen.org.mx - Dirección electrónica: www.anacen.org.mx - Página Web: www.anacen.org.mx

167128

## Concepto básico de auditoría de medidor.

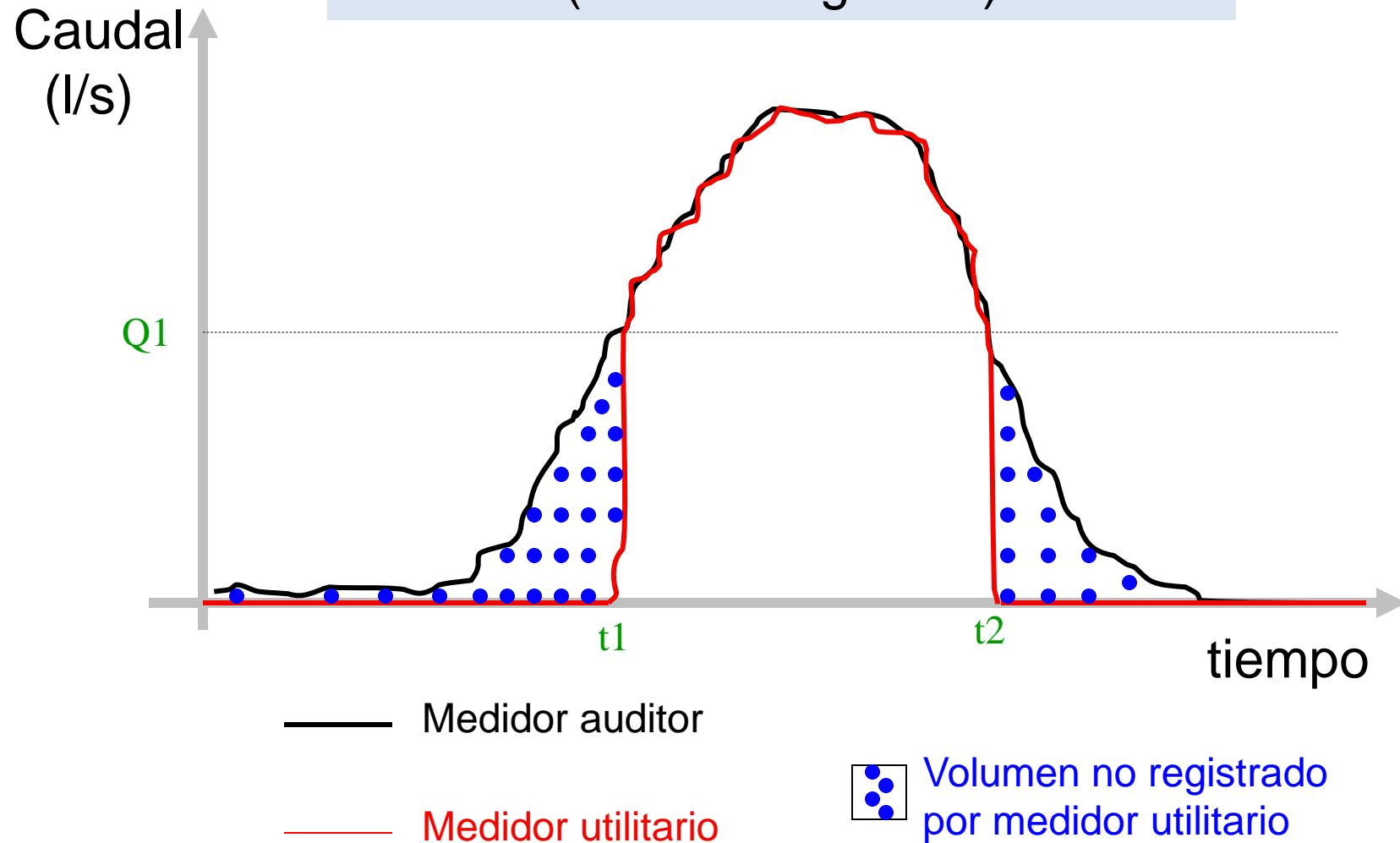
- Obtención del patrón de flujo.
- Comparación de volúmenes para diferentes rangos de gastos.

## Concepto básico de aforo.

- Comparación de gasto instantáneo.
- Comparación de volúmenes.

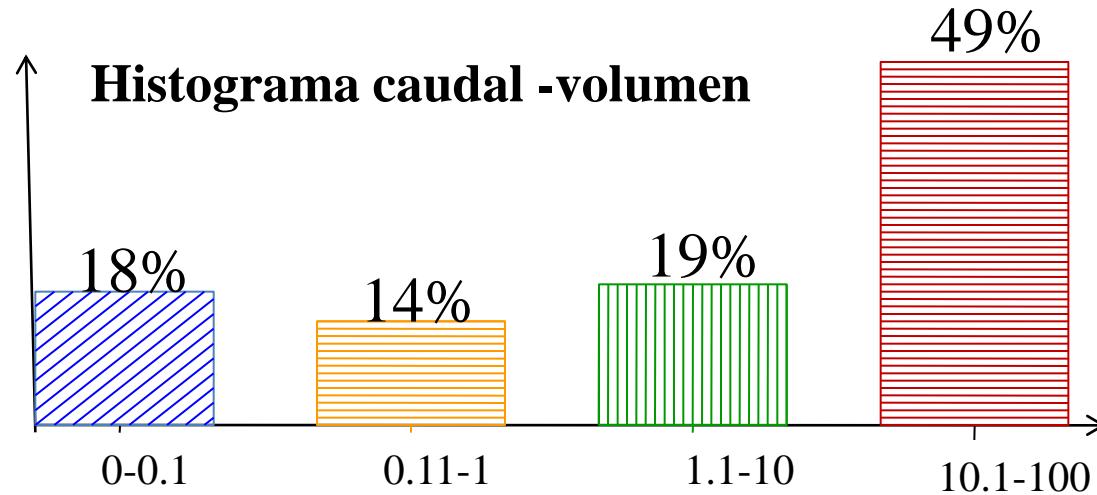
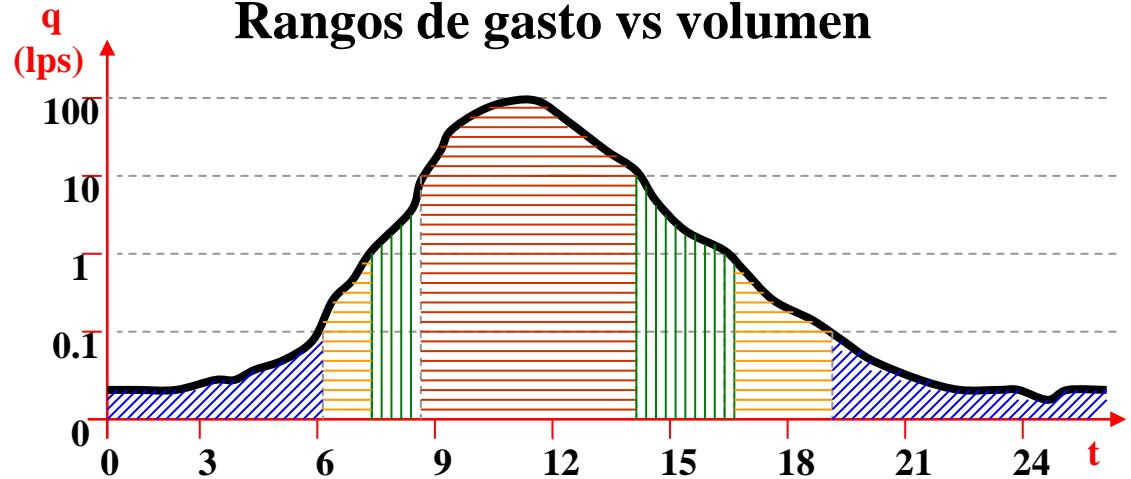
-Entre mayor volumen de agua suministrado, mayor integridad tiene la prueba-.

## Comparación entre auditoría y aforo (resultado gráfico)



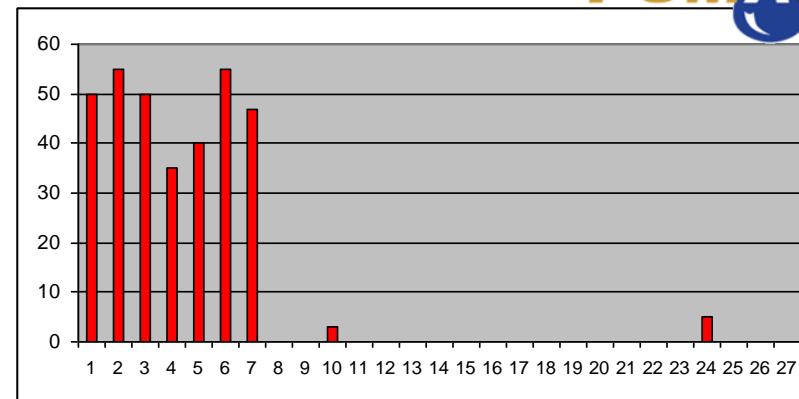
## Patrón de Suministro

### Rangos de gasto vs volumen

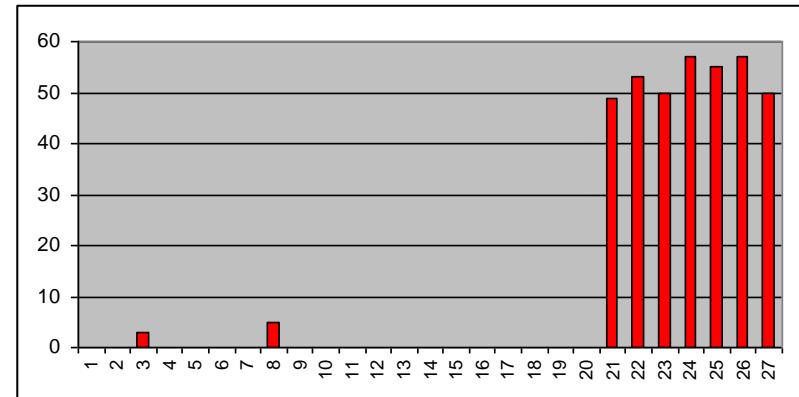


## Histograma de caudal volumen

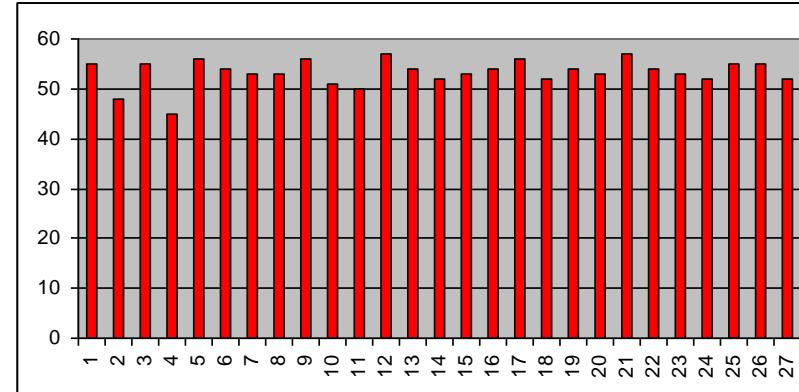
Gastos bajos - Volúmenes altos  
**Medidor de baja capacidad**



Gastos altos - Volúmenes altos  
**Medidor de alta capacidad**



Gastos bajos – Volúmenes altos  
Gastos altos - Volúmenes altos  
**Medidor de alta y baja capacidad**



## Presentación de Resultados (Caso de Estudio)

### CONCLUSION:

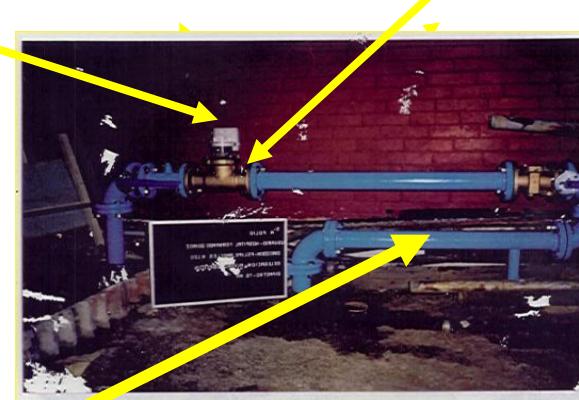
MEDIDOR O.K. ?	NO	
----------------	----	--

DIAMETRO ACTUAL	150	MM
EXACTITUD ACTUAL	34.84%	%
CONSUMO MEDIDO	57.92	M <sup>3</sup>
CONSUMO REGISTRADO	20.18	M <sup>3</sup>

DIAMETRO RECOMENDADO	75	MM
EXACTITUD NUEVA	99.27%	%

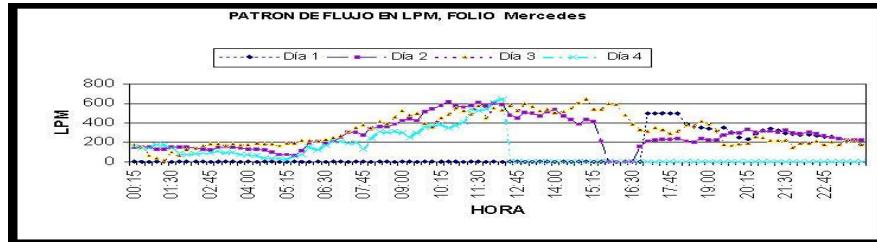
Lectura  
automática  
por RF con  
batería integrada

Medidor

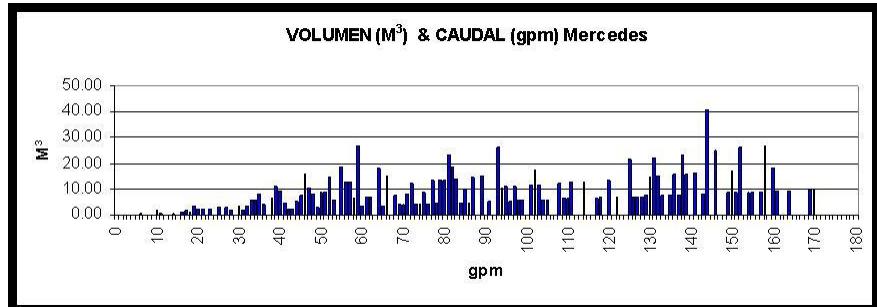


Cuadro  
Regularizado

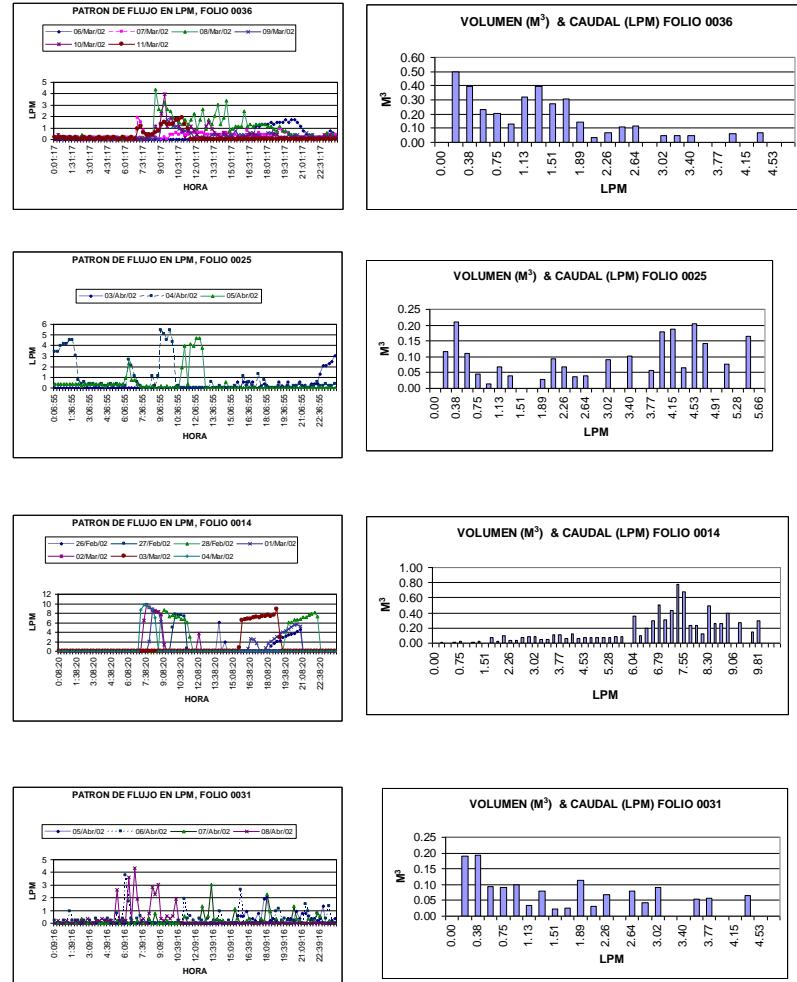
(Obras  
complementarias)



## PATRON DE SUMINISTRO POR SECTOR



## HISTOGRAMA CAUDAL VOLUMEN POR SECTOR



# Resultados de Auditorías del Agua

NO.	FOLIO	DIAMETRO ANTERIOR		DIAMETRO POSTERIOR	
		DIAMETRO	EXACTITUD %	DIAMETRO	EXACTITUD %
1	632	75	9.89%	50	100.80%
2	2339	75	105.18%	75	99.09%
3	2424	75	32.94%	75	98.85%
4	2443	75	132.23%	75	99.01%
5	2453	75	74.56%	75	99.13%
6	2556	75	42.17%	50	100.49%
7	2615	75	42.50%	50	99.50%
8	4190	75	99.58%	75	99.30%
9	4246	75	85.57%	75	98.89%
10	5323	75	49.13%	75	99.30%
11	6222	75	100.29%	75	99.09%
12	2341	100	52.93%	100	99.12%
13	3952	100	58.14%	100	99.90%
14	4180	100	23.22%	100	99.28%
15	4183	100	0.84%	200	100.27%
16	4184	100	77.59%	100	99.50%
17	4185	100	90.79%	100	98.99%
18	4598	100	96.07%	75	99.06%
19	5476	100	64.30%	100	98.86%
20	5756	100	77.55%	100	99.65%
21	6086	100	7.88%	100	99.58%
22	6252	100	12.54%	100	99.22%
23	3951	150	96.76%	150	100.38%
24	5753	150	88.15%	150	100%
25	5754	150	69.28%	150	100.40%
26	6085	150	34.84%	75	99.27%
27	5714	300	43.63%	300	99.31%
Promedio:		61.80%		99.49%	

**Subdimensionamientos:**  
**5**

**Sobredimensionamientos:**  
**1**

**Exactitud original:**  
**61.80%**

**Exactitud posterior:**  
**99.49%**

## Indicadores de gestión de vanguardia

Eficiencia en la oferta → Eficiencia en la demanda



- Usuarios domésticos (demanda estudiada)
- Usuarios no domésticos (y su estudio?)

Producto	Contenido global de agua virtual (l)
Vaso de cerveza de 250 ml	75
Vaso de leche de 200 ml	200
Taza de café de 125 ml	140
Taza de te de 250 ml	35
Pieza de pan blanco de 30 g	40
Manzana de 100 g	70
Playera de algodón de 250 g	2,000
Hoja de papel tamaño carta 80 g/m <sup>2</sup>	10
Copa de vino de 125 ml	120
Hamburguesa de 150 g	2,400
Par de zapatos de piel de bovino	8,000
Microchip de 2g	32

## Contenido de agua virtual promedio de algunos productos seleccionados por país (l/kg)

Producto	E.U.A.	China	India	Rusia	Brasil	Japón	México	Promedio mundial
Trigo	849	690	1,654	2,375	1,616	734	1,066	1,334
Maíz	489	801	1,937	1,397	1,180	1,493	1,744	909
Cebada	702	848	1,966	2,359	1,373	697	2,120	1,388
Leche	695	1,000	1,369	1,345	1,001	812	2,382	990

*El agua es un derecho inalienable de los humanos, de los animales, de los vegetales, del hábitat y su ciclo hidrológico.*

*Las políticas hidráulicas deben dirigirse a cumplir este derecho, no observándola como una necesidad exclusiva de los seres humanos.*



**Gracias por su atención.**